

ЗМІСТ

Розділ 1. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

<i>Сафранов Т.А., Полищук А.А., Волков А.И., Гусева Е.Д., Конькова А.И., Ярчук Ю.А.</i> Физиологическая полноценность минерального состава питьевых вод Одесской агломерации.....	5
<i>Буц Ю.В., Тітенко Г.В.</i> Динаміка видового різноманіття водно-болотних природних комплексів як прояв пірогенної релаксії геосистем.....	17
<i>Сапко О.Ю.</i> Современные подходы к составлению кадастра береговой зоны.	23
<i>Біньковська Г.В., Шаніна Т.П.</i> Відходи тваринництва та птахівництва як сировина для виробництва біогазу в Одеській області.....	28

Розділ 2. МЕНЕДЖМЕНТ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

<i>Улибіна В.О.</i> Ринкові перетворення в обслуговуванні житлового фонду.....	35
<i>Павленко Е.П.</i> Формирование актуальных механизмов экологизации морской деятельности.....	43
<i>Ковалев В.Г., Рекиш А.А., Колонтай С.Н.</i> Методические основы результативности природоохранной деятельности.....	49
<i>Тюлькіна К.О., Заволока М.М.</i> Перспективні напрямки покращення інвестиційного клімату в Україні.....	55
<i>Полянничко О.В.</i> Фінансові підходи до мотивації розвитку природно-заповідного фонду України.....	62
<i>Тюлькіна К.О., Неря В.І.</i> Сучасні методики оцінки інвестиційної привабливості регіону.....	73

Розділ 3. МЕТЕОРОЛОГІЯ, КЛІМАТОЛОГІЯ ТА АГРОМЕТЕОРОЛОГІЯ

<i>Іванов С.В., Драничер О.Р.</i> Роль альбедо в формуванні городского острова тепла.....	79
<i>Толмачева А.В.</i> Влияние агрометеорологических условий на произрастание культуры сои.....	89
<i>Прикуп Л.О.</i> Оцінка агроекологічного стану земель південних районів Одеської області з врахуванням організації різних типів угідь.....	95
<i>Сініцина В.В.</i> Алгоритм динамічної моделі формування сходів зернових культур.....	101
<i>Васалатій Н.В.</i> Вплив агрометеорологічних умов на формування площі листової поверхні та фотосинтетичну продуктивність озимого ріпаку в осінньо-зимовий період вегетації	110
<i>Дюльгер М.О.</i> Забезпечення теплом, світлом і вологою пожнивних культур в Україні.....	119

Розділ 4. ГІДРОЛОГІЯ СУШІ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЯ

<i>Гопченко Є.Д., Романчук М.Є.</i> Особливості структурної бази деяких розрахункових формул максимального стоку.....	128
<i>Мельник С.В., Багрина К.В.</i> Оценка влияния климатических осцилляций на сток Днестра.....	140
<i>Обухов Є.В., Корягіна О.С., Корецький Є.П.</i> Диференційовані оцінки показників випаровування з акваторії Каховського водосховища.....	147
<i>Колісник А.В.</i> Оцінка геоecологічного стану річок Південний Буг, Дністер та Дніпро у межах Вінницької області.....	159

Розділ 5. ОКЕАНОЛОГІЯ ТА МОРСЬКЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

<i>Илюшин В.Я.</i> Механизм формирования двухслойной зоны смешения лимана и влияние на нее реверсивного водообмена через пролив.....	165
<i>Горун В.В.</i> Методические рекомендации по расчету распространения взвеси при залповых сбросах.....	177
<i>Полубок Т.Н.</i> Изученность процессов литолого-геоморфологических изменений дна Керченского пролива.....	187

Розділ 6. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ НАУКИ

<i>Герасимов О.И., Худынецев Н.Н.</i> Распространение электромагнитных волн в модели 1D гранулированной системы в приближении виртуальной упорядоченности.....	197
<i>Кругляк Ю.А.</i> Взаимодействие ионов Li^+ , Na^+ и K^+ с молекулами диметилового эфира и воды <i>ab initio</i> /3G.....	202
<i>Кругляк Ю.А., Кругляк Н.Е.</i> Уроки наноэлектроники.3. Электронная проводимость и моды проводимости в концепции «снизу - вверх».....	213
<i>Кругляк Ю.А., Глушков А.В.</i> Уроки наноэлектроники.4. Термоэлектрические явления в концепции «снизу-вверх».....	223
<i>Ганин Э.В., Горличенко М.Г., Васильева М.Г., Шевченко С.В.</i> N-(4-нитрофенил) изонафталимид. Строение продуктов ацилирования анилинов 1,8-нафтоилоилхлоридом.....	239

Розділ 7. СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ НАУКИ

<i>Кушніренко І.Ю.</i> Формування засад становлення та забезпечення прав національних меншин в Україні.....	244
---	-----

УДК 504.4.062.2

¹ Т.А. Сафранов, д.г.-м.н., ² А.А. Полищук, к.х.н., ¹ А.И. Волков, к.геогр.н.,

¹ Е.Д. Гусева, ¹ А.И. Конькова, ² Ю.А. Ярчук

¹ Одесский государственный экологический университет

² ООО «Инфокс» филиал «Инфоксводоканал»

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛНОЦЕННОСТЬ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТЬЕВЫХ ВОД ОДЕССКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Дана оценка качества питьевых вод из поверхностных и подземных источников водоснабжения, используемых населением Одесской агломерации, с позиций физиологической полноценности их минерального состава.

Ключевые слова: питьевая вода, показатели качества воды, нормативные требования, водоснабжение.

Введение. Стабильность состава организма человека - одно из важнейших и обязательных условий его нормального функционирования. Отклонение содержания химического элемента в организме от нормы, обусловленное физико-географическими, антропогенными и другими факторами, приводит к нарушению здоровья человека. Это подтверждено фундаментальными исследованиями В.И. Вернадского, А.П. Виноградова, В.В. Ковальского и их многочисленных последователей. Из 92 химических элементов (ХЭ), встречающихся в природных средах, 81 ХЭ обнаружен в организме человека. По биологической (физиологической) значимости среди ХЭ выделяются: «структурные» (С, О, Н, N, Ca, Mg, Na, K, S, P, F, Cl), которые на 99% формируют элементный состав организма; эссенциальные (жизненно необходимые) (Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn, As, F, Si, Li); условно эссенциальные; элементы, роль которых мало изучена или неизвестна. Эссенциальные минеральные вещества поступают в организм человека в составе продуктов питания и преимущественно питьевой воды. В этой связи физиологическая сбалансированность минерального состава питьевых вод является не только показателем качества питьевых вод, но и важным фактором формирования здоровья населения.

Анализ последних исследований и публикаций. Характеристика качества питьевых вод и их влияние на здоровье населения рассматриваются в многочисленных опубликованных работах и фондовых источниках информации.

В нормативно-законодательных документах недостаточное внимание уделялось критериям физиологической полноценности минерального состава питьевых вод. В этом отношении исключением являются Государственные санитарные нормы и правила «Гигиенические требования к питьевой воде, предназначенной для потребления человеком» [1], которые наряду с показателями эпидемиологической безопасности питьевой воды, санитарно-химическими показателями безопасности и качества питьевой воды и радиационными показателями безопасности питьевой воды, предъявляют требования к физиологической полноценности минерального состава питьевой воды (табл.

1). Впервые в мире раздел о физиологической полноценности питьевой воды появился в [2], хотя требования к отдельным показателям приведены и в других нормативно-законодательных документах [3, 4, 5].

Следует отметить, что некоторые показатели физиологической полноценности минерального состава питьевой воды входят и в группу санитарно-химических

показателей безопасности и качества питьевой воды [1]: *общая жесткость* ($\leq 7-10$ ммоль/дм³ – водопроводная вода, ≤ 10 ммоль/дм³ – колодцы и каптированные

Таблица 1 - Показатели физиологической полноценности минерального состава питьевой воды [1]

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Нормативы
1	Общая жесткость	ммоль/дм ³	1,5 - 7,0
2	Общая щелочность	ммоль/дм ³	0,5 - 6,5
3	Йод	мкг/дм ³	20 - 30
4	Калий	мг/дм ³	2 - 20
5	Магний	мг/дм ³	25 - 75
6	Кальций	мг/дм ³	10 - 50
7	Натрий	мг/дм ³	2 - 20
8	Сухой остаток	мг/дм ³	200 - 500
9	Фториды	мг/дм ³	0,7 - 1,2

источники, ≤ 7 ммоль/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы); *общая щелочность* ($\leq 6,5$ ммоль/дм³ ммоль/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы), *йод* (≤ 50 мкг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы), *кальций* (≤ 130 мг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы), *магний* (≤ 80 мг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы); *сухой остаток* ($\leq 1000-1500$ мг/дм³ – водопроводная вода, 1500 мг/дм³ – колодцы и каптированные источники, ≤ 1000 мг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы); *натрий* (≤ 200 мг/дм³ – водопроводная вода, ≤ 200 мг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы); *фториды* (для климатических зон: IV $\leq 0,7$ мг/дм³, III $\leq 1,2$ мг/дм³, II $\leq 1,5$ мг/дм³ - водопроводная вода, $\leq 1,5$ мг/дм³ – колодцы и каптированные источники, $\leq 1,2$ мг/дм³ - фасованная, пункты разлива и бюветы).

Хозяйственно-питьевое водоснабжение Одесской промышленно-городской агломерации (ПГА) базируется преимущественно на поверхностных водах (р. Днестр) и в незначительной степени на подземных водах (ПВ) верхнесарматского водоносного горизонта (ВГ) миоцена.

Основным источником *централизованного водоснабжения* Одесской ПГА является днестровская вода, которая сама по себе не является питьевой и согласно [3] относится к источникам водоснабжения 2 класса (в случае отсутствия аномальных нарушений гидрологического режима). Анализ качества речной воды в зависимости от водности реки Днестр и эффективности функционирования водоочистной станции (ВОС) «Днестр» показал, что отклонения от нормативных значений отмечены только для отдельных показателей: общее микробное число, коли-индекс, мутность, железо, марганец, БПК₅, БСК₂₀, ХПК. Однако после ВОС «Днестр» значения этих показателей качества питьевой воды соответствуют нормативным требованиям. Среди определяемых токсичных металлов и органических соединений экстремально высоких концентраций не обнаружено, но полученные данные не дают полного представления о широком спектре этих поллютантов, особенно органического генезиса, что обуславливает необходимость расширения перечня показателей качества питьевой воды, предусмотренных в [1]. По большинству определяемых показателей питьевая вода соответствует нормативным требованиям. Ухудшение качества питьевой воды происходит, прежде всего, в водопроводной и внутридомовых сетях, техническое состояние которых на многих участках не отвечает требованиям санитарно-гигиенической безопасности [6]. Во время аномального паводка в июле - августе 2008г.

были зафиксированы существенные отклонения от нормативных значений по отдельным показателям (цветность, мутность, запах, вкус и привкус, перманганатная окисляемость, общее микробное число, коли-индекс, ион-аммония, алюминий, железо, медь). Кроме того, повышенная температура воды и увеличение количества биогенов в настоящее время обусловили интенсификацию процессов эвтрофирования и уменьшение количества водорастворимого кислорода. В результате днестровская вода во время аномального паводка трансформировалась в источник 3 - 4 класса [7].

Альтернативным источником водоснабжения являются межпластовые подземные воды верхнесарматского ВГ, которые эксплуатируются артезианскими скважинами, пробуренными в разных частях Одесской ПГА. По химико-бактериологическим показателям качество ПВ в большинстве случаев отвечает нормативным требованиям. Подземные воды имеют минерализацию в пределах $0,8-1,2 \text{ г/дм}^3$, но в северо-восточной части их минерализация достигает $3-5 \text{ г/дм}^3$. По химико-бактериологическим показателям их качество в большинстве случаев отвечает нормативным требованиям, однако запасы незначительны для организации централизованного водоснабжения [8].

В наших предыдущих публикациях [6, 8], а также во многих других работах приводились лишь отрывочные сведения относительно дефицита или избытка тех или иных физиологически значимых компонентов (параметров). Однако исследования физиологической полноценности минерального состава питьевых вод Одесской ПГА (воды из реки Днестр, водопроводной воды и подземной воды из бюветных комплексов) с учетом современных требований [1] не проводилось.

Целью данной работы является оценка физиологической полноценности минерального состава поверхностных и подземных питьевых вод Одесской ПГА, что имеет важное научно-методическое и практическое значение.

Исходные материалы и методы исследований. Оценка физиологической полноценности минерального состава поверхностных и подземных питьевых вод Одесской ПГА дана по результатам исследований химико-бактериологической лаборатории филиала «Инфоксводоканал» за 2006-2007 гг. и 2010-2011 гг. Результаты исследований обобщены в виде таблиц и графиков, которые построены с использованием программы Excel. Кроме того, использовались методы статистического, сравнительно-географического и картографического анализа информации.

Результаты исследования и их анализ. Судя по данным, приведенным в табл. 2, значения показателей физиологической полноценности минерального состава исходной воды из реки Днестр и водопроводной воды в основном отвечают нормативным требованиям. Лишь в одном случае содержание калия в речной воде зафиксировано ниже минимального нормативного значения. Однако концентрации натрия выше ($\uparrow$) максимальной нормы (maxN), а фторидов – ниже ($\downarrow$) минимальной нормы (minN). Если натрий и фториды (2 класс опасности) рассматривать как санитарно-химические показатели безопасности и качества питьевой воды [1], то диапазон установленных концентраций натрия отвечает нормативным требованиям ($\leq 200 \text{ мг/дм}^3$), а фторидов – не отвечает нормативным требованиям ($\leq 0,7 \text{ мг/дм}^3$).

Как видно из рис. 1, содержание натрия лишь в мае – сентябре 2010 г. было ниже максимальной нормы (maxN), в то время как в другие месяцы 2010-2011 гг. оно превышало максимальное нормативное значение (maxN). Следует отметить, что увеличение минерализации природных вод сопровождается соответствующими изменениями в ряду основных катионов: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ (\text{Ca}^{2+})$ [9]. Следовательно, столь низкий диапазон нормативных значений натрия ($2 - 20 \text{ мг/дм}^3$) может ассоциироваться с ультрапресными водами, но в этом случае вряд ли будет выдерживаться норматив питьевой воды по сухому остатку (минерализации). Кроме того, при очень низкой минерализации ($< 100 \text{ мг/дм}^3$) существенно ухудшается качество питьевой воды в физиологическом отношении [10].

Что касается фторидов, то в течение всех месяцев 2010-2011 гг. их содержание обычно не превышало $0,2 \text{ мг/дм}^3$, что намного ниже нормативного диапазона ($0,7 - 1,2 \text{ мг/дм}^3$) и типично для поверхностных вод практически всех регионов Украины.

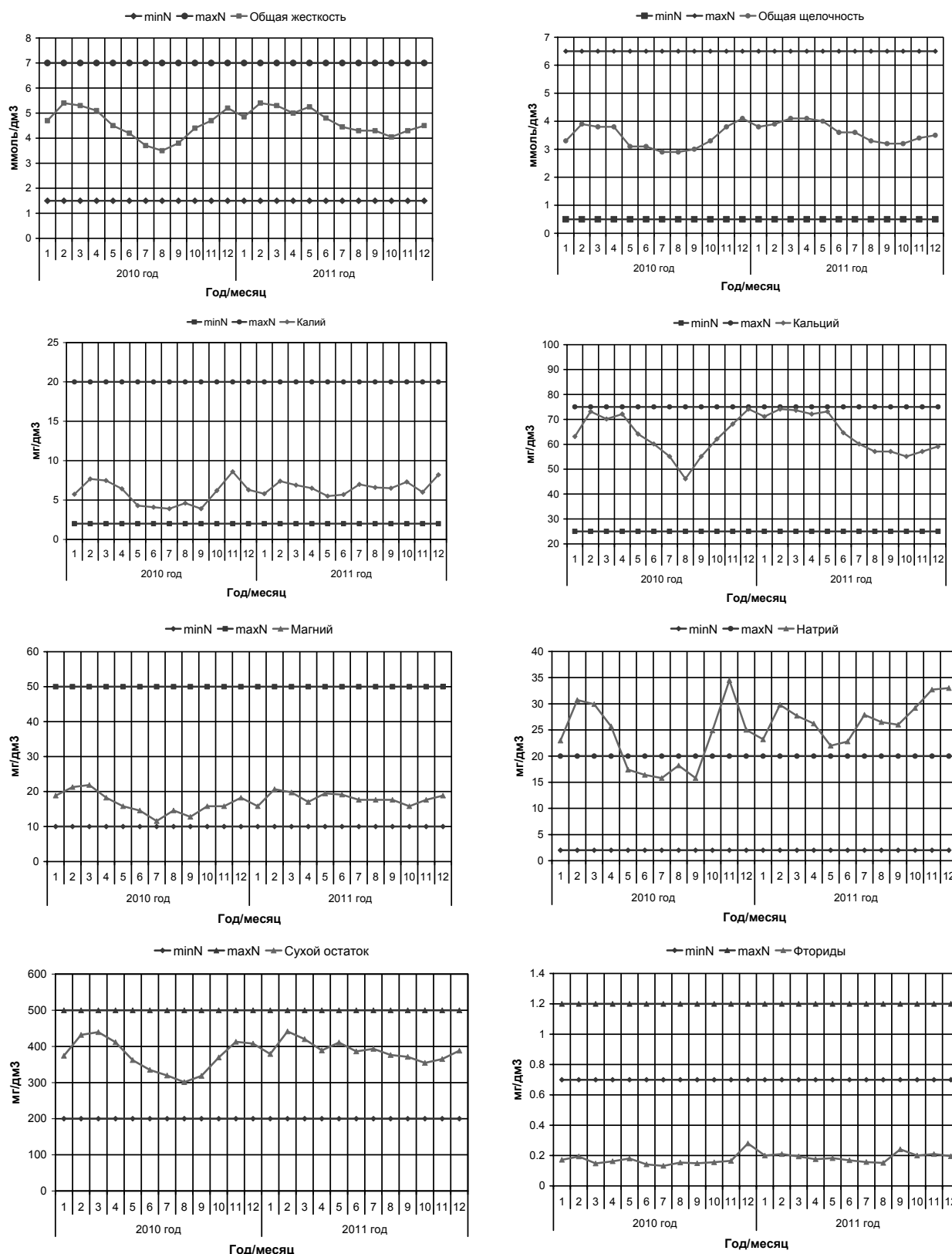


Рис. 1 – Среднемесячные значения показателей физиологической полноценности минерального состава водопроводной воды в Одесской агломерации.

Таблица 2 – Показатели физиологической полноценности минерального состава воды из реки Днестр и водопроводной воды (2010-2011 гг.)

№ п/п	Показатели	Диапазон фактических значений		Диапазон нормативных значений
		Вода из реки Днестр	Водопроводная вода	
1	Общая жесткость, ммоль/дм ³	3,70 - 5,40	3,5 - 5,4	1,5 - 7,0
2	Общая щелочность, ммоль/дм ³	2,75 - 3,90	2,9 - 4,1	0,5 - 6,5
3	Калий, мг/дм ³	1,60↓ - 8,45	3,9 - 8,2	2 - 20
4	Кальций, мг/дм ³	30,06 - 74,15	46,1 - 74,15	25 - 75
5	Магний, мг/дм ³	12,16 - 40,74	11,55 - 20,67	10 - 50
6	Натрий, мг/дм ³	6,40 - 33,80↑	15,8 - 33,00↑	2 - 20
7	Сухой остаток, мг/дм ³	300,0 - 440,0	301,0 - 441,5	200 - 500
8	Фториды, мг/дм ³	0,19↓ - 0,42↓	0,132↓ - 0,32↓	0,7 - 1,2

Если в исходных поверхностных водах Одесской ПГА отклонения от нормативных значений характерны лишь для натрия и фторидов, то в ПВ верхнесарматского ВГ, эксплуатируемого бьюетными комплексами в разных частях города (рис. 2), в диапазон нормативных значений не вписываются практически все определяемые показатели физиологической полноценности минерального состава (табл. 3).

Таблица 3 – Диапазон значений показателей физиологической полноценности минерального состава подземных вод до и после очистки по всем бьюетным комплексам Одесской агломерации

№ п/п	Показатели	Диапазон фактических значений		Диапазон нормативных значений
		2006-2007 гг.	2010-2011 гг.	
1	Общая жесткость, ммоль/дм ³	<u>1,80 – 9,20↑</u> 0,10↓ - 3,60	<u>1,90 – 7,50↑</u> 0,50↓ - 3,20	1,5 - 7,0
2	Общая щелочность, ммоль/дм ³	<u>3,20 – 8,50↑</u> 0,10↓ - 4,00	<u>3,00 – 5,00</u> 0,80 - 4,50	0,5 - 6,5
3	Калий, мг/дм ³	<u>-</u> 0,30↓ - 42,23↑	<u>4,60 - 10,00</u> 1,00↓ - 7,10	2 - 20
4	Кальций, мг/дм ³	<u>-</u> 1,00↓ - 24,04↓	<u>13,0↓ – 48,0</u> 3,00↓ - 30,00	25 - 75
5	Магний, мг/дм ³	<u>-</u> 0,61↓ - 29,19	<u>13,4 – 69,0↑</u> 4,30↓ - 26,10	10 - 50
6	Натрий, мг/дм ³	<u>-</u> 0,50↓ - 198,76↑	<u>125,0↑ – 300,0↑</u> 49,80↑ - 175,00↑	2 - 20
7	Сухой остаток, мг/дм ³	<u>363,60 – 4096,60↑</u> 21,80↓ - 742,00↑	<u>652,3↑ – 1203↑</u> 141,0↓ - 858,0↑	200 - 500
8	Фториды, мг/дм ³	<u>-</u> 0,03↓ - 0,61↓	<u>-</u> 0,05↓ - 0,64↓	0,7 - 1,2

В бьюетных комплексах применяется современная технология подготовки ПВ, состоящая из следующих стадий очистки: 1) механико-каталитическая фильтрация (окисление Fe^{2+} , Mn^{2+} , удаление мелкодисперсных взвешенных частиц);

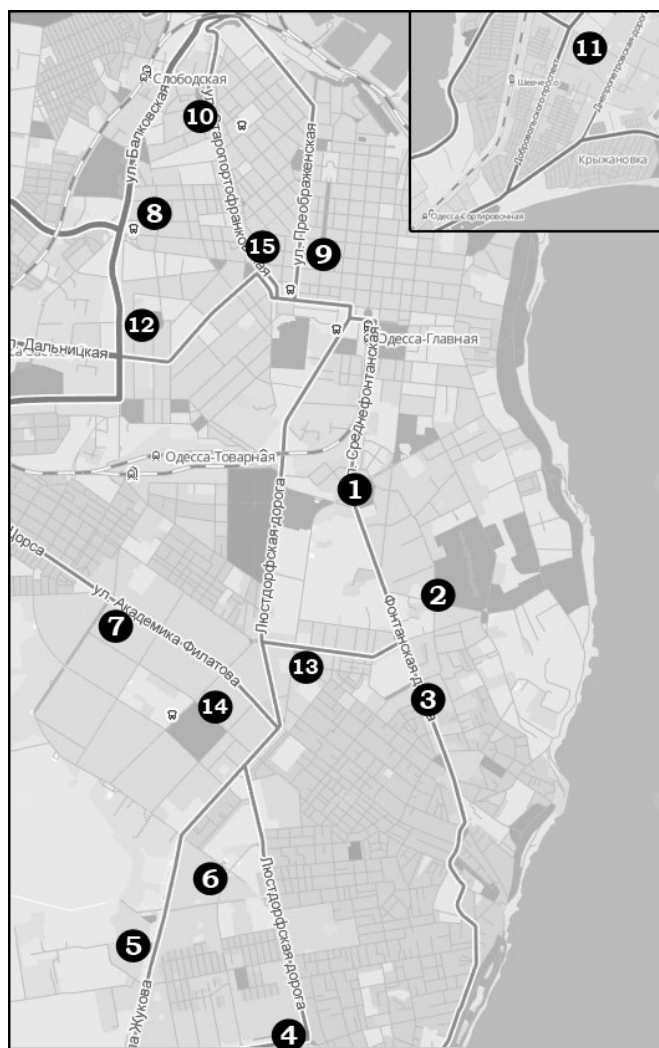


Рис. 2 – Схема расположения бюветных комплексов в г. Одессе.

Номера бюветных комплексов:

- 1** – Среднефонтанская, сквер
Космонавтов (пр. Гагарина);
- 2** – парк Победы (ул. Пионерская, 11);
- 3** – 6-я станция Большого Фонтана
(Фонтанская дор., 16);
- 4** – ул. акад. Глушко, 1;
- 5** – ул. марш. Жукова, 14;
- 6** – ул. 25-ой Чапаевской дивизии, 1;
- 7** – ул. Рабина, 1;
- 8** – ул. Дальницкая, 25 (ул.
Раскидайловская, 31);
- 9** – сквер Старобазарный (ул.
Старобазарная, 3);
- 10** – сквер Мечникова (ул.
Ольгиевская, 37);
- 11** – сквер Заболотного (ул.
Крымская, 71);
- 12** – сквер Михайловский
(Михайловская пл., 19);
- 13** – кинотеатр «Вымпел» (пр.
Адмиральский, 31);
- 14** – парк М. Горького (ул.
Космонавтов, 15);
- 15** – ул. Прохоровская (ул.
Старопортофранковская, 105).

2) очистка части объема воды методом обратного осмоса - (удаление Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , микроорганизмов); 3) смешивание воды, прошедшей очистку методом обратного осмоса, с водой, прошедшей механическое фильтрование, в соотношении близком к 1:1, в результате чего значение общей жесткости, сухого остатка, Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- уменьшаются); 4) озонирование воды, относительно сбалансированной по минеральному составу, что позволяет обеспечить обеззараживание, дезодорацию, окисление органических и неорганических веществ, дегазацию воды и насыщение ее O_2 ; 5) адсорбционная очистка озонированной воды на фильтрах с активированным углем (в результате чего удаляются окисленные органические и некоторые неорганические вещества); 6) вторичное озонирование воды, прошедшей стадию адсорбционной очистки, перед подачей потребителям. После очистки ПВ на 40-50% снижаются концентрации Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , удаляются токсичные неорганические вещества (Be , Mo , Hg , As , Pb , Cd , Cr^{6+} и др.) и органические соединения (пестициды, хлороформ и др.). Высокая степень очистки характерна и по таким показателям, как мутность, цветность, железо (до 100%), азот аммонийный (93%), окисляемость перманганатная (до 40%). ПВ верхнесарматского ВГ не загрязнены веществами антропогенного происхождения, о чем свидетельствуют токсикологические показатели воды [11].

Как видно из табл. 3, значения всех показателей физиологической полноценности минерального состава ПВ верхнесарматского ВГ после очистки заметно снижаются.

Путем дополнительной очистки воды из артезианских скважин в водоочистных комплексах проблема сбалансированности физиологически важных минеральных компонентов ПВ решается лишь частично, а в некоторых случаях даже усугубляется.

Графики среднемесячных значений показателей физиологической полноценности минерального состава питьевых вод из бюветных комплексов Одессы (рис. 3), построенные по данным исследований 2006-2007 гг., также показывают более сложный характер распределения по сравнению с аналогичными графиками для водопроводной воды (см. рис. 1). Значения общей жесткости лишь в ноябре-декабре 2006 г. и январе-марте 2007 г. весьма незначительно превышали величину минимальной нормы (minN). Значения общей щелочности, как правило, превышали минимальную норму (minN). Концентрация калия в течение 2006-2007 гг. находилась в пределах диапазона его нормативных значений, а содержание кальция не достигало уровня минимальной нормы (minN). Содержание магния (аналогично значению общей жесткости) в ноябре-декабре 2006 г. и январе-марте 2007 г. весьма незначительно превышало величину минимальной нормы (minN). Что касается концентрации натрия, то прослеживается явное превышение величины максимальной нормы (maxN) в течение всего периода наблюдений. Если в течение января-сентября 2006 г. величина сухого остатка была ниже минимальной нормы (minN), то начиная с октября 2006 г. его значение находится в пределах диапазона его нормативных значений. Концентрация фторидов в бюветных водах, как и в водопроводной воде, не достигает уровня минимальной нормы (minN).

Возможно, что характер распределения значений показателей физиологической полноценности бюветных вод во многом зависит от составляющих массива информации, т.е. от данных по конкретному бюветному комплексу. При этом необходимо учитывать природную гидродинамическую и гидрогеохимическую зональность ПВ, режимные условия и другие факторы.

В этой связи интерес представляют данные о средних значениях некоторых показателей физиологической полноценности бюветных вод (усредненные данные за 2006-2007 гг.) до очистки и после очистки в отдельных бюветных комплексах (табл. 4). К сожалению, не по всем показателям физиологической полноценности минерального состава питьевой воды имеется необходимое количество данных для того, чтобы судить об их концентрациях до и после очистки ПВ, поэтому приведены среднее значение и его доверительный интервал для общей жесткости, общей щелочности и сухого остатка.

Как видно из табл. 4, на всех бюветах ПВ до очистки характеризовались средними значениями общей жесткости в пределах нормативного диапазона, за исключением бюветного комплекса №11 (сквер Заболотного), где величина общей жесткости была несколько выше нормативного максимума (maxN). После очистки ПВ среднее значение жесткости практически во всех бюветах ниже минимальной нормы (minN), кроме бювета № 9 (сквер Старобазарный), где среднее значение несколько превышало минимальную норму. Эти данные косвенно указывают на дефицит кальция и магния (но не на их соотношение) в ПВ, используемых в питьевых целях в большинстве бюветных комплексов.

Средние значения общей щелочности в ПВ всех бюветных комплексов как до, так и после очистки находятся в пределах нормативного диапазона. Незначительное превышение общей щелочности отмечено лишь в ПВ бювета №11 до очистки.

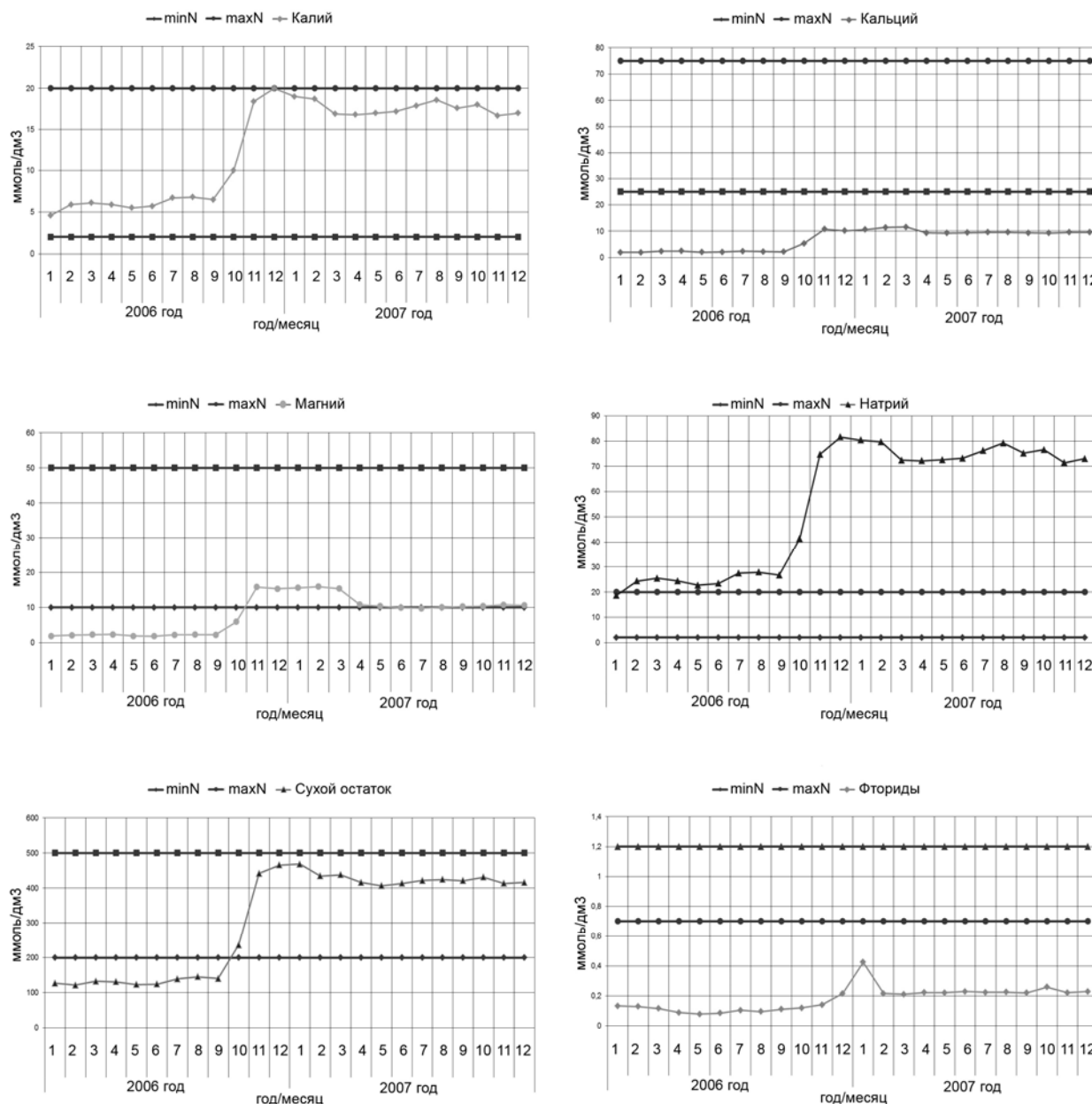


Рис. 3 – Графики среднемесячных значений показателей физиологической полноценности минерального состава питьевых вод из бюветных комплексов.

Судя по табл. 4, на преобладающей части Одесской ПГА воды верхнесарматского ВГ пресные и слабосолоноватые. Наиболее минерализованные воды соответствуют участкам, расположенным севернее Пересыпи, подтверждением чего является наиболее высокое значение сухого остатка (более 4000 мг/дм³) в воде из скважины бюветного комплекса №11 (сквер Заболотного), а также наличие Куяльницкой минеральной воды (3400 – 4200 мг/дм³) сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридного магниево-натриевого состава без специфических компонентов и свойств. Кроме повышенной минерализации для такого типа ПВ характерны повышенные значения жесткости, щелочности, калия и натрия, поэтому их использование в питьевых целях возможно лишь после дополнительной очистки. После очистки ПВ всех изученных бюветных комплексов характеризуются средними значениями сухого остатка в пределах нормативного диапазона.

Таблица 4 – Средние значения некоторых показателей физиологической полноценности минерального состава подземных вод из отдельных бюветных комплексов Одессы до и после очистки (данные 2006-2007 гг.)

№ бювета – рис. 2 (количество проб - n)	Общая жесткость, ммоль/дм ³	Общая щелочность, ммоль/дм ³	Сухой остаток, мг/дм ³
1 (n = 52)	$4,37 \pm 0,06$ $0,84 \pm 0,22(\downarrow)$	$4,27 \pm 0,06$ $1,40 \pm 0,12$	$961,49 \pm 8,10(\uparrow)$ $344,36 \pm 8,60$
2 (n = 52)	$3,51 \pm 0,04$ $0,71 \pm 0,12(\downarrow)$	$5,34 \pm 0,05$ $1,09 \pm 0,10$	$1115,76 \pm 7,44(\uparrow)$ $252,54 \pm 9,60$
3 (n = 52)	$3,75 \pm 0,02$ $1,08 \pm 0,14(\downarrow)$	$4,68 \pm 0,05$ $1,70 \pm 0,18$	$910,22 \pm 3,20(\uparrow)$ $386,85 \pm 26,44$
4 (n = 51)	$2,01 \pm 0,05$ $1,01 \pm 0,10(\downarrow)$	$5,24 \pm 0,05$ $3,29 \pm 0,22$	$811,26 \pm 7,89(\uparrow)$ $511,29 \pm 28,83(\uparrow)$
5 (n = 51)	$3,81 \pm 0,07$ $0,98 \pm 0,18(\downarrow)$	$4,37 \pm 0,04$ $1,20 \pm 0,19$	$825,30 \pm 8,95(\uparrow)$ $249,98 \pm 37,12$
6 (n = 44)	$4,47 \pm 0,09$ $1,00 \pm 0,19(\downarrow)$	$4,33 \pm 0,06$ $0,98 \pm 0,18$	$903,04 \pm 13,60(\uparrow)$ $237,87 \pm 41,13$
7 (n = 51)	$3,18 \pm 0,06$ $0,77 \pm 0,12(\downarrow)$	$5,03 \pm 0,06$ $1,29 \pm 0,20$	$957,90 \pm 5,02(\uparrow)$ $284,57 \pm 22,33$
8 (n = 49)	$4,58 \pm 0,04$ $1,14 \pm 0,22(\downarrow)$	$4,42 \pm 0,06$ $1,52 \pm 0,19$	$1071,49 \pm 9,64(\uparrow)$ $391,86 \pm 27,33$
9 (n = 52)	$7,65 \pm 0,05$ $1,80 \pm 0,30$	$3,89 \pm 0,05$ $1,42 \pm 0,20$	$1136,51 \pm 6,49(\uparrow)$ $417,28 \pm 23,87$
10 (n = 52)	$4,78 \pm 0,04$ $1,01 \pm 0,20(\downarrow)$	$4,28 \pm 0,05$ $1,04 \pm 0,17$	$1118,50 \pm 6,14(\uparrow)$ $285,09 \pm 19,28$
11 (n = 51)	$8,88 \pm 0,07(\uparrow)$ $0,37 \pm 0,11(\downarrow)$	$8,08 \pm 0,08(\uparrow)$ $0,50 \pm 0,09$	$4069,92 \pm 6,35(\uparrow)$ $263,73 \pm 48,37$
12 (n = 51)	$4,87 \pm 0,03$ $0,99 \pm 0,21(\downarrow)$	$4,26 \pm 0,05$ $0,99 \pm 0,19$	$1094,05 \pm 7,60(\uparrow)$ $253,45 \pm 29,04$
13 (n = 51)	$4,18 \pm 0,05$ $1,19 \pm 0,25(\downarrow)$	$4,65 \pm 0,05$ $1,38 \pm 0,26$	$911,17 \pm 2,95(\uparrow)$ $299,88 \pm 38,43$
14 (n = 48)	$2,88 \pm 0,09$ $0,66 \pm 0,14(\downarrow)$	$4,66 \pm 0,05$ $1,08 \pm 0,21$	$909,32 \pm 5,29(\uparrow)$ $230,30 \pm 23,78$
15 (n = 26)	$7,60 \pm 0,02$ $1,46 \pm 0,54(\downarrow)$	$3,80 \pm 0,06$ $0,78 \pm 0,24$	$1208,29 \pm 4,95(\uparrow)$ $208,04 \pm 28,90$

Примечание. В числителе вода из артезианской скважины до очистки; в знаменателе - вода из артезианской скважины, дополнительно очищенная в водоочистном комплексе; **полуужирным ирифтом** отмечены показатели, значения которых **выше** (↑) или **ниже** (↓) норматива [1].

Как в поверхностных, так и в подземных водах Одесской ПГА содержание фторидов намного ниже физиологической нормы (0,7 - 1,2 мг/дм³). По имеющимся данным по нескольким бюветам, после очистки ПВ происходит ещё большее снижение содержания дефицитных фторидов. Многочисленными исследованиями показано, что дефицит фтора в питьевой воде (ниже 0,01 – 0,2 мг/дм³) сопровождается резким усилением кариеса зубов, но при содержании фтора в питьевой воде выше 5 мг/дм³

отмечается 100%-я пораженность населения флюорозом. Следует отметить, что фтор поступает в организм человека не только с питьевой водой (вода, чай, кофе, супы и т.д.), но и с пищевыми продуктами (моллюски, морская рыба, мясо и т.д.). Дополнительное количество человек получает из воздуха и при использовании фторированной зубной пасты, зубных эликсиров, жевательных резинок и пр. Тем не менее, одним из основных средств профилактики кариеса зубов среди широких слоев населения рассматривается метод фторирования питьевых вод [12]. Согласно ГОСТ 2874-82 (Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. – М., 1982) необходимость фторирования водопроводной воды устанавливается органами санитарно-эпидемиологической службы при концентрации фтора менее 0,3 – 0,5 мг/дм³ и пораженности кариесом зубов свыше 25-30% населения. В Украине процесс фторирования воды регламентируется ДСанПиН 2.2.4.-005-98 «Фторування води на водопроводах централізованого господарсько-питного водопостачання». Для южных регионов с жарким климатом норматив фтора в питьевой воде должен быть не менее 0,7 мг/дм³. Необходимость фторирования воды входит в компетенцию исключительно местных органов и санитарно-эпидемиологической службы при естественном содержании фторидов менее 0,7 мг/дм³ и значительном уровне пораженности населения кариесом зубов.

Поскольку фтор является микроэлементом, для которого характерен относительно резкий переход от физиологически полезных концентраций до концентраций вызывающих токсикоз, то в отечественной и зарубежной литературе приводятся убедительные аргументы как сторонников, так и противников фторирования питьевой воды [13, 14]. Во многих странах мира принят региональный принцип нормирования фтора в питьевой воде, когда его оптимальная концентрация определяется максимальной дневной температурой воздуха, так как от этого зависит количество потребляемой человеком воды.

Фрагмент классификации качества воды по содержанию фтора приведен в табл. 5, а региональное нормирование концентраций фтора в питьевой воде - в табл. 6.

Таблица 5 – Классификация качества воды по содержанию фтора [14]

Концентрация фтора, мг/дм ³	Санитарная оценка содержания фтора в воде	Вызываемое заболевание зубов		Профилактическое мероприятие
		кариес	флюороз	
До 0,3	Очень низкое	В 3-4 чаще, чем при оптимальной концентрации	В слабой форме у 1-3% жителей	Фторирование
0,3 – 0,7	Низкое	В 1-3 чаще, чем при оптимальной концентрации	В слабой форме у 3-5% жителей	Фторирование
0,7 – 1,1	Оптимальное	Минимальное поражение	В слабой форме не более, чем у 3-10% жителей	Фторирование
1,1 – 1,5	Повышенное	Минимальное поражение	У 10-20% жителей	Фторирование

Таблиця 6 – Регіональне нормування концентрацій фтора в питтьєвій воді [13]

Содержание фтора, мг/дм ³	Температура воздуха, °С					
	10-12	12-14,6	14,6-17,7	17,7-21,4	21,4-26,2	26,2-32,5
Оптимальное	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
Допустимое	0,9-1,7	0,8-1,5	0,8-1,3	0,7-1,2	0,7-1,0	0,6-0,8

Среднемесячные значения температуры воздуха в Одессе в 2008 г. (в 12 ч) были следующие: январь - 0,39 °С; февраль - 3,4 °С; март - 7,89 °С; апрель - 11,83 °С; май - 17,4 °С; июнь - 24,2 °С; июль - 25,5 °С; август - 27,69 °С; сентябрь - 19,52 °С; октябрь - 15,65 °С; ноябрь - 8,87 °С; декабрь - 3,45 °С. С учетом этих данных, концентрация фтора в питтьєвих водах в течение января-апреля, ноября-декабря может составлять 1,2 мг/дм³, в мае и сентябре – 0,9 мг/дм³, в июне-июле - 0,8 мг/дм³ и в августе – 0,7 мг/дм³.

Выводы. На основании проведенных исследований можно отметить:

1) значения показателей физиологической полноценности минерального состава питтьєвих вод, подготовленных из днестровской воды, в основном отвечают нормативным требованиям, однако концентрации натрия выше максимальной нормы, а фторидов – существенно ниже;

2) отклонения от нормативных значений характерны практически для всех определяемых показателей физиологической полноценности минерального состава подземных вод верхнесарматского водоносного горизонта, эксплуатируемого бюветными комплексами в разных частях города;

3) путем дополнительной очистки воды из артезианских скважин в водоочистных комплексах проблема сбалансированности физиологически важных минеральных компонентов подземных вод решается лишь частично, а в некоторых случаях даже усугубляется;

4) дефицит фторидов в поверхностных и подземных водах требует обоснования эколого-экономической и социальной значимости фторирования питтьєвих вод как средства профилактики кариеса зубов среди широких слоев населения;

5) сбалансированность минерального состава питтьєвих вод является важным фактором формирования здоровья населения Одесской агломерации, поэтому необходимо проведение специальных исследований по его оптимизации.

Список литературы

1. *Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»* (ДСанПіН 2.2.4-171-10). – К.: МОЗ України, 2010. – 46 с.
2. *Державні санітарні правила і норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання»* (ДСанПіН № 383-96). – К.: МОЗ України, 1996. – 42 с.
3. *Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора* (ГОСТ 2761-84). – М.: Минздрав СССР, 1986. – 55 с.
4. *Санитарные нормы и правила охраны поверхностных вод от загрязнения* (СанПіН № 4630-88). – М.: Минздрав СССР, 1988. – 59 с.
5. *Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання* (ДСТУ 4808:2007). – К., 2007.

6. Сафранов Т.А., Гусева К.Д., Полищук А.А. та ін. Якість джерела централізованого водопостачання Одеської промислово-міської агломерації // Вісник ОДЕКУ. - 2011. - №11. – С. 3-16.
7. Гусева Е.Д., Бояринцев Е.Л., Сафранов Т.А. и др. Влияние гидрологического режима р. Днестр на качество вод централизованного водоснабжения Одесской агломерации // Вісник ОДАБА. – 2011. - №42. – С. 62-68.
8. Сафранов Т.А. Проблема забезпечення якісною питною водою населення Одеської промислово-міської агломерації // Збірка статей науково-практ. конф. «Шляхи забезпечення екологічної безпеки нас. пунктів України».- Миколаїв: ФОП Ємельянова Т.В., 2012. – С. 117-121.
9. Самарина В.С. Гидрогеохимия. – Л.: Издательство ЛГУ, 1977. – 359 с.
10. Хільчевський В.К., Ромась М.І., Савицький В.М. Про деякі сучасні напрямки гідрохімічних та гідроекологічних досліджень // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 251.
11. Войтенко А.М., Петренко Н.Ф. Подземная вода как источник воды бюветных комплексов г. Одессы. <http://www.ecologylife.ru/odesski-region/podzemnaya>
12. Кузубова Л.И., Кобрин В.Н. Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование): Аналит. обзор. - Сер. «Экология». - Вып. 2. – Новосибирск: СО РАН, 1996. - 132 с.
13. Вступ до медичної геології. У двох томах / За редакцією Г. І. Рудька, О.М. Адаменка. - К.: Академпрес, 2010.
14. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды / Л.А. Кульский, И.Т. Героновский, А.М. Когановский, М.А. Шевченко: В 2-х ч. – К.: Наукова думка, 1990. – Ч.1. – С. 652-655.

Фізіологічна повноцінність мінерального складу питних вод Одеської агломерації.

Сафранов Т.А., Полищук А.А., Волков А.И., Гусева К.Д., Конькова А.И., Ярчук Ю.А.

Дана оцінка якості питних вод із поверхневих і підземних джерел водопостачання, що використовуються населенням Одеської агломерації, з позицій фізіологічної повноцінності їх мінерального складу.

Ключові слова: питна вода, показники якості води, нормативні вимоги, водопостачання.

Physiological adequacy of the mineral composition of drinking-waters in Odessa agglomeration.

Safranov T.A., Polishchuk A.A., Volkov A.I., Guseva K.D., Konkova A.I., Yarchuk Yu.A.

The article in question gives an assessment of the quality of drinking waters, used by the population of Odessa agglomeration from surface and ground water supply sources, from the standpoint of physiological adequacy of their mineral composition.

Keywords: drinking water, water quality indices, normative requirements, water supply.

ДИНАМІКА ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ ВОДНО-БОЛОТНИХ ПРИРОДНИХ КОМПЛЕКСІВ ЯК ПРОЯВ ПІРОГЕННОЇ РЕЛАКСІЇ ГЕОСИСТЕМ

Представлено теоретичні узагальнення щодо ролі пірогенного чинника у формуванні, функціонуванні, стійкості та динаміці геосистем. Досліджено, що параметри видового різноманіття водно-болотних природних комплексів зазнають динамічних змін після пожеж, що слід вважати одним із проявів пірогенної релаксії геосистем. Розраховано параметри стійкості водно-болотних природних комплексів за статистичними показниками індексів видового різноманіття.

Ключові слова: *пірогенний чинник, релаксія, геосистема, видове різноманіття*

Постановка проблеми. Пожежі в природних геосистемах протягом тисячоліть мали різнобічну дію і впливають до сьогодні на їх формування. Процеси виникнення та розвитку геосистем, їх територіальний розподіл і еволюція часто відбуваються при активному впливі вогню. Природний відбір під дією пірогенного чинника спрямований на підвищення пожежостійкості фітоценотичного і зооценотичного різноманіття геосистем та їх репродуктивної здатності, з одного боку. З іншого, на максимальне використання змінних умов середовища (мінералізації ґрунтового покриву, гідротермічного та геохімічного режимів, тощо) для відновлення, росту і розвитку.

Дія пожеж на рослинність надто різнобічна і в межах даної статті її описати неможливо. Пірогенний чинник впливає безпосередньо на фітоценози, а також зумовлює постпірогенне формування рослинних угруповань. В одному випадку вогонь лише частково знищує рослинний покрив на деяких ділянках природно-територіального комплексу, в інших – припиняє життєдіяльність всього фітоценозу, включаючи деревостан. В залежності від інтенсивності пірогенної дії, фітоценоз може відновитися або ж формуються рослинні угруповання зовсім іншого складу і структури. Після пожеж трав'янисто-чагарниковий покрив, в залежності від умов зростання, трансформується, в основному, в чотирьох напрямках: поява пусток, олучнення, остепнення та заболочування [1].

В цілому, вплив пожеж на рослинність природних комплексів полягає в частковій або повній зміні надґрунтового покриву, підліску, підросту і деревостану. Масштаби цих змін та їх особливості зумовлені специфікою інших компонентів геосистем та інтенсивністю горіння при пожежах. Постпірогенні зміни в будові і структурі фітоценозів мають прямий чи опосередкований вплив на інші компоненти геосистем та їх розвиток, формування, функціонування і динаміку. Процес функціонування геосистем після інгібруючого впливу пірогенного чинника, на жаль, не в повній мірі знайшов своє відображення в науковій географічній літературі [2].

Метою представленої роботи був аналіз розрахованих на основі польових досліджень індексів видового різноманіття водно-болотних комплексів після дії пірогенного чинника та узагальнення отриманих результатів стосовно їх динамічності як показника релаксії геосистем.

Об'єкт та вихідні матеріали дослідження. Насамперед, пропонуємо узагальнити поняття «пірогенна (постпірогенна) релаксія геосистем». Поняття релаксія (релаксація) походить від лат. «relaxatio» – зменшення напруження, послаблення. З наукових фізичних позицій поняття «релаксія (релаксація)» – це процес встановлення термодинамічної, а відповідно і статичної рівноваги у фізичній системі, яка складається із великого числа частин [3]. Згідно енциклопедичних даних, релаксія (релаксація) – процес поступового повернення до стану рівноваги будь-якої системи після

припинення дії факторів, що вивели її зі стану рівноваги [4]. В геотектоніці використовують термін «динамічна релаксія» – це відновлення порушення ізостазії після стискаючих напружень [5]. Без заперечень погоджуємось, що «релаксія» може вживатися і в інших значеннях, які для геоecологічних досліджень не мають особливого сенсу [6].

Таким чином, можемо констатувати, що для повернення геосистеми до стану рівноваги після впливу пірогенного чинника потрібен певний хронологічний період, протягом якого відбуваються процеси відновлення (відтворення) режиму функціонування геосистеми. Тобто пропонуємо термін «пірогенна релаксія» тлумачити як сукупність усіх процесів в геосистемі, спрямованих на встановлення стану рівноваги після впливу пірогенного чинника.

На наш погляд, поняття «пірогенна релаксія геосистем» доцільно розглядати в контексті стійкості геосистем. У роботі [7] стійкість визначається як здатність екосистеми й її окремих частин протистояти коливанням зовнішніх чинників та зберігати свою структуру і функціональні особливості.

В іншому поширеному формулюванні під стійкістю розуміється допустима міра (без ризику порушення системи) відхилень заданих властивостей екосистеми від норми, спричинена деякою мірою збуреннями зовнішніх чинників [8, 4, 9].

Напевно, що існує необхідність визначити загальні форми, в яких стійкість може виявлятися в екосистемі. У роботі М.Д. Гродзинського [10], виділяються чотири основні загальні форми стійкості природної системи:

- 1) інертність – здатність системи при зовнішній дії зберігати незмінним свій стан протягом заданого часового інтервалу;
- 2) відновлюваність – здатність системи відновлювати після збурення свій початковий стан;
- 3) пластичність – наявність у системі декількох станів і її здатність переходити у разі потреби з одного стану в інший, зберігаючи за рахунок цього інваріантні риси структури;
- 4) зміна інваріантної структури – стійкість розвитку, зумовлена трендом станів системи в певному напрямі.

Очевидно, що запропоновані визначення та форми стійкості притаманні й у відношенні до геосистем. На наш погляд, параметри геосистем, що не зазнають суттєвих зовнішніх впливів, мають незначні флуктуаційні розбіжності показників функціонування, в той час як геосистеми, які знаходяться під постійним зовнішнім впливом чи зазнали раптового стресового впливу (наприклад, внаслідок пожежі), характеризуються зміною динамічності показників функціонування [11].

Пірогенна релаксія геосистем, окрім зазначених форм відновлюваності, суттєво буде залежати також від категорійних значень самого пірогенного чинника: інтенсивності вогню, сили, швидкості поширення, а також від ландшафтно-топологічних параметрів геосистеми, погодних умов, фенологічного періоду і найголовніше – від природної зони [2].

Наші дослідження базувались на польових дослідженнях, у ході яких описано процеси відновлення фітоценотичного різноманіття водно-болотних комплексів, які зазнали пірогенного впливу, в межах заплави р. Уди. Було закладено мережу ключових ділянок, кожна з яких складається з двох частин: контрольної і експериментальної.

Методи досліджень. В основі оцінки стану трансформованих угруповань і порівнянні їх з нормою чи контролем лежать важливі показники різноманіття: видове багатство, видова чисельність, вирівняність, індекс домінування та індекс різноманіття [12, 13]. На значенні диверситологічного підходу наголошував і видатний

американський еколог Ю.Одум [14]. Він відзначав, що в основі різноманіття лежать дві головні складові: видове багатство і вирівняність.

Оскільки для водно-болотних фітоценозів, що підлягали випалюванню, не підтверджено чіткий негативний вплив пірогенного фактора [15], нами було проведено ряд розрахунків, що характеризують видове різноманіття даних геосистем [12, 13]:

Індекс видового багатства Маргалефа (d) розраховується за формулою 1

$$d = \frac{S-1}{\log N}, \quad (1)$$

де S – число видів, N – число особин.

Індекс Сімпсона (c) або індекс домінування розраховуватимемо за формулою 2

$$c = \sum (n_i / N)^2 \quad (2)$$

Індекс різноманіття (i) – за формулою 3

$$i = 1 - \sum (n_i / N)^2, \quad (3)$$

де n_i – оцінка значущості кожного виду (чисельність, біомаса та ін.);

N – сума оцінок значущості.

Індекс Шеннона (H) розрахуємо за формулою 4

$$H = - \sum \frac{n_i}{N \log(n_i / N)}, \quad (4)$$

де n_i – оцінка значущості кожного виду (чисельність);

N – сума оцінок значущості.

Індекси Сімпсона і Шеннона містять комбінацію подібних компонентів, тому являють собою узагальнені індекси різноманіття. Індекс Сімпсона показує «концентрацію» домінування – його величина тим більше, чим більше домінування одного або декількох видів. Він надає більшої ваги поширеним видам, а індекс Шеннона – поодиноким видам.

Індекс вирівняності Пієлу (E) розрахуємо за формулою 5

$$E = \frac{H}{\log S}, \quad (5)$$

де H – індекс Шеннона; S – число видів.

В якості показників, що характеризують динамічність параметрів видового різноманіття, нами було розраховано коефіцієнти варіабельності (V_ϕ, V_ϵ). Як міра мінливості, було використано показник мінливості U , що є відношенням різниці між максимальною і мінімальною величиною параметра до його середньої величини [9]. Також визначалось середнє арифметичне значення кожного параметра видового різноманіття ($\bar{\chi}_\phi, \bar{\chi}_\epsilon$). Результати проведених розрахунків представлені в табл. 1.

Таблиця 1- Параметри видового різноманіття водно-болотних комплексів

Параметр видового різноманіття	$\bar{\chi}_\phi$	$\bar{\chi}_\epsilon$	V_ϕ	V_ϵ	S_I	U_ϕ	U_ϵ	S_2
Індекс видового багатства, d	0,68	0,63	0,31	0,22	1,40	0,044	0,031	1,42
Індекс домінування Сімпсона, c	0,87	0,65	0,16	2,52	0,064	0,023	0,36	0,067
Індекс різноманіття Сімпсона, i	0,13	0,36	1,09	4,58	0,231	0,15	0,65	0,236
Індекс Шеннона, H	13,69	3,75	15,29	77,98	0,196	0,22	1,102	0,206
Індекс вирівненості Пієлу, E	19,84	5,43	15,29	78,08	0,215	0,28	0,64	0,34

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз стану досліджених водно-болотних комплексів на контрольних ділянках та ділянках, які зазнали впливу пірогенного чинника, виявив чіткий причинно-наслідковий зв'язок щодо зміни показників, які характеризують їх різноманіття.

Число видів або видове багатство (d) виступає об'єктивним якісним параметром локального (в нашому випадку), ландшафтного, регіонального та глобального різноманіття. Усереднені розрахункові значення даного показника вказують на збідненість видового багатства експериментальних ділянок після проходження пожежі.

Показовим параметром стану угруповань є класичний показник якості біоти – індекс різноманіття [13, 14]. Використовувані нами для аналізу індекси Шеннона (H) та Сімпсона (i) дозволяють наочно і достовірно демонструвати ступінь трансформації рослинних угруповань водно-болотних комплексів, що зазнали пірогенного впливу.

Якісна оцінка стану угруповань, які функціонують в умовах антропогенного впливу різної природи та інтенсивності, повинна базуватись на показнику вирівняності. Вирівняність Пієлу (E), як важливіша характеристика структури угруповання, надійно інтерпретує ступінь стійкості та різноманітності біотичного комплексу в природних умовах. Різноманіття угруповання тим вище, чим вища його вирівняність. Суть показника вирівняності виявляє амплітуду можливих флуктуаційних коливань чисельності видових популяцій угруповання в умовах біотичної насиченості середовища. Фактично він вказує на ступінь рівномірності розподілу видів за їх чисельністю в угрупованні. Багаточленні угруповання з нечисельних популяцій відзначаються вищою екологічною стійкістю ніж малочленні, до складу яких входять численні популяції. Отже вирівняність надійно характеризує стійкість угруповання через кількісні параметри – видове багатство та чисельність видів [13].

Привабливими для статистичного порівняння є розраховані коефіцієнти варіації та показники мінливості параметрів різноманіття досліджених природних комплексів. За показником варіабельності, індекс різноманіття Сімпсона пірогенно трансформованих комплексів перевищує фоновий майже в 4 рази, за індексом Шеннона й індексом вирівняності Пієлу - більш ніж у 5 разів. Аналогічна ситуація простежується й у відношенні показника мінливості.

Таким чином, можемо констатувати, що вплив пірогенного чинника на водно-болотні комплекси призводить до підвищення динамічності показників видового різноманіття, яке полягає у флуктуаційних відхиленнях індексів різноманіття та обчислених статистичних параметрів. Зважаючи на отримані результати досліджень, можемо припустити, що динаміка показників видового різноманіття є проявом постпірогенної релаксії геосистем, яка спрямована на встановлення рівноваги процесів їхнього функціонування.

У роботі [9], з посиланням на [8, 16], інертність і відновлюваність окремих параметрів екосистеми оцінювали шляхом вимірювання їх мінливості, яка, у свою чергу, є мірою стабільності. Поняття стабільності вважають синонімом стійкості, коли міру змін не співвідносять з інтенсивністю дій, що її спричинили [8]. Якщо міру відгуку системи позначити як ΔR , а дії на системи – ΔF , то стійкість можна визначити як

$$S = \Delta F / \Delta R. \quad (6)$$

Екологічний зміст формули (6) полягає в тому, що вона визначає міру змін дій, необхідну для того, щоб відгук змінився на одиницю міри. Чим більшу дію необхідно прикласти до параметрів відгуку для його зміни, тим вище стійкість системи [9]. Наслідуючи формулу (6), можна оцінити стійкість системи відношенням середнього коефіцієнта варіації V_ϕ індексів видового різноманіття фонових (контрольних) значень

до середніх значень коефіцієнта варіації (V_{ϕ}) для відгуків геосистеми (параметри видового різноманіття трансформованих геосистем)

$$S_1 = V_{\phi} / V_{\phi}, \quad (7)$$

Якщо як міру мінливості використовувати показник мінливості U , то аналогічним чином стійкість визначається як

$$S_2 = U_{\phi} / U_{\phi}. \quad (8)$$

де U_{ϕ} і U_{ϕ} – відповідно середні показники мінливості фонових (контрольних) параметрів і відгуків [9].

Розрахунки, виконані за формулами (7) і (8), показують, що стійкість видового різноманіття водно-болотних природних комплексів знаходиться приблизно в межах 0,2-0,3, що відповідає стійкості водних екосистем [9].

Висновки. Результати проведених досліджень показали, що фітоценотичні угруповання водно-болотних комплексів реагують на стресовий прояв пірогенного чинника зміною головних параметрів різноманіття (видове багатство, видова чисельність, індекси Шеннона і Сімпсона, вирівняність Пієлу).

За показником варіабельності, індекс різноманіття Сімпсона пірогенно трансформованих комплексів перевищує фоновий майже в 4 рази, за індексом Шеннона й індексом вирівняності Пієлу - більш ніж у 5 разів. Отже можемо констатувати, що вплив пірогенного чинника на водно-болотні комплекси призводить до підвищення динамічності показників видового різноманіття, що полягає у флуктуаційних відхиленнях індексів різноманіття та обчислених статистичних параметрів.

Допускаємо, що виявлена динамічність показників, які характеризують різноманіття, є складовою загальної постпірогенної релаксії геосистем, спрямованої на встановлення рівноваги процесів їхнього функціонування.

Отримані значення стійкості водно-болотних комплексів співвідносяться з параметрами стійкості водних екосистем.

Список літератури

1. Фуряев В.В., Киреев Д.М. Изученики послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе. – Новосибирск : Наука, 1979. – 160с.
2. Гриценко А.В., Буц Ю.В. К вопросу о методологии исследований восстановления геосистем после чрезвычайных ситуаций // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. пр. УкрНДІЕП. – Х.: ВД «Райдер», 2011. – Вип. XXXIII. – С.3-11.
3. Аблесимов Н. Е., Земцов А. Н. Релаксационные эффекты в неравновесных конденсированных системах. — М.: ИТиГ ДВО РАН, 2010. — 400 с.
4. Релаксация [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.dic.academic.ru/dic.nsf/es/48747/релаксация>.
5. Модель эволюции литосферы [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.http://geo-site.ru/index.php/2011-01-10-19-57-27/78-2011-01-06-10-17-01/304-2011-01-06-10-30-53.html>

6. Буц Ю.В. Пірогенна релаксія геосистем //Людина та довкілля. Проблеми неоекології.- Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012. - № 1-2. - С. 71-76.
7. *Экологический энциклопедический словарь*. Кишинев: Гл. ред. Молд. сов. энцикл., 1990. - 408 с.
8. Левич А.П. Понятие устойчивости в биологии. Математические аспекты // Человек и биосфера. М.: Изд-во МГУ, 1976. - Вып. 1. - С. 138 – 174.
9. Шашуловский В.А., Мосияш С.С., Малинина Ю.А., Далечина И.Н., Котляр С.Г., Филинова Е.И. Динамика устойчивости экосистемы Волгоградского водохранилища // Поволжский экологический журнал. - 2005. -№3. - С. 325 – 335.
10. Гродзинський М.Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. – К.: Лікей, 1995. – 233 с.
11. Буц Ю.В. Динаміка ландшафтно-геохімічних процесів як показник техногенного навантаження // Вісник Харк. нац. ун-ту. – 2006. - № 655. - С. 139-144.
12. Бигон М., Харпер Дж., Таусенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: В 2-х т. Т. 2. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 477 с.
13. Мегарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 173 с
14. Одум Ю. Экология: В 2-х т. Т.2. Пер. с англ. / Одум Ю. – М.: Мир, 1986. – 376 с.
15. Некос В.Ю., Пічугіна Ю.О. Вплив пірогенного фактору на видові різноманіття фітоценозів (на прикладі Харківського району Харківської області) //Людина і довкілля. Проблеми неоекології. – Х: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. - № 1(14). – С. 21-25
16. Федоров В.Д. Устойчивость экологических систем и ее измерение // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1974. - №3. - С. 402 – 415.

Динамика видового разнообразия водно-болотных природных комплексов как проявление пирогенной релаксии геосистем. Буц Ю.В., Титенко А.В.

Представлены теоретические обобщения о роли пирогенного фактора в формировании, функционировании, устойчивости и динамике геосистем. Исследовано, что параметры видового разнообразия водно-болотных природных комплексов испытывают динамические изменения после пожаров, что следует считать одним из проявлений пирогенной релаксии геосистем. Рассчитаны параметры устойчивости водно-болотных природных комплексов по статистическим показателям индексов видового разнообразия.

Ключевые слова: пирогенный фактор, релаксия, геосистема, видовое разнообразие

Dynamics of specific variety of water-bog natural complexes as display of fire relaxation geosystems. Buts Yu.V., Titenko A.V.

Theoretical generalizations about the role of fire factor in forming, functioning, stability and dynamics of geosystems are presented. It is investigated, that the parameters of specific variety of water-bog natural complexes are tested by dynamic changes after fires, that it is necessary to count one of displays of fire relaxation geosystems. The parameters of stability of water-bog natural complexes on the statistical indexes of indexes of specific variety are expected.

Keywords: fire factor, relaxation, geosystem, specific variety.

О.Ю. Сапко, к.геогр.н.

Одесский государственный экологический университет

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОСТАВЛЕНИЮ КАДАСТРА БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ

Рассмотрены современные международные методы оценки качества пляжей и вопросы создания кадастра пляжей с целью рационального, комплексного управления природопользованием прибрежной зоны.

Ключевые слова: Береговая зона, рекреационный потенциал, пляжи, кадастровая оценка

Введение. Рекреация является одной из высокоприбыльных отраслей народного хозяйства и важным фактором социально-культурного развития территории. Морское побережье, в том числе пляжи, является важным элементом природного рекреационного потенциала. В тоже время это один из наиболее сложных и наименее изученных рекреационных ресурсов.

В настоящее время отсутствует полноценная информация, как о наличии рекреационных ресурсов, так и о показателях их использования. Кроме этого не достаточно освещены вопросы об экологических последствиях эксплуатации рекреационных ресурсов прибрежной территории и возможностях компенсации ущерба, нанесенного природе нерациональной деятельностью человека. Нормативной документации, регламентирующей курортологическое использование прибрежной территории, недостаточно.

Народнохозяйственное значение береговых ресурсов, в том числе и пляжей, постоянно возрастает. Поэтому актуальной является оценка рекреационного потенциала прибрежной территории, в том числе пляжной зоны.

Вопросам создания кадастровой оценки рекреационных ресурсов, в том числе и пляжей, посвящены работы [1 – 3], в которых приведены основные положения создания кадастра рекреационных ресурсов.

Целью работы является анализ существующих подходов к составлению кадастра пляжей, который является основой экономической оценки пляжей, что, в свою очередь, связывает процессы потребления рекреационных ресурсов с необходимыми затратами на их восстановление или на поиск новых видов ресурсов. Таким образом, в системе государственного управления природным ресурсом прибрежных территорий основную роль играет эколого-экономическая составляющая.

Материалы и методы исследования. В мировой практике для создания кадастра рекреационных ресурсов предлагают денежную оценку природных ресурсов. Она базируется на построении системы показателей, отражающих отдельные экономические, социальные, экологические и институциональные аспекты устойчивого развития прибрежных территорий. Показатели подобной системы (эколого-экономические индикаторы) должны удовлетворять следующим требованиям [1]:

- возможность использования эколого-экономических индикаторов на макроуровне в национальном масштабе;
- сочетать экологические и экономические аспекты;
- должны быть понимаемы и иметь однозначную интерпретацию для лиц, принимающих решения;
- иметь количественное выражение;
- иметь ограниченное количество показателей;

- опираться на имеющуюся систему национальной статистики и не требовать значительных затрат для сбора информации и расчетов;
- быть репрезентативными для международных сопоставлений;
- иметь возможность оценки во временной динамике;
- соответствовать действующим особенностям принятия решений.

Число индикаторов такого рода тесно связано с имеющейся системой приоритетов. В том случае, когда предлагается большое количество показателей, сложно принимать решения, судить о степени устойчивости. Поэтому такой список ограничивается базовым перечнем показателей, что является необходимым условием начального этапа работы по созданию национальной системы показателей устойчивого развития прибрежной территории [1].

Одной из наиболее распространенных в большинстве стран мира систем классификации качества пляжей является Европейский сертификат «Голубой флаг». Этот международный символ присуждается пляжам, отвечающим высоким экологическим стандартам и имеющим качественные средства безопасности и сервиса.

Движение «Голубой флаг» появилось во Франции еще в 1985 г., в 1987 г. – получило европейский статус. Это движение реализуется под эгидой международной общественной некоммерческой организации «Федерация экологического образования», которая представляет собой сеть общественных организаций, работающих в сфере образования и просвещения для обеспечения экологически безопасного развития. Такой сертификат качества выдается только на один год. Через год пляж должен заново подтвердить свое право вывесить голубой флаг.

Всего существует 29 критериев сертификата качества «Голубой флаг» для пляжей, которые условно разделены на четыре аспекта [4, 5]:

- качество воды;
- экологическое образование и информирование;
- экологический менеджмент;
- средства безопасности и сервис.

В некоторых странах разработаны национальные системы оценки пляжей. Так в Российской Федерации в 2011 г. утверждена Система классификации пляжей, целями которой являются [6]:

- гармонизация критериев классификации пляжей с существующей зарубежной практикой;
- обеспечение качества услуг, предоставляемых на пляже;
- дифференциация пляжей в зависимости от качества и ассортимента предоставляемых услуг;
- обеспечение потребителя полной и достоверной информацией (в том числе о соответствии пляжа определенной категории);
- повышение конкурентоспособности услуг пляжей;
- содействие увеличению туристического потока и доходов от въездного и внутреннего туризма за счет укрепления доверия российских и иностранных потребителей к объективности оценки услуг, предоставляемых на пляжах.

Классификация пляжей проводится в два этапа:

- 1) оценка соответствия пляжей требованиям, установленным в Системе классификации пляжей;
- 2) присвоение пляжам соответствующей категории по результатам экспертной оценки.

Все пляжи делятся на 3 категории, каждая из которых обозначается флагом, соответствующего цвета: пляжи первой категории обозначаются синим флагом, второй – зеленым, третьей – желтым. Флаги являются специальными знаками, которые вывешивают на пляжах для того, чтобы их могли видеть отдыхающие. Свидетельство о присвоении пляжу соответствующей категории выдается на срок не более 3 лет [6].

В Украине современная система управления в сфере использования и охраны прибрежных территорий и приморских курортов, как наиболее ценной их составляющей, является несовершенной, большинство принимаемых в этой области нормативных документов являются только декларативными [7]. Кроме этого, у большинства регионов страны отсутствует полноценная информация о наличии природных ресурсов, их рыночных показателях использования, выгод и издержек для населения локальной территории [1].

В работе [1] для оценки рекреационных ресурсов Украины рекомендованы следующие интегральные индикаторы:

1. Коэффициент Природной и техногенной Динамики (КПД) – показатель, характеризующий геоморфологическую изменчивость пляжа;
2. Стоимость участка Земли, занятого Пляжем (СЗП) – определяется руководящими документами либо сложившимися ценами на рынке недвижимости;
3. Фактор Рекреационного Воздействия (ФРВ) – сумма факторов благоприятного воздействия на организм человека;
4. Стоимость Пляжа, как объекта Рекреации (СРП) – произведение СЗП на ФРВ;
5. Стоимость Рекреационных Ресурсов пляжа (СРР) – денежная оценка рекреационных ресурсов, рассчитываемая как уровень средней заработной платы в стране в виде произведения последней на ФРВ и на продолжительность купального сезона (среднюю климатическую или в текущем году);
6. Показатель Природной Привлекательности (ППП) – коэффициент, характеризующий степень привлекательности пляжа с точки зрения природных условий местности, наличие уникальных видов растений, исторических памятников, мемориалов и прочих атрибутов;
7. Климатический Показатель Престижности (КПП) – характеризует сумму индивидуальных достоинств каждого пляжа, включая продолжительность купального сезона, количество солнечных дней в купальном сезоне и др.;
8. Показатель Комфортности Обслуживания (ПКО) – характеристика обустроенности (инфраструктуры) пляжа и уровня обслуживания;
9. Коэффициент Природной Опасности (КПО) – коэффициент, соответствующий той или иной вероятности появления природных катастрофических аномалий;
10. Уровень криминогенной и политической Напряженности Региона (УНР).

Результаты исследования и их анализ. Использование рекреационного потенциала морского побережья обуславливает появление множества проблем – экологических, экономических и управленческих, решению которых могут способствовать разнообразные кадастровые оценки.

Помимо существующих кадастров, таких как земельный и водный, необходимо использовать и кадастр пляжей. Для принятия рационального управленческого решения необходимо создание банка данных о состоянии пляжа с применением ГИС-технологий, а также унификация схем описаний различных параметров пляжей.

При проведении сравнительного анализа существующих подходов к составлению кадастра береговой зоны установлено, что для оценки состояния пляжей необходимо учитывать различные его составляющие, а именно:

- геоморфологические – длину и ширину пляжа, водную и прибрежную площади пляжа, структуру и материал берега, площадь водной поверхности, ограниченной глубиной 0,5 – 1,5 м и др.;
- состояние морской среды – санитарно-гигиенические, гидрохимические, гидробиологические показатели, а также количество дней с запретом на купание;
- состояние окружающей среды – расстояние до ближайшего источника загрязнения воды и воздуха, показатель чистоты прибрежной территории, процент площади зеленых насаждений;
- экономические – принадлежность пляжа, его доступность, удаленность пляжа от селитебной зоны и от промышленных объектов, количественный состав объектов инфраструктуры пляжа, в том числе наличие туалетов, пунктов спасения и медицинских пунктов, источников пресной воды для питья, количества душевых; способ утилизации отходов и стоков, примерное количество отдыхающих в пляжный сезон;
- социологические – наличие и качество подъездных дорог, автостоянок, удаленность пляжей от остановок общественного транспорта, количество пунктов проката инвентаря, наличие спортивных площадок, количество аттракционов на воде и на берегу.

В кадастр пляжей необходимо включать сводку данных об освоении побережья, его геологическом и геоморфологическом строении, гидрометеорологическом режиме, о современной динамике побережья, направленности и интенсивности береговых процессов, а также об антропогенном воздействии на побережье.

Кадастровая информация, основанная на принципах системного подхода, должна предусматривать:

- комплексное и рациональное использование природных ресурсов;
- согласование общих и отраслевых задач на разных уровнях управления;
- согласование критериев и показателей учета природных ресурсов, их качественной характеристики и экономической оценки и др.

Информация о состоянии прибрежной территории, содержащаяся в кадастре рекреационных ресурсов, имеет огромное значение для управления ресурсами береговых зон.

Кадастровая оценка побережья является залогом рационального природопользования, а систематическое уточнение изменившейся в результате хозяйственной или иной деятельности ценности территорий представляет своего рода рычаг воздействия на нерадивых пользователей и активный метод управления и контроля.

Выводы. Природные ресурсы, в том числе пляжи, являются естественной основой устойчивого социально-экономического развития региона.

Кадастровая оценка пляжей должна содержать не только описание объектов и явлений в береговой зоне, но также должна отражать интегрированные показатели функционирования береговой зоны и являться базовой основой природопользования, поскольку в ней содержится информация об экологическом состоянии пляжей и их экономическая оценка. Наличие кадастровой оценки позволяет более рационально использовать природные ресурсы.

Описание любого ресурса береговой зоны, в том числе пляжа, является составной частью реестра всей системы рекреационного кадастра, который должен

включать геоморфологические характеристики, описание состояния морской и окружающей среды, экономические и социологические характеристики. Наличие такой информационной базы позволит решить многие вопросы информационного обеспечения управления природными ресурсами.

Список литературы

1. Долотов В.В. Повышение рекреационного потенциала Украины: кадастровая оценка пляжей Крыма. / Долотов В.В., Иванов В.А. / Морской гидрофизический институт НАН Украины. Севастополь, 2007. – 194 с.
2. Мельничук О.Ю. Кадастрова оцінка рекреаційних територій. / Мельничук О.Ю., Клімук О.В. – <http://www.nbu.gov.ua>.
3. Перович Л. Концептуальні засади кадастрового зонування рекреаційних територій. / Перович Л., Піскорівська Н. – <http://ena.lp.edu.ua>.
4. *Blue Flag Programme* eco-label for Beaches and Marinas. – <http://www.blueflag.org>.
5. NGO “Keep Saint-Petersburg Tidy”. – <http://www.kspt-blueflag.ru>.
6. Порядок классификации объектов туристической индустрии, включающих гостиницы и иные средства размещения, горнолыжные трассы, пляжи. Утвержден Приказом Министерством спорта, туризма и молодежной политики Российской Федерации от 25 января 2011 г. № 35. – <http://www.consultant.ru>.
7. Савоста О. Удосконалення державного регулювання сфери використання та охорони приморських курортів України. – <http://www.nbu.gov.ua>.

Сучасні підходи до складання кадастру берегової зони. О.Ю. Сапко

Розглянуто сучасні міжнародні методи оцінки якості пляжів і питання створення кадастру пляжів з метою раціонального, комплексного управління природокористуванням прибережної зони.

Ключові слова: Берегова зона, рекреаційний потенціал, пляжі, кадастрова оцінка.

The modern approach to coastal zone inventory. O.Y. Sapko

The modern international methods of assessing the quality of the beaches and the issues of creating inventory beaches on rational, integrated management and environmental management of the coastal zone.

Keywords: Coastal zone, recreational potential, beaches, cadastral valuation.

ВІДХОДИ ТВАРИННИЦТВА ТА ПТАХІВНИЦТВА ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Проведено аналіз статистичних даних щодо кількості поголів'я великої рогатої худоби, свиней, овець, кіз та птахів у господарствах районів Одеської області, розраховані показники генерації відходів тваринництва та птахівництва, отримані прогностичні дані об'ємів утворення біогазу, використання якого дозволить значно зменшити залежність господарств Одеської області від традиційного палива.

Ключові слова: відходи тваринництва, альтернативне джерело енергії, біогаз

Вступ. Згідно даних Головного управління статистики в Одеській області в 2010 році поголів'я великої рогатої худоби в сільськогосподарських підприємствах та особистих селянських господарствах Одеської області склало 182512, поголів'я свиней - 385096, овець та кіз - 398311, птахів - 5550937 голів.

За 15 місяців свого росту теля набирає близько 500 кг ваги і виділяє в атмосферу кількість метану, еквівалентну, з точки зору парникового ефекту, 75 тис. км пробігу середнього автомобіля, - в 5 разів більше, ніж машина проїжджає за той же час. При цьому корів на Землі приблизно 1,3 млрд. - удвічі більше, ніж автомобілів. Виходить, що тваринництво генерує парникові гази в набагато більшій кількості, ніж машини. Мільйони тонн рідкого гною на рік - неминучий наслідок індустріалізації тваринництва; як правило, величезна кількість гною сконцентрована на невеликих площах, що призводить до виділення метану з відкритих сховищ у величезній кількості і, як наслідок, посилення парникового ефекту [1]. Відомо, що його вплив на потепління клімату відбувається внаслідок виділення парникових газів, основними з яких є метан та діоксид вуглецю.

В середньому, 1 м³ біогазу з гною тварин містить 60% метану. Доля метану в можливому сумарному об'ємі біогазу за 2009 рік складає 1529,94 млн. м³. При неконтрольованому бродінні відходів тваринництва газоподібні продукти потрапляють у повітря. Збільшення вмісту метану в атмосфері негативно впливає на природні процеси внаслідок інтенсивного забирання теплового випромінювання Землі в інфрачервоній області спектру, - метан займає друге місце у створенні парникового ефекту після діоксиду вуглецю. Вклад метану у парниковий ефект складає близько 30% від величини, яка прийнята для діоксиду вуглецю. З ростом вмісту метану змінюються хімічні процеси в атмосфері, що може привести до зміни клімату та погіршенню екологічної ситуації [2].

Згідно з Кіотським протоколом, країни, що приєдналися, беруть на себе зобов'язання по зниженню викиду парникових газів в атмосферу. Подібні обмеження вимагають серйозного підходу до контролю над джерелами емісії, модернізації виробництв і вжиттю заходів по зменшенню негативного впливу на атмосферу.

Вирішенням цієї проблеми в Одеській області може стати вивчення можливостей та практичні заходи щодо використання відходів тваринництва і птахівництва для виробництва біогазу методом анаеробного зброджування у біогазових установках, та отримання, як побічного продукту, цінних органічних добрив.

Метою даної роботи є визначення кількості відходів тваринництва і птахівництва, що утворюються в сільськогосподарських підприємствах та особистих селянських господарствах Одеської області на підставі статистичних даних за період 2006-2010 рр., розрахунок біогазового потенціалу Одеської області.

Аналіз досліджень і публікацій. За оцінками [3] потенціал виробництва біогазу з відходів тваринництва в Україні складає близько 2766,8 млн. м³ на рік за самим оптимістичним сценарієм, загалом потенційна кількість біогазу може складати від 1885,6 до 2766,8 млн. м³.

Відомо, що процес утворення біогазу відбувається в анаеробних умовах в результаті метанового зброджування органічної маси. На об'єми отриманого біогазу впливають не лише різні температурні умови, показники вологості, але і склад зброджуваної початкової сировини. У [4] визначається, що відношення кількості біогазу, що утворюється при температурі процесу близько 32°C, до кількості органічної маси, що розкладалася, знаходиться в межах $V_{\text{заг}} = 0,8 - 1,0 \text{ м}^3$ на 1 кг органічної маси. В той же час вихід біогазу, віднесений до одиниці органічної маси, що закладається в реактор, знаходитиметься в інтервалі $V_{\text{заг}} = 0,4 - 0,6 \text{ м}^3$ на 1 кг внесеної в реактор органічної маси. У [5] вказується на розбіжність теоретичних і практичних даних по кількості біогазу, що утворюється при анаеробному перетворенні відходів жуйних тварин. В той же час визначаються особливі умови, при створенні яких процес ферментування гною великої рогатої худоби стає ефективнішим. Збільшення продуктивності виробництва біогазу та підвищення його якості розглядається у авторів [6], переваги використання процесів метанового зброджування для сировини тваринного походження та подальшого застосування утворених корисних речовин у промисловості та особистих господарствах визначаються у [7].

Матеріали і методи. У роботі були використані офіційні статистичні дані Головного управління статистики в Одеській області з поголів'я великої рогатої худоби, свиней, овець, кіз та птахів в сільськогосподарських підприємствах та особистих селянських господарствах за період 2006-2010 рр. В процесі розрахунку кількості органічних відходів, що утворюються, проаналізовані і використані дані [8, 9], отримані результати представлені в таблицях 1, 2. З урахуванням даних з виходу біогазу для різних типів сировини [10], нами розраховані прогнозні показники біогазу, що утворюється з гною великої рогатої худоби, свиней, овець, кіз і декількох основних видів птахів (таблиці 3, 4). Для проведення розрахунків застосовувалися методи системного та статистичного аналізу.

Висновки. Отримані дані наглядно демонструють потенційні об'єми біогазу, які можна було б використовувати у якості джерела альтернативної енергії в господарствах Одеської області. Наприклад, потенційний сумарний об'єм біогазу за 2009 рік з гною великої рогатої худоби, свиней, овець, кіз і декількох основних видів птахів дорівнює 2549,9 млн. м³, що в перерахунку на енергетичний еквівалент становить 5099,8 млн. кВт•год. В умовах сучасної енергетичної кризи та залежності нашої країни від імпортного природного газу наведена кількість енергії є, принаймні, доцільною до використання.

Контрольоване видобування біогазу з відходів тваринництва і птахівництва дозволить вирішити ряд екологічних проблем, пов'язаних з розміщенням, складанням та зберіганням гною, частково або повністю усунути залежність сільських господарств від дорогих енергоносіїв; використання біогазу є доцільним для обігріву теплиць, утримання сільськогосподарських тварин та отримання електроенергії. Практична цінність виробництва біогазу для господарств йде поряд з екологічним ефектом цього процесу для атмосфери, дозволяючи зменшити кількість викидів метану та додержуватись прийнятої угоди з загальних принципів дії країн з проблеми зміни клімату Framework Convention on Climate Change, UN FCCC [11].

Таблиця 1 - Утворення відходів від великої рогатої худоби та свиней в Одеській області за період 2006-2010 рр., (т)

	2006		2007		2008		2009		2010	
	ВРХ	Свині	ВРХ	Свині	ВРХ	Свині	ВРХ	Свині	ВРХ	Свині
м. Одеса	792	918	605	918	572	918	605	918	616	858
м. Іллічівськ	1133	258	1012	222	407	174	407	168	440	204
райони										
Ананьївський	83560	73968	76076	52008	77902	41598	77396	64794	73887	88080
Арцизький	67727	146220	57310	126726	53735	116586	53306	147186	52140	168246
Балтський	119845	88428	105556	58620	103675	55086	101959	79704	98912	86502
Білгород-Дністровський	121055	192294	89177	157986	71720	127416	65659	142182	58168	136458
Біляївський	92301	81660	67364	66252	61644	52596	57948	57480	60225	67746
Березівський	161018	89538	124982	54414	127039	49122	128359	73194	133265	78948
Болградський	78210	137748	58982	67026	51018	64584	54901	125298	46046	126486
Великомихайлівський	175813	72180	113531	48144	104885	40752	104368	52308	105930	59280
Іванівський	171886	83628	141207	71328	123618	72228	125774	81426	124751	84858
Ізмаїльський	63129	224988	52569	164922	52855	136668	56364	162414	53559	162174
Кілійський	130691	168522	78375	122316	65516	125070	64042	144786	66231	167760
Кодимський	92334	53964	76813	34674	69520	26424	66528	38604	62238	39756
Комінтернівський	124344	77178	86075	59862	58641	38682	59059	43974	59895	46986
Котовський	119900	65052	100089	36798	96800	29682	95546	48654	91025	51786
Красноокнянський	94556	72480	76736	44160	81862	44250	84524	63594	81334	65586
Любашівський	123794	84438	113641	67188	112310	55386	111925	63030	108790	62322
Миколаївський	82632	71166	74074	45660	69245	34734	71874	46722	71874	55878
Овідіопольський	62821	73098	51502	58818	48136	42420	50226	48702	51128	53520
Роздільнянський	106568	53238	80641	47316	64966	36132	69333	46680	75625	69318
Ренійський	47553	76668	31196	50112	26125	41154	25652	45942	21274	39528
Савранський	51656	71280	37939	44478	36410	44436	35937	55818	34749	63588
Саратський	186824	251202	133331	205338	128799	171756	128832	191898	118646	183336
Тарутинський	100804	151638	89419	102132	84887	87702	81543	107442	70796	114720
Татарбунарський	54670	100980	46970	63198	47069	53322	43494	82644	43989	91236
Фрунзівський	121462	37350	95755	30282	99110	32544	97339	32136	94842	39018
Ширяївський	188408	94693	144122	73752	135355	79032	148764	106926	145090	71959
Всього	2840827	2723046	2208921	1954650	2057209	1700454	2065602	2154624	2007632	2310576

Таблиця 2 - Утворення відходів від овець, кіз та птахів за період 2006-2010 рр. в Одеській області, (т)

	Овці та кози					Птахи (кури, півні, гусі та інші види птахів, включаючи молодняк)				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
м. Одеса	497	497	493	497	489					
м. Іллічівськ	139	127	101	76	88					
райони										
Ананьївський	3271	3054	3809	3987	3739	-	2,2	5,4	5	15,5
Арцизький	36112	40085	40605	44045	40573	25,9	0,7	-	-	-
Балтський	1423	1448	1287	1371	1341	-	-	-	-	-
Білгород-Дністровський	14791	13002	12095	11797	11101	430	307,7	523	406,9	487
Біляївський	2156	1917	1982	2197	2677	102	-	-	-	-
Березівський	4718	3823	4976	5976	7540	92	-	-	23,2	5,7
Болградський	76543	81097	79948	84563	77802	177	139,7	89,7	104,4	103,7
Великомихайлівський	5251	4845	5156	4904	5742	578	24,3	24,5	2,1	133
Іванівський	5225	5519	6698	7144	6255	-	-	-	-	-
Ізмаїльський	32587	34125	36662	43249	39486	100,8	3,7	2,7	-	-
Кілійський	26867	20796	24995	26663	27418	103	104,8	147,3	157,4	161,5
Кодимський	1682	1975	1917	1404	1414	64,6	22,6	13,9	13,5	27,4
Комінтернівський	3221	3084	3174	3941	4923	3346	1729,4	5228,2	3993,7	4440
Котовський	3085	3147	2897	3073	3227	-	-	-	-	-
Красноокнянський	3768	3490	3831	3945	3769	22	15,4	20,5	12,9	12
Любашівський	1317	1388	1574	1819	1678	-	-	-	19,9	16,8
Миколаївський	1675	2131	2390	2546	2586	-	-	-	-	-
Овідіопольський	2608	1945	1769	1935	1589	77,3	114,7	173	176,6	67,8
Роздільнянський	5758	6176	6334	7415	7742	1260,6	1824,5	2119	1624,5	1524,7
Ренійський	32884	32370	30013	30640	27537	3	-	-	-	46
Савранський	617	614	682	1448	1540	-	-	-	-	-
Саратський	30832	34916	32691	35754	34421	19,4	-	-	-	-
Тарутинський	44522	48682	49523	52542	50479	3,8	-	-	6	11
Татарбунарський	17941	19894	19717	20179	20463	16	11	-	-	3,3
Фрунзівський	1621	1520	1427	2087	2777	-	-	-	-	-
Ширяївський	9536	11681	11113	10429	9915	70,7	60,7	48	87	137,7
Всього	370647	383348	387859	415626	398311	6636,7	4461	8663,8	6639	7247

Таблиця 3 - Біогазовий потенціал від відходів великої рогатої худоби та свиней в Одеській області за період 2006-2010 рр., (млн. м³)

	2006		2007		2008		2009		2010	
	ВРХ	Свині	ВРХ	Свині	ВРХ	Свині	ВРХ	Свині	ВРХ	Свині
м. Одеса	0,2	0,6	0,2	0,6	0,2	0,6	0,2	0,6	0,2	0,6
м. Іллічівськ	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
райони										
Ананьївський	28,2	50	24	35,2	24	28,2	24	43,9	22	59,6
Арцизький	28,9	99	23	85,6	20,7	78,9	21,5	100	21,8	113,9
Балтський	22,7	59,9	20,7	39,7	21,7	37,3	21	53,9	19,5	58,5
Білгород-Дністровський	33,7	130,2	24,8	106,9	20	86,2	18,3	96,2	16	92,4
Біляївський	25,7	55,3	18,7	44,8	17,2	35,6	16,2	38,9	16,8	45,9
Березівський	44,9	60,6	34,8	36,8	35,4	33,3	35,7	49,6	37,7	53,4
Болградський	21,8	93,2	16,4	45,4	14,2	43,7	15,3	84,8	12,8	85,6
Великомихайлівський	49	48,8	31,6	32,6	29,2	27,6	29	35,4	29,5	40,2
Іванівський	47,8	56,6	39,3	48,3	34,4	48,9	34,5	55	34,7	57,4
Ізмаїльський	17,6	152,3	14,6	111,6	14,7	92,5	15,7	109,9	15	109,7
Кілійський	36,4	114	21,8	82,8	18,2	84,6	17,8	98	18,4	113,6
Кодимський	25,7	36,6	21,4	23,5	19,4	17,9	18,5	26,2	17,3	26,9
Комінтернівський	34,6	52,2	24	40,5	16,3	26,2	16,4	29,8	16,6	31,8
Котовський	33,4	44	27,8	25	27	20	27	33	25,3	35
Красноокнянський	26,3	49	21,4	30	22,8	29,9	23,5	43	22,6	44,4
Любашівський	34,5	57,2	31,6	45,5	31,3	37,5	31,2	42,7	30,3	42,2
Миколаївський	23	48,2	20,1	30,9	19,3	23,5	20	31,6	20	37,8
Овідіопольський	17,5	49,5	14,4	39,8	13,4	28,7	13,4	33	14,2	36,3
Роздільнянський	30	36	22,4	32	18	24,5	19,3	31,6	21	47
Ренійський	13,3	51,9	86,8	33,9	72,7	27,8	71,4	31	59,2	26,8
Савранський	14,4	48,2	10,6	30	10,3	30	10	37,8	9,7	43
Саратський	52	170	37	139	35,9	116,2	35,9	129,9	33	124
Тарутинський	28	102,6	25	69,1	24	59,4	23	72,7	20	77,6
Татарбунарський	15,2	68,4	13	42,8	13	36	12	56	12,4	61,7
Фрунзівський	33,8	25,3	26,6	20	27,6	22	27	21,7	26,4	26,4
Ширяївський	52,4	83,2	40	50	37,7	53,5	41,4	72,4	40	72
Всього	790,3	1842,6	614,5	1322,6	572,3	1150,6	574,7	1458	558,5	1563,5

Таблиця 4 - Біогазовий потенціал від відходів овець, кіз та птахів за період 2006-2010 рр. в Одеській області, (млн. м³)

	Овці та кози					Птахи (кури, півні, гусі та інші види птахів, включаючи молодняк)				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
м.Одеса										
м.Іллічівськ	0,2	0,2	0,2	0,09	0,1					
райони										
Ананьївський	4	3,8	4,7	4,9	4,6	-	0,0006	0,002	0,002	0,004
Арцизький	44,8	49,7	50,4	54,6	50,3	0,007	0,0002	-	-	-
Балтський	1,8	1,8	1,6	1,7	1,7	-	-	-	-	-
Білгород-Дністровський	18,3	16,1	15	14,6	13,8	0,1	0,08	0,1	0,1	0,1
Біляївський	2,8	2,4	2,5	2,8	3,3	0,03	-	-	-	-
Березівський	5,9	4,7	6,2	7,4	9,4	0,02	-	-	0,006	0,002
Болградський	95	100,6	99,2	104,9	96,5	0,04	0,04	0,02	0,03	0,03
Великомихайлівський	6,5	6	6,4	6	7,2	0,2	0,006	0,006	0,0005	0,04
Іванівський	6,5	6,8	8,3	8,9	7,8	-	-	-	-	-
Ізмаїльський	40,4	42,3	45,4	53,6	49	0,03	0,0009	0,0007	-	-
Кілійський	33,3	25,8	31	33	34	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
Кодимський	2	2,5	2,4	1,7	1,8	0,02	0,006	0,005	0,004	0,007
Комінтернівський	4	4	4	4,9	6,1	0,9	0,5	1,4	1	1,1
Котовський	3,8	3,9	3,6	3,8	4	-	-	-	-	-
Красноокнянський	4,7	4,3	4,8	4,9	4,7	0,006	0,004	0,005	0,003	0,003
Любашівський	1,6	1,7	2	2,3	2	-	-	-	0,005	0,005
Миколаївський	2	2,6	3	3,2	3,2	-	-	-	-	-
Овідіопольський	3,2	2,4	2,2	2,4	2	0,02	0,03	0,04	0,04	0,02
Роздільнянський	7,2	7,7	7,9	9,2	9,6	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4
Ренійський	40,8	40,2	37,3	38	34,2	0,0008	-	-	-	0,02
Савранський	0,8	0,8	0,9	1,8	1,9	-	-	-	-	-
Саратський	38,2	43,3	40,6	44,3	42,7	0,005	-	-	-	-
Тарутинський	55,2	60,4	61,4	65,2	62,6	0,0009	-	-	0,002	0,003
Татарбунарський	22,3	24,7	24,5	25	25,4	0,004	0,003	-	-	0,0008
Фрунзівський	2	1,9	1,8	2,6	3,4	-	-	-	-	-
Ширяївський	11,8	14,5	13,8	13	12,3	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03
Всього	459,6	475,4	481	515,4	493,9	1,7	1,1	2,2	1,7	1,8

Список літератури

1. Кабанов Е., Дмитрук С., Коробов Н. Будущее взаимы // Молочная промышленность. – 2007.- № 11. – С. 12–14.
2. Бажин Н.М. Метан в атмосфере. //Соросовский образовательный журнал. – 2000. Т. 6, №3. – С. 52-56.
3. Гелетука Г.Г. Презентация "Нужен ли Украине "зеленый" тариф на биогаз?" [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООО “Научно-технический центр “Биомасса” (НТЦБ). URL: [http:// www.biomass.kiev.ua](http://www.biomass.kiev.ua) (дата размещения 31.01.2012).
4. В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. Биогаз. Теория и практика. Перевод с нем. М. И. Серебряного. – М.: Колос, 1982. – 148 с.
5. Биомасса как источник энергии. Под ред. С. Соуфера, О. Заборски. Перевод с англ. А. П. Чочиа. – М.: Мир, 1985. – 375 с.
6. Способы повышения качества биогаза [Электронный ресурс] // Сайт «Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы»» URL: http://esco-ecosys.narod.ru/2006_9/art_146.htm
7. Биогаз [Электронный ресурс] // Сайт «Зорг Биогаз АГ» URL: <http://zorgbiogas.ru/biogas-plants/biogas?lang=ru>
8. И. В. Дюрягин. Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: Учебное пособие для студентов экономического факультета. Курган: КГСХА, 1997. – С. 83-86.
9. Нормативна база для екологів. Розділ «Інвентаризація відходів» [Електронний ресурс] // Сайт ЛОЕО «Служба охорони природи». URL: [http:// sop.org.ua/library/library.php](http://sop.org.ua/library/library.php)
10. Выход биогаза и содержание метана [Электронный ресурс] // Сайт «Био-технологии» URL: [http:// www.bio-energetics.ru](http://www.bio-energetics.ru) (дата размещения 03.03.2008).
11. Framework Convention on Climate Change. [Електронний ресурс] //Site of United Nations Framework Convention on Climate Change. URL: [http:// unfccc.int/2860.php](http://unfccc.int/2860.php)

Отходы животноводства и птицеводства как сырье для производства биогаза в Одесской области. Биньковская А.В., Шанина Т.П.

Проведён анализ статистических данных по количеству поголовья крупного рогатого скота, свиней, овец, коз и птицы в хозяйствах районов Одесской области, вычислены показатели генерации отходов животноводства и птицеводства, получены прогнозные данные объёмов образования биогаза, использование которого позволит значительно уменьшить зависимость хозяйств Одесской области от традиционного топлива.

Ключевые слова: отходы животноводства, альтернативный источник энергии, биогаз

Livestock and poultry waste as raw materials for biogas production in the Odessa province.

Binkovska A., Shanina T.

The statistical data cattle, pig, sheep, goat and poultry population on the farms in different districts of the Odessa province are analyzed. Indices for generation of livestock and poultry waste are calculated. Expected data for the quantity of biogas generation are obtained. The use of biogas should significantly reduce the dependence of the farms from traditional fuels in the Odessa province.

Keywords: livestock waste, an alternative energy source, biogas

УДК 658.383.3

В.О. Улибіна

РИНКОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ В ОБСЛУГОВУВАННІ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ

В статті розглянуті умови розвитку конкурентних відносин у сфері обслуговування житлового фонду та можливості подолання негативного впливу монополізму у цій галузі.

Ключові слова: житловий фонд, ринкові відносини, ринок житлових послуг, об'єднання співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ), концесія

Вступ. Рівень забезпечення населення житлово-комунальними послугами (ЖКП) - один з найважливіших показників якості життя населення регіону.

А тим часом, кризовий стан житлово-комунального комплексу в більшості муніципальних утворень України став проблемою загальнодержавного значення. Причинами кризи є: багаторічне недофінансування, недосконала тарифна політика, високі витрати на надання послуг, відсутність у обслуговуючих підприємств економічних стимулів зниження витрат, а у одержувачів ЖКП - можливості впливати на їх кількість і якість, неефективна система централізованого управління, нерозвиненість конкурентного середовища, високий ступінь зносу основних фондів, великі втрати теплоенергії, води та інших ресурсів.

Виникнення і наростання технологічних та фінансових проблем житлово-комунального господарства (ЖКГ) було пов'язано з тим, що до початку масової приватизації в Україні основна частина об'єктів ЖКГ поселень знаходилася на балансі промислових та інших підприємств і фінансувалася за титулами відповідних галузевих міністерств і відомств. У ході приватизації ці об'єкти були передані в комунальну власність, причому у вкрай занедбаному технічному стані і без належної фінансової компенсації витрат на їх утримання; деякі об'єкти виявилися просто «кинутими» колишніми власниками. Щоб уникнути повного краху систем життєзабезпечення поселень муніципалітети були вимушені взяти на свій баланс старий і аварійний житловий фонд, зношені трубопроводи, застарілі котельні і насосні станції і т. д. Коштів для їх підтримки (і тим більше для технічного переоснащення) у місцевої влади не було, внаслідок чого стала різко наростати аварійність в системах життєзабезпечення. Фінансова криза та банкрутство містоутворюючих підприємств поставили багато міст і селищ з моно- структурним характером економіки на межу вимирання. В результаті почав наростати обсяг заборгованості місцевих бюджетів і муніципальних житлово-комунальних підприємств перед ресурсопостачальними та іншими організаціями, що стало джерелом ланцюжка неплатежів, які охопили практично всі галузі економіки.

Житловий сектор економіки є важливою складовою інвестиційного потенціалу будь-якої країни, чинником її економічного зростання, з одного боку, і базою підвищення рівня життя людей, їх добробуту – з іншого. Тому політика розв'язання проблем житлового сектора повинна посідати провідне місце в загальній економічній політиці країни.

Теоретичні проблеми формування ринкового механізму господарювання у житловій сфері України знаходяться переважно на рівні концепції, а в деяких випадках підходи до їх розв'язання ще не узгоджені між собою. Це зумовлено тим, що дослідження концентруються переважно на прикладних аспектах реформ, виходячи з економічних теорій, зосереджених на формах функціонування розвинутого ринкового господарства і оцінці результатів діяльності методами західної, здебільшого неокласичної школи. При цьому ігнорується власний досвід, специфіка ситуації в економіці – стара система зруйнована, підвалини нової не вдається закласти.

Актуальність розроблюваної проблеми значно зростає у зв'язку з прийняттям нової Конституції України, яка законодавчо визначила місце держави у створенні

умов, за яких кожен громадянин матиме змогу побудувати житло, придбати у власність або взяти в оренду, а також забезпечити житлом безоплатно або за доступну плату тих громадян, які потребують соціального захисту відповідно до закону.

Необхідність ринкового реформування економічних відносин у житловій сфері потребує кардинального перегляду всієї системи поглядів на теорію формування і задоволення потреб у житлі, підходів до формування тарифів на житлові послуги, практику залучення приватних підприємців у житлову сферу.

Аналіз останніх публікацій. Значний внесок у розвиток теоретичних проблем функціонування ринку житла належить українським та зарубіжним вченим. Аналіз сучасних підходів до ринку житла здійснювався на основі вивчення:

- по-перше, питань методології становлення ринкових відносин у трансформаційний період національної економіки. Вагомий внесок у їх розгляд зроблений у працях Д. Богині, А. Гальчинського, В. Геєця, Б. Кваснюка, І. Лукінова, С. Мочерного, В. Новікова, М. Павловського, В. Черняка, А. Чухна та ін.;
- по-друге, питань дослідження основних тенденцій і закономірностей розвитку ринку житла у країнах з розвинутою ринковою економікою, розглянутих у роботах Е. Блекбері, Д. Гарднера, Дж. Кейдена, М. Синклера, М. Фуллера, М. Тахванайнена;
- по-третє, теоретичних узагальнень проблем ринку житла, характерних для економіки перехідного періоду. Серед українських авторів виділимо праці А. Беркута, В. Гусакова, А. Дроня, П. Єщенка, В. Кукси, Л. Муляра, В. Нечаєва, В. Присяжнюка, Н. Руля, О. Чечелюка. Серед економістів постсоціалістичних країн їх розглядають Т. Белкіна, О. Качанова, А. Мальчин, Г. Поляковський, О. Пчелинцев.

При всій значущості доробку названих авторів і певному рівні опрацювання проблеми поки що відсутні фундаментальні розробки, які б розкрили механізм формування ринку житла в трансформаційних економіках. Дискусійним є питання щодо фінансово-кредитного забезпечення житлового будівництва, управління житлово-комунальним господарством. Поглиблення теоретичного дослідження потребують вивчення і обґрунтування місця держави у сприянні процесу формування підприємництва у житловому господарстві. В літературі майже не розглядаються проблеми особливостей регіонального розвитку житлового сектору у ринкових умовах та забезпечення громадян житлом на нових засадах, роль громадян в управлінні місцевим житловим фондом. Розробка ж вказаної проблеми сприятиме удосконаленню економічної політики у житловій сфері.

Матеріал дослідження. Житлове господарство - це справжній "клондайк" для бізнесу. В усьому світі утримання житлового фонду є доходним, стабільним та надійним бізнесом. Однак в Україні, на жаль, склалась ситуація, коли утримання житлового фонду і його обслуговування здебільшого потребує більше витрат, ніж приносить прибутків. Звісно, приватне утримання житла – це відносно нова справа. Складність у поширенні практики приватного утримання житла полягає у тому, що така форма утримання завжди була збитковою через те, що основною статтею прибутків є квартирна плата населення. Вона ж, в свою чергу, складається з фактичних надходжень від мешканців будинків, субсидії, відшкодування пільг з бюджету. Тож найболючішою проблемою у сфері утримання й обслуговування житла є “замкнене коло” боргів населення за споживані послуги та держави з сум компенсацій між встановленими цінами і тарифами та фактичною вартістю послуг.

Потрібно усвідомлювати, що створення ефективного ринку житлових послуг можливо лише за умов, коли рівень квартирної плати буде задовольняти потреби житлових організацій щодо поточних витрат на утримання житла та їх подальшого розвитку. Тривалий час на визначення розміру квартирної плати впливали більшою мірою політичні, а не економічні рішення. Квартирна плата вважалась елементом соціальної політики держави, була лише умовною платою, і всі витрати на утримання житлового фонду повинна була брати на себе держава. Та з огляду на те, що кожного року кошти держави на дотації зменшувались, пільги населенню не переглядались, це згодом стало одним з основних чинників зuboжіння житлового сектора економіки.

Задля вирішення проблем формування тарифів у галузі 15 лютого 1994 року Кабінет міністрів України прийняв програмну постанову “Про перехід на нову систему

плати за житло і комунальні послуги та до адресних субсидій цих витрат окремим категоріям громадян”. Згідно з цією постановою тарифи повинні поступово збільшуватись до рівня повного відшкодування реальних витрат на виробництво послуг з утримання житла. Практична реалізація постанови почалась у кінці 1994 року, коли рівень відшкодування населенням витрат на експлуатацію житла знизився до 0,5%. На кінець 1995 р. граничний рівень відшкодування населенням витрат на житлово-комунальні послуги встановлено на рівні не менше 40% фактичних витрат, у першому півріччі 1996 року – не менше 60%, з 30 липня 1996 року – не менше 80% вартості послуг, з 1 червня 1997 року рівень плати за послуги підвищено до їх 100% відшкодування, до того ж підвищення було проведено диференційовано по областях. Однак, аналізуючи стан розрахунків населення за надані послуги, треба зазначити, що рівень відшкодування населенням із підвищенням тарифів знизився, при чому мешканці із низьким рівнем прибутків сплачують 80-90%, а забезпечені, платоспроможні – лише 50-60% від нарахованої до сплати суми [4]. Подібній ситуації сприяє недосконалий механізм стягування боргів за надані населенню житлові послуги.

Встановлений в 2010 році в Одесі тариф на утримання й обслуговування житла покривав близько 70% фактичних витрат житлових підприємств. У зв'язку з цим питома вага фактичних витрат з поточного ремонту житлового фонду в загальному обсязі витрат складає лише 12,8%, при розрахунковій потребі 30% - 35% [4]. В житловому фонді міста кожен третій будинок потребує капітального або поточного ремонту. І це лише невелика частина проблем, пов'язаних із нестачею коштів.

Плата за житло повинна забезпечувати його якісне обслуговування та ремонт. Конкуренція в обслуговуванні житла дозволить, як свідчить досвід Росії та інших західноєвропейських країн, за незмінних або навіть нижчих цін покращити якість обслуговування й розширити перелік пропонованих послуг у цій сфері. Однак це можливо лише за умов функціонування ринку житла, на якому діє конкуренція за право обслуговування житла та чітко визначений офіційний статус володіння житлом.

Аналіз ефективності управління житловим фондом дає змогу виявити чинники, котрі її обмежують. До них слід віднести величезну заборгованість підприємствам галузі місцевими бюджетами та населенням за житлово-комунальні послуги, відсутність цільового фінансування надзвичайно зношених основних фондів та систем інженерного забезпечення даного господарства, недостатня кількість суб'єктів господарської діяльності з обслуговування та ремонту житла, заснованих на різних формах власності, що послаблює конкуренцію між ними [5].

Вихід із даної ситуації полягає у реформуванні системи фінансування житлово-комунального господарства, переході до ринкових засад при розрахунках за житлово-комунальні послуги. Одночасно необхідне запровадження дійових організаційно-контрольних функцій держави у створенні ринку житлово-комунальних послуг, чіткого контролю за тарифами та співставлення їх з реальними витратами виробників.

Створення ринку послуг з обслуговування та ремонту існуючого житлового фонду потребує подальшої розробки комплексу заходів і нормативних документів, які б давали можливість об'єднанням співвласників багатоквартирних будинків здійснювати господарську діяльність по утриманню будинку та прибудинкової території завдяки укладенню договору з підприємствами з обслуговування житла на конкурсних засадах.

Не сформований інститут власника житла гальмує створення ринкових відносин в обслуговуванні житла. Хоча у власність громадян Одеського регіону передано близько 76,95 відсотка державного житлового фонду, органи місцевого самоврядування та підприємства, що мають житловий фонд, продовжують утримувати житло, в тому числі й приватизоване.

Сьогодні в Києві діють 68 приватних ЖЕКів, які обслуговують 332 будинки. Їх створили приватні підприємці або будівельні компанії. Щоб відмовитися від послуг приватної комунальної компанії, потрібно створити об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ) і ухвалити рішення на загальних зборах.

Така ситуація пов'язана з певними економічними інтересами державних підприємств, що обслуговують житловий фонд: по-перше, вони зберігають бюджетне фінансування у вигляді дотацій та субсидій; по-друге, ці підприємства зберігають без

змін зону обслуговування, тобто не скорочують робочі місця і т.ін. Разом з цим, за Законом України “Про приватизацію державного житлового фонду”[5] одночасно із приватизацією житлових приміщень автоматично відбувається приватизація місць загального користування у будинках. Таким чином, на сьогодні об’єктами обслуговування державних підприємств залишаються лише 23,05% державного житлового фонду, бо частина фонду, що залишилась, вже не є комунальною власністю. Тож визначення реального власника є запорукою виникнення конкуренції у сфері обслуговування житла [3].

Найпоширенішою у світі оптимальною організацією управління житлом є об’єднання співвласників багатоквартирних будинків (кондомініум), що створюються з метою поліпшення утримання житлового фонду, раціонального використання платежів мешканців приватизованих та неприватизованих квартир. Експертні розрахунки свідчать про те, що самоокупність існуючих ОСББ коливається на рівні 100-квартирного дому за умови вступу до ОСББ не менш ніж 70% власників квартир. За такі умови:

а) мешканці будуть спроможні забезпечити рівень заробітної платні своєму правлінню, достатній для їх ефективної роботи;

б) економія по поточних витратах (усі види платежів – квартирна плата, плата за житлово-комунальні послуги, інші витрати) буде досить відчутною, щоб викликати матеріальний інтерес у жильців для створення ОСББ.

в) нематеріальні вигоди (ефективність управління, безпека життєдіяльності, відчуття власності, колективізм і т. ін.) починають проявлятися уже досить відчутно для подолання сумнівів у жильців сусідніх домів відносно доцільності створення ОСББ.

Подібні об’єднання відомі в Англії, Америці, Франції, були вони й у дореволюційній Росії та за часів НЕПу. В Україні досвід створення кондомініумів є у Києві, Одесі, Миколаєві, Львові, Івано-Франківську та інших містах, проте за роки приватизації житлового фонду в Україні створено не більше 10000 таких об’єднань. Причинами цього є: неврегульованість відносин власності на багатоквартирні будинки; недосконалість законодавчої бази, що встановлює добровільний порядок створення об’єднань; неврегульованість взаємовідносин між співвласниками багатоквартирних будинків.

Як вже зазначалось, в Україні обслуговування та утримання житлового фонду делеговано невеликим державним підприємствам, що знаходяться у комунальній власності місцевих рад та мають повне монопольне право у цій сфері. Існуюча система управління житлово-комунальним господарством зорієнтована на адміністративно-командні методи та передбачає об’єднання в одній особі функцій замовника, виробника та виконавця житлово-комунальних послуг. Реформування у цій галузі передбачає розвиток ринкових відносин між замовниками, виробниками, виконавцями та споживачами житлово-комунальних послуг, тобто становлення суб’єктів договірних відносин.

У відповідності з проектом нового Житлового Кодексу реальною альтернативою ЖЕКом повинні стати приватні компанії та об’єднання співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ). Але поки жителі багатоповерхівок не поспішають брати обслуговування житла в свої руки [11]. Так в Києві, за даними Міністерства з питань житлово-комунального господарства України мешканці створили тільки 551 ОСББ з 1500 запланованих в 2010 році. А взагалі по Україні кількість таких об’єднань не перевищує 14,5% від загального числа багатоквартирних будинків. Такий низький відсоток об’єднань в Києві зумовлений тим, що якість комунального обслуговування в столиці вища, ніж в середньому по країні. Тому городяни не поспішають брати на себе додаткову відповідальність. Крім того, люди в старих будинках просто не бачать альтернативи ЖЕКом. Впровадження ОСББ правильніше почати з новобудов. Тоді люди реально відчують, що самим займатися управлінням своїми будинками вигідніше, ніж платити комунальникам. Економія мешканців тільки на квартплаті складає 30% в порівнянні з мешканцями сусідніх будинків, яких обслуговують старі ЖЕКи [5].

«Пиріг» на ринку обслуговування житла між приватними та державними підприємствами розподілений абсолютно нерівномірно. Наприклад, на частку 35-ти приватних житлово-експлуатаційних підприємств Донецької області припадає менш ніж 11,5% обласного ринку послуг з експлуатації та ремонту житла. Відповідно, від “більшості” залежить якість та вартість обслуговування житлового фонду. Так у Донецьку приватні підприємства обслуговують лише 5,1% житлового фонду [4]. Як і раніше, провідну роль тут відіграють комунальні служби. При цьому розцінки на обслуговування в приватних компаніях в середньому на 35% вище, ніж в муніципальних конторах.

Як свідчить аналіз фінансово-господарських показників діяльності державних та недержавних підприємств з обслуговування житлового фонду, у першому півріччі 2010 року собівартість утримання квадратного метра приватним підприємством складає 1,30 грн, а державним підприємством – 1,35 грн. Збитки державних підприємств за цей період склали 200 тис. грн, а приватні підприємства отримали прибуток у розмірі 56,6 тис. грн. Надходження коштів за обслуговування житла приватними підприємствами складають 90,2% від нарахованих сум, а у державних підприємств – у середньому 80,2%. До того ж, якість послуг, наданих приватними підприємствами, як правило, набагато вища за якість послуг державних підприємств [6].

Разом з тим, незважаючи на наявні переваги приватного сектора, недержавні підприємства досі не є рівноправними учасниками ринку обслуговування житла, що, звісно, не сприяє розвитку конкурентного середовища в цій сфері.

Органи місцевого самоврядування висувають до приватних підприємців більш жорсткі вимоги при гірших умовах праці, а саме: угоди на обслуговування житлового фонду укладаються не з власником житла, а з державними ЖЕО, яким делеговані контрольні функції, як то: контроль за коштами, звітністю й т.ін. Більш того, нерівномірно виділяються кошти з бюджету на субсидії та пільги.

Необхідність скорочення витрат бюджетних коштів на житлове господарство вимагає пошуку нових форм залучення коштів у цю сферу, і насамперед, приватних коштів. Однією з ефективних форм залучення приватного капіталу у житлове господарство, що активно використовується в інших країнах, є укладення концесійних угод. Поштовхом для розвитку практики застосування концесій у житловому господарстві є прийнятий у 1999 році Закон України “Про концесії”. Концесія - це надання з метою задоволення громадських потреб уповноваженим органом виконавчої влади чи органом місцевого самоврядування на підставі концесійного договору на платній та строковій основі юридичній або фізичній особі (суб'єкту підприємницької діяльності) права на створення (будівництво) та (або) управління (експлуатацію) об'єкта концесії (строкове платне володіння), за умови взяття суб'єктом підприємницької діяльності (концесіонером) на себе зобов'язань по створенню (будівництву) та (або) управлінню (експлуатації) об'єктом концесії, майнової відповідальності та можливого підприємницького ризику [1].

Подальший розвиток ефективного застосування концесій потребує розробки на муніципальному рівні договорів з концесійного управління комунальним майном із чітким розмежуванням прав, обов'язків і відповідальності кожної із сторін.

Особливо перспективно використання концесій у проектах реконструкції застарілих житлових будинків першого масового спорудження (так званих хрущовок). Масове будівництво таких споруд здійснювалось у 1950-1960 рр., й у сучасних умовах вони не лише морально застаріли, не відповідають діючим нормам з площі приміщень, а й витрати на обслуговування цієї значної частки житлового фонду невиправдано великі. На сьогодні розроблені доволі ефективні рішення проблем реконструкції подібних будівель. Наприклад, НВП “Тема” розробила проект реконструкції, сутністю якого є “поглинання” п'ятиповерхівки через зведення на відстані 4-5 метрів від її стін сталевих конструкцій нового будинку. При цьому передбачається перепланування існуючих квартир та обладнання будівлі ліфтом та смітєпроводом. За рахунок цього без суттєвого збільшення території забудівлі загальна площа будинку збільшується з 3,5 тис. до 11,5 тис. м². Також аналогічні схеми розроблені та реалізуються РААСН під керівництвом академіка С.М. Булгакова [2].

В Україні моделі реконструкції подібних будинків сформульовані в Державній програмі реконструкції житла. В результаті реконструкції передбачається підвищити споживчу вартість житла, одночасно з цим відновити 64,4 млн.кв.м житла та одержати додаткове житло за рахунок надбудови обсягом 22,3 млн.кв.м. Це надає можливість забезпечити житлом 1 млн. мешканців, на 12 тис.га зекономити територію під забудову та зменшити на 40% витрати енергії у цих будинках [2].

Подібні проекти здатні викликати зацікавленість з боку інвесторів через те, що за рахунок реконструкції відбувається прирощення житлової площі у 2-3 рази, а це додаткові квартири у районах з вже розвинутою місцевою інфраструктурою. Більш того, для переважної більшості будинків вартість реконструкції становить половину вартості нового будівництва. Зважаючи на відсутність бюджетних коштів на реконструкцію старого житлового фонду та значну потребу населення у житлі, передача у концесію подібних будинків за умов їх реконструкції й подальшого обслуговування дозволяє вирішити проблему задоволення потреби у житлі та необхідності проведення капітальних ремонтів старого житлового фонду.

Безперечно, для цього необхідно усунути перешкоди на шляху розвитку цієї практики реконструкції: недосконалість житлового господарства та нормативно-правової бази з питань відтворення житлового фонду; неефективність управління житловою нерухомістю; недостатньо активні дії з боку держави стосовно залучення інвестицій у реконструкцію житла; складність одержання інформації стосовно проектів реконструкції для зацікавлених сторін.

На наш погляд вдосконалення цього механізму безпосередньо пов'язано з вирішенням проблеми соціального житла.

Подальше розшарування населення рано чи пізно гостро поставить питання про створення фонду соціального житла. Але засобів на це бракує, як і раніше. І замість планомірної і зваженої роботи український народ знову буде вимушений створювати соціальний подвиг. Є передчуття, що допомога зовсім бідним буде надана за рахунок простих бідних. Мова йде про чергові вилучення коштів з державного бюджету, які зібрані з податків.

Тому автор і пропонує терміново приступити до розробки законопроекту про оренду житла, в якому визначити, як нараховуватиметься розмір платежів, де накопичуватимуться кошти, хто і яким чином зможе ухвалювати рішення про витрачання цих коштів і на які статті.

Можливий динамічний варіант розвитку подій навколо соціального житла створить ситуацію, при якій обсяги приватного житла можуть скоротитися, але не в абсолютному вигляді, а у відносному. Логіка дуже проста. При припиненні приватизації житло, побудоване за рахунок місцевого бюджету, буде переводитися до соціального житла чи в розряд загального фонду.

Житло загального фонду даватиме прибуток, який знову буде спрямовуватись на створення нового житла. На ринку оренди виникне умовний "надлишок" орендного фонду, який почне "тиснути" на ринок приватного орендного житла. Прибутковість приватного орендного житла впаде, і нарощування його об'ємів зменшиться.

Частина населення, яка потребуватиме житла, вже не прагнучиме за будь-яких умов отримати власне житло. Для значної частини населення найм може виявитися прийнятнішим, ніж власне житло. Відповідні дані по окремих країнах Європи представлено в табл.1.

Окремою темою є процедура взяття на облік громадян, які потребують поліпшення житлових умов. Існуюча система створена за часів паспортного режиму і розподілу за напрямками молодих фахівців після закінчення ВНЗів. Ці два основні важелі вирішували значною мірою регулювання потоків міграції населення. Зараз введена система реєстрації громадян. Ніяких важелів у влади щодо впливу на чисельність незабезпечених житлом не залишилося, а черга на житло представлена людьми похилого віку. Сама філософія цього питання потребує ґрунтовного перегляду. Повинні бути змінені не тільки процедури і механізми взяття на облік громадян, але істотно переглянуті критерії відбору для взяття на облік.

Таблиця 1 - Частка соціального житла

Країна	Всього, наймане житло (% від загальної площі)	Соціальне житло (% від найманого жилого фонду)
Швейцарія	69	14
Швеція	19	22
Нідерланди	48	38
Данія	45	20
Німеччина	59	3
Франція	38	16
Великобританія	31	21
Фінляндія	28	14
США	33	--

* Джерело: <http://www.uit.nu/> (Міжнародний союз наймачів житла)

Висновки. Виважена державна політика в організації будівництва, розподілі, утриманні житла і управлінні житлово-комунальним господарством повинна орієнтуватися на створення конкурентного середовища і забезпечення умов ефективного ринкового механізму, а також соціальної справедливості.

Проблеми, що виникають через правову невизначеність взаємовідношень житлових підприємств та населення, посилюються через нерозвиненість договірних відносин, фактичну відсутність реально виконуваних договорів найму житлових приміщень.

Процес залучення приватного сектора у житлове господарство здійснюється повільно також через відсутність прозорих та чітких механізмів залучення приватних підприємств у житлове господарство та вибору на конкурсних засадах найкращих з них для обслуговування місцевого житлового фонду, відсутність економічних стимулів для залучення інвестицій до галузі. Для забезпечення необхідних умов активізації підприємницької діяльності у житловому господарстві потрібно:

- створити механізм, коли зібрані в кожному будинку гроші можуть бути витрачені на розсуд співвласників. Подібний механізм забезпечить їх ефективне використання і спонукатиме залучати до обслуговування житлового фонду виробників із більш вигідним співвідношенням якості послуги і ціни. Роль таких конкурентів житлово-експлуатаційних підприємств з їх недорозвиненою матеріальною базою і вічними проблемами здатні виконувати малі підприємницькі структури;

- сформувані інструменти стягування плати за обслуговування житла і прибудинкових територій. Для цього слід продумати механізми заміни житла неплатників на більш дешеве житло. Звісно, подібний крок потребує відмови від популістського ставлення Верховної Ради до сплати населенням за надані послуги. Треба розуміти, що без матеріальної відповідальності споживачів за несплату або несвоєчасну оплату послуг неможливо залучити приватний сектор у житлове господарство;

- забезпечити соціальні гарантії бідним людям, які не в змозі сплатити за житло, оскільки виселяти на вулицю їх не можна. Водночас треба поширювати розуміння того, що громадянин повинен мешкати в такому житлі, яке спроможний оплатити;

- створити вигідні податкові умови для направлення коштів саме у житлову сферу;

- сформувані інститут власника житла, визначити господаря кожного будинку, запроваджуючи ринкові відносини у сфері утримання житлових будинків і прибудинкових територій.

Надалі планується поглибити вивчення засад розвитку підприємництва у житловій сфері у відповідності із конкретними умовами Одеського регіону. *Подальші*

дослідження цієї проблеми передбачають розробку засад формування системи управління житлом на кластерних засадах та визначення меж ефективності обслуговування житлового фонду й законодавче закріплення механізму їх визначення у нормативних актах.

Список літератури

1. Закон України про концесії від 16.07.1999 №997-XIV // Відомості Верховної Ради України. – 1999. - № 41. - С.372.
2. Булгаков С.Н. Концепция реконструкции 5-этажной застройки 60-70-х гг. // Пром. и граждан. стр-во. – 1995. - №7. – С.21-24.
3. Гірняк В. Джерела конституційно-правового регулювання комунальної власності в Україні // Вісник. - Л., 2008. - Вип.38. - С.182–190.
4. Полонин А.В. О необходимости фудита в жилищном хозяйстве // Коммун. х-во городов: Науч. – техн. сб. – Київ: Техніка, 2002. – Вип.41. – С.31-33.
5. Про приватизацію державного житлового фонду : Закон України від 19 червня 1992 року №2482-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1992. - №36. - Ст. 524.
6. Про житловий фонд соціального призначення : Закон України від 12 січня 2006 року №333-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2006. - №19-20. - Ст. 159.
7. Титяев В.И., Полонин А.В. Проблемы и пути реформирования экономики жилищного хозяйства // Коммун. х-во городов: Науч. – техн. сб. – Київ: Техніка, 2001. – Вип.34. – С.95-98.
8. Устименко В.А. Міська власність і міське господарство / НАН України. Інститут економіко-правових досліджень. – Донецьк: ООО «Південь-Схід, Лтд», 2006.– 352 с.
9. Чекіна А. В. Деякі аспекти правового регулювання управління комунальною власністю // Актуальные проблемы управления ресурсами городского развития. - Донецк, 2009. - С.191–194.
10. Чунаєв О. Житлово-комунальне господарство: ситуація з реформуванням: Стан житлово-комунального господарства // Профспілки України. - 2007. - № 5. - С.27 - 33.
11. [http:// www.housing.org.ua](http://www.housing.org.ua). Центр сприяння житловим та муніципальним реформам.

Рыноквые преобразования в обслуживании жилищного фонда. Улыбина В.А.

В статье рассматриваются условия развития конкурентных отношений в сфере обслуживания жилищного фонда, и возможность преодоления отрицательного влияния монополизма в этой отрасли.

Ключевые слова: жилищный фонд, рыночные отношения, рынок жилищных услуг, объединение совладельцев многоквартирных домов (ОСМД), концессия

Market conversions in the maintenance of available housing. Ulybina V.A.

In the article it is examined the conditions for the development of competitory relations in the sphere of the maintenance of available housing, and the possibility of overcoming the negative influence of monopolism in this branch.

The keywords: available housing, market relations, the market for housing services, the association of the coowners of multi-apartment houses (ACMH), concession

ФОРМИРОВАНИЕ АКТУАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ЭКОЛОГИЗАЦИИ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Работа посвящена обзору современных механизмов экологизации морской деятельности, связанному с развитием транспортной инфраструктуры и коммуникаций в экономико-технологическом и организационном аспектах.

Ключевые слова: Эколого-экономические механизмы, Черное море, Европейская Водная директива

Постановка проблемы. Согласно современным исследованиям, освоение морских ресурсов – одно из главных направлений развития мировой цивилизации и экономики в третьем тысячелетии. Сущность морской деятельности ведущих морских держав и большинства государств мирового сообщества в обозримом будущем составляет самостоятельная деятельность и сотрудничество в освоении ресурсов Мирового океана [10]. Морская деятельность - это деятельность в области изучения, освоения и использования морских ресурсов в интересах безопасности, устойчивого экономического и социального развития государства.

Наряду с понятием морской деятельности встает задача формирования морской политики, то есть определения государством и обществом целей, задач, направлений и способов достижения национальных интересов на морском побережье в территориальном море, в исключительной экономической зоне, на континентальном шельфе и в открытом море [10]. Согласно украинскому законодательству, морская хозяйственная (морехозяйственная) деятельность – это процесс получения выгоды от использования ресурсов Азовского и Черного морей, Керченского пролива и других районов Мирового океана для удовлетворения потребностей человека и общества и расширенного воспроизводства природно-ресурсного потенциала Мирового океана [11].

При разработке вопросов обеспечения экологической безопасности развития морской и морехозяйственной деятельности необходимо учитывать следующее: мировой опыт показывает, что в системе функционирования морских портов наибольшее воздействие на окружающую природную среду оказывают береговые объекты портов – 77 % [12].

Современные исследования и публикации. Вопросы экологизации морской и морехозяйственной деятельности рассмотрены в ряде работ Е.Н. Громовой, В.Н. Степанова, Б.В. Буркинського, Р.А. Крыжановского и других ученых [3, 6, 8]. Согласно их разработкам, Украина стоит перед вызовами необходимости предотвращения социально-экономического и политического кризисов и неизбежных процессов как радикальной экологизации всех сфер экономического и общественного развития, прежде всего, промышленности, транспорта, энергетики, так и обусловленных ими формирования нового инструментария и механизмов эффективной реализации новой антикризисной национальной морской политики. Эти вызовы требуют: активизации развития национальной системы экологического управления социально-экономическим и экономико-экологическим развитием; формирования в контексте создания соответствующей законодательной и регламентирующей базы; антикризисных действий по совершенствованию финансово-экономических механизмов, развитие международного

сотрудничества; научного обеспечения организации и реализации системы экологического управления [11]. Однако, отдельные аспекты управления экологизацией на секторальном и на микроуровне остаются до сих пор не решенными.

Целью представленной работы является обзор современных механизмов экологизации морской деятельности, связанной с развитием транспортной инфраструктуры и коммуникаций в экономико-технологическом и экономико-организационном аспектах.

Результаты исследования. Поддержка и развитие морехозяйственной деятельности осуществляются путем: проведения научных исследований, направленных на достижение оптимального соотношения между объемами добычи различных видов живых природных ресурсов в исключительной (морской) экономической зоне Украины и других стран и в открытом море; осуществление разведки, добычи, использования и сохранения живых и неживых природных ресурсов моря, его дна и недр, воздуха над ним; принятия мер к исключению возможности несанкционированного доступа к любым живых и неживых природных ресурсов исключительной (морской) экономической зоны, территориального моря и внутренних морских вод Украины; установления экономически обоснованных сборов и платы за добычи живых и неживых природных ресурсов в исключительной (морской) экономической зоне, территориальном море и внутренних морских водах Украины и пр. [10].

В настоящее время создан вполне надежный для данного этапа функционирования морской деятельности в Украине институциональный базис обеспечения экологизации морехозяйственной деятельности. Этот базис определяется следующим комплексом регулирования и контроля: Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращения загрязнения (МКУБ); образован и успешно действует специализированный орган государственного надзора за выполнением международных и национальных норм и правил, регламентирующих условия безопасности судоходства и предотвращения загрязнения окружающей среды – Главная государственная инспекция Украины по безопасности судоходства (Госфлотинспекция Украины); создано Агентство по осуществлению контроля за подготовкой плавсостава с целью представления соответствующей национальной системы к внесению в списки признанных на международном уровне государств [1].

Формирования экологически сбалансированного развития национальной экономики в любой стране невозможно без экологизации общественного производства в целом. Под экологизацией экономики понимают целенаправленный процесс ее преобразования, ориентированный на уменьшение интегрального экодеструктивного влияния процессов производства и потребления товаров и услуг в расчете на единицу совокупного общественного продукта [9]. Экологизация осуществляется путем создания системы организационных мероприятий, инновационных процессов, реструктуризации сферы производства и потребления, технологической конверсии, рационализации природопользования, трансформации природоохранной деятельности, реализуемых на макро- и микроэкономических уровнях [9].

Важнейшими сущностными параметрами морского потенциала приморских территорий как динамической величины, являются факторы воздействия на потенциал морехозяйственной деятельности приморских территорий, под которыми, необходимо понимать совокупность актуальных явлений, воздействующих на процесс изменчивости морского потенциала приморских территорий и определяющих его отдельные черты. Эти

факторы воздействия определяют характер изменчивости и эволюции, и являются составляющими оценки морского потенциала приморских территорий [4].

Основой для классификаций свойств признаков составляющих факторы воздействия на морской потенциал приморских территорий, являются сектора экономики морехозяйственного комплекса приморской территории. Используя данный секторный подход и различия во влиянии признаков на сектора экономики, можно выделить главные основания по классификации признаков: степень влияния изменчивости признака на морской потенциал приморских территорий для различных секторов экономики (признаки подразделяются на общие и особенные); период влияния изменчивости признака на морской потенциал приморских территорий для различных секторов экономики (признаки подразделяются на короткопериодные, среднепериодные и долгопериодные); степень антропогенного влияния признака на морской потенциал приморских территорий (признаки подразделяются на природные, частично антропогенные и антропогенные; степень влияния признака на морской потенциал приморских территорий различных пространственных уровней.

Представление сущностных характеристик потенциала морехозяйственной деятельности территорий отображено на рис. 1.

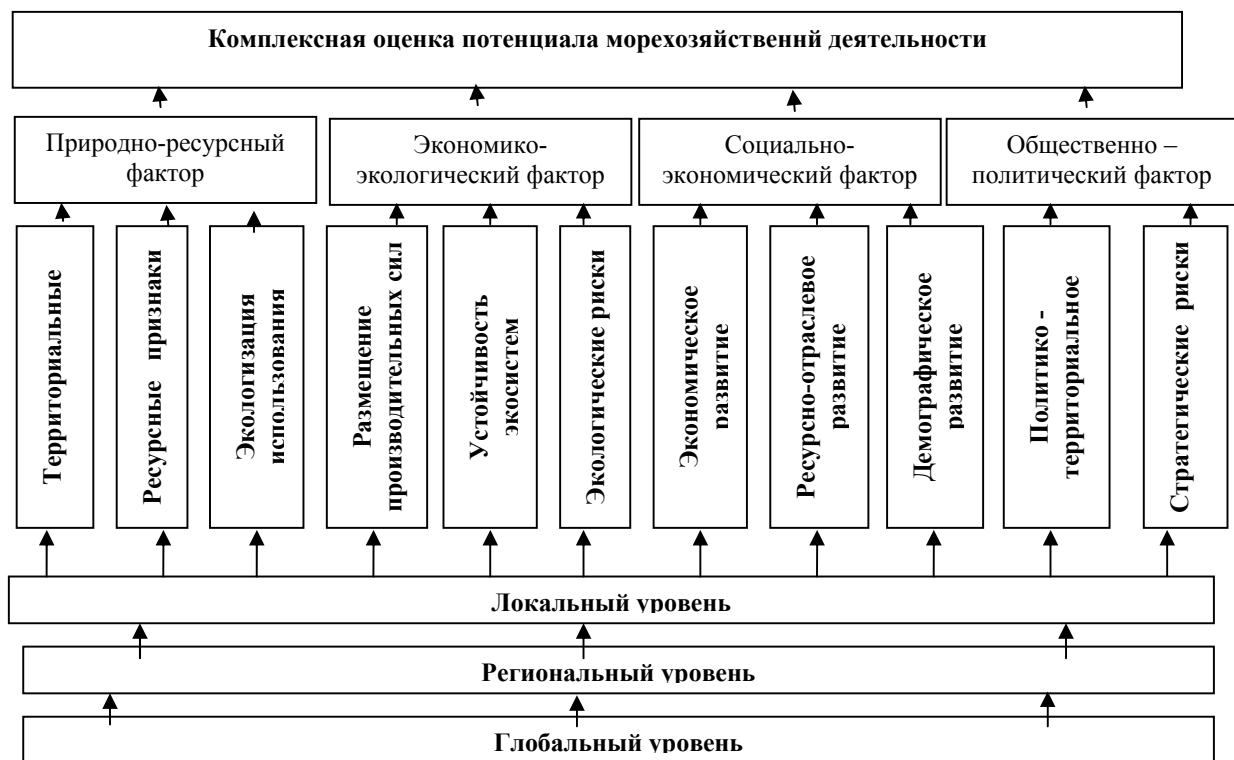


Рис. 1- Структура индикаторов потенциала морехозяйственной деятельности

Важнейшим этапом для каждой морской державы является исследование и оценка уровня безопасности портовых сооружений, включающая: определение и оценка активов и элементов (зон) инфраструктуры, являющихся ключевыми для деятельности порта, безопасности людей и окружающей среды; определение наиболее вероятных потенциальных угроз для этих зон и активов с целью установления приоритетности необходимых мер их защиты; оценку степени уязвимости портовых сооружений путем

определения их незащищенности в физическом отношении, с позиций выполняемых процедур, наличия защитных систем, связи, транспорта и т.п. [2].

В сфере проектной деятельности в транспортном секторе предлагается выделить следующие критерии экологизации: энергоемкость, количество отходов (жидкие, газообразные, твердые), выбросы, способные повлиять на глобальные проблемы (изменение климата), токсичные материалы, оценку процессов экологической деструкции, с учетом влияния на экосистемы, на биологические объекты и биоразнообразия, оценку экологической деструкции по ландшафтов; негативное психологическое воздействие, факторы опасности (взрывов, разливов). Данные показатели могут быть отнесены к тоннажу, мощности двигателей, расходов на км перевозки и соответствующие экономические издержки (предотвращение, смягчение, ликвидация последствий) [5].

Основные направления решения проблем предотвращения загрязнения на водном транспорте: разработка единых требований в области водной политики (экологическая защита водоемов), включая специальные вопросы по экологии для инфраструктурных проектов, а также трансграничная система сбора и утилизации отходов с судов; разработка единого плана связи, оповещения и координации для борьбы с возможными аварийными разливами нефтепродуктов; обеспечение экологичности судоходства модернизации главных и вспомогательных двигателей судов за счет: применение эффективных видов топлива; применение методов селективного каталитического редуцирования для снижения содержания окислов азота; внедрение биодизеля и смеси для снижения содержания углекислого газа.

В настоящее время существует целый ряд нерешенных либо недостаточно решенных задач в этом направлении. К ним, в частности, относятся: внедрение систем экологического менеджмента, включая аудит; разработка и внедрение систем качества окружающей среды на основе международных стандартов ISO-14000; выбор и экологическая экспертиза мест размещения морских свалок на расстоянии оптимального удаления от объектов ремонтного и капитального дноуглубления; создание и внедрение совершенных систем очистки ливневых и бытовых стоков до норм технической воды; установление в законодательном порядке «зон отчуждения» для подходящих путей, подводных отвалов грунта, а также для отдельных портовых объектов в дополнение к отведенным им акваториям, на которые не должны распространяться требования нормативов качества водной среды рыбохозяйственных объектов; упорядочение вопросов контроля за сбросами изолированного балласта с судов с учетом биозагрязнения акваторий; гармонизация процедур прохождения грузов через экологические таможенные пункты и установление рациональных размеров платежей; четкое нормативное определение понятий нетрадиционного груза (включая терминологическое определение) и условий научно-экологического сопровождения процессов экспериментальных перегрузок; создание систем экологического мониторинга и ликвидации разливов нефти на морских нефтяных терминалах и акваториях портов и др. [2].

Важным принципом системы управления экологической безопасностью в портовом хозяйстве является проведение мониторинга. Предупреждающий мониторинг включает в себя: проверку соответствия законодательным и нормативным актам; проверку состояния окружающей среды в подразделениях порта; экологический мониторинг (лабораторные исследования атмосферы, грунтов в зоне производственной деятельности порта и на границе санитарно-защитной зон, донных отложений, акватории порт, воды и стоков, радиационный контроль и т.д.); мониторинг производственной среды [1].

Важное значение в предупреждении и своевременной ликвидации последствий

аварийных ситуаций имеет достоверная и систематическая информация о состоянии окружающей среды и взаимосвязанной с ней техногенной сферы. Информационная система является основанием для своевременного определения экологически опасных процессов и тенденций как на стадии профилактики, так и при выработке адекватных мер реагирования на уже произошедшие аварийные ситуации. Сдерживающим фактором в развитии этой важной составляющей системы обеспечения экологической безопасности функционирования отечественных морских портов являются неудовлетворительный уровень обеспечения органов управления и контроля достоверной и полной экологической информацией; недостаточность системной нормативно-правовой базы в области экологической безопасности; общее отставание отечественных информационных технологий [9].

С целью повышения безопасности морской деятельности, согласно Международного кодекса по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнения моря (МКУБ), каждое предприятие морехозяйственного комплекса (прежде всего, судоходные компании), должно разработать и внедрить у себя систему управления безопасностью (СУБ) [7]. Эта система призвана обеспечить выполнение обязательных правил и норм по безопасной эксплуатации судов, безопасным условиям работы людей, по защите от всех выявленных рисков, по подготовке берегового и судового персонала к аварийным ситуациям, связанным как с безопасностью, так и с охраной окружающей среды. Прогнозные оценки показывают, что введение МКУБ позволит существенно сократить показатель частоты аварий на море и в портах, составляющий в настоящее время 1 на 1000 судов.

Выводы. Транспортная политика любого государства определяет важнейшие направления развития транспорта и его инфраструктуры одновременно и в современных условиях и в перспективе. Основу такой политики должны составлять приоритеты в создании надлежащих условий для удовлетворения общественных потребностей в перевозках пассажиров и грузов. В транспортной политике необходимо всесторонне и полно учитывать то обстоятельство, что общественная потребность в перевозках может удовлетворяться за счет различных известных транспортных средств: наземных, водных, воздушных. Однако, техническое состояние большинства из них не соответствует требованиям экологической безопасности.

В сфере проектной деятельности в транспортном секторе предлагается выделить следующие критерии экологизации: энергоемкость, количество отходов (жидкие, газообразные, твердые), выбросы, способные повлиять на глобальные проблемы (изменение климата), токсичные материалы, оценку процессов экологической деструкции, с учетом влияния на экосистемы, на биологические объекты и биоразнообразия, оценку экологической деструкции по ландшафтов; негативное психологическое воздействие, факторы опасности (взрывов, разливов).

Развитие экологически чистых видов транспорта, его экологизация должны стать главным приоритетом в транспортной политике. К сожалению, в транспортной политике Украины в современных условиях преобладают экономические и хозяйственные приоритеты. Вопросы их гармонизации и составляют программу дальнейших исследований по данному вопросу.

Список литературы

1. Бердников И.А. Организация управления экономико-экологической безопасностью морских портов Украины // Экономико-экологическая безопасность морехозяйственной деятельности / Год ред. Б.В. Буркинского, В.Н. Степанова. – Одесса: ИПРЭИ НАН Украины, 2007. – 453 с.
2. Бланк Ю., Мельник А. Организационно-экономические механизмы обеспечения безопасности в портах // Судоходство. – 2003. , – № 11-12. – С. 33-35.
3. Буркинский Б.В., Громова Е.Н., Степанов В.Н. и др. Управление морским природопользованием в Украине. – Одесса: ИПРЭИ НАН Украины, 2001. – 280 с.
4. Гогоберидзе Г.Г. Методология и методы оценки морского потенциала приморских территорий: автореф. дис. на соиск науч. ст. канд. экон. наук: спец. 08.00.14 – «Мировая экономика – Москва, 2009. – 20с.
5. Громадське бачення участі України в Європейській стратегії розвитку Дунайського регіону / Зіновій Бройде, Олена Кравченко, Олег Дьяков, Ольга Мелень, Олег Рубель, Ігор Студенніков, Наталія Чижмакова // Екологія Право Людина, 2009. - № 8 (48). – С.69-129.
6. Громова Е. Н., Харичков С.К., Крыжановский Р.А., Степанов В.Н., Галушкина Т.П. и др. Методические рекомендации по определению арендной платы за морские акватории. Препр. НАН Украины, ИПРЭИ, Одесса, 1996. — 45 с.
7. Європейська угода про міжнародне перевезення небезпечних вантажів внутрішніми водними шляхами (ВОПОГ) / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: (<http://www.unec.org/trans/danger/adn-agree.html>)
8. Мельник А.Ю., Чернышев А.С. Разработка концепции информационного обеспечения системы экологической безопасности // Материалы IV международной научно-практической конференции «Проблемы экологической безопасности и развития морехозяйственного и нефтегазового комплексов» (г. Севастополь, 30 августа – 3 сентября 2004 г.). – Одесса, 2004. – С. 145-163.
9. Мельник Л.Г. Экологическая экономика: Учебник. – Сумы: Изд-во «Университетская книга», 2001. – 350с.
10. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 года. / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.scrf.gov.ru/documents/18/34.html>
11. Постанова КМ "Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року" від 07.10.2009 N 1307 / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009->
12. Семина Н.В. Эколого-экономические аспекты системы менеджмента окружающей среды государственного предприятия «Морской торговый порт Южный» // Развитие предприятий морехозяйственного и нефтегазового комплексов. Материалы V Международной научно-практической конференции. - Одесса-Южный: Изд-во «Друк», 2006. – С. 44-47.

Формування актуальних механізмів екологізації морської діяльності. Павленко О.П.

Робота присвячена огляду сучасних механізмів екологізації морської діяльності, пов'язаному з розвитком транспортної інфраструктури і комунікацій в економіко-технологічному та економіко-організаційному аспектах

Ключові слова: Еколого-економічні механізми, Чорне море, Європейська Водна директива

Actual mechanisms formation of marine environmental activities. Pavlenko O.P.

The work is a survey of modern mechanisms of marine environmental activities associated with the development of transport infrastructure and communications in the economic- technological and economic- organizational aspects.

Keywords: Environmental-economic mechanisms, the Black Sea, the European Water Directive.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Разработаны методические основы определения экономической результативности природоохранной деятельности на основе определения соотношения между исходным и предотвращенным экономическими ущербами от производственно-хозяйственной и природоохранной деятельности.

Ключевые слова: *устойчивость, природоохранная деятельность, экономический ущерб.*

Введение. Статистика показывает, что мощность негативного воздействия на природные сферы удваивается каждые десять-тринадцать лет.

Природоохранная деятельность позволяет обеспечить улучшение экологической ситуации в развитии всех элементов экономико-хозяйственных систем [3]. Проведенные исследования показали, что устойчивое, безопасное и сбалансированное развитие экономико-хозяйственных систем может быть достигнуто только при широком использовании достижений науки и техники в развитии производительных сил и в природоохранной деятельности, при этом необходимо учитывать ограниченность в наличии природных и энергетических ресурсов [4].

Нарушение устойчивости, безопасности и сбалансированности в развитии указанных систем приводит к возникновению различного рода кризисных явлений [5].

Цель исследования. Целью данного исследования является разработка методологических основ определения экономической результативности природоохранной деятельности на основе определения соотношения между исходным и предотвращенным экономическими ущербами от производственно-хозяйственной и природоохранной деятельности в регионах Украины.

Методы исследования. Методологической основой исследований являются теоретические положения экономической науки, методологические основы теории экономических ущербов от производственно-хозяйственной деятельности в экономическом регионе, экономические основы природоохранной деятельности, а также результаты исследований украинских и зарубежных учёных [1-5].

Результаты исследований и их анализ. Экономическая эффективность означает результативность, т.е. соотношение между результатами и обеспечившими их затратами на природоохранные мероприятия. Оценка экономической эффективности затрат на охрану окружающей среды необходима для наиболее рационального использования ограниченных материальных и финансовых ресурсов. Она служит:

- для оценки уже полученных выгод (или невыгод);
- выбора наиболее целесообразного варианта природоохранного проекта;
- определения объема затрат, необходимых для достижения оптимальных эколого-экономических результатов.

Экономический эффект, или результат природоохранных затрат, проявляется в предотвращении экономического ущерба от техногенного воздействия предприятия на окружающую среду и получении дополнительного дохода в результате улучшения производственной деятельности предприятий в условиях более благоприятной экологической обстановки.

Производственно-хозяйственная система может быть представлена как совокупность следующих подсистем: экономической, экологической и социальной.

Экономическая подсистема состоит из всех видов производственной деятельности, представляющей совокупность всех предприятий, выпускающих готовую продукцию, а также включающую все хозяйственные предприятия, оказывающие соответствующие услуги основным предприятиям, выпускающим готовую продукцию и необходимые хозяйственные услуги населению.

Экологическая подсистема включает все виды природных ресурсов, а также три природные сферы (атмосферу, гидросферу и литосферу).

Социальная подсистема включает все виды социально-бытовой деятельности населения данного экономического региона.

Проведённые исследования показали, что ущерб $(Q_{ущ}^{сист})$ производственно-хозяйственной системе от осуществления в регионе производственной, хозяйственной и социально-бытовой деятельности состоит из экономического $(Q_{ущ}^{эк})$, экологического $(Q_{ущ}^{экол})$ и социального $(Q_{ущ}^{соц})$ ущербов (1)

$$Q_{ущ}^{сист} = Q_{ущ}^{эк} + Q_{ущ}^{экол} + Q_{ущ}^{соц} . \quad (1)$$

Проведённые исследования показали, что в Украине ежегодный суммарный ущерб от нерационального использования природных ресурсов, от загрязнения природных сфер, от нерациональной социально-бытовой деятельности населения составляет до 9% от объёма валового национального продукта [6].

Так в 2011 году только экономический ущерб от сброса в водные объекты Украины загрязнённых сточных вод составил более 60 млрд гривен, а от поступления вредных веществ в атмосферу экономический ущерб составил почти 40 млрд гривен. От образования и от поступления в природную среду твёрдых отходов ущерб составил более 16 млрд гривен.

Выполненные исследования показали, что ущерб от негативного воздействия на природные сферы со стороны производственной, хозяйственной и бытовой деятельности может быть существенно уменьшен при развитии природоохранной деятельности.

При разработке основных направлений развития природоохранной деятельности необходимо учитывать ограничения по соблюдению требований, не допускать превышения пределов возможности восстановительных процессов в природных сферах. При этом необходимо не обострять негативные противоречия, вызываемые в природных сферах производственной, хозяйственной и бытовой деятельностью на территории экономических регионов с естественными закономерностями и естественным равновесием, чтобы не способствовать появлению и развитию необратимых процессов в окружающей среде. Для предотвращения возникновения различных конфликтных ситуаций необходимо иметь прогнозы, которые дали бы возможность предвидеть характер последствий реализации разрабатываемых направлений природоохранной деятельности. Необходимо также учитывать, что в достижении оптимального снижения значений ущербов необходимо обеспечить правильное использование достижений науки и техники, так как научно-технический прогресс представляет собой тесно связанное поступательное развитие науки и техники с постоянным воздействием на природные сферы. Использование достижений научно-технического прогресса обеспечивает развитие и преобразование средств труда, взаимоотношение людей в процессе производственной, хозяйственной и социально-бытовой деятельности. Необходимо при этом также учитывать, что научно-технический прогресс представляет собой средство решения важнейших социальных задач, способствует изменению условий труда, способствует росту производительности труда, снижению негативного воздействия на природную среду, обеспечивает условия

преодоления различия между умственным и физическим трудом, способствует изменению роли человека в процессе производства, обеспечивает переход от экстенсивного к интенсивному типу производственной и хозяйственной деятельности.

Природоохранная деятельность должна развиваться на основе реализации комплексных природоохранных программ, предусматривающих охрану от негативного воздействия со стороны производственных и хозяйственных объектов всех природных сфер.

Как показывают результаты исследований, при осуществлении природоохранной деятельности наиболее результативным будет включение непосредственно в технологические процессы соответствующих природоохранных агрегатов и систем, а также систем повторного использования сырьевых ресурсов и различного вида отходов.

При осуществлении природоохранной деятельности необходимо предусмотреть поддержание соответствующих систем и агрегатов в работоспособном состоянии и обслуживание их высоко квалифицированным персоналом.

В настоящее время наиболее перспективными в природоохранной деятельности признаны следующие направления [6]:

- уменьшение количества потребляемых в производственной и хозяйственной деятельности природных ресурсов;
- снижение энергопотребления во всех сферах производственной и хозяйственной деятельности;
- разработка и освоение новых малоотходных технологий и приемов трудовой деятельности;
- модернизация используемых в производственной и хозяйственной деятельности технологических агрегатов, замена их на более совершенные.

При осуществлении природоохранной деятельности снижается ущерб от развития подсистем производственно-хозяйственной системы (предотвращенный ущерб): для экономической подсистемы на величину $(Q_{уц.}^{эк})_{пред.}$; для экологической подсистемы $(Q_{уц.}^{экол})_{пред.}$; для социально-бытовой подсистемы $(Q_{уц.}^{соц.})_{пред.}$. Для производственно-хозяйственной системы в целом предотвращенный ущерб $(Q_{уц.}^{сист})_{пред.}$ определяется как сумма предотвращенных ущербов для всех подсистем, т.е.

$$(Q_{уц.}^{сист})_{пред} = (Q_{уц.}^{эк})_{пред} + (Q_{уц.}^{экол})_{пред} + (Q_{уц.}^{соц.})_{пред}. \quad (2)$$

Реальные значения предотвращенных ущербов зависят от величины реальных затрат на развитие соответствующих подсистем, эффективности использования этих затрат, наличия времени запаздывания в проявлении результатов природоохранной деятельности. Указанные факторы при определении значений предотвращенных ущербов должны учитываться соответствующими коэффициентами: для экономической подсистемы коэффициентом $\alpha^{эк.}$; для экологической подсистемы коэффициентом $\alpha^{экол.}$; для социальной подсистемы коэффициентом $\alpha^{соц.}$.

Указанные выше необходимые значения затрат для развития экономической подсистемы $Q_{необ}^{эк}$; экологической подсистемы $Q_{необ}^{экол}$; социальной подсистемы $Q_{необ}^{соц}$ и системы в целом $Q_{необ}^{сист}$ определяются ведущей подсистемой в соответствии с имеющимися сведениями о значениях этих затрат в мировой

экономической системе или в соответствии с рекомендациями соответствующих экспертов.

Реальные значения затрат на природоохранную деятельность для экономической подсистемы $(Q_p^{эк})_{нд}$, для экологической подсистемы $(Q_p^{экол})_{нд}$, для социально-бытовой подсистемы $(Q_p^{соц})_{нд}$ определяются в соответствии со значениями соответствующих статей в принятых бюджетах всех уровней, а также в соответствии с поступлениями средств из других источников финансирования природоохранной деятельности. Общие возможные реальные затраты на природоохранную деятельность в экономическом регионе $(Q_p^{сист})_{нд}$ определяются в соответствии с формулой (3)

$$(Q_p^{сист})_{нд} = (Q_p^{эк})_{нд} + (Q_p^{экол})_{нд} + (Q_p^{соц})_{нд} \quad (3)$$

Коэффициенты экономической обеспеченности природоохранной деятельности для экономической составляющей производственно-хозяйственной системы $K_{эк}^{об}$, для экологической составляющей производственно-хозяйственной системы $K_{экол}^{об}$, для социально-бытовой составляющей производственно-хозяйственной системы $K_{соц}^{об}$, определяются по формулам (4-6)

$$K_{эк}^{об} = \frac{(Q_p^{эк})_{нд}}{Q_{необ}^{эк}}, \quad (4)$$

$$K_{экол}^{об} = \frac{(Q_p^{экол})_{нд}}{Q_{необ}^{экол}}, \quad (5)$$

$$K_{соц}^{об} = \frac{(Q_p^{соц})_{нд}}{Q_{необ}^{соц}}. \quad (6)$$

Коэффициент экономической обеспеченности природоохранной деятельности всей производственно-хозяйственной системы $K_{сист}^{об}$ определяется по формуле (7)

$$K_{сист}^{об} = \frac{(Q_p^{сист})_{нд}}{Q_{необ}^{сист}}. \quad (7)$$

Коэффициенты результативности природоохранной деятельности экономической составляющей производственно-хозяйственной системы $(K_{эк}^{рез})_{нд}$, экологической составляющей производственно-хозяйственной системы $(K_{экол}^{рез})_{нд}$, социально-бытовой составляющей производственно-хозяйственной системы $(K_{соц}^{рез})_{нд}$ определяются по формулам (8-10):

$$(K_{эк}^{рез})_{нд} = \frac{(Q_{уц}^{эк})_{нр}}{Q_{уц}^{эк}}, \quad (8)$$

$$(K_{экол}^{рез})_{нд} = \frac{(Q_{уц}^{экол})_{нр}}{Q_{уц}^{экол}}, \quad (9)$$

$$\left(K_{соц}^{рез}\right)_{нд} = \frac{\left(Q_{уц}^{соц}\right)_{пр}}{Q_{уц}^{соц}} . \quad (10)$$

Коэффициент результативности природоохранной деятельности всей производственно-хозяйственной системы $\left(K_{сист}^{рез}\right)_{нд}$ определяется по формуле (11)

$$\left(K_{сист}^{рез}\right)_{нд} = \frac{\left(Q_{уц}^{сист}\right)_{пр}}{Q_{уц}^{сист}} . \quad (11)$$

Из всего сказанного выше следует, что результативность природоохранной деятельности для всей производственно-хозяйственной системы, а также всех её составляющих подсистем (экономическая, экологическая и социальная) определяется через финансовую обеспеченность всех запланированных соответствующих природоохранных мероприятий экономического, экологического и социального характера, а также через оптимальность состава этих мероприятий. Только при соблюдении указанных условий можно обеспечить максимальное значение предотвращённого ущерба как в самой производственно-хозяйственной системе, так в её составляющих подсистемах.

Коэффициенты экономической обеспеченности природоохранной деятельности, а также коэффициенты результативности природоохранной деятельности могут меняться от 0 до 1 в зависимости от складывающихся ситуаций. Если какой-либо коэффициент экономической обеспеченности принимает нулевое значение, то это свидетельствует о полном отсутствии экономической обеспеченности природоохранной деятельности в соответствующей подсистеме (или самой системы). В этом случае и соответствующий коэффициент результативности природоохранной деятельности будет равен нулю. Если какой-либо коэффициент экономической обеспеченности природоохранной деятельности принимает значение 1, то это свидетельствует о том, что природоохранная деятельность в соответствующей подсистеме или системе в целом полностью обеспечена необходимыми финансами и прочими средствами. Однако это ещё не свидетельствует о том, что коэффициент результативности природоохранной деятельности будет равен 1, так как на значение этого коэффициента существенное влияние оказывает оптимальность подбора соответствующих природоохранных мероприятий.

Природоохранная деятельность позволяет выявить скрытые резервы в обеспечении всех подсистем природными и энергетическими ресурсами, за счёт снижения поступления в природные сферы загрязняющих веществ, а также за счёт снижения удельных расходов, обеспечивающих соответствующие подсистемы необходимыми природными ресурсами и энергоресурсами на основе широкого использования вторичного сырья, замкнутых технологических циклов, передовых технологий и приемов работы, обновления основных средств.

Выводы.

1. В настоящее время решение задач обеспечения результативной природоохранной деятельности занимает одно из первых мест при формировании условий развития экономической, экологической и социальной деятельности человеческого общества.

2. Увеличение антропогенной нагрузки на природные сферы в последние десятилетия привело к глобальной деградации природных экосистем.

3. Использование в производственной и хозяйственной деятельности морально устаревшего и физически изношенного оборудования и устаревших приёмов работы привело к нерациональному расходованию природных ресурсов, к интенсивному

расходуванню енергетических ресурсів, водних, земельних, лісних і других видів природних ресурсів.

4. Возникшая и развивающаяся кризисная экономико-экологическая ситуация в стране связана с тем, что используемые в производственной и хозяйственной деятельности технологии и приёмы работы ориентированы на экстенсивный способ деятельности, кроме того экономические стимулы действуют недостаточно эффективно, а также не осуществляется в должной мере материально-техническое и финансовое обеспечение природоохранной деятельности.

5. Материально-финансовое обеспечение природоохранной деятельности играет решающую роль в результативности этого вида деятельности за счёт использования современных технологий, снижающих негативное действие производственной и хозяйственной деятельности на природные среды, повышающих эффективность использования природных и энергетических ресурсов, снижения отходоёмкости всех видов деятельности, а также затрат на изготовление готовой продукции.

Список литературы

1. Буркинский Б.В. Экономико-экологические основы регионального природопользования и развития / Буркинский Б.В., Харичков С.К., Степанов В.Н..- Одесса: Феникс, 2005.- 575 с.
2. Буркинский Б.В. Инвестирование природоохранной деятельности / Буркинский Б.В., Ковалёва Н.Г., Ковалёв В.Г., Степанов В.Н. и др. - Одесса: ИПРЭИ НАН Украины, 2002.- 224 с.
3. Прогнозирование ресурсно-экологических и экономических трансформаций (на примере приморских регионов) / Под ред. Буркинского Б.В., Степанова В.Н. - Одесса: ИПРЭИ НАН Украины, 2004.- 425 с.
4. Рекиш А.А. Экономические, экологические, социальные основы разработки оценок направления развития экономико-экологических систем. — Одесса: Изд-во ОХГУ, 2010. - 125 с.
5. Лацко Р. Экономические проблемы окружающей среды /Лацко Р.-М.: Наука, 2004.- 256 с.
6. Ковалёв В.Г., Сербов Н.Г., Рекиш А.А. Производственно-хозяйственная и природоохранная деятельность в водных бассейнах Украины. - Одесса: Полиграф, 2011.- 105 с.

Методичні основи результативності природоохоронної діяльності.

Ковальов В.Г., Рекіш А.О., Колонтай С.М.

Розроблені методичні основи визначення економічної результативності природоохоронної діяльності на основі визначення співвідношення між початковим і відверненим економічними збитками від виробничо-господарської і природоохоронної діяльності.

Ключові слова: *стійкість, природоохоронна діяльність, економічний збиток.*

Methodical bases of effectiveness of nature protection activity.

Kovalov V., Rekish A., Kolontay S.

Methodical bases of determination of economic effectiveness of nature protection activity are worked out on the basis of determination of betweenness initial and prevented by economic damages from productively economic and nature protection activity.

Keywords: *firmness, nature protection activity, economic loss.*

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО КЛІМАТУ В УКРАЇНІ

Розглянуто інвестиційний клімат України; чинники, що перешкоджають отриманню необхідних обсягів інвестиційних ресурсів; надано пропозиції щодо покращення інвестиційного клімату України.

Ключові слова: інвестиції, інвестиційний клімат, іноземні інвестиції, конкурентоспроможність.

Вступ. На сучасному етапі розвитку національної економіки при різноманітні складних кризових економічних процесів і взаємовідносин між підприємствами, фінансовими інститутами, державами на внутрішньому і зовнішньому ринках гострою проблемою є ефективне інвестування капіталу з метою його збільшення. Саме від рівня інвестицій залежить процес економічного зростання, тому що вони є невід'ємною умовою структурних зрушень у народному господарстві, технічного прогресу, підвищення показників господарської діяльності суб'єктів господарювання та виходу держави з економічної кризи.

Забезпечення надходжень коштів із внутрішніх, а також зовнішніх джерел, можливо завдяки створенню сприятливого інвестиційного клімату в країні. Залучення іноземних інвестицій для потреб національної економіки стає індикатором міжнародної привабливості країни, показником якості інвестиційного середовища для інвесторів та конкурентоспроможності економіки країни на міжнародному ринку капіталів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням даної проблеми займалися багато вчених та науковців: А.П. Гайдуцький, А.П. Іванов, Б.В. Погрішук, Д.А. Епштайн, Д.А. Харрісон, Дж.Б. Томпсон, К.Е. Мейер, О.В. Носова; питання залучення іноземних інвестицій та створення сприятливого інвестиційного клімату України розглядали такі вчені, як: А.С. Музиченко, А.В. Філіпенко, В.М. Комаров, В.С. Лановий, І.О. Бланк, М.В. Мельник, М.Б. Дацишин, Б.В. Гунський, С.О. Гуткевич тощо.

Метою статті є розкриття поняття «інвестиційний клімат», визначення сучасного стану інвестиційного клімату в Україні та з'ясування можливих напрямків його покращення.

Результати дослідження. Термін «інвестиції» прийшов в українську економіку в період її переходу від адміністративних до ринкових відносин. Згідно Закону України «Про інвестиційну діяльність» «інвестиціями є всі види майнових та інтелектуальних цінностей, які вкладаються в об'єкти підприємницької та інших видів діяльності, в результаті чого створюється прибуток (дохід) або досягається соціальний ефект» [7].

Капітальні інвестиції в економіку України за 2011 р. становили 259,93 млрд.грн. [3]. Таким чином, у порівнянні з аналогічним періодом 2010 р., вони зросли на 37,4%. Розмір інвестицій в основний капітал показав зростання на 22,4% - до 209,13 млрд.грн. Найбільше інвестицій в основний капітал було освоєно в промисловості – 86,31 млрд.грн (36,2% від загального обсягу).

Основним джерелом фінансування стали власні кошти підприємств і організацій – 152,28 млрд.грн. (58,6%). Кредити банків склали 42,32 млрд.грн (16,3%), кошти державного бюджету – 18,39 млрд.грн. По регіонах найбільше освоєно капітальних

інвестицій в Києві – 47,17 млрд.грн. (18,2% від загального обсягу), Донецькій області – 27,34 млрд.грн. (10,5%) і Дніпропетровській області – 22,26 млрд. грн. (8,6%) [3].

Але все ж розмір капітальних інвестицій України є незадовільним, тому країні необхідно залучати іноземні інвестиції. За даними Державної служби статистики у січні-червні 2012 року в економіку України іноземними інвесторами вкладено 3,64 млрд.дол. США прямих інвестицій. Станом на 1 липня 2012 року загальний обсяг прямих іноземних інвестицій, внесених в Україну (кумулятивно), склав 52,4 млрд.дол. США, що в розрахунку на одну особу становить понад 1 тис.дол. США, в той час як в розвинених країнах цей показник становить в Бельгії — 18,5 тис.дол.; в Швейцарії — 15,2 тис.дол.; в Нідерландах — 14,2 тис. дол. У США ж вартість прямих іноземних інвестицій на душу населення становить 12 тис. дол. [3].

До десятки основних країн-інвесторів, на які припадає 83% загального обсягу прямих інвестицій, входять: Кіпр, Німеччина, Нідерланди, Російська Федерація, Австрія, Франція, Велика Британія, Віргінські Острови (Брит.), Швеція, Швейцарія та Сполучені Штати Америки.

Сукупність політичних, соціально-економічних, фінансових, соціокультурних, організаційно-правових і географічних чинників, наявних у тій чи іншій країні, що визначають ступінь ризику капіталовкладень і можливість їх ефективного використання та залучають або відштовхують інвесторів, прийнято називати інвестиційним кліматом (рис.1) .

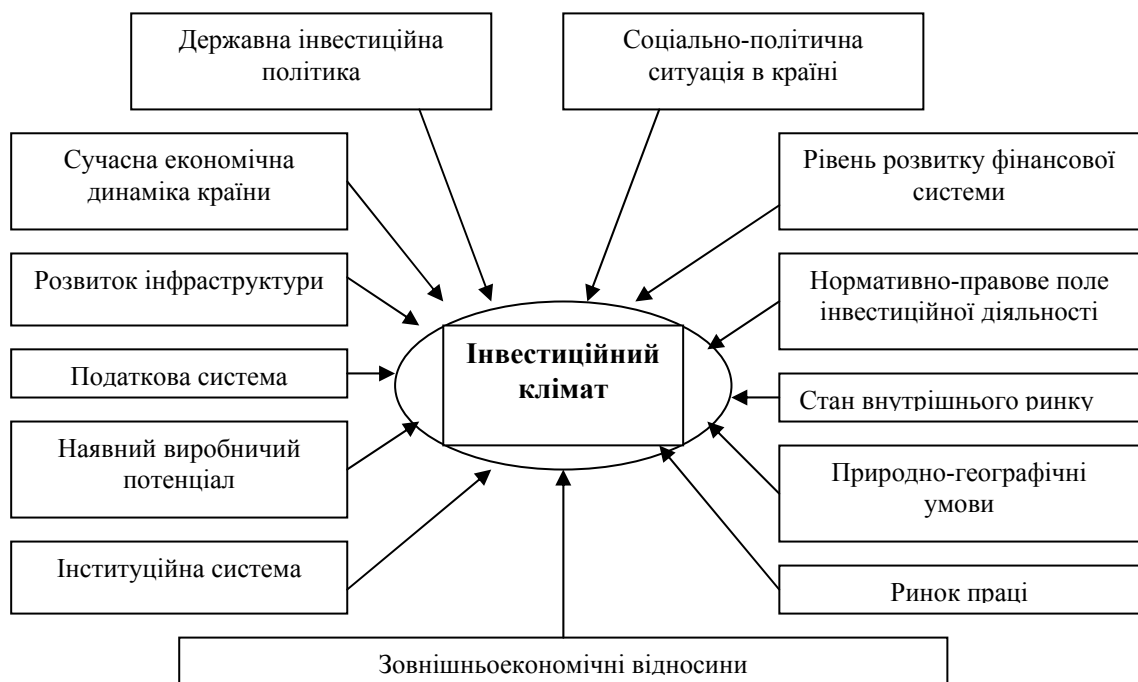


Рис.1 - Чинники, що впливають на формування інвестиційного клімату

Для України інвестиційний клімат є одним із основних факторів забезпечення її сталого розвитку, що означає перехід усього господарства країни на режим стабільного соціально-економічного розвитку.

Потенційно наша країна, володіючи значним внутрішнім ринком, розгалуженим промисловим і сільськогосподарським потенціалом, багатими та різноманітними

природними ресурсами, а також вигідним геополітичним розташуванням, може стати одним із провідних європейських реципієнтів інвестицій. Це можливо завдяки успадкуванню потужної інфраструктури виводу добутої сировини, металів, хімічних добрив та зернових на світові ринки (нафто- і газопроводи, портове господарство, залізниця тощо). Водночас в країні поки що невисока, порівняно з розвиненими країнами, частка оплати праці у ВВП. Отже Україна здатна абсорбувати додатковий капітал, маючи, по-перше, людські ресурси (трудоі, управлінські, адміністративні), що володіють навичками, необхідними для перетворення інвестиційних засобів (заощаджень) у реальні інвестиції, по-друге – ефективний платоспроможний попит на продукцію, вироблену в результаті інвестицій.

Характеризуючи сучасний стан інвестиційної активності в Україні, можна зазначити, що на даний момент наша держава не здобула серйозних досягнень у забезпеченні національної конкурентоспроможності та створенні сприятливого інвестиційного клімату. Про це свідчать рейтинги інвестиційної привабливості, які базуються на макроекономічних показниках та статистичних даних.

Так у 2011 році за підсумками рейтингу Doing Business, який присвячений діяльності національних малих та середніх підприємств та оцінці нормативних актів, що регулюють їхню діяльність впродовж всього життєвого циклу, серед 183 країн світу Україна посіла 149 місце, а в 2012 році – 152 місце. Причиною цього стало зниження рейтингів України за категоріями «реєстрація власності», «кредитування», «захист інвесторів» та «міжнародна торгівля». Натомість, у порівнянні з 2011 роком країні вдалось зайняти більш високі позиції за показниками «реєстрація підприємств», «отримання дозволів на будівництво» та «вирішення неплатоспроможності». Рейтинги України за «підключенням до системи енергопостачання», «сплатою податків» та «забезпеченням виконання контрактів» залишились без змін (табл.1) [4].

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика показників України (Doing Business)

Рейтинг за категоріями	2012 рік	2011 рік	Зміна рейтингу
Реєстрація підприємств	112	118	+6
Отримання дозволів на будівництво	180	182	+2
Підключення до системи енергопостачання	169	169	Без змін
Реєстрація власності	166	165	-1
Доступ до кредитів (кредитування)	24	21	-3
Захист прав інвесторів	111	108	-3
Система оподаткування	181	181	Без змін
Міжнародна торгівля	140	136	-4
Забезпечення виконання контрактів	44	44	Без змін
Вирішення неплатоспроможності	156	158	+2

Крім рейтингу Doing Business ряд міжнародних організацій теж проводять оцінку економічного та соціального розвитку країн. У табл. 2 наведемо перелік таких організацій і місце, яке посідає Україна, у відповідних рейтингах [4].

Таблиця 2 - Рейтинг України у 2012 році за оцінками міжнародних організацій

Організація	Основний рейтинг (індекс)	Місце України
Світовий банк	Рейтинг ведення бізнесу	152 зі 183
Всесвітній економічний форум у Давосі	Індекс конкурентоспроможності економічного зростання	82 зі 142
	Індекс залучення країн у міжнародну торгівлю	71 зі 121
Програма розвитку людства ООН	Індекс людського розвитку	69 зі 169
Конференція ООН з торгівлі й розвитку ЮНКТАД	Індекс торгівлі і розвитку	37 зі 123
Аудиторська фірма PricewaterhouseCoopers	Рейтинг країн за рівнем складності податкової системи	177 зі 178
Центр антикорупційних досліджень Transparency International	Індекс сприйняття корупції	152 зі 182
Міжнародний валютний фонд	Макроекономічні індикатори	-
ЮНЕСКО	Індекс витрат на дослідження та розвиток	-
Європейський банк реконструкції та розвитку	Макроекономічні індикатори	-

Існує значна кількість чинників, які негативно впливають на інвестиційний клімат в державі та перешкоджають отриманню необхідних обсягів інвестиційних ресурсів для стабілізації соціально-економічного розвитку країни, зокрема:

- політична нестабільність у продовж останніх років, яка пов'язана з виборами та зміною влади;
- недосконале і часто змінюване законодавство, неврегульованість питань захисту прав власності інвесторів, недосконала система розгляду справ у господарських судах і несвоєчасне виконання їх рішень, відсутність дієвого механізму правового захисту інвесторів від боржників і не доброчесних партнерів;
- зниження для громадян цінності грошових доходів у вигляді дивідендів і відсотків через інфляцію, внаслідок чого на руках у населення зберігається більше 60 млрд. дол.;
- низький рівень місткості ринку, порівняно із країнами Західної Європи, у зв'язку з низькою заробітною платою [11];
- відсутність належних і дієвих заходів боротьби з корупцією в органах державної влади [1];
- нестабільність роботи фінансової системи країни, відсутність розвинутої системи страхування інвестицій, нерозвиненість фондового ринку, що є однією з причин повільного розвитку венчурного бізнесу в Україні [8];
- слабка розвиненість транспортної та інформаційної інфраструктури (особливо у сільській місцевості);
- неготовність багатьох підприємств України до залучення іноземних інвестицій через незадовільну організацію праці, низький рівень маркетингу, відсутність достатньої практики проектного фінансування [9];

- відсутність системи моніторингу інвестиційного клімату в державі [2].
Крім того, додатковими джерелами ризику для стратегічних інвесторів є також:
- система оподаткування: складність і довготривалість процедури реєстрації підприємств, значний податковий тиск на об'єкти підприємництва та несвоєчасність відшкодування сум задекларованого податку на додану вартість [5];
- митні бар'єри: високі ставки мита на ввезення при надходженні іноземних інвестицій в Україну, непорозуміння з митними органами при визначенні митної вартості товарів, способу нарахування мита та акцизного податку;
- невідповідність податкової та бухгалтерської систем міжнародним стандартам породжує велику кількість непорозумінь іноземних інвесторів з українськими партнерами в процесі їх спільної діяльності;
- недотримання вимог міжнародних стандартів GIPS (the Global Investment Performance Standards) щодо надання звітності за підсумками інвестиційної діяльності [6];
- відсутність чітких прозорих правил гри в інвестиційній сфері, що зокрема стосується угоди з Кіпром, який є фактично офшорною зоною для українського й російського капіталу [5].

Враховуючи ці фактори та усвідомлюючи важливість поліпшення інвестиційного клімату в Україні, головним завданням на короткострокову перспективу є підготовка необхідної правової та організаційної бази для підвищення дієздатності механізмів забезпечення інвестиційного клімату, формування основи збереження та нарощування конкурентоспроможності вітчизняної економіки. Для цього необхідно здійснити низку першочергових заходів :

- 1) лібералізація підприємницької діяльності. Повинна бути сформована схема з виявлення та швидкого усунення бар'єрів для створення, ведення і закриття бізнесу;
- 2) стабільність і передбачуваність правового поля. Необхідно погодити існуючі, розробити та прийняти нові закони, що встановлюють єдині правила гри для компаній усіх форм власності;
- 3) корпоративне і державне управління. Заходи з реформування державного апарату повинні привести до перегляду ролі чиновників у регулюванні приватного сектора. Необхідно створити таку систему взаємовідносин між державою та бізнесом, яка мінімізувала б можливості для корупції на всіх рівнях;
- 4) лібералізація зовнішньої торгівлі та руху іноземного капіталу. Цей інвестиційний фактор містить у собі комплекс заходів щодо стимулювання вільного переміщення товарів, послуг і капіталів між державами.

Першочерговому врегулюванню підлягають такі сфери:

- митна і транспортна політика, в тому числі боротьба з контрабандою, створення уніфікованої митної практики в різних областях країни;
 - сертифікація, включаючи спрощення сповільненої та непрозорої процедури отримання сертифікатів на імпортовані товари, взаємне визнання сертифікатів якості продукції та міжнародної організації стандартів ISO;
 - страховий ринок, що передбачає вдосконалення законів українського страхового ринку у відповідності до європейських і світових стандартів;
 - ринок праці, який відчуває брак професіоналів, особливо в державному секторі.
- 5) розвиток фінансового сектора:
 - зняття обмежень на відсоткові ставки за банківськими кредитами;
 - скасування програм пільгового надання кредитів, введених урядом;

- розширення автономії Національного банку України. Його основною метою має бути підтримка внутрішньої та зовнішньої стабільності, без урахування політичних міркувань;
- оздоровлення банківського сектора шляхом удосконалення контролю за банківською діяльністю для підвищення довіри інвесторів до українських банків;
- посилення кадрів комісій з цінних паперів і бірж;
- заохочення конкуренції у фінансовому секторі шляхом розширення діяльності іноземних банків і інших фінансових організацій в Україні.

З розглянутими факторами прямо пов'язані питання адміністрування податків. Найбільшою проблемою для інвесторів, яку необхідно вирішити найближчим часом, є сплата та повернення ПДВ.

6) зниження рівня корупції. Необхідно створити таку систему відносин органів влади і бізнесу, яка мінімізує можливості зловживання державних чиновників, забезпечить послідовність у виконанні прийнятих законів і постанов, полегшить отримання дозволів, ліцензій і санкцій;

7) зниження політичного ризику. Необхідно прийняти закони, що гарантують неможливість довільного відчуження приватної власності, включаючи «повільну експропріацію»; зробити діяльність податкових інспекторів і місцевих адміністрацій підконтрольною центральній адміністрації;

8) імідж і програми просування країни. Необхідно сформулювати і широко висвітлювати державну політику та готовність уряду здійснювати радикальні заходи, орієнтовані на ринкову економіку;

9) формування інвестиційних стимулів. Мета дій у цьому напрямку - створення інвестиційних стимулів, аналогічних стимулам торгових партнерів країни.

Відповідно до Проекту постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної цільової економічної програми розвитку інвестиційної діяльності на 2011-2015 роки» виділяють такі завдання щодо покращення інвестиційного клімату України [12]:

- 1) створення умов для переходу до інвестиційно-інноваційної моделі розвитку економіки, стимулювання залучення приватних інвестицій, удосконалення законодавства, що регулює інвестиційну діяльність, зняття перешкод в інвестуванні;
- 2) розбудова системи державного інвестування;
- 3) розвиток інвестиційного ринку та інвестиційної інфраструктури;
- 4) забезпечення розвитку ринку цінних паперів;
- 5) забезпечення підвищення ефективності та посилення прозорості функціонування механізмів державно-приватного партнерства (концесії, спільна діяльність, угоди про розподіл продукції тощо);
- 6) налагодження на державних підприємствах внутрішньогосподарських відносин, які сприятимуть створенню різноманітних організаційних форм господарювання ринкового типу та залученню недержавних інвестицій.

Отже, можемо сказати, що перераховані заходи хоч і не вирішують усіх проблем по залученню інвестицій в економіку країни, але їх можна розглядати як основні напрями в сфері вдосконалення інвестиційного процесу.

Висновки: Не дивлячись на зростання обсягу капітальних інвестицій в економіку України в 2011 році, їх розмір ще недостатній для забезпечення сталого розвитку. А тому перед державою стає завдання залучення іноземних інвестицій. Це можливо завдяки створенню сприятливого інвестиційного клімату.

Рейтинги міжнародних організацій свідчать про низький рівень інвестиційної привабливості країни в теперішній час. Причиною такого стану є значна кількість чинників: політична нестабільність, корупція, нерозвиненість фондового ринку тощо.

Джерелами ризику для стратегічних інвесторів є система оподаткування, митні бар'єри, невідповідність податкової та бухгалтерської систем міжнародним стандартам, відсутність чітких прозорих правил гри в інвестиційній сфері. Це потребує розробки відповідної правової, організаційної бази та врегулювання певних сфер діяльності з метою активізації інвестицій.

Список літератури

1. Антикорупційна стратегія України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://seweb.at.ua/Statyi/st.12antikorupcijnna_strategija.doc.
2. Гузенко О.П. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.rusnauka.com/11_EISN_2010/Economics/64206.doc.htm
3. Державний комітет статистики України. Держкомстат. Госкомстат Украины. Ukraine statistics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
4. Економічні новини. Останні новини дня [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://svit24.net/economic?start=132/>
5. Економічна та соціальна політика // Національна безпека і оборона. – 2011. - №3. – С. 22-44.
6. Жураховська Л.В. Використання GIPS для оцінки результатів інвестиційної діяльності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ufin.com.ua/analit_mat/rzp/024.htm.
7. Іваноньків О.О. Політика держави щодо інвестиційної діяльності в Україні та перспективи прямого іноземного інвестування / Економіка та управління національним господарством. – 2007. – № 11. – С. 12–17.
8. Івахненко І. Інвестиційна діяльність в Україні: сучасний стан та можливості її активізації/ Інвестиції: практика та досвід. – 2010. – №2. – С. 7-9.
9. Носова О.В. Інвестиційний клімат в Україні: основні напрями поліпшення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://old.niss.gov.ua/book/StrPryor/6/9.pdf>
10. Олександренко І.В. Особливості іноземного інвестування в Україні / Держава та регіони. – 2008. – № 5. – С. 43–47.
11. Пересада А.А. Управління інвестиційним процесом – К.:Лібра, 2002. - 471с.
12. Проект Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної цільової економічної програми розвитку інвестиційної діяльності на 2011-2015 роки» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.in.gov.ua/>

Перспективные направления улучшения инвестиционного климата в Украине.

Тюлькина Е. А., Заволока М. Н.

Рассмотрен инвестиционный климат Украины; факторы препятствующие получению необходимых объемов инвестиционных ресурсов; даны предложения по улучшению инвестиционного климата Украины.

Ключевые слова: инвестиции, инвестиционный климат, иностранные инвестиции, конкурентоспособность.

The perspective directions for improving the investment climate in Ukraine.

Tiulkina E. A., Zavaloka M. N.

The investment climate of Ukraine is considered in the article; obstacles to obtaining the necessary volume of investment resources; suggests ways of improving the investment climate in Ukraine.

Keywords: investment, investment climate, foreign investment, competitiveness.

ФІНАНСОВІ ПІДХОДИ ДО МОТИВАЦІЇ РОЗВИТКУ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ

Визначено основні види можливого розвитку природно-заповідного фонду, місце мотиваційного фактора у сфері розвитку природно-заповідного фонду України, проаналізовано основні вектори мотиваційних зв'язків суб'єктів у даній сфері та досліджено динаміку фінансових надходжень до природно — заповідного фонду України.

Ключові слова: природно-заповідний фонд, мотив, мотивація, мотиваційні зв'язки, фінансування.

Постановка проблеми. За інформацією Мінприроди, природно-заповідний фонд України (ПЗФ) станом на 11 листопада 2011 р. нараховує 19 природних та 4 біосферні заповідники, 47 національних природних парків, 2922 заказника, 3245 пам'яток природи, 28 ботанічних садів, 54 зоологічних парків, 547 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва, 58 регіональних ландшафтних парків, 803 заповідних урочища. І все ж, наявне відставання розвитку мережі природно-заповідних територій в Україні порівняно з країнами Європи, де показник заповідності становить у середньому близько 15%. Подолання наявного розриву в показниках з країнами Європи потребує перш за все встановлення певних мотивацій для розвитку природно-заповідного фонду, що потребує досконального дослідження даного питання, особливо з точки зору фінансових підходів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню певних аспектів розвитку природно-заповідного фонду України присвятили свої праці такі науковці як Н.М. Андреева, Б. В. Буркинський, Т. П. Галушкіна, З. В. Герасимчук, Б. М. Данилишина, С. І. Дорогунцов, Я. В. Коваль, А. С. Лисецький, Л. Г. Мельник, Є. В. Мішеніна, В. С. Міщенко, Я. Б. Олійник, В. Г. Сахаєв, А. В. Степаненко, М. І. Фашевський, С. К. Харічков, Л. Г. Чернюк та інші.

Метою статті є дослідження з фінансової точки зору мотиваційного фактора у сфері розвитку природно-заповідного фонду України.

Виклад основного матеріалу. Природно-заповідний фонд України є інститутом державної влади в перманентному активному генезисі. Прикладом перманентного розвитку можуть бути норми закону України «Про державний бюджет України на 2012 рік», що вносять масу новел в структуру регулювання ПЗФ. Безумовно важливою є структурно-ієрархічна зміна в статусі ПЗФ як юридичної особи в ієрархії влади – об'єкти ПЗФ, в структурі Державного агентства лісових ресурсів України, втратили свою економічну автономію та вимушені отримувати кошти через узгодження на транзакцію з боку Державного агентства лісових ресурсів України. Закон України «Про державний бюджет України на 2012 рік» повністю скасовує категорію класифікатора видатків Державного бюджету України № 1901080 – «збереження природно-заповідного фонду» та передбачає перенесення запланованих коштів на категорію класифікатора видатків Державного бюджету України № 1901060 – «ведення лісового і мисливського господарства, охорона і захист лісів у лісовому фонді», що безумовно нівелює економічну автономію ПЗФ[1]. Слід зазначити, що більшість фахівців прогнозують зазначеним змінам бути каталізатором деградаційних процесів в ПЗФ з огляду на вельми можливе фінансування ПЗФ за так званим «залишковим принципом». Фінансування класифікатора видатків Державного бюджету України № 1901060 передбачене в розмірі практично 576,5 мільйонів гривень, тоді як видатки на збереження ПЗФ у 2011 році складали лише 53 мільйони гривень[2]. Наведені вище

цифри яскраво відображають реальну можливість «розчинення» потреб ПЗФ України в структурі потреб Державного агентства лісових ресурсів України. З огляду на наведені структурні зрушення, важливим постає формування доконаного та полівекторного плану з формування альтернативних по відношенню до Державного бюджету каналів фінансування ПЗФ. Структура та вектор розвитку ПЗФ залежать від багатьох факторів, серед яких одним з пріоритетних є фактор мотивації, який у статті розглядатиметься з фінансової точки зору. З метою доктринально вірного структурування нижче наведених міркувань, визнано за доцільне надати дефініцію базовим категоріям: «фінансування» та «мотивація».

Фінансування – це активний процес з транзакції (переходу права власності в розрізі розпорядження) грошових коштів від суб'єкта фінансування до реципієнта за умов цільового використання, опціональної темпоральної обмеженості права розпорядження на грошові кошти, плановості виділення грошових коштів, опціональної ретроспективної економічної відповідальності та опціональної форми фіксації юридичного факту транзакції. Наявність опціональних елементів в дефініції прямо обумовлена наявністю різних за наповненням векторів фінансування – «бюджет-бюджет», «бюджет-приватний сектор», «приватний сектор-приватний сектор» і т.п. Фінансування, як складову більшості значущих для ПЗФ процесів, важко переоцінити.

Мотивація – є суб'єктивною структурою свідомості, що обумовлює наявність потреби у вчиненні актів (дії чи бездіяльності) й опосередковується аксіологічними, фізіологічними, психічними та іншими когнітивними процесами. Наявність чи відсутність мотивації у особи є одним з головних чинників в динамічному розвитку будь-якого процесу і структура ПЗФ не є винятком. Безумовним є факт того, що мотивація опосередковує всі види розвитку: екстенсивний та інтенсивний; позитивний, ретроспективний, негативний та консерваційний. Розвиток – це фактично формалізоване в темпоральних межах існування об'єкта.

Екстенсивний розвиток – це структурні зрушення в досліджуваній системі, що візуалізуються в ординарному збільшенні її складових частин без зміни якісного та функціонального забарвлення.

Інтенсивний розвиток - це структурні зрушення в досліджуваній системі, які візуалізуються в якісних та функціональних змінах складових частин системи, що фактично може призвести до виникнення кардинально нового утворення.

Позитивний (еволюційний) розвиток – одна з форм видозмінення системи, яка характеризується сталим характером існування, взаємообумовленістю зміни елементів та спадковістю набуття якісних ознак в системі. Еволюція системи не завжди пов'язана із засвоєнням тільки «позитивного», за аксіологічним забарвленням, досвіду елементів системи. Будь-яке сприйняття наступниками досвіду та видозмінення системи з його урахуванням буде позитивним.

Ретроспективний (деградаційний) розвиток - одна з форм видозмінення системи, яка характеризується зворотними, за вектором направленості, видозміненнями системи, що полягають у відмові від існуючої побудови структури та переході до однієї з вже раніше існуючих моделей.

Консерваційний розвиток – це одна з форм існування системи, за якої якісне та кількісне наповнення системи є найбільш формалізованим та сталим і не підлягає зміні з огляду на вибір відповідної концепції. Ретроспективний розвиток відрізняється від консервативного тим, що ретроспективний розвиток візуалізує зворотну динаміку, а консервативний розвиток візуалізує сталість. Ретроспективний розвиток після активної фази та досягнення точки біфуркаційної стійкості, може трансформуватись у консерваційний розвиток.

Негаторний розвиток – це своєрідна ізоформа позитивного та ретроспективного розвитку в межах однієї моделі, що характеризується керованою деградацією або повною ліквідацією окремих структурних елементів з метою еволюційного розвитку інших елементів системи. Одним з прикладів негаторного розвитку є сучасний «кризовий» менеджмент, що полягає в оцінці реального стану в установі та ліквідації усіх статей видатків, що є неліквідними або мало ліквідними з одночасним перерозподілом звільнених коштів.

Щоб уникнути ретроспективного та негаторного розвитку ПЗФ України, варто втілити у життя пропозицію Т.П. Галушкіної та А.Й. Жемба щодо реформування існуючої системи управління природоохоронної діяльності, а саме - створення організаційних основ і відповідних спонукальних стимулів розвитку ресурсного менеджменту в Україні як якісно нової парадигми управління природокористуванням. При цьому поступовий перехід України на шлях сталого розвитку через поглиблення ринкових перетворень неможливий без визначення якісно нової моделі екологічного управління та формування ідеологічної платформи природо-ресурсного менеджменту[3].

Всі зазначені вище види розвитку потенційно можливі для впровадження у системі ПЗФ, проте коефіцієнт корисної дії та питома вага фінансових витрат в них будуть суттєво відрізнятись. Схему фінансування ПЗФ України можна зобразити наступним чином (рис 1):

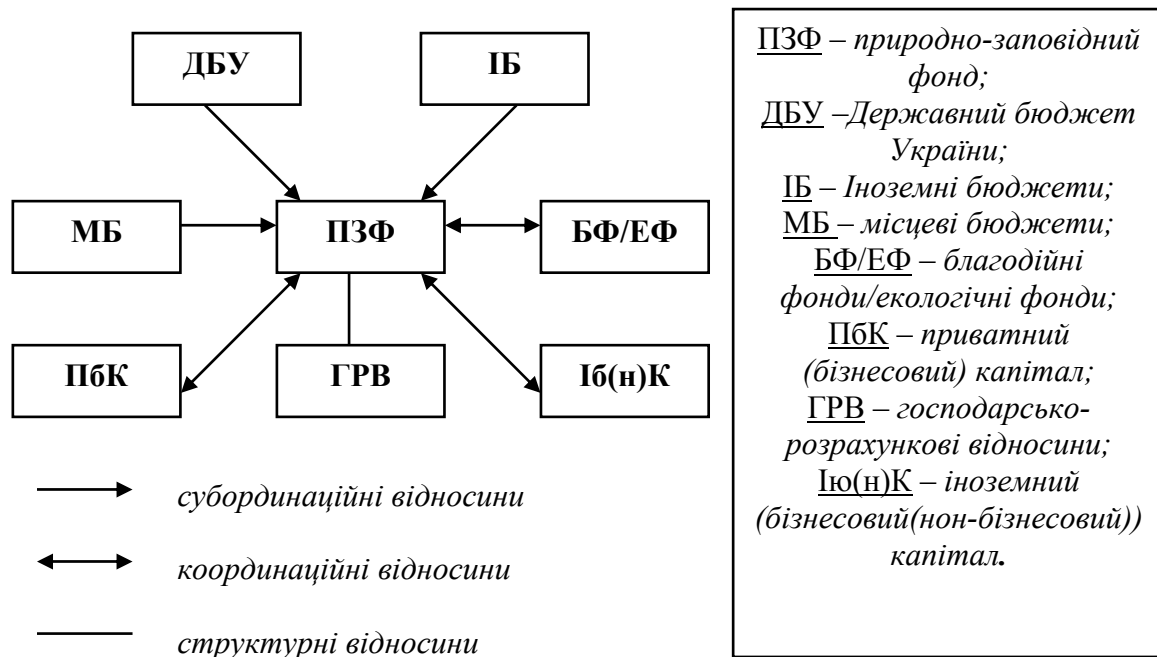


Рис. 1 - Схема фінансування ПЗФ України

Сувординаційні відносини стосовно фінансування ПЗФ притаманні Державному бюджету України, іноземним бюджетам, місцевим бюджетам. Сувординаційним відносинам властиві: відсутність конклюдентних дій з боку ПЗФ, як ініціації відносин, формальна підпорядкованість розпоряднику коштів, реальний моніторинг за витратами коштів, виключно цільовий характер використання тощо.

Координаційні відносини, в розрізі фінансування ПЗФ, притаманні приватному (бізнесовому) капіталу, благодійним фондам/екологічним фондам, іноземному (бізнесовому(нон-бізнесовому)) капіталу. Координаційним відносинам властиві:

рівноправність сторін, акцептування відносин, взаємний моніторинг, співпраця на договірних засадах тощо.

Структурні відносини, стосовно фінансування ПЗФ притаманні господарсько-розрахунковим відносинам. Структурним відносинам властиві: виключно суб'єктивна ініціація, отримання обумовленого законом прибутку (надання державних послуг тощо), використання отриманих коштів в статутній діяльності шляхом провадження витрат зі спеціального фонду тощо. Динаміка надходжень до спеціального фонду ПЗФ для провадження господарсько-розрахункової діяльності представлена (в таблиці 1 та на рис. 2) [4]:

Таблиця 1 Динаміка надходжень до спеціального фонду ПЗФ

Рік	Обсяги продукції, робіт та послуг лісового господарства (у фактичних цінах), млн. грн.	Заготівля деревини, тис.куб.м	Відтворення лісів, тис.га	Площа мисливських угідь, тис.га	Заповідники, національні природні парки (площа, тис.га)
2007	34,8	124,6	2,4	2425,7	49,7
2008	36,9	100,5	2,7	2416,9	71,0
2009	35,9	88,3	3,5	2500,8	71,0
2010	42,7	88,5	3,4	2535,2	71,6
2011	47,1	91,4	2,4	2513,6	99,4

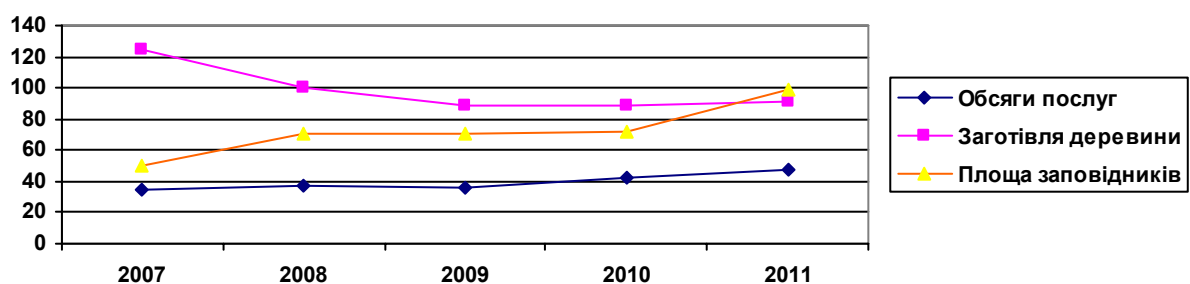


Рис. 2 - Динаміка надходжень до спеціального фонду ПЗФ

Визначивши види розвитку та з'ясувавши дефініції категорій «мотивація» та «фінансування», важливо окреслити вектори мотиваційних процесів. Найбільш наочною схемою візуалізації векторів мотиваційних процесів вбачається схема мотиваційних зв'язків суб'єктів правовідносин в сфері ПЗФ, яка представлена на рис.3:

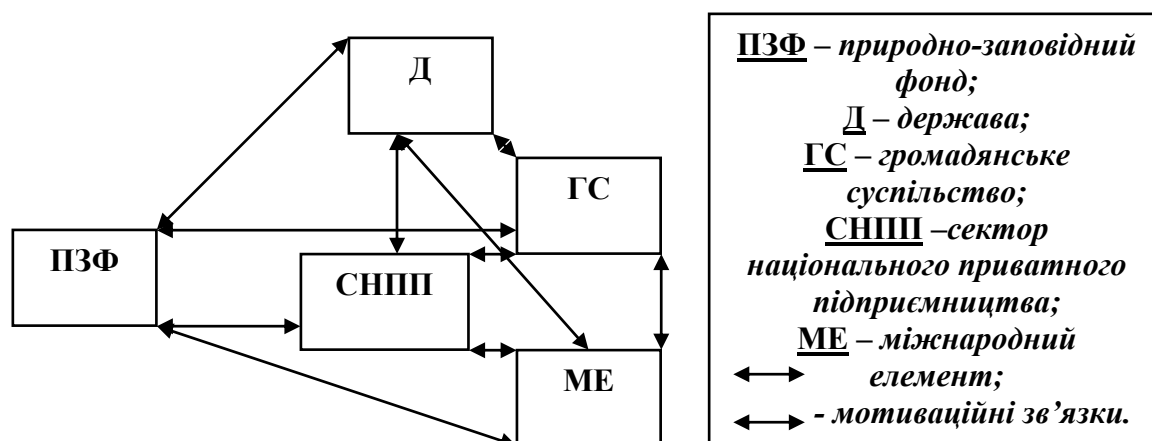


Рис. 3- Схема мотиваційних зв'язків суб'єктів правовідносин у сфері ПЗФ

Наведена на рис.3 схема безумовно потребує пояснень, які доцільно розпочати з позиціонування наведених суб'єктів правовідносин в сфері ПЗФ:

- ПЗФ – інститут державної влади, що включає в себе: природні та штучні активи, організаційно-штатну структуру працівників, доктринальні та практичні надбання тощо. Базовим репрезентуючим суб'єктом в сфері мотивації безумовно виступають фізичні особи, що знаходяться у трудових відносинах з керуючим суб'єктом по відношенню до ПЗФ та працюючими в сфері ПЗФ.
- Держава – інститут суспільної влади, що уособлюється в діяльності 4-х гілок державної влади: законодавчої (приклад: Верховна рада України), виконавчої (приклад: Кабінет Міністрів України), судової (приклад: Верховний суд України, Конституційний суд України) та контрольно-наглядової (приклад: Прокуратура України, Служба безпеки України). Кожен з наведених у прикладах представників влади має можливість до мотивації розвитку ПЗФ, що буде візуалізовано прикладами мотиваційних зв'язків нижче.
- Громадянське суспільство – один з соціальних інститутів, що уособлюється в формуванні колективного суб'єкта у вигляді певної кількості самоорганізованих фізичних осіб (громадян та біженців, крім апатридів та біпатридів) з метою регулювання сфери відносин, що не регулюється державою чи лобіювання колективних інтересів в регульованій державою сфері. Громадянське суспільство можна представити територіальною громадою, профспілкою, природоохоронною організацією, незалежними від держави засобами масової інформації, релігійними організаціями тощо.
- Сектор національного приватного підприємництва - фізичні особи та підприємства, установи організації, резиденти України, що займаються підприємницькою діяльністю (систематично (3 та більше разів), на власний ризик, з метою отримання прибутку) і можуть бути представлені в Україні: фізичними особами підприємцями, картелями, консорціумами, концернами, корпораціями тощо.
- Міжнародний елемент – комплексна категорія, в яку включено: суб'єктів підприємницької діяльності нерезидентів, іноземні держави, міжнародні установи, організації тощо.

Проаналізувавши наведені суб'єкти правовідносин в сфері ПЗФ, повинно виникнути щонайменше 2 доцільних питання. Чому наведені колективні суб'єкти, тоді як дефініція категорії «мотивація» чітко окреслює суб'єктний характер направленості? Чи можлива мотивація колективного суб'єкта? Відповіддю на перше питання

слугуватиме необхідність візуалізації якомога більш комплексної категорії, що в ході описової частини буде, у вигляді прикладів, аналізована на суб'єктному рівні. Друге питання безумовно матиме в структурі негативну відповідь з огляду на той факт, що кожна особа має свої власні аксіологічні, поведінкові (конформізм, обскурантизм, негативізм, циклотимізм тощо) та психічні особливості, що не дозволять з однаковою силою корисної дії застосовувати один і той же мотиваційний маркер (штучний або природний чинник стимуляції біхевіористської частини особистості). Штучних мотиваційних маркерів переважна більшість і вони є мобільними та змінюваними з огляду на еволюційні процеси у суспільстві. Природні мотиваційні маркери представлені безумовними/базовими потребами людини, що й опосередковують її поведінку (бажання проживати у безпечному для життя місці – є природним мотиваційним маркером).

Спираючись на наведене вище, проаналізуємо всі наявні вектори мотиваційних зв'язків:

I. Ординарні мотиваційні зв'язки (двоелементні/прямої взаємодії):

1. **«ПЗФ-Д»** - природно-заповідний фонд України є інститутом держави Україна та взаємодіє з усіма її (держави) інститутами. Прикладами взаємодії можна назвати:

А. *Трудовий колектив співробітників ПЗФ – Верховна рада України* (у зазначеному випадку та надалі вектори взаємодії двосторонні). Прикладом зворотного вектора (тут і надалі: прямий вектор – це вплив першого за місцем згадування у тексті суб'єкта на другого за місцем згадування у тексті; зворотний вектор – навпаки) формування мотиваційних маркерів є законотворча діяльність Верховної ради України в сфері, що регулює правовідносини в ПЗФ. Саме створення норм законів та надання їм юридичної сили є мотиваційним фактором для трудового колективу співробітників ПЗФ з конформістською моделлю поведінки, а санкціонування цих норм – мотивацією для усіх інших моделей, окрім негативістів. Фінансування зазначеної мотивації провадиться у вигляді фінансування поточної діяльності Верховної ради України з Державного бюджету України та являє собою значні капітальні витрати. Трудовий колектив ПЗФ, в свою чергу, має можливість опосередкованого впливу на Верховну раду України через демократичні інститути виборів, плебісцитів, звернень до народних депутатів тощо.

Б. *Трудовий колектив співробітників ПЗФ – Кабінет Міністрів України*. Зворотний вектор формування мотиваційних маркерів – формування Кабінетом Міністрів України структурованої політики щодо штатного розкладу, рівня заробітних плат, соціальних пільг трудового колективу співробітників ПЗФ, які формалізуються в пропонованих до Верховної ради України статтях видатків у Державному бюджеті України. Такий мотиваційний чинник, як рівень заробітної плати або її більш складний економічний послідовник – конкурентоспроможність заробітної плати, є вельми важливим мотиваційним чинником для формування кадрового складу трудового колективу ПЗФ, а відповідно і його розвитку. Нехтування зазначеним видом мотивації може призвести до кадрового «голоду» та стагнації процесу розвитку ПЗФ. Фінансування зазначеного вектора провадиться зі спеціальних статей видатків Державного бюджету України. Трудовий колектив співробітників ПЗФ, в свою чергу, має законодавчо зафіксований механізм субординаційної взаємодії зі структурами Кабінету Міністрів України, що також мотивує до формування конструктивної позиції, який є одним з етапів еволюційного розвитку структури.

В. *Трудовий колектив співробітників ПЗФ – Верховний суд України, Конституційний суд України*. Зазначені контрагенти трудовому колективу співробітників ПЗФ репрезентують одну гілку влади – судову, проте, вони мають кардинально різні ролі в регулюванні правовідносин. Верховний суд України є вищим судом, за ієрархією

органів судової влади, проте, його влада не носить субординаційного характеру по відношенню до інших судів (апеляційних, місцевих тощо). Верховний суд України є останньою в національній системі судовою інстанцією, рішення якої не підлягають оскарженню в межах національних інституцій. Конституційний суд України знаходиться в сфері унікальної юрисдикції – конституційної. Він має можливість реалізовувати, так звану, ретроспективну конституційну відповідальність, відповідно до усіх норм законів та надавати офіційне тлумачення вищого за юридичною силою нормативного акту прямої дії – Конституції України. Зворотний вектор формування мотиваційних маркерів з контрагентом – Верховний суд України, можна візуалізувати як провадження правосуддя по всіх позовних заявах, що в своїх частинах мають суб'єктів ПЗФ, об'єкти ПЗФ, предмети ПЗФ тощо. Відсутність можливості отримати правосудне рішення не тільки демотивує трудовий колектив співробітників ПЗФ, а й створює перспективу можливого, наприклад, рейдерського захоплення об'єктів ПЗФ. Зворотний вектор формування мотиваційних маркерів з контрагентом – Конституційний суд України, можна візуалізувати як можливість, за допомогою гарантованих законами України засобів, конституційних звернень з метою надання офіційних тлумачень Конституції України чи прийняття рішень про неконституційність тих чи інших нормативів, що регулюють відносини в сфері ПЗФ та протирічять нормам Конституції України. Фінансування усіх судових інституцій провадиться з Державного бюджету України та їх власного спеціального фонду, що наповнюється завдяки отриманню коштів за надання платних послуг. З огляду на формалізований в національному правовому полі принцип незалежності судових інституцій, прямий вплив на них неможливий, проте, опосередкований вплив у вигляді доведення власної законної позиції в межах судового засідання (крім Конституційного суду України) можливий.

Г.Трудовий колектив співробітників ПЗФ – Прокуратура України, Служба безпеки України. Зворотний вектор формування мотиваційних маркерів реалізується за рахунок провадження правоохоронної діяльності, що підтримує режим законності, а у разі порушення законів України – гарантує настання ретроспективної юридичної відповідальності (принцип невідворотності покарання). Особи, які мають в психологічній структурі особистості акцентуації характеру або первинні делінквентні девіаційні відхилення, дуже сильно мотивуються від вчинення злочинів в правовій сфері ПЗФ режимом невідворотності покарання за вчинений злочин та режимом законності. Дієва правоохоронна система є дуже добрим мотиватором від вчинення злочинів. Фінансування правоохоронної системи провадиться за рахунок видатків з Державного бюджету України. Прямий вектор мотиваційних маркерів характеризується можливістю звернення до правоохоронних органів, що гарантує захист та безпеку відповідно до мотиваційної теорії А. Маслоу, займає друге місце в ієрархії мотивуючих потреб кожної людини, одразу після фізіологічних потреб.

2. «ПЗФ-ГС» - громадянське суспільство активно взаємодіє з ПЗФ в таких формах (окремі приклади):

А.Трудовий колектив співробітників ПЗФ – профспілкові організації. Зворотний вектор формування мотиваційних маркерів фактично являє собою можливість захисту власних трудових прав в колективній формі у вигляді широкого та внормованого лобіювання інтересів споріднених за принципом сфери роботи груп людей. Наявність позасудового інструменту лобіювання власних трудових інтересів є одним з важливих соціальних мотиваторів, що передбачає сильну та розвинену структуру профспілкової організації. Прямий вектор – можливість формування структури профільної, за об'єктом лобіювання, профспілкової організації. Фінансування вказаної активності провадиться за рахунок рівнозначних внесків усіх членів профспілкової організації.

Б.Трудовий колектив співробітників ПЗФ – незалежні від держави ЗМІ. Зворотний вектор формування мотиваційних маркерів являє собою популяризацію діяльності та проектів в сфері ПЗФ через висвітлення у ЗМІ знакових подій та рекламування актуальних екологічних проектів. ЗМІ мають дуже сильний потенціал в сфері формування свідомості громадянина. Реклама та тиражування в ефірі візуальних рядів зі сфери ПЗФ в короткі строки збільшить його (ПЗФ) популярність та вмотивує до активних дій глядачів. Безумовну перспективність зазначеного вектора дещо нівелює той факт, що усі приватні ЗМІ є комерційними проектами та вимагають, в переважній більшості, матеріальних коштів за співробітництво, виділення яких завжди зумовлене узгодженням з керуючою головною структурою, що в більшості випадків призводить до низької вірогідності укладання угоди про співробітництво. Прямий вектор – перспективи з оптимізації виконання поставлених завдань за допомогою ЗМІ – наприклад, рекламування власних проектів в сфері державно-приватного партнерства. Фінансування взаємодії можливе як з боку Державного бюджету України, так і з боку приватного капіталу.

3. «ПЗФ-СНПП» - ПЗФ як інститут державної влади, відповідно до актуальної державної політики, знаходиться на стадії становлення та за перспективну мету має залучення комерційних активів(окремі приклади):

А.Трудовий колектив співробітників ПЗФ – комерційні банки. Зворотним вектором формування мотиваційних маркерів можна назвати договірну діяльність банків з кредитування проектів ПЗФ. Так склалося, що в Державному бюджеті України не вистачає грошових коштів на реалізацію усіх перспективних програм та проектів в ПЗФ, а відсутність можливості реалізувати власний проект в існуючій системі є одним з мотиваторів для звільнення креативних та перспективних співробітників у сфері ПЗФ. Безумовно, структура ПЗФ є керованою та не може на власний розсуд приймати рішення про отримання кредиту в комерційних банкових установах, проте, наявність навіть такої можливості вже нівелює імперативність неможливості фінансування перспективних проектів. Прямим вектором можна визнати формування бізнесової оферти для розпорядників банківського капіталу, що зумовлює можливість потенційної участі на ринку недержавних коштів. Джерела фінансування – Державний бюджет України та приватний капітал.

Б.Трудовий колектив співробітників ПЗФ – венчурні організації. На відміну від банківських установ, які переслідують головну ціль – отримання прибутку за користування грошовими коштами, що надаються реципієнту, венчурні організації мають на меті бізнесове партнерство в реалізації надризикових, проте, ліквідних проектів в сфері ПЗФ. Наявність можливості такого співробітництва, зумовлена цікавістю бізнесу до проектів ПЗФ, в свою чергу створює ще один мотиватор зі зворотним вектором для трудового колективу співробітників ПЗФ. Мотиватором з прямим вектором буде індивідуальна зацікавленість кожного робітника в сфері ПЗФ в створенні економічно обґрунтованого та привабливого проекту розвитку ПЗФ, що дозволить зацікавити венчурні установи. Співробітництво в сфері венчурів не тільки перспективно для всього інституту ПЗФ, але й створює перспективи кожному робітнику як в реалізації власних потреб в кар'єрному зростанні (у разі вдалого укладання угоди), бізнесовому визнанні та отриманні додаткових дивідендів, що визнано одними з основних мотиваційних мотивів в ієрархії мотиваторів теорії Д. Мак Клеелланда. Фінансовим джерелом виступатиме Державний бюджет України та приватний капітал.

4. «ПЗФ-МЕ» - світові процеси глобалізації мають своє відображення і в структурі правовідносин між ПЗФ та міжнародними установами та організаціями. Серед можливих варіацій мотиваційних взаємовідносин можна виділити:

А. *Трудовий колектив співробітників ПЗФ – міжнародні судові інституції*. За своєю суттю даний мотиваційний маркер дуже схожий на подібні відносини з національною системою правосуддя, проте, має свої особливості: можливість звернення лише після використання всіх національних засобів захисту; територіальна віддаленість суб'єкта правосуддя; скерованість в діяльності та формування правового поля міжнародними угодами; відсутність дієвого механізму до реалізації рішень в національних умовах та значна питома вага декларативних аспектів в результативній частині вироку. Наявність поза національних засобів захисту основних прав людини та громадянина є важливим мотиватором для сталого розвитку ПЗФ. Фінансовим джерелом виступатиме Державний бюджет України та іноземні бюджети.

Б. *Трудовий колектив співробітників ПЗФ – міжнародні організації*. Міжнародні організації, членом яких є Україна, досить сильно впливають на ПЗФ, використовуючи міжнародні нормативно-правові акти як регулятори правового поля. Як вже зазначалося вище, правові норми є важливим мотиватором для розвитку ПЗФ і в значній мірі опосередковують регульовані нормативами межі біхевіористського елемента особистісної структури. Конвенція «про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення» (прийнята у Вашингтоні, округ Колумбія, 3 березня 1973 року; виправлена в Бонні 22 червня 1979 року), структурує режим та створює передумови з ринкових та поза ринкових механізмів обміну рідкісними видами флори і фауни, що є вельми важливим чинником в розвитку ПЗФ[5]. На відміну від зазначеної вище конвенції, Рамсарська конвенція «про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовища існування водоплавних птахів» (прийнята в 1971 році у м. Рамсар, Іран; внесені зміни у 1987 році у місті Реджайна, провінції Саскачеван, Канада), встановлює охоронні нормативи, що передбачають ретроспективну юридичну відповідальність за порушення охоронних норм та мотивують суб'єктів в сфері правовідносин ПЗФ до актів (дій чи бездіяльності) у відповідності до вимог чинних нормативів[6]. Фінансовим джерелом виступатиме Державний бюджет України.

П. Структуровані мотиваційні зв'язки (багатоелементні/опосередкованої взаємодії):

1. **«Д-ГС-ПЗФ»** - структуровані мотиваційні зв'язки мають складну структуру взаємодії та опосередковуються багатьма чинниками. Прикладом наведеної структури мотивації є взаємодія держави з громадянським суспільством, що опосередковує розвиток ПЗФ. Як це можливо? Як вже зазначалося вище, аксіологічний чинник має велике значення в формуванні мотиваційних характеристик особистості. Реалізація державою політики з формування освіченої та талановитої молоді, яка є частиною громадянського суспільства, створить передумови для формування в неї(молоді) позитивних аксіологічних налаштувань під час процесу соціалізації, що в свою чергу зумовить високу мотивацію щодо збереження та примноження національних природних надбань, які є частиною ПЗФ. Інший приклад: розширений та конструктивний діалог держави з профспілковими організаціями в сфері ПЗФ, що матиме логічним продовженням підвищення соціальних стандартів для категорії працівників ПЗФ, підвищить рівень конкурентної привабливості посад в сфері ПЗФ та зумовить позитивну динаміку в формуванні штату. Фінансовим джерелом виступатиме Державний бюджет України, місцеві бюджети, спеціальні фонди.

2. **«Д-СНПП-ПЗФ»** - зазначену формулу формування мотивації для розвитку ПЗФ можна візуалізувати в форматі державно-приватного партнерства. Держава, як керуючий по відношенню до інституту ПЗФ суб'єкт, презентує бізнесу публічну оферту з сумісної реалізації комплексних програм в сфері ПЗФ. Бізнес в свою чергу, акцептує оферту, чим мотивує співробітників державного інституту ПЗФ до активних

дій з реалізації проекту, чи відмовляє в співпраці, чим створює мотивацію для поліпшення проекту, вдосконалення економічних викладок, пошуку нових концепцій збільшення економічної привабливості/рентабельності тощо. Фінансовим джерелом виступатиме Державний бюджет України, приватний капітал.

3. **«Д-МЕ-ПЗФ»** - побудова мотиваційних зв'язків за відповідною моделлю в переважній більшості представлена трьома напрямками: регуляторним, правосудним та бізнесовим. Регуляторний напрям полягає у взаємодії держави з міжнародними організаціями, який виливається у імплементації міжнародного законодавства в національну систему права, що в свою чергу зумовлює мотивацію до виконання санкціонованих державою норм законів. Бізнесовий напрямок є аналогом подібних дій на національному рівні з особливостями зносин з нерезидентами. Правосудний напрямок в сучасних реаліях, на жаль, має свої вади, які полягають в тому, що прийняте міжнародними судовими установами рішення підлягає виконанню, а контролювати або виконувати його є обов'язком держави, проте держава, в особі власних інституцій, часто-густо посиляється на неможливість виконання рішень міжнародних судів, посиляючись на різні обставини, цей фактор є фактором суб'єктивної демотивації та носить негативний характер. Фінансовим джерелом виступатиме Державний бюджет України, іноземні бюджети.

4. **«ГС-СНПП-ПЗФ»** - громадянське суспільство на високому рівні розвитку має можливість продукувати конкретні ідеї, обов'язковість розгляду яких може ґрунтуватися на підставі рішень органів місцевого самоврядування. Кожна територіальна громада має можливість впливати на локальну політику всередині однієї територіальної одиниці. Поточна реалізація повноважень покладена на місцеві ради, що в межах виконкомів (окрім обласних рад, які їх не мають) та засідань місцевих депутатів мають можливість приймати рішення, що мають юридичну силу нормативних актів. Реалізація ініціатив в розвитку ПЗФ за вказаним сценарієм є близькою за формою до моделі №2, проте ініціатива виходитиме не від держави, а від територіальної громади. Після розробки проектів з реформування ПЗФ та вирішення питання матеріального забезпечення проекту, громадянське суспільство має право на вмотивовану оферту державній владі, як керуючому суб'єкту по відношенню до ПЗФ. Фінансовим джерелом виступатиме приватний капітал та місцеві бюджети.

5. **«ГС-МЕ-ПЗФ»** - відображенням зазначеного вектора взаємодії можуть бути національні харитативні організації з екологічною спрямованістю (приклад, громадська організація «Екологічне здоров'я людини», місто Одеса), які провадять співробітництво з іноземними установами та організаціями (наприклад, Глобальним екологічним фондом, який є незалежним економічним суб'єктом, що провадить власну діяльність з огляду на співробітництво в межах Програми розвитку ООН, Програми охорони навколишнього середовища ООН та програм Світового банку) і безпосередньо впливає на формування аксіологічних настанов особистості в межах безоплатних тренінгів та розповсюдження безоплатних поліграфічних видань, що торкаються проблем в сфері екології та ПЗФ тощо. Фінансовим джерелом виступатиме національний приватний капітал, іноземні бюджети, іноземний приватний капітал.

6. **«СНПП-МЕ-ПЗФ»** - зазначену формулу формування мотивації для розвитку ПЗФ можна візуалізувати у вигляді міжнародної екологічної корпорації, що поєднує в собі як національний, так і міжнародний приватні сектори. Яскравим прикладом міжнародної екологічної корпорації є «Північна екологічна фінансова корпорація» (NEFCO), що на теперішній момент підтримує близько 400 екологічних проектів та повністю відкрита для заснування нових екологічних проектів. Інвестиційний фонд НЕФКО складає більше ніж 113 мільйонів Євро та постійно зростає. НЕФКО провадить діяльність як з повного та безоплатного фінансування екологічних проектів, так і надає

послуги з авалування екологічних угод, екологічного кредитування, екологічної незалежної експертизи тощо[7]. Фінансовим джерелом виступатиме національний приватний капітал, іноземні бюджети, іноземний приватний капітал.

На підставі вищевикладеного можна зробити такі **висновки**:

1. До видів розвитку ПЗФ можна віднести екстенсивний, інтенсивний, позитивний, ретроспективний, консерваційний та негативний розвиток. Той чи інший вид розвитку ПЗФ залежить від вмотивованості суб'єктів правовідносин у сфері розвитку ПЗФ.
2. Мотиваційний фактор є одним з визначальних чинників розвитку природно-заповідного Фонду України. Мотиваційні маркери до розвитку ПЗФ можна класифікувати на штучні та природні, які є динамічними, що обумовлюється еволюцією суспільства та держави.
3. До суб'єктів, які можуть брати участь у сфері розвитку ПЗФУ, слід віднести: державу, громадянське суспільство, сектор національного приватного підприємництва та міжнародний елемент. Між представниками вказаних суб'єктів можуть утворюватися ординарні та структуровані мотиваційні зв'язки щодо розвитку ПЗФ.

Список літератури

1. Закон України «Про Державний бюджет України на 2012 рік»// Голос України офіційне видання від 28.12.2011 № 246.
2. Закон України «Про Державний бюджет України на 2011 рік»//Голос України офіційне видання від 30.12.2010 № 249.
3. Галушкіна Т.П, Жемба А.Й. Теоретико-методологічні засади природо-ресурсного менеджменту в Україні//Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. - 2010. - Вип. 4. - С. 62 — 70.
4. Офіційний сайт Головного управління статистики в Одеській області// <http://www.od.ukrstat.gov.ua/>
5. Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення від 1973 р. з виправленнями від 1979 р.// [Електронний ресурс]. – Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_129.
6. Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовища існування водоплавних птахів від 1973 р. з поправками від 1982 р. та 1987 р.//[Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/995_031
7. Офіційний сайт Північної екологічної фінансової корпорації (НЕФКО)// <http://www.nefco.org/>

Финансовые подходы к мотивации развития природно-заповедного фонда Украины.

Полянничко Е.В.

Определены основные виды возможного развития природно-заповедного фонда, место мотивационного фактора в сфере развития Природно-заповедного фонда Украины, проанализированы основные векторы мотивационных связей субъектов в данной сфере, а также исследована динамика финансовых поступлений в Природно-заповедный фонд Украины.

Ключевые слова: природно- заповедный фонд, мотив, мотивация, мотивационные связи, финансирование

Financial approaches to the motivation of the Nature Conservation Fund of Ukraine development.

Polyanichko O.V.

This article is devoted to the definition of main types of a nature-conservation fund development. A motivator place in the sphere of the Nature Conservation Fund of Ukraine development is determined. Also the main vectors of motivational relations between actors in this scope are analyzed. The dynamics of arrivals in the Nature Conservation Fund of Ukraine is researched.

Keywords: the naturally-protected fund, reason, motivation, motivational copulas, financing.

СУЧАСНІ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ РЕГІОНУ

Розглянуто сутність регіональної інвестиційної привабливості, показники інвестиційної привабливості регіонів і проаналізовано сучасні підходи та методи оцінки інвестиційної привабливості регіонів.

Ключові слова: інвестиційна привабливість, регіон, описовий підхід, рейтинговий підхід.

Вступ. Проблема інвестиційної привабливості України та її регіонів зберігає свою актуальність у сучасних, досить складних економічних реаліях. Саме активна інвестиційна діяльність може сприяти подоланню негативних наслідків кризових явищ. Перехід до ринкових відносин в Україні супроводжувався значною диференціацією регіонів за рівнем стартових умов. А невдала структурна регіональна політика спричинила зменшення обсягів виробництва, зниження обсягів інвестиційних вкладень, погіршення екологічного стану територій та фінансового положення великих, середніх і малих підприємств, що в цілому знизило рівень життя громадян країни.

Тому потреба в інвестиціях та стимулюванні їх надходження в економіку регіону зумовлює необхідність розробки дієвих заходів, спрямованих на покращення результатів господарської діяльності, виявлення сильних та слабких позицій розвитку та забезпечення ефективного функціонування територій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні та практичні аспекти інвестування, а також оцінювання інвестиційної привабливості регіонів, знайшли висвітлення у наукових працях вітчизняних і зарубіжних економістів: А.Асаула, І.Бланка, А.Булгакова, Л.Гітмана, О.Градова, В.Демидовича, А.Загороднього, С.Зеленського, В.Карсекіна, Б.Коласса, Я.Комаринського, М.Крейниної, Н.Іванова, О.Мертенса, Д.Норкотта, А.Пересади, Л.Салимова, У.Шарпа, О.Ястремської і Г.Строковича та інших.

Саме на визначенні інвестиційної привабливості регіону формується характеристика його спроможності залучати капітал. І хоча у цій сфері існує чимало напрацювань, проте на сьогодні постає проблема відсутності єдиної дієвої методики оцінки інвестиційної привабливості регіону.

Метою статті є розгляд та аналіз сучасних підходів та методів інвестиційної привабливості регіонів.

Результати дослідження. Важливою складовою теоретичного обґрунтування методів та підходів оцінки інвестиційної привабливості регіонів є визначення поняття “інвестиційна привабливість”. Але, незважаючи на виключну увагу дослідників до цієї теми, науковці ще й досі не розробили універсального визначення інвестиційної привабливості, яке б відповідало потребам як теорії, так і практики, а також було б адекватним з позиції конкретного суб’єкта її здійснення.

В науковій літературі існують різні визначення дефініції “інвестиційна привабливість регіону”. Наведемо деякі з них:

- 1) становище регіону в той чи інший момент часу, тенденції його розвитку, що відображаються в інвестиційній активності [1];
- 2) відповідність регіону основним цілям інвесторів, що полягають у прибутковості, безризиковості та ліквідності інвестицій [7];

3) рівень задоволення фінансових, виробничих, організаційних та інших вимог чи інтересів інвестора щодо конкретного регіону [6];

4) система або поєднання різних об'єктивних ознак, засобів, можливостей, що обумовлюють в сукупності потенційний платоспроможний попит на інвестиції в даному регіоні [8, 9].

Поглиблений аналіз інвестиційної привабливості вимагає систематизації показників для кількісної та якісної характеристики як зовнішнього, так і внутрішнього середовища території. Крім того необхідно враховувати компоненти, які мають відносно стійкий характер, і компоненти, які знаходяться під впливом поточної економічної кон'юнктури. Включення останніх забезпечить «механізм зворотного зв'язку» при прийнятті стратегічних управлінських рішень на регіональному рівні. Тобто необхідно побудувати дві підсистеми: одна буде характеризувати значення потенціалів регіону, а інша – характеризувати результати діяльності за умови використання останніх. При цьому вихідна інформація повинна відображати найсуттєвіші явища та процеси, бути об'єктивною та накопичуватись протягом тривалого часу [4].

На практиці розроблена блок-схема показників інвестиційної привабливості регіону, яка сформована на базі статистичних даних та включає такі основні складові: соціально-економічний стан, інфраструктурне забезпечення, ринкові відносини, інноваційна активність, якість людських ресурсів, інформаційне забезпечення та ступінь безпеки інвестиційної діяльності (рис.1).



Рис.1 - Групування показників інвестиційної привабливості регіонів

- Оцінка інвестиційної привабливості регіонів здійснюється на базі таких підходів:
- 1) описовий – базується на дослідженні абсолютних показників соціально-економічного розвитку регіону, їх структури та динаміки. Перелік показників наведений у працях В.В.Гомольської [3], А.В.Асаула [1];
 - 2) рейтинговий – полягає в аналізі аналітичних показників (узагальнюють різні аспекти розвитку регіону), які об'єднуються у синтетичні показники за групами, потім на їх основі формується інтегральний показник та визначається рейтинг регіону. На даному підході базуються методики, запропоновані І.О.Бланком [2], Д.М.Стеченко [10], М.П. Бутко, О.Ю.Акименко [5], а також зарубіжні методики [11].

Характеристику методів оцінки інвестиційної привабливості регіонів наведено в табл.1.

Таблиця 1 - Методи оцінки інвестиційної привабливості регіонів

Автор / інституція	Короткий зміст	Групи показників
1	2	3
І.О.Бланк	Інвестиційна привабливість регіону розраховується на основі груп синтетичних показників як інтегральний показник. Регіони ранжуються і поділяються на чотири групи: пріоритетної інвестиційної привабливості, достатньо високої інвестиційної привабливості, середньої інвестиційної привабливості, низької інвестиційної привабливості.	1. Рівень загальноекономічного розвитку регіону (потенційна потреба в обсягах інвестування, можливість формування інвестиційних ресурсів за рахунок власних джерел, сукупна місткість регіонального ринку). 2. Рівень розвитку інвестиційної інфраструктури регіону (можливість швидкої реалізації інвестиційних проектів). 3. Демографічна характеристика регіону (потенційний обсяг попиту населення на споживчі товари і послуги, можливості залучення кваліфікованої робочої сили у виробництво). 4. Рівень розвитку відносин і комерційної інфраструктури регіону (позиція місцевих органів самоврядування щодо розвитку ринкових реформ і створення відповідного підприємницького клімату). 5. Рівень криміногенних, екологічних та інших ризиків (ступінь безпеки діяльності в регіоні).
В.М.Стеченко	Наслідуює методику І.О. Бланка, але враховує, що окремі синтезовані показники відіграють різну роль у прийнятті інвестиційних рішень. На основі експертної думки визначено значущість кожного синтезованого	1. Рівень загальноекономічного розвитку (35%). 2. Рівень розвитку інвестиційної інфраструктури (15%). 3. Демографічна характеристика (15%). 4. Рівень розвитку ринкових відносин і комерційної інфраструктури (25%).

Продовження табл. 1

1	2	3
	показника в сукупній оцінці інвестиційної привабливості регіону у відсотках.	5. Рівень криміногенних, екологічних та інших ризиків (10%).
М.П.Бутко, А.Ю.Аки- менко	Оцінка інвестиційної привабливості виконується на базі дев'яти груп показників. Оцінку факторів, які визначаються кількісними показниками, розраховують за допомогою інтегрального коефіцієнта інвестиційної привабливості. Для факторів, які неможливо охарактеризувати показниками офіційної статистики, проводиться процедура експертної оцінки. Всі фактори поділяються на 2 групи: фактори об'єктивного та суб'єктивного характеру. Потім проводиться ранжування регіонів в залежності від рівня вказаних показників по відношенню до загальнодержавного. Матриця інвестиційної привабливості складається з 9 рангів територій.	1. Економіко-географічне положення. 2. Природо-ресурсний потенціал. 3. Трудовий потенціал: наявність трудових ресурсів, освітньо-кваліфікаційний рівень трудових ресурсів, вартість робочої сили. 4. Економічний потенціал. 5. Місткість споживчого ринку. 6. Інфраструктурний потенціал. 7. Науково-технічний потенціал. 8. Інвестиційні преференції. 9. Інвестиційні ризики: політичний, економічний, соціальний, екологічний).
А.В.Асаул	Автор здійснив систематизацію факторів і поділив їх на 3 групи. Застосовано аналіз не тільки фактичного стану ринку, але й його потенціалу. В методиці визначаються всі можливі види ризиків. Інвестиційна активність розглядається як позитивна ринкова реакція та означає формування передумов поліпшення інвестиційної привабливості.	1. Фактори, що впливають на рівень інвестиційного потенціалу регіонів: природно-географічний потенціал, трудовий потенціал, виробничий потенціал, інноваційний потенціал, інституційний потенціал, інфраструктурний потенціал, фінансовий потенціал, споживчий потенціал. 2. Фактори, що визначають рівень некомерційних інвестиційних ризиків: законодавчі ризики, політичні ризики, соціальні ризики, економічні ризики, екологічні ризики, кримінальні ризики. 3. Інвестиційна активність: концентрація і розподіл інвестиційного капіталу, активізація впровадження нових виробничих потужностей, інтеграція виробничої

Продовження табл. 1

1	2	3
		діяльності, розвиток прямих і портфельних інвестицій, інтеграційні фактори реалізації інвестиційних проєктів.
В.В.Гомольська	Розглядає інвестиційний клімат регіону як комплексну характеристику, що складається з трьох ключових підсистем: інвестиційного потенціалу, інвестиційного ризику, законодавчих умов. Показниками є певні критерії, для яких визначається певний ступінь досягнення.	1. Характеристика податкової системи (прийнятна і стабільна). 2. Рівень виробничих витрат. 3. Розвиненість та ефективність функціонування інвестиційної інфраструктури. 4. Характеристика трудових ресурсів (освіта, кваліфікація і т. ін.). 5. Ефективність роботи науково-освітніх та науково-дослідних організацій (надходження свіжих ідей для розробки нових продуктів і послуг). 6. Розвиненість фінансово-кредитних установ. 7. Ефективність зовнішньоекономічної діяльності (обсяг експорту, частка експорту в ВВП і т. ін.). 8. Відкритість органів влади контакту з підприємцями (кількість зустрічей з представниками бізнесу).

Висновки. На основі досліджених підходів до оцінки інвестиційної привабливості регіону можна зробити такі висновки. При використанні описового підходу оцінка може давати змістовні результати, але це залежить від кваліфікації аналітика, який проводить аналіз. Методики даного підходу потребують збору великої кількості даних з різних аспектів діяльності та ранжування їх за впливом на інвестиційну привабливість. Отримані результати є громіздкими та важкими для аналізування.

Рейтинговий підхід дає більш наочний результат, а процес оцінки є не таким громістким, як у першому підході. Результат подається у вигляді інтегрального показника інвестиційної привабливості регіону, який лише показує місце регіону серед інших і не вказує напрями інвестування на даній території, тобто не вказує галузі пріоритетного фінансування. Недоліком цього підходу є те, що при проведенні дослідження аналізуються лише потенційні інвестори, які діють на внутрішньому ринку України, що призводить до автоматичного виключення всіх інших. Крім того, не можливо визначити, частка якого з факторів включених до рейтингу, у ваговому вимірі є домінуючою.

Отже методика оцінки інвестиційної привабливості регіону повинна відповідати таким вимогам:

- давати характеристику регіону з точки зору сприятливості інвестиційного клімату;
- показувати результат щодо пріоритетних напрямів вкладання ресурсів;

– містити всі групи показників, які відображають потенціал регіону: соціально-економічний стан (соціально-демографічну та економічну складову), інфраструктурне забезпечення (виробничу та соціальну інфраструктуру), розвиток ринкових відносин, інноваційну активність, якість людських ресурсів, інформаційне забезпечення, ступінь безпеки інвестиційної діяльності (екологічну та криміногенну складову).

Отже інвестиційна привабливість регіону - один із головних факторів активізації інвестиційних процесів. Саме завдяки створенню в інвесторів уявлення про область як про привабливий об'єкт інвестування можливо залучення необхідних фінансових ресурсів.

Список літератури

1. Асаул А. Систематизация факторов, характеризующих инвестиционную привлекательность регионов // Региональная экономика. – 2004. – № 2. – С.53-62.
2. Бланк И.А. Основы инвестиционного менеджмента: в 2 т. – К.: Эльга-Н, Ника-Центр, 2001. –Т. 1. – 536 с.
3. Гомольська В.В. Організаційно-економічні аспекти поліпшення інвестиційного клімату регіону // Региональная экономика. – 2003. – № 3. – С.62-70.
4. Заставний Ф.Д. Депресивні регіони України: аналіз, оцінка, проблеми // Региональная экономика. – 2005. – № 1. – С.76 – 89.
5. Інвестиційний менеджмент: теорія і практика / за ред. М.П. Бутка. – Ніжин: ТОВ “Видавництво Аспект-Поліграф”, 2009. – 452 с.
6. Методика інтегральної оцінки інвестиційної привабливості підприємств і організацій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1036.155.0>
7. Методика розрахунку інтегральних регіональних індексів економічного розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://uazakon.com/documents/date_1a/pg_ibcnog/index.htm.
8. Петраев А.В. Факторы инвестиционной привлекательности. Методика оценки инвестиционной привлекательности региона (отрасли, предприятия) [Електронний ресурс]/ – Режим доступу: http://scholar.google.com/scholar_host?q=info:_AnsH32I54wJ:scholar.google.com/&output=viewport&pg=217.
9. Семина Л.А. Инвестиционная привлекательность: теоретический аспект. [Електронний ресурс] // Вестник Челябинского государственного университета. – 2010. – № 14 (195). Экономика. Вып. 27. – С.17-19. – Режим доступу: <http://www.lib.csu.ru/vch/195/002.pdf>.
10. Стеченко Д.М. Розміщення продуктивних сил і регіоналістика. – К.: Вікар, 2002. – 374 с.
11. Euromoney's Country Risk Rankings : [Електронний ресурс] . – Режим доступу : <http://www.euromoney.com>.

Современные методики оценки инвестиционной привлекательности региона

Тюлькіна Е.А., Нєря В.І.

Рассмотрена сущность региональной инвестиционной привлекательности, показатели инвестиционной привлекательности регионов и проанализированы современные подходы и методы оценки инвестиционной привлекательности регионов.

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность, регион, описательный подход, рейтинговый подход.

Modern techniques for assessing regional investment attractiveness

Tiulkina E. A., Nerya V.I.

The essence of the regional investment attractiveness indicators of investment, indicators of investment attractiveness of regions is considered and modern approaches and methods for assessing regional investment attractiveness are analyzed.

Keywords: investment attractiveness, methods the region, the narrative approach, the rating approach.

УДК 551.509.32

С.В. Иванов, д.геогр.н., О.Р. Драничер, асп.

Одесский государственный экологический университет

РОЛЬ АЛЬБЕДО В ФОРМИРОВАНИИ ГОРОДСКОГО ОСТРОВА ТЕПЛА

С помощью атмосферной мезомасштабной модели MM5 получена оценка влияния альбеда на термический режим над г.Одесса. Выполнено два краткосрочных численных эксперимента с различными значениями альбеда для урбанизированной территории. Результаты анализируются на основе суточного хода температуры воздуха для городской и сельской местности и её различий в двух экспериментах.

Ключевые слова: альбеда, городской остров тепла, термический режим

Введение. Климат городов является социально и экономически значимым фактором. Доля населения, живущего в городах, особенно в странах с умеренным и суровым климатом постоянно увеличивается. Специфика городских климатических условий все больше отличаются от климатических условий окружающих города территорий за счет непрерывно усиливающегося влияния антропогенных факторов.

Ведущими специалистами в области городской климатологии признано существование аномалий метеоусловий в черте городов по сравнению с окружающей их неурбанизированной территорией [1]. Например, в городах северного полушария ежегодно наблюдается в среднем на 12% меньше солнечной радиации, на 8% больше облаков, на 14% больше осадков, на 10% больше снега и 15% больше гроз, чем в окружающей их сельской местности [1]. Концентрация загрязняющих веществ в городе может быть в 10 раз выше, чем в «чистой» атмосфере и температура воздуха может быть в среднем на 2 °С выше, а в мегаполисах разница между температурами в городе и его окрестностях может достигать 12 °С. Интенсивность острова тепла зависит от погодных условий и наиболее ярко он проявляется при ясном небе и слабом ветре [1].

Однако не до конца установлено соотношение механизмов, вызывающих эти аномалии. В числе причин происхождения «острова тепла» и других метеоклиматических аномалий выделяются несколько ведущих факторов: использование в городах большого количества энергоресурсов, уменьшение альбеда и увеличение при этом теплоемкости искусственных покрытий, уменьшение величины испарения за счет уменьшения проницаемости искусственных покрытий и отвода осадков канализационными сетями [1-2].

Размер острова тепла логарифмически связан с количеством населения в городе [1]. Острова тепла могут быть полезными или вредными для населения и потребителей энергии. В общем, острова тепла в низких и средних широтах являются нежелательными, поскольку они способствуют тепловым нагрузкам, дискомфорту и загрязнению воздуха. В высоких широтах они могут способствовать сокращению потребления энергии, необходимой для обогрева помещений [3].

Этим обусловлена научная актуальность и практическая необходимость изучения структуры городского острова тепла, его специфических особенностей и причин возникновения. Основная проблема связана с отсутствием адекватной наблюдательной сети измерения трехмерных полей температуры, влажности воздуха, скорости ветра и других величин в городских условиях. Компенсировать этот недостаток возможно с помощью численного моделирования городского острова тепла, которое позволяет

установить роль каждого из вышеперечисленных факторов на формирование температурного режима урбанизированной территории [3-4].

Альbedo поверхности является одной из физических характеристик, влияющих на температурный режим. Она определяется как полусферическая длинноволновая отражательная способность и в значительной мере зависит от неоднородности и орографии подстилающей поверхности. Альbedo урбанизированной территории изменяется в пределах 10-20%, но в некоторых городах значения могут быть больше [2]. Так, города в Северной Африке являются хорошим примером территорий с высоким альbedo (30-45%), в то время как большинство городов США и Европы имеют более низкое альbedo (15-20 %). Согласно [1], среднее значение альbedo города на 15% меньше альbedo сельской местности, за исключением лесов и пашен с темными почвами. Таким образом, чувствительность температуры воздуха к альbedo интересна со стороны исследования влияния городского острова тепла.

Цель данной работы состоит в исследовании формирования трехмерной структуры температуры воздуха над урбанизированными районами и анализе влияния альbedo на формирование острова тепла над городской территорией с помощью численного моделирования.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось с помощью негидростатической мезомасштабной модели MM5v3.7 [5]. При интегрировании модели использовано трехуровневое вложение сеток с двусторонним взаимодействием. Три модельные области были центрированы относительно точки с координатами 46,47°с.ш. и 30,75° в.д. Для материнской области D1 размером 131x101 узлов шаг сетки составлял 9 км, для вложенной области второго уровня D2 размером 121x97 узлов – 3 км, для дочерней области D3 размером 124x118 узлов – 1 км (рис.1). Расположение модельной области D3 было выбрано таким образом, чтобы детально воспроизвести состояние атмосферы над урбанизированной территорией г. Одесса и её сельскими окрестностями.

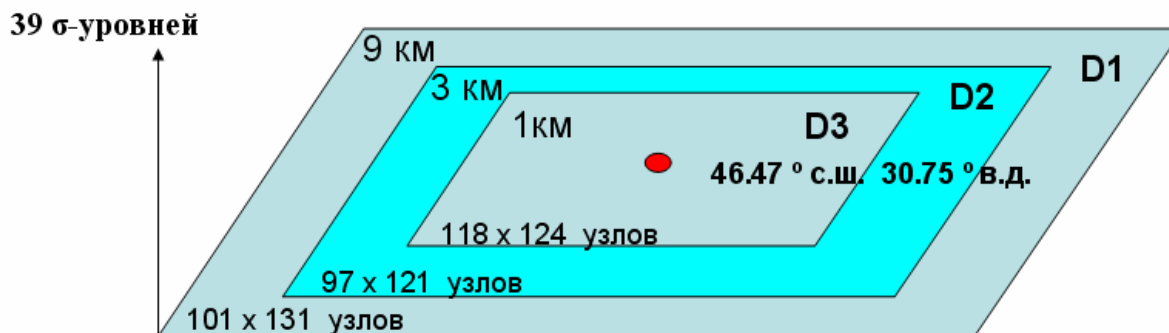


Рис. 1 – Конфигурация модельных областей с центром над г.Одесса.

Вертикальная координатная ось модельной атмосферы состояла из 39 неравномерно расположенных σ -уровней. Разрешение в нижнем километровом слое примерно равнялось 20 м и постепенно увеличивалось до 500 м к верхней границе, расположенной на уровне 10 гПа.

Численные эксперименты были выполнены для периода с 08 по 13 мая 2002г. Выбор дат основывался на критерии условия малоградиентного поля для минимизации синоптического влияния. Критериями такого выбора были ясное небо, низкая влажность, слабая скорость и неустойчивое направление ветра, высокое атмосферное давление и горизонтально-однородное поле приземной температуры воздуха (рис.2).

Первые 6 часов региональная модель адаптировалась к крупномасштабному начальному условию, и этот начальный отрезок времени отбрасывался, последующие часы прогноза использовались уже для анализа результатов.

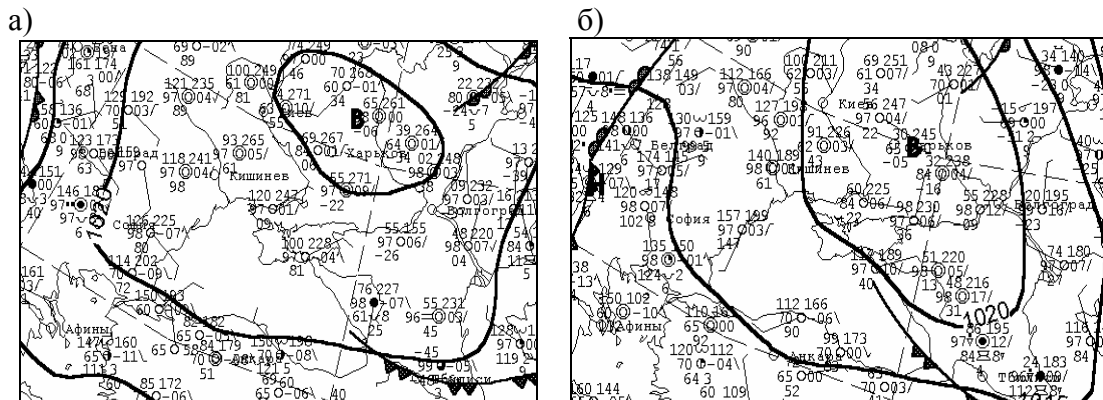


Рис. 2 – Карты приземного анализа за 00 UTC 09.05.2002г. (а) и 13.05.2002г. (б).

В модели MM5 предусмотрено несколько схем для каждого из типов параметризуемых процессов подсеточного масштаба [5], а именно, микрофизических процессов, кучевой облачности, потоков коротко- и длинноволновой радиации, и процессов в пограничном слое. Эти схемы различаются по сложности и количеству настраиваемых параметров. Выбор схемы определяется требованиями решаемых задач и в определенной мере субъективным фактором.

Для погранслоя в расчетах использовалась схема Блэкадара высокого разрешения с четырьмя режимами устойчивости [6]. В приземном слое вертикальные потоки рассчитываются на основе теории подобия Монина-Обухова, а в остальной части погранслоя применяется К-теория. Результаты расчетов по этой схеме зависят от способа задания коэффициентов турбулентного обмена. Для описания радиационных процессов использовалась схема RRTM [7]. Она построена на k-коррелированной модели и учитывает процесс абсорбции водяным паром, углекислым газом и озоном по всему спектральному диапазону. Температура в почве моделировалась на основе уравнения вертикальной диффузии тепла для пяти слоев [8]. Параметризация кучевой конвекции на областях D1 и D2 основывается на методе Грела [9]. На области D3 конвекция описывалась в явном виде.

Для задания начальных и граничных условий на периоде интегрирования модели использовались поля ре-анализа ERA40 с Гауссовой сеткой N80 для атмосферы от поверхности земли до уровня 10 гПа и поля подстилающей поверхности в сроки 00, 06, 12 и 18 UTC [10], конвертированные в формат модели MM5.

Для описания свойств подстилающей поверхности использовались данные Геологической службы США (USGS) с 24 категориями землепользования и разрешением 1'. На рис. 3 показаны типы подстилающей поверхности для области D3 с разрешением 1 км. Цифрами обозначены типы землепользования. Для выбранной области основные категории землепользования – это водная поверхность, поля и пастбища, луга и леса и небольшие участки урбанизированных территорий. Физические характеристики всех типов представлены в табл. 1. Урбанизированная область для Одессы обозначена квадратом (рис.3).

Расчеты проводились с временным шагом 6', а формирование полей вывода для σ -уровней происходило каждый час.

Выбор указанных внутренних параметров модели привел к тому, что расчет каждого отдельного эксперимента занимал порядка трех суток реального времени.

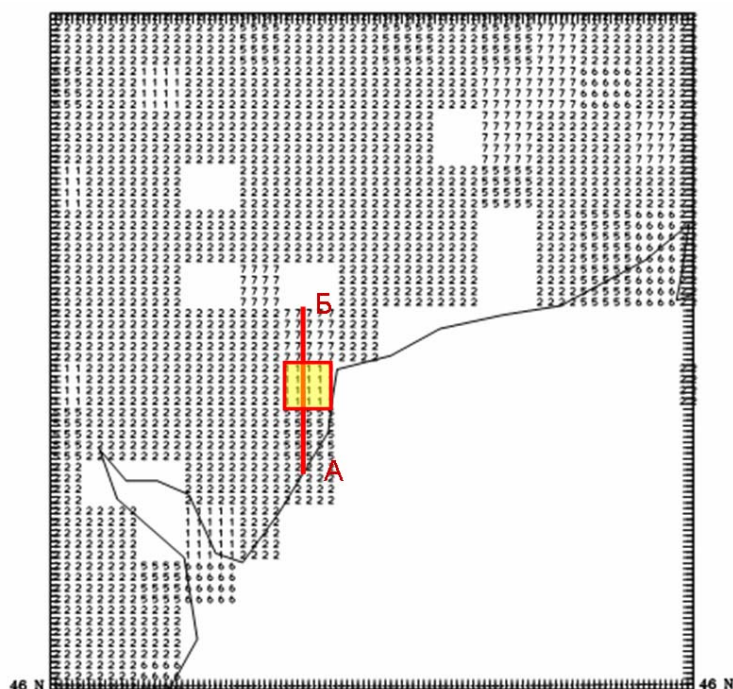


Рис. 3 – Типы землепользования для области D3 по классификации USGS. Линия АБ показывает разрез на рис. 7, 8.

Таблица 1- Характеристики типов землепользования для области D3

индекс	Тип подстилающей поверхности	Альbedo (%)	Доступное влагосодержание (%)	Излучательная способность	Шероховатость (см)	Термическая инерция $\text{Кал} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{с}^{-1/2}$
1	Город	15	10	88	50	0,03
2	Неорошаемые районы с/х культур, пастбища	17	30	92	15	0,04
5	С/х культуры и луга (мозаично)	18	25	92	14	0,04
6	С/х культуры и леса (мозаично)	16	35	93	20	0,04
7	Луга	19	15	92	0,12	0,03
	Вода	8	100	98	0,01	0,06

Результаты исследования и их анализ. Для анализа влияния альbedo на формирование острова тепла над городом проведено два численных эксперимента с высоким разрешением для выбранных дат. Эксперименты включали контрольную прогонку со стандартными значениями характеристик подстилающей поверхности $\alpha=15\%$ (CTRL_A15) и модифицированную прогонку со сниженным значением альbedo $\alpha=10\%$ (URB_A10).

По результатам моделирования проанализирован суточный ход температуры воздуха и направления ветра на всех уровнях до высоты 500 м. Особое внимание

уделялось ячейкам с урбанизированной подстилающей поверхностью. Для каждого срока по Гринвичу (далее UTC) построены поля пространственного распространения потенциальной температуры воздуха и ветра.

В ходе анализа полученных результатов были выявлены закономерности в суточном ходе температуры воздуха и поля ветра над городом и его окрестностями.

На рис.4а представлено распределение приземной температуры воздуха над Одессой за 16 UTC 8.05.2002г. на основании фактических данных. Более подробно об исследовании острова тепла над Одессой по данным измерений можно найти в [11]. На рис.4б представлено модельное поле температуры воздуха на нижнем σ -уровне (0,998), располагавшимся на высоте около 20 м. Согласованность пространственного распределения температуры воздуха в модели с фактическими данными подтверждает возможность реалистичного воспроизведения термического режима в нижней части пограничного слоя [12].

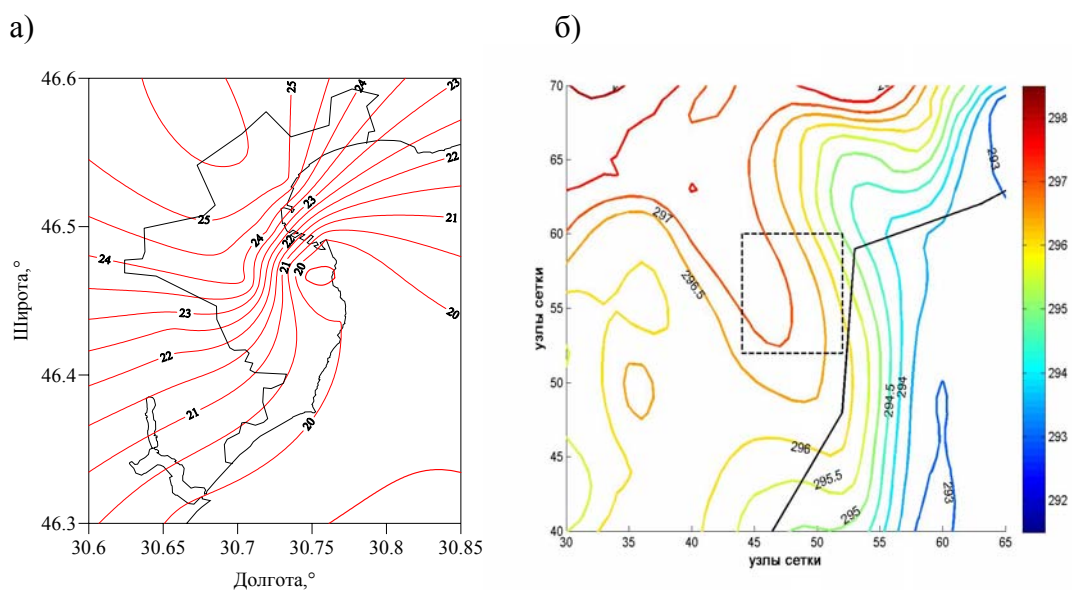


Рис. 4 – Пространственное распределение температуры воздуха над Одессой по фактическим данным (а) и по модели (б) за 16 UTC 08.05.2002г.

Одесса имеет ярко выраженную неоднородность рельефа и подстилающей поверхности (город расположен в прибрежной зоне на границе суша-море и находится в зоне развития бризовой циркуляции). Эти факторы оказывают влияние на формировании острова тепла в городе и на его пространственную структуру [1].

В поле температуры территория города прослеживается как нагретое пятно с максимумом, расположенным над его центром. На протяжении периода с 05-07 UTC до 09-14 UTC над территорией Одессы наблюдался ярко выраженный остров тепла (рис. 5а), который в отдельные часы (10.05 и 12.05 с 9-12 UTC) смещался по потоку на северо-запад, а впоследствии до 13-16 UTC прослеживался в виде гребня тепла над урбанизированной территорией (рис.5б).

С 18-20 UTC до 03-04 UTC над городом прослеживается отрицательный остров тепла – остров холода (рис.5в).

В поле ветра наблюдается бризовая циркуляция, которая характеризуется изменением направления ветра с восточного на западное (с суши на море) в 16-17 UTC и обратно (с моря на сушу) в 21-23 UTC 8, 12 и 13 мая 2002г. и 04-08 9-11 мая 2002г. Из-за ограниченности иллюстративных материалов в публикации рисунки с

изменением бризовой циркуляции не приводятся. При благоприятных условиях бризовая циркуляция распространяется до 30 км вглубь суши, т.е. захватывала всю территорию урбанизированного района.

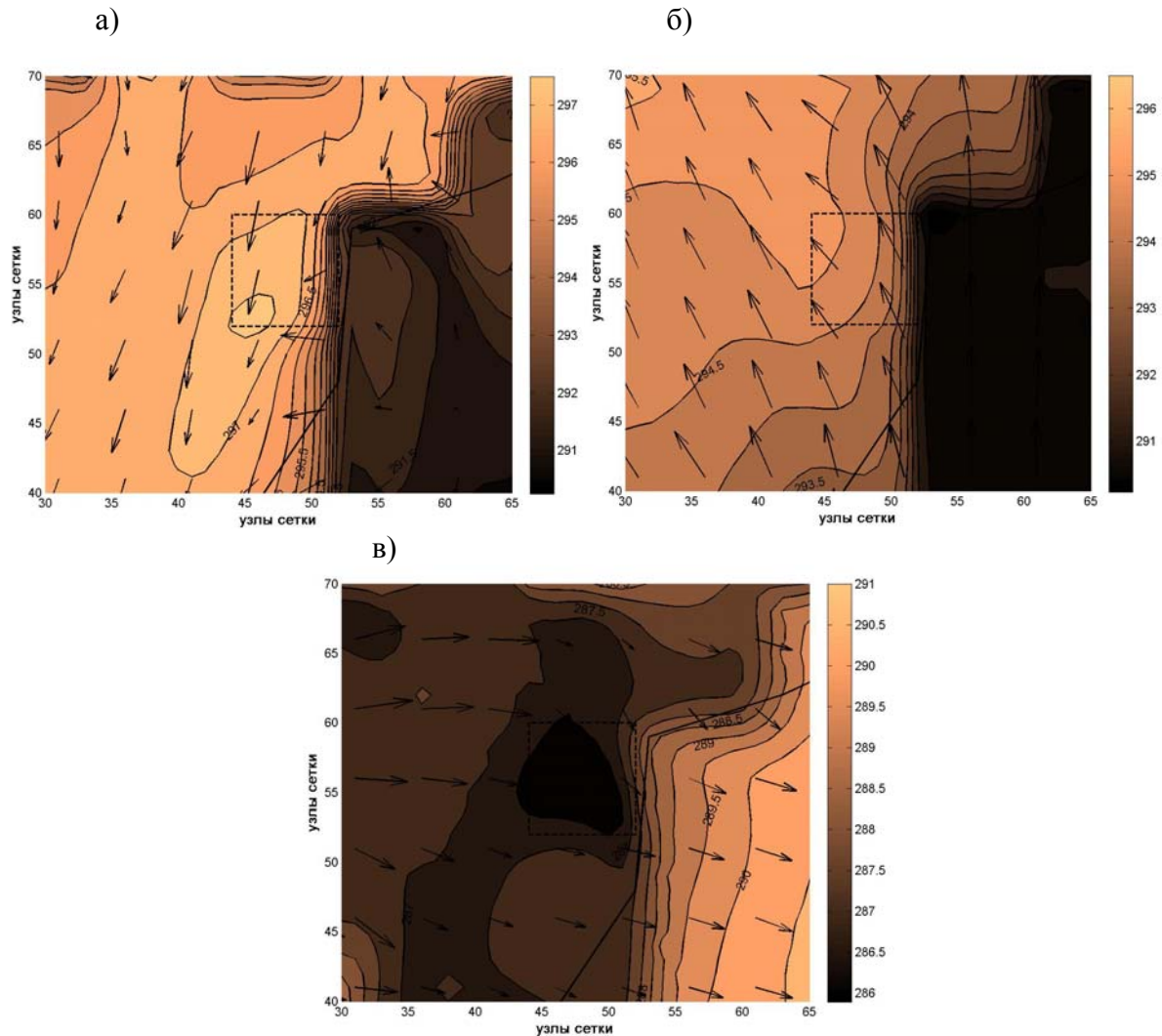


Рис. 5 – Пространственное распределение температуры воздуха и направления ветра на нижнем σ -уровне за 09 UTC 08.05.2002г. (а), за 13 UTC 10.05.2002г. (б) и за 02 UTC 11.05.2002г. (в) при CTRL_A15.

В поле влажности город проявляет себя как "остров сухости". Влажность воздуха на нижнем σ -уровне (20м) в Одессе ниже, чем в окрестностях города практически на протяжении всего периода исследования (рис.6а). Это связано с повышением температуры и общим снижением содержания влаги в атмосфере над городом в результате уменьшения испарения с подстилающей поверхности.

Однако в период ночи и раннего утра, когда над территорией города происходит смена бризовой циркуляции с береговой на морскую, и до 06 UTC над Одессой наблюдается «остров влажности» (рис.6б).

Возмущения в полях температуры, формирующиеся под влиянием урбанизированной подстилающей поверхности, имеют трехмерную структуру. Поэтому для исследования трехмерной структуры острова тепла над городом было

построено вертикальный разрез АБ (с юга на север), как показано черной линией на рис. 3.

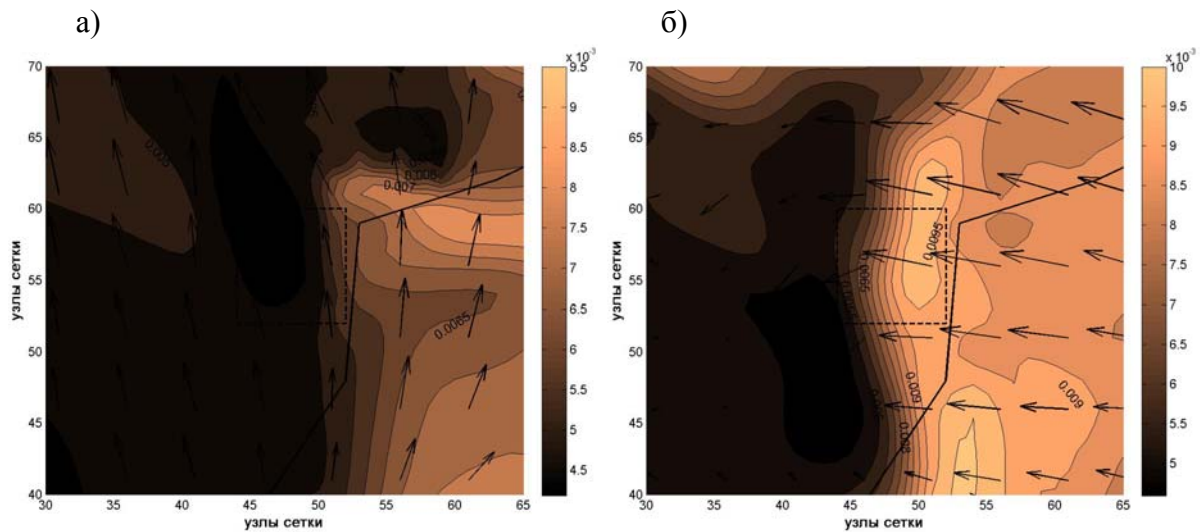


Рис. 6 – Пространственное распределение удельной влажности и направления ветра на нижнем σ -уровне за 16 UTC 12.05.2002г. (а) и за 00 UTC 13.05.2002г. (б) при CTRL_A15.

В дневное время (с 05 до 15 UTC) над городом формируется остров тепла в виде купола (рис. 7а). При этом тепловое влияние города распространяться по вертикали до 500 метров. Это становится возможным благодаря тому, что вынужденная и свободная конвекция усиливаются на более теплой и шероховатой поверхности большого города.

В ночное время (с 18 до 02 UTC) над урбанизированной территорией на высотах прослеживается приподнятый очаг тепла, отделенный от поверхности земли теплый слой городского воздуха. Этот слой, простирающийся за пределы города, называют факелом города.

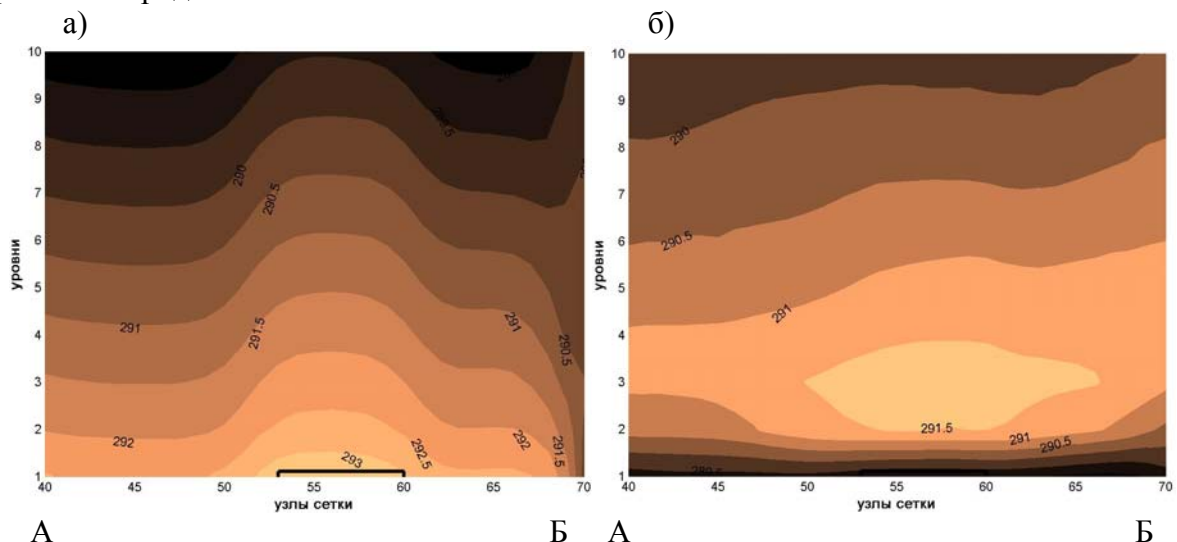


Рис. 7 – Вертикальный разрез АБ поля потенциальной температуры воздуха с юга на север за 07 UTC 10.05.2002г. (а) и за 21 UTC 09.05.2002г. (б) при CTRL_A15. Линия сечения показана на рис.3.

Для установления роли альбедо в формировании поля температуры над городом рассматривается разница температур между двумя численными экспериментами с различным значением альбедо:

$$DIF = URB_A10 - CTRL_A15.$$

Для анализа значения Dif над городом были построены вертикальные разрезы АБ (с севера на юг) (рис.8).

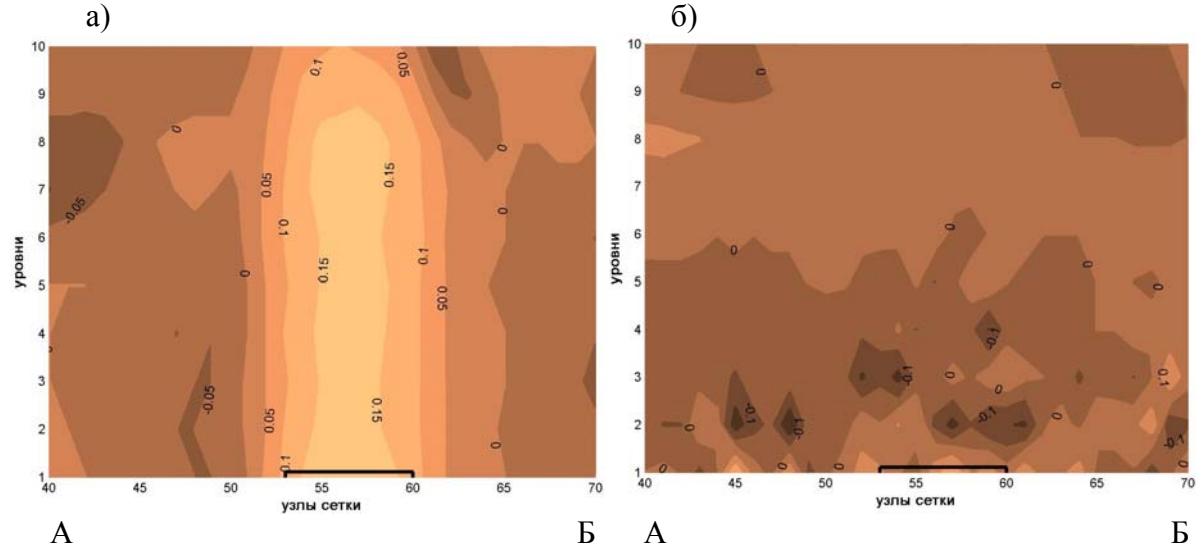


Рис. 8 – Вертикальный разрез АБ поля различий между модифицированным и контрольным численными экспериментами (Dif) для потенциальной температуры воздуха с юга на север за 07 UTC 10.05.2002г. (а) и за 21 UTC 09.05.2002г. (б). Линия сечения показана на рис.3.

Анализ результатов контрольной и модифицированной (урбанизированной) прогонок показал различную степень изменения температурных полей над Одессой и её окрестностями. Снижение альбедо на 5% привело к повышению полей потенциальной температуры в дневное время (05-16 UTC) в среднем на 0,15 К. На рис.8а наблюдается явно выраженный остров тепла над городской территорией.

В ночное время, как видно из рис. 8б, таких однозначных результатов не наблюдается.

Выводы. Проведение численного моделирования для исследования пространственно неоднородности городского острова тепла над большим городом фактически обозначают следующий этап в исследовании особенностей городского климата. Если до этого в распоряжении исследователей городского острова тепла в разных странах были только экспериментальные данные о контрастах приземной температуры в городе и пригороде, и имелись лишь разрозненные ряды данных о ее вертикальном распределении, полученные в основном с помощью привязных аэростатов, радиозондов и вышек, то теперь численное моделирование дает возможность исследовать трехмерную картину термических процессов в пограничном слое атмосферы над городом. Это позволяет провести количественные оценки различных факторов, влияющих на формирование городского пограничного слоя, в том числе на возникновение и развитие городского острова тепла. С точки зрения практического использования численное моделирование в новом аспекте дает наибольшую возможность воспроизведения острова тепла над городом и его динамику.

В данной работе с помощью численного моделирования рассмотрен температурный режим города, окруженный не только сельской местностью, но и

акваторией моря. Но даже при такой сложной ситуации проявились особенности термического режима города.

Согласованность пространственного распределения температуры воздуха с фактическими данными подтверждает возможность реалистичного воспроизведения в модели термического режима в нижней части пограничного слоя.

В поле температуры воздуха территория города проявилась как остров тепла в дневное время (с 05-14 UTC) и как остров холода в ночное время (18-04 UTC). В дневные часы остров тепла под воздействием ветра смещается от урбанизированной территории на северо-запад от города.

В поле ветра над Одессой воспроизводится формирование бризовой циркуляции.

В поле влажности город проявляет себя как "остров сухости" практически весь день, кроме периода с поздней ночи и до 06 UTC, когда наблюдается "остров влажности".

Возмущения в полях температуры, сформированные под влиянием урбанизированной подстилающей поверхности, имеют трехмерную структуру. В дневное время тепловое влияние города может распространяться по вертикали до 500 метров. В ночное время над городом образуется приподнятый очаг тепла с простирающимся за пределы городской черты городским факелом.

Альбедо городской поверхности оказывает существенное влияние на радиационный баланс в пределах городской застройки, а особенно на температурный режим городов. Снижение альбедо на урбанизированной территории на 5% приводит к усилению городского острова тепла в дневное время в среднем на 0,15 К. Отсюда можно сделать вывод, что при городском планировании следует учитывать цвет стен и крыш зданий, так как увеличение альбедо города (например, окраска крыш в белый цвет) является эффективным способом ограничения эффекта «городского острова тепла», уменьшая потребности в охлаждении и тем самым существенно предотвратить энергопотери и, следовательно, экономические убытки [10]. В ночное время изменение альбедо не проявляется.

Приведенные результаты моделирования позволяют уточнить ряд представлений об особенностях и закономерностях формирования возмущений в термическом поле над городом. В целом же можно сказать, что свойства подстилающей поверхности над урбанизированными территориями оказывают значительное влияние на формирование термического режима города.

В перспективе предусматривается исследование трехмерной структуры поля ветра для анализа роли динамического фактора и тепловой инерции в формировании термического режима.

Список литературы

1. Оке Т.Р. Климаты пограничного слоя: Пер. с англ. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 360 с.
2. Taha H. Urban climates and heat island: albedo, evapotranspiration, and antropogenic heat // Energy and buildings. – 1997. – №26. – P.99-103.
3. Мяжков М.С. Влияние мегаполиса Москва на величину испарения // Метеорология и гидрология. – 2005. – №3. – С. 78-80.
4. Mahura A., Petersen C., Baklanov A., Amstrup B., Korsholm U.S., Sattler K. Verification of long-term DMI–HIRLAM NWP model runs using urbanization and building effect parameterization modules // HIRLAM Newsletter. – 2008. – №53. – P. 50-60.

5. *Dudhia J.* A nonhydrostatic version of the Penn State/NCAR mesoscale model: Validation tests and simulation of an Atlantic cyclone and cold front // *Mon. Wea. Rev.* 1993. – V.121. – P.1493-1513.
6. *Hong S.-Y., Pan H.-L.* Nonlocal boundary layer vertical diffusion in a medium-range forecast model // *Mon. Wea. Rev.* – 1996. – V.124. – P. 2322-2339.
7. *Mlawer E. J.* Radiative transfer for inhomogeneous atmosphere: RRTM, a validated correlated-k model for the longwave / E. J. Mlawer, S. J. Taubman, P. D. Brown, M. J. Iacono, S. A. Clough // *Journal of Geophysical Researches.* - 1997. –V. 102. - P. 16663-16682.
8. *Dudhia J.* A multi-layer soil temperature model for MM5. – 1996. – P.49-50. (Preprints. / The sixth PSU/NCAR Mesoscale Model Users' Workshop. Boulder, Colorado; 1996-06).
9. *Grell G.A.* Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parametrizations // *Mon. Wea. Rev.* – 1993. – V.121. – P. 764-787.
10. *Uppala S.M., Kållberg P.W., Simmons A.J., Andrae U., da Costa Bechtold V., Fiorino M., Gibson J.K., Haseler J., Hernandez A., Kelly G.A., Li X., Onogi K., Saarinen S., Sokka N., Allan R.P., Andersson E., Arpe K., Balmaseda M.A., Beljaars A.C.M., van de Berg L., Bidlot J., Bormann N., Caires S., Chevallier F., Dethof A., Dragosavac M., Fisher M., Fuentes M., Hagemann S., Hólm E., Hoskins B.J., Isaksen I., Janssen P.A.E.M., Jenne R., McNally A.P., Mahfouf J.-F., Morcrette J.-J., Rayner N.A., Saunders R.W., Simon P., Sterl A., Trenberth K.E., Untch A., Vasiljevic D., Viterbo P., Woollen J.* The ERA-40 re-analysis // *Q.J.R.Meteorol.Soc.* – 2005. – V.131. – P.2961-3012.
11. *Маринин И.Л. Енгальчева О.Р.* Основные характеристики и пространственное распределение острова тепла г. Одесса // *Вісник Одеського державного екологічного університету.* –2010. –№10. – С. 135-142.
12. *Casati, B., Wilson L. J., Stephenson D.B., Nurmi P., Ghelli A., Pocernich M., Damrath U., Ebert E. E., Brown B. G., Mason S.* Forecast verification: current status and future directions // *Meteorological Applications, Special Issue: Forecast Verification.* – 2008. – Vol.15, – P.3-18.

Вплив альбедо на формування міського острова тепла.

Іванов С.В., Драничер О.Р.

За допомогою атмосферній мезомасштабної моделі MM5 отримана оцінка впливу альбедо на термічний режим м.Одеса. Виконано два короткострокових чисельних експерименту з різними значеннями альбедо для урбанізованої території. Результати аналізуються на основі добового ходу температури повітря для міської та сільській місцевості та її відмінності у двох експериментах.

Ключові слова: альбедо, міський острів тепла, термічний режим.

The albedo effect to the urban heat island formation.

Ivanov S.V., Dranicher O.R.

The estimate of albedo influence on thermal regime over Odessa is performed by the atmospherical mesoscale model MM5. Two short numerical runs with different albedo values have been tested. The simulated outputs are evaluated for a diurnal cycle of air temperature for the urban and rural area and its differences between two runs.

Key words: albedo, urban heat island, thermal regime of the city.

ВЛИЯНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОИЗРАСТАНИЕ КУЛЬТУРЫ СОИ

Рассмотрена ботаническая характеристика культурной сои, биологические свойства растения, отношение к факторам окружающей среды, минеральное питание, болезни, вредители, генетическая модификация.

Ключевые слова: *соя, ботаническая характеристика, биологические свойства, модификация.*

Введение. Зернобобовые культуры играют важную роль в сельскохозяйственном производстве. Соя – одна из наиболее древних культурных растений. Среди зернобобовых ей, по распространенности, принадлежит первое место в мире. Считают, что соя одна из наиболее древних культур, которую выращивали ещё в районах Восточной Азии преимущественно в Китае. В конце VIII в. соя была завезена в Европу. Из Китая посевы сои проникли на Дальний Восток, где с давних пор ее возделывают русские поселенцы. Также ее возделывают в Южной Европе, Северной и Южной Америке, Центральной и Южной Африке, на островах Тихого и Индийского Океанов на широтах от 55-60°, в России и на Украине. В нашей стране сою начали возделывать только в 20-ом столетии, но, не смотря на это, она занимает наибольшие площади, которые с каждым годом увеличиваются.

История возделывания этой культуры исчисляется, по меньшей мере, пятью тысячами лет. Рисунки сои в Китае были обнаружены на камнях, костях и черепаших панцирях. О возделывании сои упоминается в самой ранней китайской литературе, относящейся к периоду 3-4 тысячи лет до нашей эры. Известный древний учёный Китая Мин-из писал, что основатель Китая император Шэньнун, живший около 4320 лет тому назад, учил народ заниматься посевом пяти культур: риса, пшеницы, чумизы, проса и сои. По мнению одного из крупнейших специалистов по сое бывшего Советского Союза В. Б. Енкена соя как культурное растение сформировалась в глубокой древности, не менее 6—7 тысяч лет тому назад [2].

Средняя урожайность сои в мире составляет 1,69 т/га. Наиболее высокий урожай семян получают в Европе — 2,30 т/га, а наиболее низкий — в Азии и Африке — 1,25 и 1,08 т/га соответственно. Украина занимает первое место в Европе и восьмое в мире по объемам производства сои. Сегодня площади под культурой уже превысили миллион гектаров. По состоянию на 2011 год под сою были выделены 1121,9 тыс.га, собрано 2020 тыс. тонн зерна, а средняя урожайность составила 20,3 ц/га. Это объясняется ее исключительно ценным химическим составом, позволяющим широко использовать сою для продовольственных, кормовых и технических целей. В зависимости от сорта и условий выращивания в семенах ее содержится 36-48% белка и 17-26% масла [1]. В пищу соя используется в разнообразных видах: из нее получают масло, маргарин, соевый сыр, молоко, кондитерские изделия, консервы. Большое значение как корм имеют жмых, шрот и соевая мука. Соевый жмых – продукт, полученный в результате прессования соевых бобов – используется в кормлении сельскохозяйственных животных. Жмых входит в состав почти всех комбикормов и частично используется как самостоятельный корм [5].

Соя имеет свои характерные биологические особенности. Изучение этих особенностей является очень важной основой для исследования влияния агрометеорологических условий на рост, развитие и формирование продуктивности сои.

Материалы и методы исследования. Основной целью данной работы является рассмотрение ботанической характеристики, биологических особенностей и влияние агрометеорологических условий на произрастание культурной сои.

Соя относится к роду *Glycine* L., из семейства Бобовых (Leguminosae), подсемейства Мотыльковые (Papilionoideae). Согласно П.М. Жуковскому [3], этот род состоит более чем из 40 видов, половина из которых эндемичны для тропической Африки. Формообразовательный процесс, согласно Н.И. Корсакову, осуществлялся в трех центрах: тропической Африке, Юго-Восточной Азии и Австралии [4]. В России встречается один дикорастущий вид в Приморском крае [3]. Производственные посевы представлены видом сои культурной (*Glycine max* (L) Merrill).

Культурная соя – однолетнее травянистое растение с периодом вегетации от 70 до 250 дней. Главный корень стержневой, с большим количеством длинных боковых корней и корешков, проникающих на глубину до 2 м и более. На главном и боковых корнях образуются клубеньки, которые представляют собой разросшуюся под влиянием бактерий ткань корня. Они поглощают из атмосферы молекулярный азот и переводят его в доступную для растений форму. В нормальных условиях на одном растении образуется 25-50 клубеньков. Клубеньки образуются в основном на корнях, расположенных в пахотном слое почвы.

Стебель у сои грубый, цилиндрический, высотой от 15 см до 2 м и более. Толщина стебля у основания до 22, в середине – 4-12 мм. Длина междоузлий 3-15 см, число ветвей 2-5, хотя встречаются и более ветвистые формы. Стебель обычно прямостоячий, но бывают стелющиеся и вьющиеся формы. Все части стебля сои покрыты волосками белого или рыжего цвета разных оттенков и интенсивности. В период вегетации стебель зеленого цвета с антоциановой окраской некоторых частей. При созревании он желтеет, становится коричневым или серо-черным. Кусты в зависимости от угла отхождения ветвей бывают сжатые, полусжатые и широкие. Количество ветвей чаще всего от двух до пяти. Толщина и высота стебля, а также число и длина междоузлий – изменчивые признаки, зависящие от сорта и от условий выращивания: температуры, света, влажности и содержания питательных веществ в почве.

Листья сложные тройчатые, цельнокрайние, расположены по одному на каждом узле, последовательно. Форма листочков различная: овальная, ланцетообразная, округлая, сердцевидная. Первые два примордиальных листа простые и расположены в узле супротивно. Поверхность листа обычно гладкая, реже – морщинистая, с обеих сторон покрыта густыми волосками. При созревании у большинства сортов листья опадают.

Цветки мелкие, пятилепестковые, обычно без запаха, собраны в короткую малоцветковую или длинную многоцветковую кисть, расположенную в пазухах листьев. Количество цветков в кисти от 2 до 20. Окраска венчика у большинства сортов белая или фиолетовая. Тычинок десять. Сою относят к самоопыляющимся растениям. Перекрестное опыление встречается редко.

Бобы короткие, прямые или изогнутые, иногда серповидные, вздутые или плоские, с заостренным кончиком, содержащие 2-4 семени. Длина боба до 5 см. Окраска бобов различна: песочно-серая, светло-желтая, желтовато-коричневая иногда черная. Обычно они покрыты волосками. На растении бывает от 10 до 400 бобов. Высота прикрепления нижних бобов от 3-6 до 20-25 см. У скороспелых сортов бобы обычно расположены ниже, чем у средне- и позднеспелых. Высота прикрепления нижних бобов увеличивается при загущенных посевах.

Семена сои шаровидные, овальные, плоскоокруглые. Масса 1000 семян колеблется в большинстве случаев от 100 до 250 г. Окраска семян желтая, светло-

желто-зеленая, коричневая, черная, пестрая. Семядоли также разной окраски. Рубчик овальный, клиновидный или линейный. Окраска рубчика желтовато-белая, коричневая, темно-коричневая, черная [6, 7].

Биологические особенности. Соя относится к числу теплолюбивых культур короткого дня, потому свет играет в ее развитии важную роль. Увеличение светового дня замедляет развитие, отодвигает сроки зацветания, растягивает период цветения, приводит к сильному опадению цветков, удлиняет период вегетации. Уменьшение светового дня ускоряет цветение, сокращает вегетационный период. При продвижении в северные районы у нее значительно позже наступают цветение и созревание. Это является причиной того, что многие раннеспелые в южных районах сорта при посеве их в более северных не созревают, так как большинство сортов сои приспособлено к определенным широтным поясам. Проведены десятки исследований по изучению влияния длины дня на развитие сои. Было установлено, что из всех растений короткого дня соя наиболее чувствительна к изменению длины дня. Чтобы ускорить цветение, сое необходимо от 2 до 6 коротких дней, в то время как другим растениям короткого дня необходимо от 7 до 40 дней [2].

Растение сои обладает высокой светочувствительностью. Имеются данные, что даже лунный свет, интенсивность которого очень незначительна, оказывает влияние на цветение сои. Для нормального развития растения сои нуждаются в освещенности не ниже 1076 лк. Эта величина является для сои критической. При снижении интенсивности солнечного света на 50% у растений сои образуется значительно меньше узлов, ветвей, бобов, а при усилении же уровня освещенности увеличивается число бобов, их масса, масса зрелых семян.

Помимо длины светового дня и интенсивности светового потока, на рост и развитие растений сои большое влияние оказывает спектральный состав света. В.И. Разумовым было установлено, что длинноволновые красные лучи задерживают цветение, коротковолновые ускоряют. На красном свете растения интенсивно растут, увеличиваются высота, число листьев и их площадь. При освещении синим светом растения низкорослые, со сближенными междоузлиями, листочки утолщенные. Однако нарастание органической массы происходит интенсивно. При зеленом свете задерживается формирование листьев, вытягиваются междоузлия, стебли становятся этиолированными, накопление органического вещества замедленно. Доказано, что проявление таких характерных признаков зависит от продолжительности светового дня [8].

По мнению большинства исследователей, соя относится к растениям с повышенной требовательностью к теплу. Отмечается, что нижний порог активных среднесуточных температур для сои не 10, а 15 и даже 16-17°C. По данным В.Б. Енкина, сумма активных температур (свыше 10°C) в зависимости от продолжительности вегетации составляет для очень ранних сортов 1700-1900°C, ранних – 2000-2200°C, среднеспелых – 2600-2750°C и очень поздних 3000-3200°C. Для большинства современных сортов сумма активных температур колеблется от 1700 до 3200°C [8]. Требования к теплу в различные фазы развития неодинаковы. Потребность сои в тепле возрастает от проростания семян к всходам, затем к цветению и формированию семян; во время созревания она уменьшается. Минимальная температура для прорастания семян должна быть 6-7°C, достаточная 12-14°C и оптимальная 15-20°C. Лучшая температура для роста сои 18-22°C, при температуре ниже 15°C задерживается развитие растений. Чем ниже температура почвы и воздуха, тем более продолжителен период посев-всходы. В период цветения – формирование бобов соя особенно требовательна к теплу. Для формирования репродуктивных органов самая благоприятная температура 21-23°, для цветения – 22-25°, для формирования

бобов – 20-23°, созревания – 18-20°. Соя переносит кратковременные весенние заморозки (минус 1-2,5°C), но при этом несколько замедляет рост. Очень сильно страдают растения при похолодании в период цветения; при температуре 2°C в эту фазу отмечается полная их гибель.

В условиях юга Украины осадки являются основным фактором, определяющим условия для роста и развития сои. Соя как растение муссонного климата на формирование урожая зерна расходует значительное количество воды больше, чем зерновые колосовые и другие зернобобовые культуры. Это связано с высокими требованиями ее к влагообеспеченности. Общий расход воды посевом сои за вегетацию может достигать 5000-6000 м³/га. Растения сои легче переносят избыточное увлажнение, чем засуху. Однако при переувлажнении резко угнетается азотфиксирующая деятельность клубеньков. Потребность сои в воде в значительной степени зависит от фаз ее развития. От всходов до начала цветения соя менее требовательна к влаге и хорошо переносит засуху. Наиболее высокая потребность в воде наступает в период цветения и развития бобов.

Важное значение для сои имеют количество выпадающих осадков и относительная влажность воздуха в критические по водопотреблению фазы цветения и налива семян. Суховеи особенно губительны для урожая сои в этот период, так как приводит к осыпанию цветков и завязей. Оптимальные условия для развития сои создаются при относительной влажности 75-80%. При высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха (менее 60%) опадают цветки и молодые бобы. Таким образом, для получения высокого урожая сои важна не только оптимальная влажность почвы, но и достаточное содержание водяных паров в воздухе.

Соя может успешно возделываться на черноземных, каштановых и дерново-подзолистых почвах разного механического состава, а при достаточном количестве питательных веществ – и на песчаных почвах. Непригодны для ее возделывания солонцы и солончаки, заболоченные и кислые почвы с pH ниже 5. Оптимальная для сои кислотность – pH 6-7. Для получения высоких урожаев сои наиболее пригодны окультуренные, богатые гумусом и известью, хорошо удобренные, рыхлые, легко прогреваемые почвы [7].

Минеральное питание. Соя отличается специфичностью питания, потребляя на формирование урожая больше питательных веществ, чем многие другие культуры. В связи с богатым химическим составом зерна и зеленой массы соя выносит из почвы большое количество питательных элементов. Среди зернобобовых соя, как и фасоль, больше, чем другие культуры выносит из почвы азота, фосфора, калия, кальция. Характерная особенность сои – неравномерное потребление питательных элементов по фазам развития растений. В.Б. Енкин, А.К. Лещенко выделяют три периода по интенсивности потребления питательных веществ и отмечают, что наибольшее потребление азота, фосфора, калия соей приходит в период цветения-формирования бобов-налива семян. Недостаток **азота** в период цветения ведет к снижению урожайности сои и не может компенсироваться внесением азотных удобрений в более поздние фазы роста и развития растений. Недостаток азота в период роста сои проявляется в изменении окраски листьев и замедлении темпов роста растений. Листья приобретают желто-зеленую окраску, и они мелкие. У сои **фосфор** способствует увеличению содержания белка и снижению жира. Этот элемент может также ускорять старение растений, регулируя транспорт углерода из хлоропластов. Фосфор играет ведущую роль в формировании и развитии клубеньков. Недостаток фосфора приводит к подавлению роста растений, листья мелкие, удлиненные, при этом они рано отмирают, становясь полностью бурыми. В тканях растений **калий** присутствует в виде свободных ионов или легко обмениваемых соединений и обладает наибольшей

подвижностью по сравнению с другими минеральными элементами. Это преобладающий катион в цитоплазме клеток. Калий является активатором многих ферментов и играет большую роль в синтезе белка. Наибольшее поступление калия в растения сои отмечалось в период образования и роста плодов. При калийном голодании растения сои также развиваются слабее. Края листьев закручиваются, отмершая ткань выпадает. Важную роль в минеральном питании зернобобовых играет **кальций**. Поглощение кальция у сои на начальных этапах развития растений протекает с низкой скоростью, а затем, постепенно возрастая, достигает максимума (2,7 кг/га в сутки) на 73-80-й день после прорастания. Максимальная скорость поглощения **магния** соей наблюдается в период полного цветения и начала завязывания бобов, а в период налива семян она уменьшается. **Сера** находится в растениях в виде сульфат-ионов. Серное голодание снижает скорость роста сои и уменьшает содержание в растениях нерастворимого азота. Растение сои более активно поглощает серу перед началом цветения.

Богаты минеральными веществами листья сои, особенно такими элементами, как медь и железо. При недостатке **железа** у растений наблюдается хлороз. При поглощении железа интенсивно транспортируется к активно развивающимся молодым тканям. У сои восстановление железа в корне происходит в клетках эндодермы и эпидермы. Наибольшей восстановительной способностью обладают молодые корни второго порядка. Железо транспортируется растением в виде цитрата железа. Внесение железа подавляет поглощение цинка и его транспорт к побегам, а также поступление фосфора. Связанная **медь** – составная часть окислительно-восстановительных ферментов. Содержание меди в высушенных образцах сои (надземная часть) разных сортов составляет 4-12 мг/кг. Дефицит меди приводит к торможению роста и снижению урожайности сои [8,9].

Болезни и вредители. Соя поражается многими грибными, бактериальными и вирусными болезнями. Влияние болезней на формирование урожая сои зависит от условий внешней среды (температуры и влажности), наличия переносчиков заболеваний (при вирусных болезнях) и в большой степени от сорта. Наиболее распространенными болезнями сои являются фузариоз семян, проростков и молодых растений, фитофтороз, гниль семян и проростков, черная гниль, ложная мучнистая роса, мозаика и другие. Основные признаки грибковых болезней проявляются в виде белого пушистого налета на семенах, загнивание стебля, поражениям листьев и их опаданием. Для борьбы с грибковыми болезнями рекомендуют проводить предпосевное обеззараживание семян ТМТД 50 или витаваксом 200 в дозе 300 г на 100 кг семян, хорошую предпосевную обработку почвы, опрыскивание посевов в период вегетации содержащими медь препаратами и соблюдение севооборота. Бактериальные болезни поражают все надземные части растений (семядоли, листья, стебли, бобы и семена), но в наибольшей степени семядоли и листья. Для борьбы с этим видом болезни рекомендуют проводить предпосевное обеззараживание семян ТМТД 50 в дозе 300 г на 100 кг семян или гранозаном в дозе 400 г на 100 кг семян значительно уменьшает поражение. К вирусным болезням относят мозаику. Типичные признаки мозаики листьев – чередование светлых и более темных пятен. Листья растут медленно и имеют гофрированную пластинку. Важнейшая мера борьбы с мозаикой – использование здоровых семян.

Соя повреждается многими насекомыми и другими вредителями. Наиболее распространенными вредителями сои на юге являются паутинный клещ и акациевая огневка. Против клеща используют Би-58 новый 40% к.э. в дозе 1,0 л/га, а для уничтожения акациевой огневки во время массового лета бабочки и откладывания яиц эффективное 2-3 разовое опрыскивание посевов сумицидином, 20% к.э. (0,5 л/га).

Борьбу с вредителями на складах необходимо вести путем обеспечения необходимых гигиенических условий и газации зерна при обнаружении вредителей [10].

Генетическая модификация. Соя является одной из сельскохозяйственных культур, над которыми в настоящее время производятся генетические изменения. ГМ-соя входит в состав всё большего числа продуктов. Американская фирма Монсанто — мировой лидер поставок ГМ-сои. В 1995 году Монсанто выпустила на рынок генетически изменённую сою с новым признаком «Раундап Рэди» (англ. Roundup Ready, или сокращённо RR). «Раундап» это торговая марка гербицида под названием глифосат, который был изобретён и выпущен на рынок Монсанто в 1970-х годах. ГМ-соя, устойчива к гербициду глифосат, которая используется для борьбы с сорными растениями. Новая соя пришлась по вкусу: сегодня 90% посевов – трансгенные. В настоящее время RR соя выращивается на 92 % всех посевных площадей США, засеянных этой культурой. ГМ-соя разрешена к импорту и употреблению в пищу в большинстве стран мира, в то время как посев и выращивание ГМ-сои разрешены далеко не везде. В России возделывание ГМ-сои, как и других ГМ-растений, запрещено.

Выводы. В результате выполненной работы было изучено влияние агрометеорологических условий на рост и развитие сои для различных сортов, произрастающих в природно-климатических зонах Украины. В качестве исходной информации использовались среднемноголетние данные агрометеорологических наблюдений на сети гидрометеорологических и агрометеорологических станций Украины. В ходе анализа сорта сои, произрастающие в Украины, были разделены на две группы по продолжительности периода вегетации: скороспелые (100-120 дней), среднеспелые (120-140 дней). Более поздние сорта в Украине не выращивают из-за их недостаточной теплообеспеченности. В Украине соя наиболее распространена в Степи и Лесостепи. Полесье Украины является северной границей возделывания сои по недостатку тепла, вследствие чего этот район не обеспечивает устойчивого созревания даже наиболее скороспелых сортов сои. А в районах южной Степи выращивать сою и получать хорошие урожаи целесообразно на орошаемых землях, вследствие недостатка и неравномерного выпадения осадков за летний период.

Список литературы

1. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.О. Стратегічна роль сої у розв'язанні глобальної продовольчої проблеми // Корми і виробництво. - 2011. – Вип. 69. – С. 19.
2. Соя /Под ред. В.Б. Енкина. – М.: Издательство с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. – 33 с.
3. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. – Ленинград: Колос, 1964. – 752 с.
4. Корсаков Н.И. Труды по прикладной ботанике // Генетика и селекция. - 1971. - № 2. – 301 с.
5. Растениеводство / Под ред. П.П. Вавилова. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 511 с.
6. Лещенко А.К., Сичкарь В.И., Михайлов В.Г., Марьюшкин В.Ф. Соя. – Киев: Наукова Думка, 1987.-87 с.
7. Соя / Под ред. Г.Т. Лавриненко и др. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 189 с.
8. Соя / Под ред. Ю.П. Мякушко и В.Ф. Баранова. – М.: Колос, 1984. – 332 с.
9. Частная физиология полевых культур / Под ред. Е.И. Кошкина. – М.: Колос С, 2005. – 343 с.
10. Арабаджиев Д., Ватажски А., Горанова К. и др. Соя. – М.: Колос, 1981. – 197 с.

Вплив агрометеорологічних умов на зростання культури сої. Толмачова А.В.

Розглянута ботанічна характеристика культури сої, біологічні властивості рослини, відношення до факторів навколишнього середовища, мінеральне живлення, хвороби, шкідники, генетична модифікація.

Ключові слова: соя, ботанічна характеристика, біологічні властивості, модифікація.

Influence of agrometeorological terms on sprouting of soya Tolmachova A.

It is examined the botanical description of soy, biological properties of plant, the attitude to the factors of environment, mineral feed, illnesses, wreckers, genetic modification.

Keywords: soy, botanical description, biological properties, modification.

ОЦІНКА АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗЕМЕЛЬ ПІВДЕННИХ РАЙОНІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ З ВРАХУВАННЯМ ОРГАНІЗАЦІЇ РІЗНИХ ТИПІВ УГІДЬ

Представлена загальна організація різних типів угідь південних районів Одеської області, розраховані показники екологічної стабільності за встановленою та децю вдосконаленою методикою і бал антропогенного навантаження. Наведена оцінка агроекологічного стану земель досліджуваної території з урахуванням екологічних показників.

Ключові слова: екологічна стабільність, екологічна рівновага, заповідні зони, заказники, рілля, землі сільськогосподарського призначення, територія півдня Одеської області.

Вступ. Проведення земельної реформи призвело до встановлення в аграрній сфері приватно-орендних відносин, при яких певною мірою втрачено організацію агроландшафтів, знижується їх екологічна стійкість та продуктивність, що погіршує стан навколишнього природного середовища. Умовами існування стійких агроландшафтів є оптимальне співвідношення між сільськогосподарськими угіддями, лісонасадженнями, луками, водними об'єктами. Еколого-господарський баланс території – це збалансоване співвідношення різних видів земельних угідь, яке забезпечує стійкість ландшафтів, відтворення відновлюваних природних ресурсів та не призводить до негативних екологічних змін у природі [1]. Загальною методологічною основою оцінки агроекологічного стану земельних угідь, у тому числі сільськогосподарських, є системний підхід до вибору необхідних критеріїв і комплексу показників [2].

Метою дослідження є оцінка агроекологічного стану земель території півдня Одеської області з врахуванням організації різних типів угідь.

Матеріали та методи. Специфіка землекористування в Україні пов'язана з виключно високим рівнем сільськогосподарського освоєння території, зокрема її розораністю, що майже не має аналогів у світі [3].

Відсутність наукового обґрунтування земельної реформи призвела до виникнення проблем, пов'язаних з формуванням екологічно стійких агроландшафтів і систем землекористування, відтворенням родючості та охороною ґрунтів, створенням високоефективного сільськогосподарського виробництва. Загострилась проблема опустелення і деградації земель. Негативні процеси виснаження ґрунтів посилюють ерозію, формується від'ємний баланс основних біогенних елементів і вуглецю [4].

При вирішенні проблем землекористування доводиться виходити з визнання неможливості повного запобігання зараз, а також у близькому майбутньому, антропогенному навантаженню на земельні ресурси, ґрунтовий покрив, навіть за умови відповідного вдосконалення агротехнологій [3].

В попередніх, виконаних з участю автора, дослідженнях [5] проведена агроекологічна оцінка якості ґрунтів на півдні Одеської області за вмістом гумусу, важких металів і радіонуклідів у ґрунті. Запропоновано і здійснено класифікацію якості ґрунтів південних районів Одеської області за градаціями по окремих показниках і їх комплексу.

Розвиток досліджень у цьому напрямку полягає в детальному аналізі сучасного землекористування, в тому числі, організації сільськогосподарських угідь та можливому їх покращенню. Інтегральним показником може бути екологічний стан земель, одним із підходів оцінки якого є характеристика екологічного стану територій.

Вивченню проблеми екологічної стійкості території та підвищення ефективності використання земельних ресурсів присвячені праці А.М. Третьяка, А.Я. Сохнича, Б.М. Данилишина, С.І. Дорогунцова, О.О. Собка, В.В. Медведєва та ін. [6-8]. В працях названих вчених запропоновано критерії та системи показників економічної, екологічної та соціальної ефективності використання земельних ресурсів, ландшафтів, ґрунтів і шляхи більш раціонального їх використання.

О.О. Ракоїд, Р.П. Сахарчук, Л.П. Дзюба, Г.Г. Мельник, Н.А. Макаренко та ін. визначили агроекологічний стан окремих земель Київщини та надали екологічну оцінку сучасним схемам землекористування в Київській області. Ними проаналізовано екологічний стан сільськогосподарських ландшафтів, екологічна стабільність територій і рівень антропогенного навантаження залежно від складу угідь [9,10].

Екологічний стан територій за рекомендаціями ДП « Головний науково – дослідний та проектний Інститут землеустрою» [11-12] можна оцінювати за коефіцієнтами екологічної стабільності (*Кес*) і антропогенного навантаження (*Кан*), які розраховуються за формулами:

$$K_{ec} = \frac{\sum K_{cs} \cdot S'}{\sum S}, \quad (1)$$

$$K_{an} = \frac{\sum_{n=1}^1 SB}{\sum_n S}, \quad (2)$$

де *Кес* – коефіцієнт екологічної стабільності території; *Кс* – коефіцієнт екологічних властивостей різних угідь; *S'* - площа конкретного угіддя; *S* – загальна площа усіх угідь районів; *Кан* – коефіцієнт антропогенного навантаження; *Б* – бал антропогенного навантаження.

Оцінка екологічного стану земель виконується згідно із градаціями коефіцієнтів екологічної стабільності і антропогенного навантаження, наведених в табл. 1.

Таблиця 1 – Оцінка екологічного стану земель за показниками *Кес* та *Кан* [2]

Коефіцієнти		Екологічна стабільність території	Рівень антропогенного навантаження
<i>Кес</i>	<i>Кан</i>		
≤ 0,33	4,1 – 5,0	Екологічно нестабільна	Високий
0,34 – 0,50	3,1 – 4,0	Слабко стабільна	Підвищений
0,51 – 0,66	2,1 – 3,0	Середньо стабільна	Середній
≥ 0,67	1,0 – 2,0	Екологічно стабільна	Низький

Результати досліджень. Для визначення екологічної стабільності та антропогенного навантаження необхідно враховувати загальну площу всіх угідь районів, площу угідь певного типу призначення, коефіцієнт екологічних властивостей та бал антропогенного навантаження. В нашому випадку землі досліджуваної території поділяються на заповідні зони, заказники, землі сільськогосподарського та несільськогосподарського призначення. До земель сільськогосподарського призначення відносяться рілля, виноградники, сади та пасовища. Ставки, чагарники, болота, яри, лісові насадження та лісосмуги, польові дороги, господарські двори та кладовища належать до земель несільськогосподарського призначення (табл.2).

Таблиця 2 – Організація різних типів угідь південних районів Одеської області

Назва угідь	Адміністративні райони, площа, га									
	Арцизький	Білгород - Дністровський	Болградський	Ізмаїльський	Кілійський	Овідіопольськ ий	Ренійський	Саратський	Тарутинський	Татарбунар- ський
Сільськогосподарські										
Заповідні зони (природоохоронне значення), заказники	4	7687,8	451,1	2893,4	46741,9	0	0	0	274	27865
Рілля	99919,7	115656,8	90627,9	79576,7	64957,6	47196,8	33763	106991,8	108054,8	103614,4
Виноградники	4078,7	5275	8761,2	1936,1	2188,5	2580,5	2693,8	6077,9	7175,3	4251,9
Сади	930,3	2204,1	1480,8	1147,6	749	1723,4	138,1	831,4	697,7	724,4
Пасовище	15383,3	3361,7	12938,3	4910,1	2181,5	2401,1	4785,4	16722	32910,2	5359
Всього	120316	134185,4	114259,3	90463,9	116818,5	53901,8	41380,3	130623,1	149112	141814,7
Несільськогосподарські										
Ставок	854	1664,6	966,1	1	59,19	431,3	742,4	288	772	0
Чагарники	295,1	345,3	0	5	0	89,4	28	107	101,5	0
Болото	278	6545,7	349,2	4602,5	6167,7	1224,5	4173,1	147	1159,6	597
Яр	405	239,4	735,6	123	33	239,4	272,3	339	1019,5	0
Господарські двори	1927,8	1984,4	1495	1328,9	1225,5	1021,4	786,9	1379	1489,4	1687,7
Лісові насадження та лісосмуги	5694,5	3292	6073,4	4825,2	2145,4	2033,6	1809,6	5480	10303,4	3406,9
Польові дороги	1215,1	1597,5	1894,9	1464,9	1166,6	1041,1	832,1	1678	1807,2	1432,6
Кладовище	64,55	95,4	105,4	90,6	72,8	91,1	26,4	78	100,1	84,5
Всього	10734,05	15764,3	11619,6	12441,1	10870,19	6171,8	8670,8	9496	16752,7	7208,7
Сумма	131050,1	149949,7	125878,9	102905	127688,7	60073,6	50051,1	140119,1	165864,7	149023,4

В південних районах Одеської області спостерігається нерівномірний розподіл заповідної зони. В Кілійському районі площа заповідних територій має найбільше значення і становить 46741,9 га, тобто 36,6% від загальної площі території району, в той час як в Овідіопольському, Ренійському та Саратському районах заповідні території відсутні. Землям сільськогосподарського призначення належить провідна роль. Розглядаючи землі сільськогосподарського призначення, можемо сказати, що найбільші площі належать угіддям, а найменші – садам. Лісові насадження та лісосмуги, в більшості випадків, посідають провідне місце серед несільськогосподарських угідь. В Білгород-Дністровському, Кілійському та Ренійському районах найбільші площі з несільськогосподарських угідь займають болота.

Детально розглянувши організацію сільськогосподарських угідь південних районів Одеської області, автор виконав розрахунки для вдосконалення системи критеріїв. Наприклад, виноградники та сади мають різні коефіцієнти екологічних властивостей, але вони підлягають майже однаковому обробітку та організації. Тому коефіцієнт екологічних властивостей виноградників підвищено. Рілля зазнає антропогенного впливу, але регулярно проводяться сівозміни та роботи для збереження ґрунтового покриву. В той час, як яр постійно зазнає впливу природи (водна та вітрова ерозія). В табл. 3 наведено коефіцієнти екологічних властивостей у відповідності з рекомендаціями ДП «Головний науково – дослідний та проектний Інститут землеустрою» (K_1), та дещо вдосконалені коефіцієнти (K_2).

Таблиця 3 – Значення коефіцієнтів екологічних властивостей різних типів угідь

Типи угідь	K_1	K_2
Заповідні зони	1	1
Рілля	0,14	0,29
Виноградники	0,29	0,43
Сади	0,43	0,43
Пасовище	0,68	0,68
Ставок	0,79	0,9
Чагарники	0,43	0,7
Болото	0,79	0,9
Яр	0,14	0,14
Господарські двори	0	0
Лісові насадження та лісосмуги	1	1
Польові дороги	0	0
Кладовище	0	0

Для досліджуваної території розраховано коефіцієнти екологічної стабільності, враховуючи встановлені та вдосконалені коефіцієнти екологічних властивостей та коефіцієнт антропогенного навантаження. Коефіцієнти екологічної стабільності Кілійського району найкращі в обох випадках і становлять 0,45 та 0,59, що свідчить про слабо стабільну та середню стабільність території. Кілійський район зазнає

антропогенного навантаження середнього рівня, оскільки коефіцієнт дорівнює 2,77(табл.4).

Таблиця 4 – Екологічний стан земель південних районів Одеської області

Райони	<i>Кес1</i>		<i>Кес2</i>		<i>Кан</i>	
	коэф.	стан	коэф.	стан	бал	стан
Арцизький	0,25	Екологічно нестабільна	0,37	Слабко стабільна	3,79	Підвищений
Білгород-Дністровський	0,22	Екологічно нестабільна	0,38	Слабко стабільна	3,69	Підвищений
Болградський	0,26	Екологічно нестабільна	0,37	Слабко стабільна	3,79	Підвищений
Ізмаїльський	0,26	Екологічно нестабільна	0,38	Слабко стабільна	3,71	Підвищений
Кілійський	0,45	Слабко стабільна	0,59	Середньо стабільна	2,77	Середній
Овідіопольський	0,22	Екологічно нестабільна	0,34	Слабко стабільна	3,86	Підвищений
Ренійський	0,29	Екологічно нестабільна	0,4	Слабко стабільна	3,66	Підвищений
Саратський	0,25	Екологічно нестабільна	0,36	Слабко стабільна	3,81	Підвищений
Татарбунарський	0,31	Екологічно нестабільна	0,41	Слабко стабільна	3,66	Підвищений
Тарутинський	0,19	Екологічно нестабільна	0,44	Слабко стабільна	3,37	Підвищений

Враховуючи встановлений коефіцієнт екологічних властивостей в розрахунках, визначаємо, що коефіцієнт екологічної стабільності найменший в Тарутинському районі і дорівнює 0,19, що свідчить про екологічну нестабільність території. Агроекологічні умови Овідіопольського району – найгірші. Коефіцієнти екологічної стабільності становлять 0,22 та 0,34, в той час як коефіцієнт антропогенного навантаження становив 3,86. Ця територія характеризується, як екологічно нестабільна та яка зазнає підвищеного рівня антропогенного навантаження.

Висновки. Для досліджуваної території розраховано показники екологічної стабільності та рівня антропогенного навантаження 2-ма шляхами. Можемо сказати, що коефіцієнти екологічної стабільності значно кращі для території Кілійського району в обох випадках, а заповідні території посідають одне з провідних місць. Найгірші умови в Овідіопольському районі. Рівень антропогенного навантаження – підвищений по всій території, за винятком Кілійського району. Агроекологічний стан території найкращий в Кілійському районі, а найгірший – в Овідіопольському. Загалом територія півдня Одеської області характеризується як слабко стабільна та зазнає підвищеного рівня антропогенного навантаження. Для покращення екологічного стану окремих районів південної частини Одеської області необхідно частково змінити організацію різних типів угідь.

Список літератури

1. Шершун М.Х. Екологічні проблеми природокористування в аграрному секторі економіки // Агроекологічний журнал. – 2009. - №3. – С.13-16.
2. Методичні рекомендації з комплексної агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення / За ред. О.О. Ракоїд. – К.: Логос, 2008. - 51с.
3. Концепція екологічного нормування допустимого антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив / Харків – 2004 – 23 с.
4. Тараріко О.Г. Подолання опустелення та деградації земель як базова основа збалансованого розвитку сільського господарства // Екологічний вісник. – 2007. - №5 (45). – С.20-22.
5. Ляшенко Г.В., Прикуп Л.О. Агроекологічна оцінка якості ґрунтів на півдні Одеської області // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2011. - №12. – С. 80-87.
6. Третьяк А.М., Друга В.М. Методологія і методика наукових досліджень у землевпорядкуванні: Навч. посіб. – К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.
7. Сохнич А.Я. Моніторинг земель: Навч. посіб. Львів: Львівський державний агроуніверситет, 1997. – 131 с.
8. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. / За ред. Академіка УААН та РАСГН, доктора технічних наук, проф. П.І. Коваленка. – К.: Аграрна наука, 2001. – 214 с.
9. Агроекологічний стан окремих земель Київщини: комплексна оцінка та заходи щодо його поліпшення: Метод.рек. / Макаренко Н.А., Ракоїд О.О., Москальов Є.Л., Палапан Н.В., Дегусаров А.Б., Ярмоленко Є.В., Бонцаровський Д.М., Лапа М.А., Бондар Г.М., Крикунов В.Г.; за ред.. Фурдичка О.І. – К.: 2005. – 54 с.
10. Ракоїд О.О., Сахарчук Р.П., Дзюба Л.П., Мельник Г.Г. Екологічна оцінка сучасних систем землекористування Київської області // Агроекологічний журнал. – 2006. - №4 – С. 35-41.
11. В.В. Морозов Формування ГІС для екологічної оптимізації ландшафту і підвищення родючості ґрунтів. <https://docs.google.com/viewer>
12. Методичні рекомендації оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування / Третьяк А.М., Третьяк Р.А., Шквир М.І. – К.: Інститут землеустрою УААН, 2001. – 15с.

Оценка агроэкологического состояния земель южных районов Одесской области с учетом организации разных типов угодий. Прикуп Л.А.

Представлена общая организация разных типов угодий южных районов Одесской области, рассчитаны показатели экологической стабильности по установленной и усовершенствованной методике, и бал антропогенной нагрузки. Представлена оценка агроэкологического состояния земель исследуемой территории с учетом экологических показателей.

Ключевые слова: экологическая стабильность, экологическое равновесие, заповедные зоны, заказники, пахотная земля сельскохозяйственного назначения, территория юга Одесской области.

The Estimation of the Agroecological State of Lands of Southern Districts of Odessa Area Taking into Account Organization of Different Types of Lands. L.O. Prykup

General organization of different types of lands of south districts of Odessa area is proposed. Indexes of ecological stability and ball of anthropogenic loading by means of general and improved approaches (methodology) has been evaluated. Taking into account ecological indexes the estimation of agroecological state of the land of investigated territory is presented.

Keywords: ecological stability, ecological equilibrium, protected zones, wildlife preserves, plough-land, land of the agricultural setting, the territory of south of the Odesa area.

АЛГОРИТМ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ СХОДІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Представлено огляд існуючих моделей розвитку зернових культур періоду від посіву до появи сходів та алгоритм розробленої динамічної моделі, котра описує фізіологічні та біохімічні процеси, що протікають в насінні в цей період. Детально описана структура та схема моделі.

Ключові слова: насіння, ендосперм, зародок, проросток, пагін, ріст, дихання, гідроліз, білок, вуглеводи, сходи, схожість.

Вступ. Першим критичним періодом для рослин є розвиток від посіву до сходів. Від того, при яких умовах проходить цей період залежить весь подальший вегетаційний розвиток та формування врожаю. Математичний опис та моделювання процесу проростання насіння дає можливість отримання даних про строки появи сходів, оцінки якості та повноти сходів та їх прогнозування. В існуючих моделях типу «погода – врожай» період від посіву до сходів представлено як блок (або субмодель). Тому від адекватності результатів роботи даного блоку залежить точність прогнозування всього подальшого вегетаційного періоду.

Метою дослідження є огляд існуючих моделей та субмоделей періоду від посіву до сходів зернових культур, визначення та опис структури розробленої моделі цього періоду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогоднішній день відома велика кількість моделей розвитку різних культур. Проблемою прогнозування урожайності в тій чи іншій мірі займаються науковці всіх країн з розвинутим сільським господарством. Найбільші досягнення в цьому плані мають Сполучені Штати Америки та Європейська Комісія. В Україні також було проведено низку досліджень, на основі яких розроблено статистично-біологічні моделі прогнозування урожайності сільськогосподарських культур. Ряд вчених займалися моделюванням врожаїв саме зернових культур, зокрема, А.М. Польовий, П.В.Дмитренко, О.М. Дрозд, В.С. Антоненко та інші. Такі моделі імітують ріст та розвиток рослин під впливом широкого ряду факторів навколишнього середовища.

Більшість моделей ранніх етапів розвитку існують як складові блоки моделей «погода – врожай», але виділяються і деякі самостійні моделі. Моделюванням періоду розвитку від висіву до сходів займалися як вітчизняні, так і зарубіжні автори.

Моделі можуть враховувати широкий спектр факторів навколишнього середовища, що впливають на проростання, хоча існують і простіші моделі, які враховують вплив лише кількох факторів. Такі моделі є простішими у застосуванні, але часом поступаються у точності багатфакторним моделям. Однак не можна однозначно сказати, котрі з них краще застосовувати на практиці, адже всі вони мають ряд переваг та недоліків.

Як вхідну інформацію моделі зазвичай використовують параметри ґрунту (його вологість, температуру, водний потенціал тощо) та посівного матеріалу (масу та розмір, вологість, водний потенціал, проникність оболонки насіння тощо). Результатом розрахунків моделей є строки та повнота появи сходів.

Модель А.М. Польового, М.А.Строганової та А.І. Коровіна [8] складається з блоків, які описують послідовні та одночасні фізіолого-біохімічні процеси, такі як гідроліз запасів ендосперму, дихання, розподіл продуктів гідролізу між органами проростка та мобілізація їх для росту зародка, а потім проростка. Ці процеси

визначають швидкість росту проростка та повноту сходів. Оскільки гідроліз та дихання регулюються вологістю насіння, тому в моделі врахована також швидкість поглинання води $\left(\frac{dm}{dt}\right)$, що складається з фаз простої дифузії та осмосу і представлена рівнянням

$$\frac{dm}{dt} = \begin{cases} c(m_s - m) & \text{при } m_0 \leq m < m_{crit}^1, \\ k_w A(\psi^{out} - \psi^{in}) & \text{при } m_{crit}^1 \leq m < m_{crit}^2, \end{cases} \quad (1)$$

де m_s – максимальна кількість води, що може бути поглинута шляхом дифузії; m – кількість поглинутої води в момент t ; m_0 – вологість насіння при посіві; m_{crit}^1 , m_{crit}^2 – критичні значення вологості, що визначають початок гідролізу та час проростання насіння; c – коефіцієнт швидкості набухання; k_w – коефіцієнт проникності; A – коефіцієнт, що характеризує розміри насіння; ψ^{out} , ψ^{in} – водні потенціали середовища набухання та насіння.

Простіші моделі ранніх етапів розвитку зернових розглядають динаміку процесів, що відбуваються в насінні, як перерозподіл мас між запасними та зростаючими органами. Тобто після набору необхідної кількості води насінням активізуються ростові процеси у проростку, з цього моменту запасні речовини ендосперму поступово витрачаються на ріст осевих органів. У такому випадку враховується лише фізика процесу проростання.

Згідно моделі В.М. Павлової [5], набухання зернівки можна описати таким рівнянням

$$\theta^{j+1} = \theta^j + \delta_w \xi(T) \eta(j) (\theta_s - \theta^j), \quad (2)$$

де θ – вологість зерна в j -ту та $(j+1)$ -у добу; θ_s – вологість зерна, при котрій насіння наклюнується; $\xi(T)$, $\eta(j)$ – функції, що враховують вплив навколишнього середовища; δ_w – одинична функція, яка дорівнює одиниці в діапазоні доступної води та нуль – поза цим діапазоном. Розрахунок ведеться доки $\theta^{j+1} \leq \theta_s$.

Динаміка маси зернівки, кореня та пагона представлена системою рівнянь

$$\begin{cases} m_S^{j+1} = m_S^j - (m_S^j R_0 \varphi_T + \Delta m_S^j), \\ m_h^{j+1} = m_h^j + \alpha_h(T, W) \Delta m_S^j, \\ m_r^{j+1} = m_S^j - m_h^{j+1}, \end{cases} \quad (3)$$

де m_P ($P \in S, h, r$) – маса органа в j -ту та $(j+1)$ -у добу; R_0 – коефіцієнт дихання підтримки; φ_T – температурний коефіцієнт дихання; $\alpha_h(T, W)$ – частка поживних речовин, направлена на ріст; Δm_S^j – зміна маси зерна за j -ту добу.

Складнішу модель проростання та формування сходів запропонував В.С. Антоненко [1]. В ній враховані водні потенціали насіння та ґрунту, гідроліз запасних речовин та дихання зернівки і проростка.

Швидкість гідролізу $\left(\frac{dm_{sem}^{гидр}}{dt}\right)$ в моделі описана рівнянням

$$\frac{dm_{sem}^{гидр}}{dt} = K_{sem}^{гидр} m_{sem} k_{cee}(T_n), \quad (4)$$

де $K_{sem}^{гидр}$ – коефіцієнт швидкості гідролізу; m_{sem} – маса насіння; $k_{cee}(T_n)$ – функція впливу температури ґрунту на глибині закладки насіння на швидкість гідролізу запасних речовин.

Витрати на дихання насіння $\left(\frac{dR_{cem}}{dt}\right)$ представлені у вигляді рівняння

$$\frac{dR_{cem}}{dt} = c_m m_{cem} Q_R(T_n), \quad (5)$$

де c_m – коефіцієнт витрат на дихання підтримки; $Q_R(T_n)$ – функція впливу температури ґрунту на інтенсивність дихання насіння. Частина поживних речовин, що залишилися після витрат на дихання є резервом для росту кореня та колеоптилю.

В моделі О.А. Немченко та Л.І. Мусаменко росту та метаболізму рослин на ранніх етапах онтогенезу [3] аналізувалися три основні складові процесу проростання: гідроліз запасних речовин і утворення фондів, транспорт фондових речовин проростку, синтез з них нової структурної фітомаси. Моделювалися перетворення і динаміка вуглеводів і азотовмісних речовин при постійних умовах зовнішнього середовища. Із структурних речовин у модель були включені складні вуглеводи і білки. У кожному компартменті виділено два фонди лабільних речовин - фонд вуглеводів, що складається з моно- і олігосахаридів, і фонд азоту, який складається з амінокислот. Підтримання життєздатності насіння і проростків, що включають білковий обмін, і підтримка іонного градієнта на мембранах вимагає витрат енергії, які враховуються в моделі у вигляді дихання підтримання. Витрати енергії, необхідні для створення нової структурної маси, характеризуються диханням росту.

Згідно Р.А. Полуєтковим [6], динаміку росту основних біометричних показників моделі можна описати наступною системою диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dB_l}{dt} = SHARE \cdot \frac{dB_{st}}{dt}, \\ \frac{dB_r}{dt} = (1 - SHARE) \cdot \frac{dB_{st}}{dt}, \\ L_l = BL_l \cdot B_l, \\ L_r = BL_r \cdot B_r, \end{cases} \quad (6)$$

де B_l , B_r – суха біомаса пагона та кореня, L_l , L_r – довжина листа та кореня, BL_* – коефіцієнт конверсії сухої структурної біомаси в довжину для обраного органа рослини. Алгоритм ростової регуляції, виражений за допомогою змінної $SHARE$, набуває значення від 0 до 1.

Вся модель поділена на послідовні підмоделі: поглинання води насінням, вуглеводно-азотного метаболізму, вуглеводно-азотної взаємодії в ендоспермі, вуглеводно-азотної взаємодії в проростку.

За останні кілька десятиліть було створено ряд математичних моделей росту культур, таких як CERES, WOFOST, SUCROS, APSIM, InfoCrop тощо, які також частково враховують ранні етапи розвитку [10, 13].

Зарубіжними авторами [12] було проведено ряд експериментів з пророщування насіння в закритому ґрунті, на основі яких було визначено загальну бета-функцію, що описує залежність рівня проростання від температури

$$GR = \exp(\mu)(T)\alpha(42 - T)\beta. \quad (7)$$

В моделі за найнижчу температуру, при якій припиняється будь-який ріст, представлений $T_b = 0$ °C; $T_c = 42$ °C – критичний рівень температури. На основі регресійного аналізу було визначено значення параметрів бета-функції: $\mu = -8.0166$, $\alpha = 1.80$ та $\beta = 0.72$.

Для бета-функції оптимальна температура (T_0) та оптимальне значення DDR (рівень щоденного розвитку) T_0 (DDR_0) можна визначити на основі зазначених п'яти параметрів моделі:

$$T_0 = \frac{\alpha T_c + \beta T_b}{\alpha + \beta}, \quad (8)$$

$$DDR_0 = \exp(\mu) \alpha^\alpha \beta^\beta \left(\frac{T_c - T_b}{\alpha + \beta} \right)^{\alpha + \beta}. \quad (9)$$

Визначено, що за оптимальної температури, близької 30⁰С, рівень проростання при T_0 становить близько 0.9 на день.

Автори [9] пропонують визначати швидкість проростання насіння за таким рівнянням

$$CGV = \frac{\sum N_j}{\sum N_j d_j}, \quad (10)$$

де N_j – кількість пророслих насінин за d_j днів після початкового поливу (посадки) та j – номер спостереження. CGV змінюється в межах від 0 до 1. Крім того визначався індекс температури проростання (GTI). Рівень проростання при нормальних умовах (GR_i^{REF}) прямо пропорційний кількості днів після посадки (DAP_i)

$$GR_i^{REF} = 1 / DAP_i \quad (11)$$

Рівень появи сходів (ER_i) можна розрахувати за такою формулою

$$ER_i = ER^{REF} \cdot ETI \cdot EWI, \quad (12)$$

де ER^{REF} – рівень появи сходів за нормальних умов, а ETI та EWI – функції впливу температури та осмотичного потенціалу на подовження осевих органів відповідно.

Автор [11] відокремлює стан спокою насіння. Модель основана на припущенні, що для початку розвитку необхідне накопичення «термічного часу». Для цього розраховується сума ефективних температур згідно рівняння, наведеного нижче,

$$TT_{ar} = (T_s - T_1) t_{ar}, \quad (13)$$

де TT_{ar} – термічний час розвитку, T_s – накопичення температур, T_1 – критичний рівень температури, при якому розвиток не відбувається, t_{ar} – час, котрий потрібен для досягання.

Крім того модель розраховує втрати після початку розвитку насіння через зміну водного потенціалу середи, що дозволяє отримати 50% пророслого насіння ($\psi_{b(50)}$) Модель припускає, що ($\psi_{b(50)}$) є лінійною функцією TT_{ar} . Зменшення $\psi_{b(50)}$ за весь період виражено рівнянням

$$\psi_{b(50)decrement} = \frac{\psi_{b(50)initial} - \psi_{b(50)final}}{TT_{ar}}. \quad (14)$$

Крім основних факторів ґрунту, що визначають проростання насіння, зазначених у моделях попередніх авторів тут включається якість повітря.

Далі висвітлено алгоритм динамічної моделі проростання насіння та формування сходів зернових культур. Розробка математичного методу розрахунку та оцінки умов формування сходів, їх повноти та часу утворення сприяє полегшенню агрометеорологічного забезпечення сільського господарства, дозволяє прогнозувати стан розвитку культури та своєчасно приймати рішення щодо ведення господарства. Представлена модель націлена на усунення недоліків та удосконалення попередніх моделей періоду від посіву до появи сходів. Модель дозволяє визначити реакцію процесів, що відбуваються в насінні, на зміни умов навколишнього середовища.

Результати дослідження та їх аналіз.

Алгоритм моделі створено на основі існуючих моделей формування сходів з

внесенням певних модифікацій.

На першому етапі моделі описується лише поглинання води насінням. З того моменту, коли рівень води зернівки досяг певного критичного значення (*crit 1*), починається також розрахунок швидкості гідролізу запасного білка, крохмалю та дихання зародка та ендосперму. Коли вологість насіння досягає наступного критичного значення (*crit 2*) починається ріст проростка (органа проростаючого насіння, котрий в свою чергу складається із зачатків корінця та пагона) і замість дихання зародка вже враховується дихання проростка. На цьому етапі припиняється розрахунок вологості насіння. Далі визначається швидкість розподілу азоту і вуглецю та накопичення сухої маси осьовими органами. Для того, щоб відмітити момент появи сходів, паралельно обчислюється довжина пагона. Розрахунок припиняється, коли його довжина дорівнює глибині закладення насіння. Крім того, визначається коефіцієнт польової схожості насіння, розподіл кількості рослин з різною глибиною закладення насіння та кількість рослин на одиницю площі. Схема моделі представлена на рис. 1.

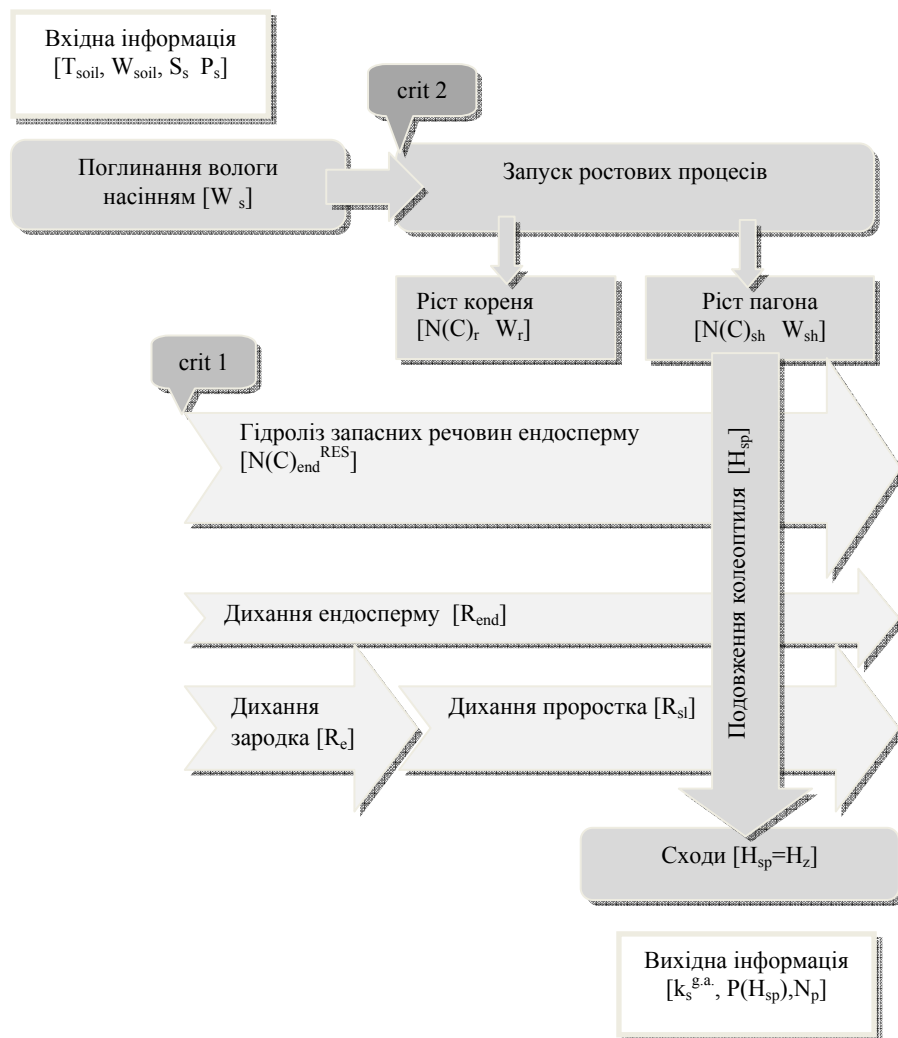


Рис.1 – Схема моделі формування сходів зернових культур.

Потрапивши у ґрунт, насіння починає інтенсивно поглинати вологу. Цей процес відбувається завдяки різниці водних потенціалів ґрунту та насіння. Рівняння, що описує процес накопичення води насінням, наведено нижче.

$$\frac{dW_s}{dt} = S_s P_s \left[\exp \left(- \frac{4186,8 E_s}{R_{const} T_{soil}} \right) \right] (\psi_{soil} - \psi_s), \quad (15)$$

де $\frac{dW_s}{dt}$ – потік води, що надходить в насіння; S_s – поглинальна поверхня насіння; P_s – проникність оболонки насіння; 4186,8 – коефіцієнт для перерахунку ккал в Дж; E_s – енергія активації дифузії; R_{const} – газова стала; T_{soil} – температура ґрунту на глибині закладки насіння; ψ_{soil} – водний потенціал ґрунту; ψ_s – водний потенціал насіння.

Водні потенціали ґрунту та насіння можна визначити за такими рівняннями:

$$\psi_{soil} = 1,5 \exp \left(- 7,76 \frac{W_{soil} - B3}{PB - B3} \right), \quad (16)$$

$$\psi_s = \frac{R_{const} T_{soil}}{\bar{V}_m} \ln m, \quad (17)$$

де W_{soil} – вологість ґрунту; $B3$ та PB – вологість в'янення та повна вологоємність ґрунту відповідно; $\bar{V}_m$ – порційний молярний об'єм; m – кількість поглинутої води. Емпірична формула (15) була запропонована О.Д. Сидоренко [7]

Основними частинами насіння є ендосперм та зародок. Відомо, що білки поглинають воду значно інтенсивніше, ніж вуглеводи. У складі зародка переважає запасний білок, саме тому зародок набухає швидше, збільшує свої розміри і створює певне загострення, що виступає під оболонкою зерна. Цей стан прийнято називати наклёвуванням зерна [4].

Коли вологість насіння досягає певного першого критичного значення, починається гідроліз запасного білка та крохмалю

$$\frac{dN(C)_{end}^{RES}}{dt} = \begin{cases} -k_{N(C)}^1 & \text{при } N(C)_{crit}^{RES} < N(C)_{end}^{RES} \leq N(C)_0^{RES} \\ -k_{N(C)}^2 N(C)_{end}^{RES} & \text{при } N(C)_{end}^{RES} \leq N(C)_{crit}^{RES} \end{cases}, \quad (18)$$

де $\frac{dN(C)_{end}^{RES}}{dt}$ – швидкість гідролізу запасного білка (або крохмалю) ендосперму;

$N(C)_{end}^{RES}$ – кількість білка (крохмалю), що залишилась в ендоспермі до моменту t ;

$N(C)_0^{RES}$ – початкова кількість запасного білка (крохмалю) в ендоспермі; $N(C)_{crit}^{RES}$ –

критична кількість запасного білка (крохмалю) в ендоспермі, що визначає початок реакції гідролізу; $k_{N(C)}^1$ – додатна величина, яка позначає постійну в часі швидкість гідролізу білку (крохмалю) ендосперму; $k_{N(C)}^2$ – додатні коефіцієнти швидкості гідролізу.

У процесі гідролізу запасний крохмаль утворює фонди лабільних вуглеводів (C_{end}^F), запасний білок – фонди лабільних амінокислот (N_{end}^F) ендосперму. Тому швидкість утворення фондів дорівнює швидкості гідролізу запасних речовин ендосперму.

Речовини, котрі утворилися в результаті гідролізу, використовуються на дихання зародка та ендосперму. Слід відзначити, що зародок дихає значно інтенсивніше, ніж ендосперм (10% від інтенсивності дихання зародка). Коли вологість насіння досягла наступного критичного значення, відбувається запуск ростових

процесів у насінні. Починає розвиватися проросток, котрий складається з кореня та пагона (колеоптиля). З цього моменту дихання зародка не враховується, але починається визначення швидкості дихання проростка. Ці процеси описані рівняннями, наведеними нижче:

$$\frac{dR_e}{dt} = G_r^e \frac{dC_e^F}{dt} + R_m k_T W_e, \quad (19)$$

$$\frac{dR_{end}}{dt} = 0,1 \frac{dR_e}{dt}, \quad (20)$$

$$\frac{dR_{sl}}{dt} = G_r^{sl} \frac{dC_{sl}^F}{dt} + R_m k_T W_{sl}, \quad (21)$$

$$\frac{dC_{e(sl)}^F}{dt} = \frac{dC_{end}^{RES}}{dt} - \frac{dR_{end}}{dt}, \quad (22)$$

де $\frac{dR_e}{dt} \left(\frac{dR_{sl}}{dt}, \frac{dR_{end}}{dt} \right)$ – швидкість дихання зародка (проростка, ендосперму) в мг С за добу; $G_r^e \left(G_r^{sl} \right)$ – швидкість дихання зародка (проростка) в мгС/мгС; R_m – швидкість дихання підтримки структур; $W_{e(sl)}$ – суха маса зародка (проростка); k_T – коефіцієнт, що враховує вплив температури на дихання підтримки структур; $\frac{dC_e^F}{dt} \left(\frac{dC_{sl}^F}{dt} \right)$ – швидкість накопичення фондів вуглеводів зародка (проростка).

Для визначення швидкості розподілу азоту і вуглецю та накопичення сухої маси осьовими органами взяті системи рівнянь, аналогічні моделі А.М. Польового:

$$\frac{dN_i}{dt} = \alpha_i \frac{dN_{end}^{RES}}{dt}, \text{ при } \frac{dN_{e(sl)}^W}{dt} = \frac{dN_{end}^F}{dt}, \quad (23)$$

$$\frac{dC_i}{dt} = \gamma_i k_m \frac{dN_i}{dt}, (i \in r, sp), \quad (24)$$

де $\left(\frac{dN_i}{dt}, \frac{dC_i}{dt} \right)$ – швидкості розподілу азоту і вуглецю між зростаючими органами; α_i, γ_i – коефіцієнти швидкості розподілу азоту та вуглецю в i -тий орган; k_m – коефіцієнт, що враховує вологість ґрунту; r, sp – корінь та пагін відповідно.

Наступним рівнянням описане накопичення сухої маси i -тим органом

$$\frac{dW_i}{dt} = k_c \frac{dC_i}{dt} + \frac{dN_i}{dt}, \quad (25)$$

де $\frac{dW_i}{dt}$ – швидкість накопичення сухої маси; k_c – коефіцієнт для перерахунку вуглецю в органічну речовину.

Пагін представляє собою циліндр постійного радіусу. Швидкість подовження колеоптиля описана як функція накопичення його маси із врахуванням механічного опору ґрунту, що визначається щільністю ґрунту ρ_{soil} та його вологістю

$$\frac{dH_{sp}}{dt} = \left(\frac{dm_{sp}}{dt} \frac{1}{\rho_{sp}} \right) \frac{3}{\pi \rho_{sp}^2} k_{sp} (\rho_{soil}) k_{sp} (W_{soil}), \quad (26)$$

де $\frac{dH_{sp}}{dt}$ – швидкість росту пагона в довжину; ρ_{col} – питома щільність рослинної маси пагона; r_{sp} – радіус основи пагона; $k_{sp}(\rho_{soil})$ – функція впливу щільності ґрунту на ріст пагона; $k_{sp}(W_{soil})$ – функція впливу вологості верхніх шарів ґрунту на подовження пагону.

Коли довжина пагона дорівнює глибині закладення насіння, пагін досягає поверхні землі – спостерігаються сходи. Пагін припиняє свій ріст, а крізь верхівку колеоптиля проривається перший лист.

Крім відмічення факту появи сходів, необхідно визначити польову схожість насіння. Рівняння, що дозволяє визначити цю характеристику, має вигляд [2]

$$k_s^{g.a..} = \frac{W_{0-20}}{a + bW_{0-20}}, \quad (27)$$

де $k_s^{g.a..}$ – коефіцієнт польової схожості насіння; W_{0-20} – вологість ґрунту в орному шарі; a і b – коефіцієнти, що визначаються глибиною закладення насіння:

$$a = 2,1 + 0,29(H_z)^2, \quad (28)$$

$$b = 1,03 - 0,0127(H_z)^2, \quad (29)$$

де H_z – глибина закладення насіння.

Глибина закладки насіння може змінюватися в залежності від мікрорельєфу ґрунту. Згідно моделі В.М. Павлової, на основі опосередкованих даних була обрана функція розподілу кількості рослин з різною глибиною закладення насіння

$$P(H_{sp}) = \frac{1}{1,5\sqrt{2\pi}} e^{-(H_{sp} - H_z^p)^2 / 2,25}, \quad (30)$$

де H_z^p – найімовірніша глибина закладення насіння.

Після визначення H_{sp} на кожному кроці визначається ймовірнісний інтеграл функції щільності нормального розподілення. Якщо значення інтеграла функції перевищує 0,6, то вважається, що настали масові сходи.

Кількість рослин на одиницю площі N_p означено як добуток норми висіву N_s на коефіцієнт польової схожості насіння

$$N_p = k_s^{g.a..} N_s. \quad (31)$$

Висновки. Розроблена динамічна модель формування сходів зернових культур, котра дозволяє визначити дату появи сходів, польову схожість, розподіл кількості рослин з різною глибиною закладення насіння та кількість рослин на одиницю площі. Модель описує динаміку поглинання води насінням та фізіолого-біохімічних процесів, таких, як гідроліз запасів ендосперму, дихання, розподіл продуктів гідролізу між осьовими органами та їх ріст.

Список літератури

1. Антоненко В.С. Динамическое моделирование роста, развития и формирования продуктивности озимой пшеницы. – К.: «АртЕк», 2002. – С.64.

2. Ковтун И. И., Гласа Н. И., Митрофанов Б.А. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии. – Л.: Гидрометиздат, 1990. – 288 с.
3. Немченко О. А., Мусаменко Л. И. Моделирование роста и метаболизма растений на ранних этапах органогенеза // Физиология и биохимия культурных растений. – 1982. – Т. 14, №5. С.439 – 445.
4. Носатовский А.И. Пшеница. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1950. – 408 с.
5. Павлова В.Н. Моделирование ростовых процессов в период прорастания зерна в рамках моделей «погода – урожай»//Труды ВНИИСХМ. – 1983. – Вып. 8. – С. 28 – 36.
6. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Моделирование продукционного процесса сельскохозяйственных культур. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2006. – 396 с.
7. Сидоренко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистемы. – Л.: Гидрометиздат, 1981. – 167 с.
8. Строганова М.А., Коровин А.И., Полевой А.Н. Динамическая модель расходования запасов эндосперма семян зерновых культур в процессе прорастания и в период до появления всходов//Сельскохозяйственная биология. – 1983. - №1. – С. 126 – 135.
9. An Index Model for Predicting Seed Germination and Emergence. David M. Alm et.al. Weed Technology, Vol. 7, No. 3 (Jul. - Sep., 1993), pp. 560-569.
10. InfoCrop: A dynamic simulation model for the assessment of crop yields, losses due to pests, and environmental impact of agro-ecosystems in tropical environments. I. Model description. P.K. Aggarwal et al. / Agricultural Systems 89 (2006), 1–25.
11. Modeling seedling emergence. F. Forcella et al. / Field Crops Research 67 (2000) 123-139.
12. Simulating the effects of temperature and seeding depth on germination and emergence of spring wheat. Y.W. Jame, H.W. Cutforth / Agricultural and Forest Meteorology 124 (2004) 207–218.
13. Simulation of winter wheat yield and its variability in different climates of Europe: A comparison of eight crop growth models. T. Palosuo et al. / Europ. J. Agronomy 35 (2011) 103– 114

Алгоритм динамической модели формирования всходов зерновых культур. Синицына В.В.

Представлен обзор существующих моделей развития зерновых культур периода от посева до появления всходов и алгоритм разработанной динамической модели, которая описывает физиологические и биохимические процессы, протекающие в семени в данный период. Подробно описана структура и схема модели.

Ключевые слова: семя, эндосперм, зародыш, проросток, росток, рост, дыхание, гидролиз, белок, углеводы, всходи, всхожесть.

Algorithm of grain crop shoots formation model. Sinitsyna V.

Review of existing grain crop grow models of period from sowing to germination and the algorithm of developed dynamic model that describes the physiological and biochemical processes occurring in seeds during the period are discussed. The structure and the scheme of the model were described in details.

Keywords: seed, endosperm, embryo, seedling, sprout, growth, respiration, hydrolysis, protein, carbohydrates, germination, germinating ability.

ВПЛИВ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ЛИСОВОЇ ПОВЕРХНІ ТА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ОЗИМОГО РІПАКУ В ОСІННЬО-ЗИМОВИЙ ПЕРІОД ВЕГЕТАЦІЇ

В роботі розглядається вплив агрометеорологічних умов на формування листового апарату та загальної сухої маси рослин у озимого ріпаку за різних строків сівби в осінньо-зимовий період. Надається порівняльна оцінка чистої продуктивності фотосинтезу та фотосинтетичного потенціалу у 2009 та 2010 роках.

Ключові слова: озимий ріпак, строки посіву, площа листя, чиста продуктивність фотосинтезу

Вступ. Ріпак серед олійних культур є однією з найцінніших культур як за вмістом олії, так і за потенційною врожайністю. Насіння ріпаку - важливе джерело дешевої рослинної олії, високоякісної макухи, шроту, екологічно чистого біодизельного палива, мастил тощо.

Ріпак - друга в Україні олійна культура за площею посіву та валовим виробництвом. Під вирощування культури залежно від року використовується майже 1-2% ріллі. Валовий збір насіння ріпаку в країні був рекордним у 2008 році і становив понад 2,87 млн т, що майже втричі перевищувало показники попереднього року. В результаті зниження посівних площ і незадовільної перезимівлі озимого ріпаку в 2009 і 2010 роках під культурою було зайнято відповідно 1013,6 і 913,3 тис. га. (зокрема, 799,38 тис. га. озимого ріпаку і 107,17 тис. га - ярого). Валове виробництво насіння у 2009 році дорівнювало 1,818 млн т, у 2010-му - 1,331 млн т. Середня урожайність озимого ріпаку в 2008 році становила 20,8 ц/га; у 2009 - 18,7 ц/га; у 2010 - 17,5 ц/га [6].

Під урожай 2011 року засіяно озимим ріпаком 1033,8 тис. га. За даними МінАПК, станом на 18 листопада 2010 року озимий ріпак зійшов на площі 1030 тис. га або на 99,6%. У доброму стані перебуває 525,8 тис. га посівів озимого ріпаку (51%). У задовільному - 376,1 тис. га (36,5%), слабкі і зріджені - 128,1 тис. га (12,8%) [7].

Ґрунтово-кліматичні умови України сприятливі для нормального росту та розвитку рослин озимого ріпаку та відповідають його біологічним вимогам. Зокрема, достатньо висока родючість ґрунтів, їх задовільна водо- та повітропроникність, велика кількість опадів і температурний режим сприяють, при застосуванні рекомендованих агротехнологічних заходів вирощування цієї культури в усіх регіонах та отримувати понад 40 ц/га насіння.

Програмою розвитку ріпаківництва в Україні на 2008-2015 роки передбачається комплексний розвиток цієї галузі, починаючи від оптимізації площ, їх розміщення, підвищення урожайності до поглибленої переробки насіння та впровадження сучасних промислових технологічних розробок. Розвиток цієї галузі буде успішним за умов створення регіональних зон концентрованого вирощування озимої і ярої форми ріпаку на значних площах, ефективного використання сучасної техніки та глибокого вивчення агрометеорологічних умов росту та розвитку ріпаку в різні періоди вегетації. В даній роботі викладені результати польових досліджень росту та розвитку озимого ріпаку в осінньо-зимовий період вегетації [7].

Матеріали і методи досліджень. Вивчення біологічних особливостей озимого ріпаку засвідчило, що кліматичні умови є одним із вирішальних чинників при вирощуванні цієї культури і отриманні високих урожаїв насіння.

Ріпак вважається холодостійкою волого- і світлолюбною культурою. Насіння ріпаку починає проростати за температури ґрунту $+2^{\circ}\text{C}$, оптимальна температура для його проростання - $15-18^{\circ}\text{C}$. За сприятливих умов сходи озимого ріпаку з'являються через 6-7 діб. Сума ефективних температур повітря вище 10°C для одержання дружних сходів озимого ріпаку становить $60-90^{\circ}\text{C}$. Сходи можуть переносити заморозки до $-3-5^{\circ}\text{C}$, а рослини у фазі розетки - до -8°C [4].

Озимий ріпак здатний витримувати морози під сніговим покривом до -30°C , а без снігового покриву - до $-15-18^{\circ}\text{C}$. Ця культура може загинути і в результаті випрівання, коли восени сніг випадає на не промерзлий ґрунт, і рослини, тривалий час знаходячись під його товстим покривом, виснажуються і гинуть. Весняні заморозки до травня також можуть спричинити розрив стебла, ушкодження бруньок, відмирання окремих квіток або суцвіть на рослині.

Стійкість ріпаку до морозів залежить і від вологості ґрунту. Якщо ґрунт перезволожений, то навіть за температури $-6-8^{\circ}\text{C}$ він може вимерзнути. Якщо ґрунт сухий, то ріпак витримує низьку температуру в межах $-18-20^{\circ}\text{C}$ протягом декількох днів. Ріпак негативно реагує на раптові коливання і тривале зниження температури восени, коли рослини ще не встигли загартуватися, або навесні, після відновлення вегетації рослин. При тривалій холодній зимі або контрастно мінливій температурі на початку весни при поновленні вегетації рослини озимого ріпаку масово вимерзають [7].

Ріпак - вологолюбна культура. Оптимальна вологозабезпеченість рослин озимого та ярого ріпаку відбувається при річній сумі опадів 600-700 мм, задовільна - при 500-600 мм, при сумі опадів нижче 400 мм і в посушливі роки врожай насіння його істотно знижується. Для отримання сходів і початкового розвитку рослин необхідно не менш як 20 мм опадів за декаду. Шопізніше сходить ріпак, то повільніше розвивається. Для проростання води потрібно 50-60% від маси насіння. Волога вкрай необхідна у верхньому шарі ґрунту, у фазі сходів-розетки, коли рослини формують кореневу систему [2].

Озимий ріпак у своєму розвитку в осінньо-зимовий період проходить 4 основних фази вегетації, тривалість яких залежить від погодних умов, поживних речовин, особливостей сорту: сходи (I етап органогенезу – 6-12 днів); два справжніх листки (II етап органогенезу – 10-12 днів); чотири справжніх листки (III етап органогенезу – 12-14 днів); формування розетки (IV-V етап органогенезу – 60-65 днів). Період зимового спокою триває 105-130 днів [4].

В ході польових експериментів на рослинах озимого ріпаку виду Hybridwinterraps, сорту Baldur/NPZ 9800 у період осінньо-зимньої вегетації проводилися спостереження за розвитком та формуванням біомаси рослин за різних строків посіву (ранній, середній і пізній). Дані отримані дослідним шляхом в науково-навчальній метеорологічній лабораторії с. Чорноморка в 2009 та 2010 роках. У період осінньо-зимової вегетації автором визначалися біометричні параметри рослинного покриву, розроблювалася та уточнювалася програма польового експерименту.

Площа споживання рослин $100 \times 100 \text{ см}^2$. Повторностей чотири. Фенологічні спостереження проводилися на 10 модельних рослинах кожної повторності. Спостереження за формуванням біомаси відбувалися в основні фази розвитку рослин за 10 модельними рослинами кожної повторності, починаючи з дати посіву. Для аналізу результатів спостережень використовувалися репрезентативні дані метеорологічних спостережень ст. Чорноморка, зіставлені з агрометеорологічними спостереженнями.

Результати досліджень та їх аналіз. На комплексних графіках (рис. 1, 2) представлена оцінка агрометеорологічних умов, які склалися в період осінньо-зимової вегетації росту та розвитку озимого ріпаку в 2009 та 2010 експериментальних роках. За основні показники взято: середньодекадну температуру повітря (T , $^{\circ}\text{C}$),

середньодадну тривалість сонячного сйва (SS , год), середньодадний дефіцит насичення повітря (d , мм), суми опадів за декаду (R , мм) та запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту (W_{0-100} , мм).

В 2009 році посів озимого ріпаку проводився 9 вересня (ранній), 24 вересня (середній) та 8 жовтня (пізній). Метеорологічні умови на момент посіву були сприятливими за температурним режимом та задовільні за повітряно-водним. Перша декада вересня характеризується середньодадною температурою повітря $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту склали 147 мм при відсутності опадів в дану декаду. Середньодадний дефіцит насичення повітря 12,7 мм. Середньодадне число годин сонячного сйва в декаду раннього строку посіву – 10 (рис. 1). В третій декаді вересня (середній строк посіву) спостерігається зниження середньодадної температури повітря до $17,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту збільшились до 154 мм на тлі відсутності опадів в дану декаду. Середньодадний дефіцит насичення повітря склав 7,2 мм. Середньодадне число годин сонячного сйва 8,8. Перша декада жовтня характеризується середньодадною температурою повітря $14,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, W_{0-100} збільшились до 194 мм при сумі опадів за декаду 8 мм. Середньодадний дефіцит насичення повітря склав 3,4 мм. Середньодадне число годин сонячного сйва 5.

Поява 2-х, 4-х справжніх листків та період формування розетки за всіх строків посіву проходили на фоні зниження середньодадної температури від $12,7$ до $6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в середньому в даний період склали 175 мм при сумі опадів 51,6 мм, що дало змогу рослинам сформувати міцну кореневу систему.

Період зимового спокою розпочався у кінці грудня за раннього та середнього строків сівби та кінці січня за пізнього строку, коли середньодадні температури знизились до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ та нижче, при середніх запасах продуктивної вологи 168 мм, відсутності опадів та дефіциті насичення повітря 0,9-1,1 мм. Середнє число годин сонячного сйва – 0-2 (рис.1).

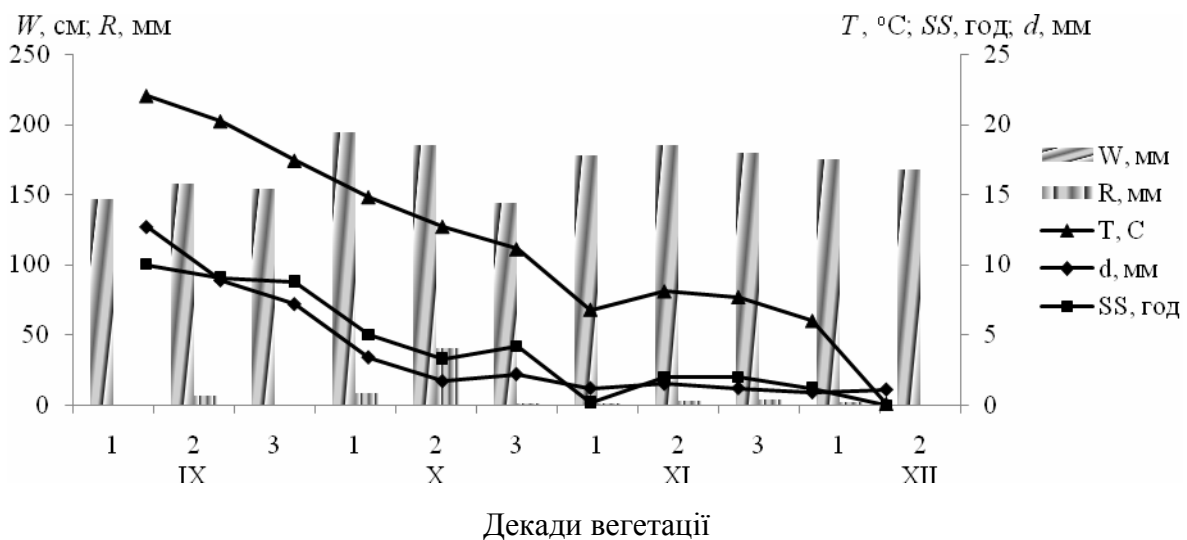


Рис. 1 – Агрометеорологічні умови осінньо - зимового періоду вегетації озимого ріпаку в Одеській області в 2009 р., ст. Чорноморка.

Метеорологічні умови осіннього періоду 2010 року для появи сходів та формування листового апарату були майже оптимальними за температурним та

повітряно-водним режимом. Посів культури виконано за раннього строку 3 вересня, за середнього – 13 вересня, а за пізнього - 23 вересня. Середньодакдні температури повітря були нижчими ніж в 2009 році і склали відповідно 17,6, 19,0 та 17,3 °С, при середньодакдному дефіциті насичення повітря 5,3 – 4,5 мм. Опади за вересень склали 54,2 мм, що в повній мірі задовольнило дружну появу сходів та початковий розвиток рослин. Середні запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см становили 154 мм. Середньодакдне число годин сонячного сйва на дату посіву озимого ріпаку 5,3 – 4,5 (рис. 2).

За сприятливих метеорологічних умов сходи з'явилися через 10 діб за раннього та середнього строків і через 20 діб за пізнього. Період формування 2-ої, 4-ої пари листків та формування розетки в даному році проходив при сприятливих середньодакдних температурах повітря 13,9-5,0 °С, сумі опадів за період в 197 мм та середніх запасах продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в 198 мм. Дефіцит насичення повітря склав в середньому 3,0 мм. Середня кількість годин сонячного сйва коливалась в межах 6,5 – 1,6. Як зазначалося вище, рослини у фазі розетки можуть витримувати заморозки до -8 °С. Отже пониження температури в 2 декаді грудня до -3,1 °С не вплинуло негативно на ріст та розвиток озимого ріпаку.

Входження в період спокою у всі строки посіву супроводжувалось середньодакдними температурами в межах 1,4 – (-1,3) °С при сумі опадів в 18,2 мм та середніх запасах продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в 227 мм. Середньодакдний дефіцит насичення повітря в даний період мав значення 0,5-0,6 мм, а середня кількість годин сонячного сйва – 1,6 (рис. 2).

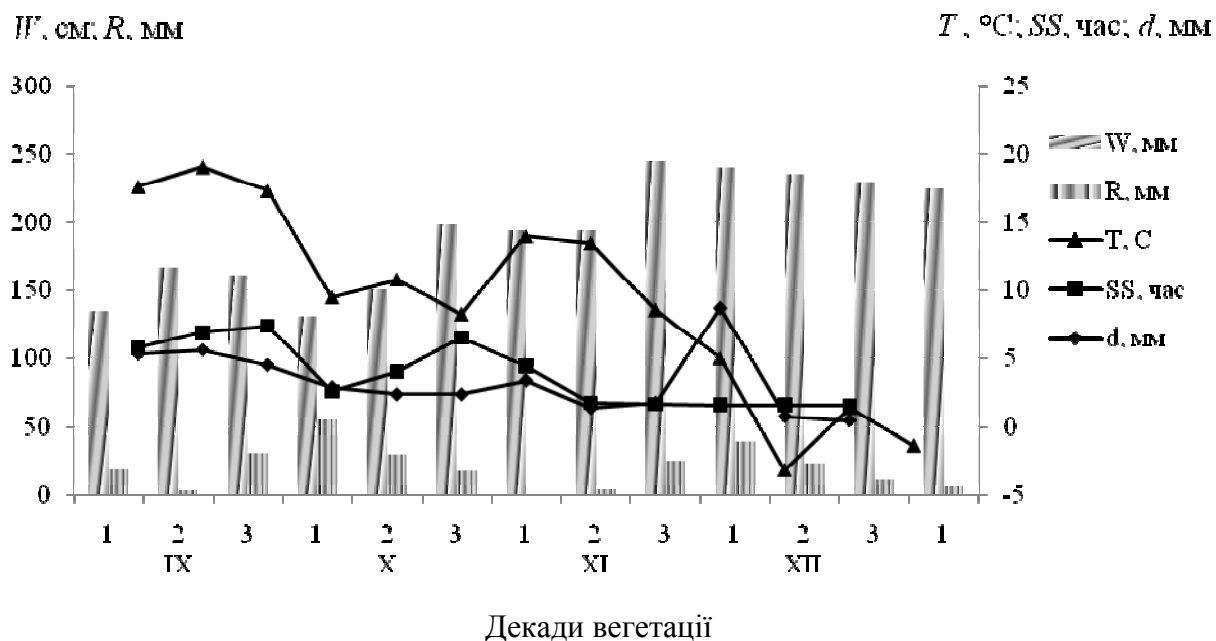


Рис. 2 – Агрометеорологічні умови осінньо - зимового періоду вегетації озимого ріпаку в Одеській області в 2010 р. ст. Чорноморка.

Метеорологічні умови 2009 та 2010 року значно відрізнялися як за температурним режимом так і за умовами зволоження. Можна з впевненістю сказати, що погодні умови, які склалися восени 2010 року були більш сприятливі ніж в 2009. Оскільки озимий ріпак потребує значної кількості вологи, то сума опадів в 269,5 мм, яка випал восени, забезпечила добру вологість ґрунту під культурою і повністю задовольнила формування міцної кореневої системи та листового апарату озимого ріпаку.

Наростання площі листя озимого ріпаку в осінньо-зимовий період в залежності від строків посіву представлено на рис. 3 та 4. Після посіву озимого ріпаку у ґрунт розвиток рослин і наростання площі листя протягом 10-12 днів не спостерігається через проростання насіння. Починаючи з фази сходів, мав місце повільний приріст площі листя за всіх строків сівби. Надалі темпи наростання стрімко збільшуються до моменту входження рослин в період спокою. Тут площа листя має максимальну за вегетацію величину. У 2009 р. (рис. 3) наростання листової поверхні за середнього терміну сівби проходило більш стрімко та динамічно ніж за пізнього та раннього. За раннього строку сівби площа листя у фазі сходів склала $0,06 \text{ м}^2/\text{м}^2$, за середнього $0,14 \text{ м}^2/\text{м}^2$, за пізнього $0,08 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Відмічено, що за середнього строку сівби сформувалась найбільша площа листової поверхні. На період входження рослин в зимовий спокій відносна площа листової поверхні досягла $8,0 \text{ м}^2/\text{м}^2$. При ранньому строку сівби наростання фітомаси проходило не такими швидкими темпами і на період входження рослин в зимовий спокій відносна площа листової поверхні склала $4,48 \text{ м}^2/\text{м}^2$, що в два рази менше ніж за середнього. За пізнього строку посіву сформувалась найменша кількість листків у рослин, тому на кінець припинення вегетації їх відносна площа була найменшою і дорівнювала $0,56 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

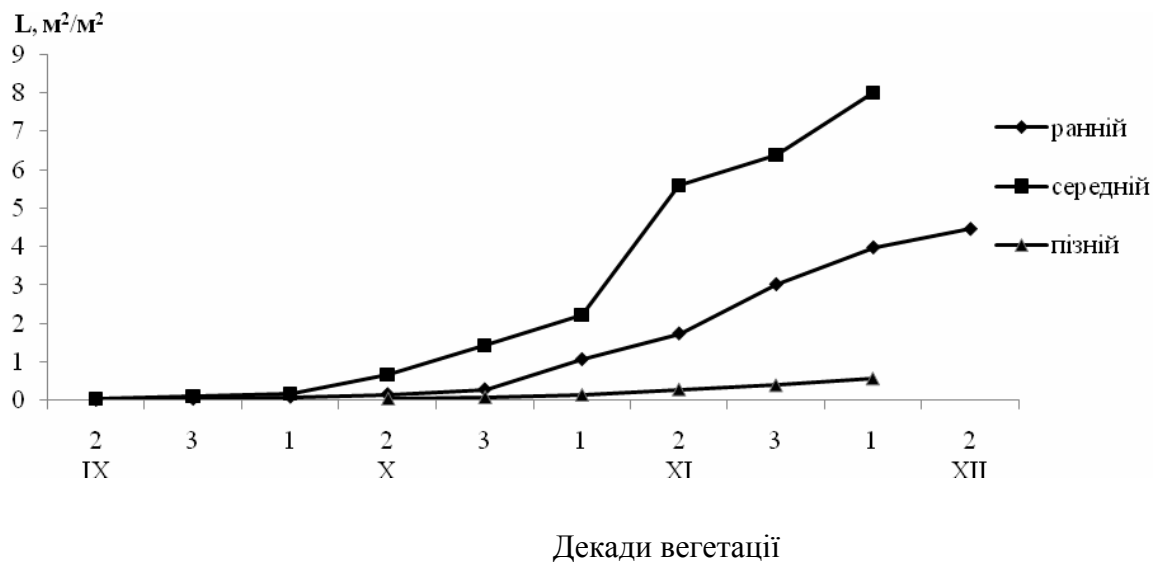


Рис. 3 – Динаміка відносної площі листової поверхні (L) рослин озимого ріпаку по декадах у осінньо - зимовий період вегетації за 2009 р.

У 2010 році наростання листового апарату у культури відбувалося за зовсім іншим сценарієм, ніж у 2009. Культури раннього строку сівби найбільш стрімко нарощували листя та досягли найвищої площі листової поверхні. Так, на початок появи 2-3-х листків (2 декада вересня) площа листової поверхні за цього строку склала $0,01 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Починаючи з першої декади жовтня, спостерігався стрімкий ріст листового апарату, який досяг свого максимуму у 2 декаді грудня, коли у культури сформувалась розетка, відносна площа листової поверхні досягла $6,7 \text{ м}^2/\text{м}^2$. У подальші дві декади, за рахунок пожовтіння та відмирання нижніх листків, на початок входження рослин у період зимового спокою відносна площа листової поверхні зменшилась до $6,2 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Динаміка наростання листової поверхні за середнього та пізнього строків сівби має ідентичний хід лише з різницею у площі. На початок появи 2-4-х листків площа листової поверхні складала відповідно $0,04$ та $0,03 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Початок бурхливого росту листового апарату за двох строків спостерігається вже з першої декади листопада, коли починає формуватися розетка.

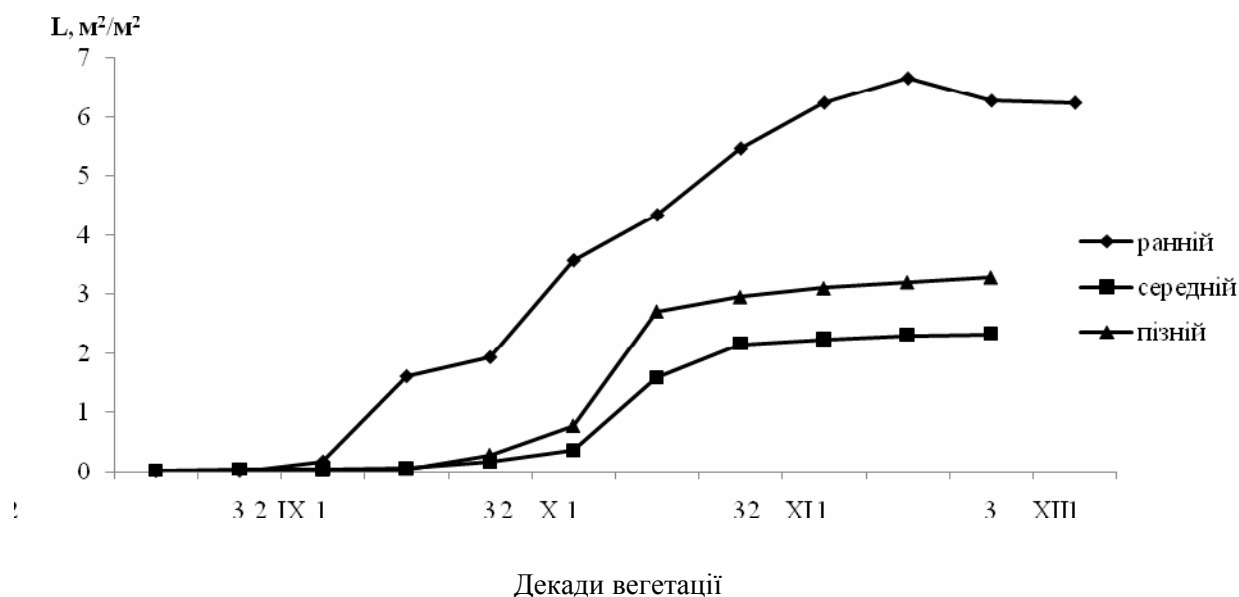


Рис. 4 – Динаміка відносної площі листової поверхні (L) рослин озимого ріпаку по декадах у осінньо - зимовий період вегетації за 2010 р.

. Тут площа листової поверхні склала за середнього строку сівби $0,2 \text{ м}^2/\text{м}^2$ та $0,3 \text{ м}^2/\text{м}^2$ за пізнього. На кінець припинення вегетації рослини увійшли в зиму з площею листової поверхні $2,3 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (середній строк посіву) та $3,3 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (пізній строк сівби). Діапазон різниці в відносній площі листової поверхні рослин озимого ріпаку за раннього та середнього строків сівби значний і склав $3,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

Розглянемо динаміку накопичення загальної сухої біомаси рослин озимого ріпаку (рис. 5, 6). Графіки побудовані за даними біометричних спостережень 2009 та 2010 рр. згідно програми польового досліджу.

Створення органічної речовини та її трансформація у рослинах відбувається лише за рахунок сонячної енергії, яка засвоюється під час фотосинтезу. Оскільки листя рослини є головним органом фотосинтезу, тому більша або менша площа асиміляційної поверхні всіх листків рослини, як правило, відображається на загальній продуктивності рослинного організму. Характер росту окремого листка і всієї площі листя зумовлюється цілим рядом факторів, серед яких не абияку роль відіграють ґрунтові та кліматичні умови росту рослин. Поряд з цим, відначається суттєвий вплив на формування біомаси рослин антропогенних факторів, а саме, технологічних заходів вирощування [5]. Нами встановлено тісний зв'язок між накопиченням біомаси рослин озимого ріпаку в залежності від строків сівби на перших етапах органогенезу в осінній період вегетації (рис. 5, 6). Аналізуючи результати, наведені на рис. 5, видно, що у 2009 році найбільшу кількість надземної біомаси накопичили рослини раннього та середнього строків сівби. Різниця між строками в 15 днів може спричинити різке зменшення врожаю біомаси. Тобто, змінюючи строк посіву, ми штучно збільшуємо або зменшуємо період від сходів до входження рослин в період спокою. Так, на період сходів озимого ріпаку за пізнього строку сівби рослини середнього та раннього строків уже мали по 3-4 листки, відповідно їх загальна суха біомаса складала $10,0$ та $28,4 \text{ г}/\text{м}^2$. За пізнього строку сівби розвиток надземної маси був незначний і на кінець припинення вегетації загальна суха біомаса рослин склала $22,4 \text{ г}/\text{м}^2$. За раннього та середнього строків спостерігався інтенсивний ріст листків та формування розетки озимого ріпаку. На кінець другої декади грудня рослини увійшли в період зимового спокою із загальною сухою біомасою $264,8$ та $378,0 \text{ г}/\text{м}^2$ відповідно.

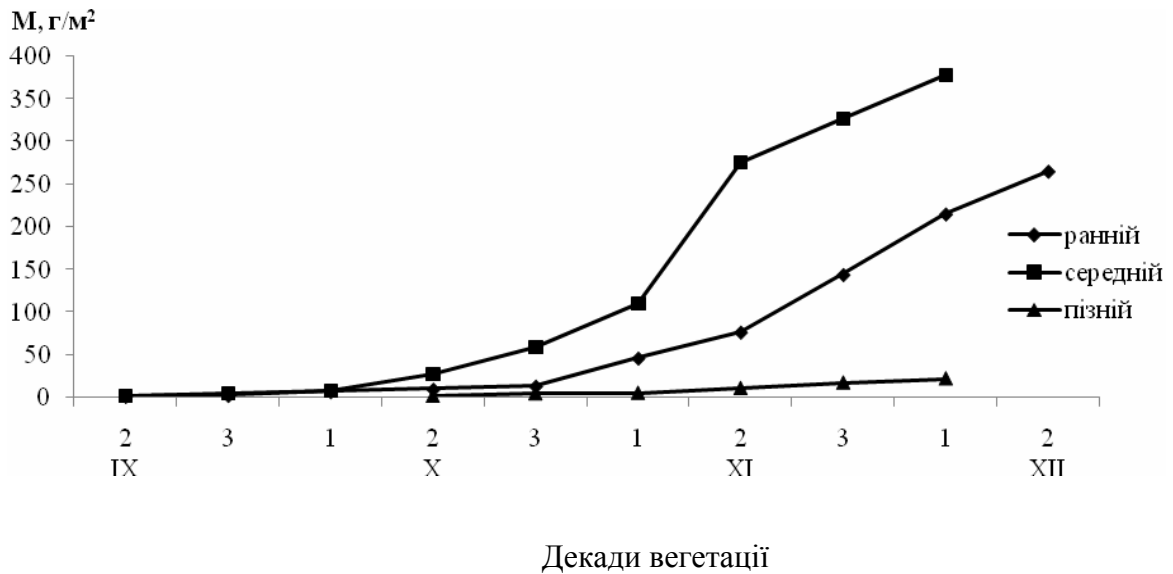


Рис. 5 – Динаміка накопичення загальної сухої біомаси (М) рослин озимого ріпаку різних строків сівби в осінньо - зимовий період вегетації 2009 р.

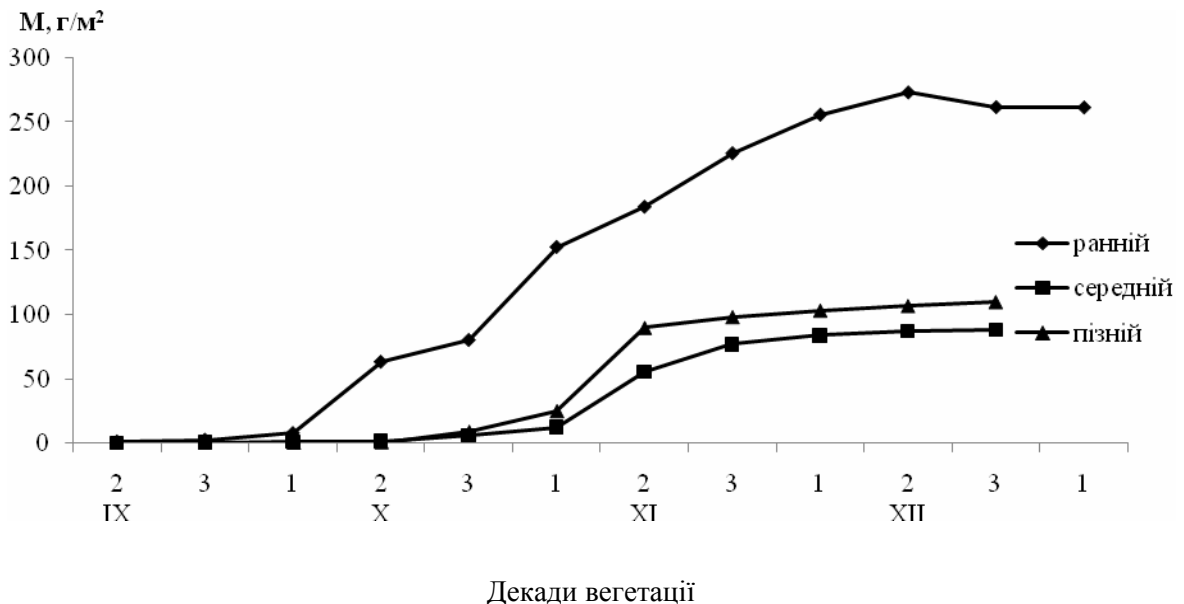


Рис. 6 – Динаміка накопичення загальної сухої біомаси (М) рослин озимого ріпаку різних строків сівби в осінньо - зимовий період вегетації 2010 р.

У 2010 р. під впливом строків сівби інтенсивне накопичення біомаси рослин спостерігається у озимого ріпаку за раннього строку сівби (рис. 6). При появі сходів середнього та пізнього строків сівби загальна суха біомаса озимого ріпаку склала при ранньому строку $7,9 \text{ г/м}^2$. Надалі спостерігається бурхливий розвиток надземної маси рослин, вже при формуванні розетки загальна суха біомаса рослин в даний строк посіву досягла $184,5 \text{ г/м}^2$. За пізнього та середнього строків посіву на початок формування розетки загальна суха біомаса рослин була відповідно $98,3$ та $55,8 \text{ г/м}^2$. Максимальна суха біомаса рослин озимого ріпаку за раннього строку спостерігалася в другій декаді грудня і становила $273,8 \text{ г/м}^2$. Далі спостерігається незначне зменшення сухої біомаси рослини за рахунок відмирання нижніх листків. Тому в період зимового спокою рослини ввійшли з загальною сухою біомасою в $265,0 \text{ г/м}^2$. В пізні та середні строки сівби спостерігається чітка тенденція до незначного підвищення загальної сухої

біомаси, через те що розетка формується з меншою кількістю листків. На початок входження рослин в період зимового спокою їх загальна суха біомаса становила 109,9 та 88,4 г/м² відповідно. Діапазон різниці в загальній сухій біомасі рослин за раннього та пізнього строків сівби майже 150 г/м². Наявність даних щодо площі листової асиміляційної поверхні та урожаю сухої біомаси дозволяє нам розрахувати величину чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). Методика розрахунку наведена в минулих роботах [3,1].

Аналізуючи дані табл. 1, видно, що за раннього строку сівби на початку вегетації в обох роках ЧПФ найвища, оскільки рослини не затіняють одна одну, всі листи добре освітлені. Надалі, зі збільшенням площі листя, ЧПФ починає зменшуватися у зв'язку з погіршенням умов освітленості нижнього листя. У 2009 році найнижча чиста продуктивність фотосинтезу була у рослин з пізнім строком посіву. Це обумовлено скороченням тривалості піддослідного періоду та найменшою площею листової поверхні. За середнього строку сівби найвища продуктивність фотосинтезу спостерігається в 2 – у декаду жовтня (період сходів) та 2 - у декаду листопада (період формування 7 листків), але в середньому вона є дещо нижчою, ніж в ранньому строкові через сформованої найбільшу площі листової поверхні. Перед входженням рослин в період зимового спокою ЧПФ найнижча за всіх строків сівби через скорочення числа годин сонячного сйва та затінення і пожовтіння листків нижнього ярусу у розетці.

Таблиця 1 - Вплив термінів сівби на чисту продуктивність фотосинтезу в посівах озимого ріпаку (г/м²)

Рік	Термін сівби	Густота посіву рослин/м ²	Вересень	Жовтень			Листопад			Грудень		
			III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2009	ранній	75	5.1	1.9	1.5	4.7	2.1	2.8	2.0	1.2		
2009	середній	72		1.9	4.5	2.9	2.7	4.2	0.8	0.7		
2009	пізній	73					0.5	2.6	1.8	0.9		
2010	ранній	53	5.6	6.2	0.9	2.6	0.8	0.8	0.5	0.3	0.2	0.04
2010	середній	52		0.8	1.1	3.6	2.5	4.4	1.1	0.3	0.1	0.04
2010	пізній	50				5,1	3.0	3.7	0.3	0.2	0.1	0.09

В 2010 році чиста продуктивність фотосинтезу у рослин озимого ріпаку за пізнього строку сівби була найвищою на початку вегетації, коли формувалися перші листки і почала зменшуватись з декади початку формування розетки. Така ж закономірність спостерігається і у посівах зі середнім та раннім строком сівби. Найвища ЧПФ за всіх строків сівби була в декади зі значною кількістю опадів та помірною температурою повітря. Так, сума опадів за перші дві декади жовтня склала 48 мм, а середньодекадні температури не перевищували 10 °С.

В результаті виконаної роботи можна дати кількісну оцінку впливу термінів сівби на основні показники фотосинтетичної діяльності рослин у посівах в період осінньої вегетації озимого ріпаку. Для цього було розраховано фотосинтетичний потенціал посівів, на величину якого значно вплинули строки сівби (табл. 2). У 2009 році густота рослин на трьох ділянках дослідів була практично однаковою – 73-75 рослин на 1м², але за середнього строку сівби, коли сформувалась найбільша відносна площа листової поверхні та загальна суха біомаса рослин, фотосинтетичний потенціал досяг найбільшого значення та склав 245 м²/м².

У 2010 році спостерігається така ж закономірність, тільки для посівів раннього строку. При максимальній площі листя 6,6 м²/м² та загальній сухій біомасі в 273 г/м² фотосинтетичний потенціал досяг 422 м²/м². Отже, для отримання високої продуктивності посівів необхідно як найшвидше формування оптимальної площі листя, так і створення умов для їх тривалої роботи.

Таблиця 2 - Фотосинтетична продуктивність рослин озимого ріпаку при різних термінах сівби

Рік	Термін сівби	Густота посіву, рос-лин/м ²	Максимальна площа листя, м/м ²	Фотосинте-тичний потенціал за вегетацію, м ² /м ²	Максимальна чиста продуктивність фотосинтезу, г/(м ² ·дек)	Загальна біомаса, г/м ²
2009	ранній	75	4.5	150	5.0	4.8
2009	середній	72	8	245	4.2	378
2009	пізній	73	0.6	14.8	2.5	22.4
2010	ранній	53	6.6	422	5.6	273
2010	середній	52	2.3	112	4.4	88
2010	пізній	50	3.2	162	5.1	109

Висновки. В результаті виконаної роботи нами було вивчено вплив агрометеорологічних умов на ріст та розвиток озимого ріпаку в осінній період вегетації за різних строків посіву. Встановлено, що водно-температурний режим та умови освітлення осінньо-зимового періоду в 2010 році були кращими для вирощування культури, ніж у 2009. Найбільший середньодекадний приріст сухої біомаси зафіксовано у 2009 році за середнього строку посіву, а в 2010 році – за раннього на період входження рослин у зиму. Тому можна стверджувати, що в ці терміни сівби озимий ріпак більш раціонально використовував вологу, мінеральне живлення та сонячну енергію. Інтенсивний приріст листової поверхні культури спостерігався у 2009 році за середнього строку посіву, а в 2010 – за раннього і досяг максимуму на період припинення вегетації, коли сформувалась розетка. В цілому загальна площа листя була більшою у рослин 2009 року посіву, але рослини 2010 року за середнього та пізнього строків сформували більшу площу листової поверхні, ніж у 2009. Величини чистої продуктивності фотосинтезу змінювалися протягом осінньої вегетації озимого ріпаку. У перші декади вегетації за всіх строків сівби спостерігалось зростання ЧПФ, надалі, в період формування розетки, ЧПФ помітно зменшилась і на період входження рослин в зиму її показники були найменші. У 2009 році найбільший фотосинтетичний потенціал спостерігався у рослин середнього строку посіву, де сформувалась найбільша загальна біомаса та максимальна площа листової поверхні. У 2010 році фотосинтетичний потенціал був найвищим у рослин раннього строку посіву також при найбільшій сухій біомасі та найвищій площі листової поверхні.

Список літератури

1. Васалатій Н.В. Агрометеорологічні умови росту та розвитку озимого ріпаку в осінній період вегетації // Вісник одеського державного екологічного університету. – 2010. – Вип. 10. – С. 150 – 156.
2. Гайдаш В.Д., Дем'янчук Г.Т., Ковальчук Г.М. Ріпак – культура великих можливостей. – Ужгород. Карпати, 1999. – 69 с.
3. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: Академия наук СССР, 1963. – 157 с.
4. Озимий ріпак в Степу України / Під ред. Щербакова В.Я. – Одеса: ООО «ІНВАЦ», 2009. – 184 с.
5. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 175 с.
6. Яковенко Т.М. Олійні культури України. – К: Урожай, – 2005. – С. 24 – 26.
7. Марков. І. Інтенсивна технологія вирощування ріпаку // Агробізнес сьогодні (тематич. додаток. Агрономія сьогодні). - №10 (209) . – 2011. – С. 1 – 23.

Влияние агрометеорологических условий на формирование площади листовой поверхности и фотосинтетическую продуктивность озимого рапса в осенне-зимний период вегетации.

Васалатій Н.В.

В работе рассматривается влияние агрометеорологических условий на формирование листового аппарата и общей сухой массы растений у озимого рапса в разные сроки посева в осенне-зимний период. Наводится сравнительная оценка чистой продуктивности фотосинтеза и фотосинтетического потенциала в 2009 и 2010 годах.

Ключевые слова: озимый рапс, сроки посева, площадь листьев, чистая продуктивность фотосинтеза.

The impact of agrometeorological conditions on the formation of leaf area and the photosynthetic productivity of winter rape autumn-winter period of vegetation.

Vasalatiy N.V.

The paper examines the impact of agrometeorological conditions on the formation of foliage and a total dry mass of plants in winter rape in a different date of sowing in the autumn-winter period. The induced comprehensive assessment of net photosynthesis productivity and photosynthetic capacity in 2009 and 2010 is carried out.

Keyw ords; winter rape, sowing date, the area of leaves, the net productivity of photosynthesis.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОМ, СВІТЛОМ І ВОЛОГОЮ ПОЖНИВНИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ

Проведено аналіз забезпеченості теплом, світлом та вологою вирощування пожнивних культур на території України. При цьому доводиться, що після збору озимих та ярових хлібів на величезних площах землі залишається невикористаною велика кількість тепла та вологи. На основі агрокліматичних розрахунків зроблено висновок про можливість отримання на значній території країни другого урожаю пожнивних культур.

Ключові слова: пожнивні культури, агрокліматичні ресурси, вегетаційний період, активні температури, фотосинтетично активна радіація (ФАР), випаровуваність, випаровування.

Вступ. Збільшення виробничого потенціалу землі за умови збереження та недопущення погіршення її стану є необхідною умовою переходу до сталого розвитку. Потепління клімату в наш час дозволяє більш повно використовувати земельні ресурси з метою отримання другого врожаю сільськогосподарських культур, що висіваються після збору врожаю основної культури.

Тривалість вегетації для більшості основних сільськогосподарських культур на багато менша за вегетаційний період. Після збору основної культури залишається досить багато теплих днів, число яких зростає у зв'язку з потеплінням клімату. Вирощування пожнивних культур сприяє більш виробничому використанню агрокліматичних ресурсів (опаді, тепло, світло), сприяючи тим самим інтенсифікації землеробства.

Головним є те, що в даних агрокліматичних умовах, проводячи пожнивні посіви, з однієї і тієї ж площі можна отримати додаткову кількість сільськогосподарської продукції, яка являє собою не лише корм чи сировину для легкої промисловості, а повноцінний продукт.

Лише на півдні України в Одеській, Миколаївській області та АР Крим після збору озимої пшениці та ярового ячменю звільняється близько 1,7 млн га землі, засіявши яку гречкою, можна отримати близько 16,5 млн ц зерна. Тому величезні площі землі після збору зернових можуть приносити додатковий прибуток від отримання другого врожаю, що відіграє важливу роль на сучасному етапі розвитку економіки України.

Пожнивні культури позитивно впливають на родючість ґрунту, оскільки накопичується більше рослинних решток у ґрунті. Крім того, перебуваючи довше під покривом живих рослин, ґрунт менше піддається несприятливому впливу вітру, опадів, коливань температур. У ґрунті довше активно протікають біологічні процеси за участі живих рослин, що також позитивно впливає на ґрунтотвірний процес.

У кормових сівозмінах пожнивні культури сприяють створенню безперервного зеленого конвеєру протягом усього теплого періоду. У спеціалізованих сівозмінах пожнивні посіви сприяють очищенню полів від бур'янів, шкідників та хвороб.

При пожнивному вирощуванні кормових культур головний період їх росту відбувається в інших умовах, ніж при посіві цих же культур навесні. Тому у хімічному складі зеленої маси підвищується білковість та зменшується клітковина. Це сприяє підвищенню загальної харчової цінності корму.

Метою даного дослідження є аналіз забезпеченості тепловими, енергетичними ресурсами та вологою пожнивних культур на території України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На даний час існує багато досліджень в області сільськогосподарської оцінки клімату. Початок їм покладено роботами Г.Т. Селянинова і П.І. Колоскова. Пізніше роботу у цьому напрямі продовжили І.А. Гольцберг, Ф.Ф. Давитая, С.А. Сапожникова, Д.І. Шашко та інші вчені. Проте напрям дослідження в області оцінки агрокліматичних ресурсів для пожнивного періоду на даний час слабозвинутий.

Важливу роль у цьому напрямі відіграли роботи В.А. Смирнова [7,8]. Для оцінки запасів тепла автор використовує суми середніх добових активних температур – показники, які відображають і рівень температури, і тривалість впливу її на рослину. Тобто, це такі температури, які активно впливають на рослину. Для холодостійких рослин (вівса, віки, турнепсу, капусти і т.п.) активними є температури вище 5°C, для більшості інших культур – вище 10°C, а для таких теплолюбних культур, як рис, бавовник рівень активних температур вище 15°C. Також використовують й інший спосіб підрахунку суми температур, коли підсумовуються не середні добові активні температури, а різниці між середньою добовою активною температурою та її нижньою для даної культури межею (ефективна сума температур). Хоча суми температур через деяку їх непостійність мають лише орієнтуюче значення, все ж вони цілком задовільно відображають і потребу рослин в теплі, і ті можливості вегетаційного періоду, які приховані в кліматі. Для визначення теплових ресурсів певного пункту (господарства) користуються картографами, на яких нанесені суми температур за певний період. Характеризуючи умови зволоження, Смирнов використовує показники зволоження (відношення опадів до випаровуваності). За цими даними були побудовані картографи, які характеризують умови зволоження в різних районах Європейської частини колишнього СРСР. Смирнов дав початок розробці та дослідженню такого важливого показника, як запаси продуктивної вологи у ґрунті. Найменший запас продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, який ще забезпечує ріст та розвиток культурних рослин, становить 40-50 мм. Такі запаси продуктивної вологи у пожнивний період спостерігаються приблизно там, де показник зволоження в цей час становить 0,8-1,0. У зонах з показником зволоження більше 1,0 запаси продуктивної вологи вище мінімальних, що забезпечує більш-менш задовільні умови водопостачання рослин.

Стосовно характеристики умов освітлення задача полегшується тим, що тривалість освітлення (довжина дня) залежить лише від широти місцевості та пори року, вона відрізняється закономірністю зміни у часі і в просторі та може розраховуватися з будь-якою точністю.

Аналізом агрокліматичних ресурсів пожнивного періоду в Білорусії займався В.Н. Шлапунов [10]. На основі проведених ним досліджень було визначено оптимальний набір культур для пожнивних проміжних посівів та розроблено технології їх вирощування. Так, в якості пожнивних більш ефективним є вибір культур сімейства хрестоцвітих. Підвищенню стабільності урожаїв пожнивних культур сприяє більш ранній збір зернових при заготівлі плющеного зерна та зерносінажу. Звільнення поля від попередника на 10-12 днів раніше, ніж при зборі зернових у повній стиглості, збільшує тривалість вегетації і на 25-30% підвищує урожайність пожнивних культур за рахунок найбільш сприятливого відрізка вегетаційного періоду. Були проведені досліді, що підтвердили наявність росту урожайності зернових культур, котрі слідували за пожнивними. Так, після озимого жита поживно вирощували хрестоцвіті культури, а наступного року ярове тритикале. У середньому за 3 роки (2002-2004pp.) його урожайність склала: по жити без пожнивних культур – 36,2 ц/га, з пожнивними рапсом та редькою масляничною

раннього строку посіву (25.07) – 42,1-43,1 ц/га, пізнього (21.08) – 37,5-38,0 ц/га. Від раннього строку посіву поживної культури до пізнього її позитивний вплив на урожайність наступної зернової культури зменшувався. Про позитивний вплив поживних культур на урожайність зернових відзначається у роботах і інших авторів [4, 9].

На відміну від поукісного вирощування в поживних посівах крім рівня азотного живлення виключно важливу роль у формуванні урожаю хрестоцвітих відіграють і строки посіву. Завдяки поживним культурам, висіяним в оптимальні строки (25.07-07.08), сумарна продуктивність 1 га в порівнянні з одним урожаєм озимого жита (42,5 ц/га) виросла за рахунок редьки масляничної – на 94-81, рапсу озимого – 81,2-55 і рапсу ярового – на 88,9-63%. Сумарний збір протеїну за рахунок цих культур збільшився у середньому при посіві 29 липня на 935, 7 серпня – на 49%. Від раннього липневого до пізнього серпневого строку посіву поживних культур сумарна продуктивність за 2 урожаї знизилась у середньому з 80,2 до 53,2 ц/га або на 43,7% [10]. Багатьма авторами вивчалось питання впливу строків посіву на урожайність поживних культур [11, 12].

Схема сільськогосподарської характеристики клімату на даному етапі досліджень складається із оцінки:

- 1) радіаційно-світлових ресурсів вегетаційного періоду і його підперіодів;
- 2) термічних ресурсів вегетаційного періоду і його підперіодів;
- 3) умов зволоження та вологозабезпеченості вегетаційного періоду та його підперіодів;
- 4) умов морозонебезпеки для зимуючих культур;
- 5) явищ, несприятливих для сільського господарства (заморозки, засухи, суховії та ін.) [3].

Матеріал і методи дослідження. Характеристика кліматичних ресурсів в агроєкології здійснюється на основі агрокліматичних показників. Загальноприйнятим способом оцінки агрокліматичних умов є порівняння кліматологічних величин, отриманих як середнє із великої кількості років спостережень. Середні багаторічні значення температури повітря чи кількості опадів за певний календарний період досить добре характеризують клімат. Такі величини в якості основних були використані в даному дослідженні [1]. Для оцінки температурного режиму вегетаційного періоду широко використовуються суми середніх добових активних температур та суми ефективних температур. Із сумою активних температур пов'язані темпи розвитку рослин, тривалість міжфазних періодів і визначається (при нормальних погодних умовах) можливість визрівання тієї чи іншої культури [7].

Вагомою характеристикою світлових умов є довжина дня. Від цієї величини залежить, по-перше, проходження рослиною світлової стадії розвитку, що забезпечує перехід від вегетативного періоду до репродуктивного, та, по-друге, накопичення зеленої маси. Виявлена реакція різних екологічних груп рослин на довжину дня визначає тривалість їх фотосинтетичної діяльності. Для рослин довгого дня нормальна тривалість освітлення становить 15-18 годин, для рослин короткого дня – 12-14 годин. Тобто ця характеристика впливає на вибір найбільш придатних для посіву на певній території рослин [6].

При оцінці енергетичних ресурсів території найбільший інтерес представляють відомості про сумарну сонячну радіацію ($\sum Q$), особливо про фотосинтетично активну радіацію ($\sum Q_{\phi}$). Ця радіація на мережі станцій не

вимірюється. Її значення визначаються шляхом перерахунку сумарної сонячної радіації.

Для розрахунку інтенсивності останньої використовують формулу С.І. Сівкова

$$Q_0^j = 12,66 \cdot (SS^j)^{1,31} + 315 \cdot (A^j + B^j)^{2,1},$$

де Q_0 - сумарна сонячна радіація, що надходить на горизонтальну поверхню, кал/(см²·д);

SS – середня за декаду кількість годин сонячного сяйва;

j – номер розрахункової декади;

A і B – проміжні характеристики, що визначаються в залежності від широти місцевості та схилу Сонця.

Денні суми ФАР можна розрахувати за формулою

$$\sum Q_\phi = 0,52 \sum Q,$$

де $\sum Q$ - сумарна сонячна радіація.

Умови вологозабезпеченості сільськогосподарських культур характеризуються рядом показників, одні з яких характеризують ґрунтову вологу, інші – атмосферну. Ці показники тісно пов'язані один з одним. Важливим показником умов вологозабезпеченості є продуктивні запаси води у ґрунті. Подальший режим запасів води у ґрунті визначається, в основному, опадами та втратами води на випаровування. Для порівняння умов зволоження різних територій зручно користуватися безрозмірним показником вологозабезпеченості у вигляді E/E_0 - відносним випаровуванням – відношенням випаровування до випаровуваності [3].

Для розрахунку випаровуваності E_0 використовується метод А.М. Алпатьєва

$$E_0^j = 0,65 \cdot DWW^j \cdot dv^j \cdot 0,75,$$

де DWW – середній за декаду дефіцит насичення повітря;

dv – кількість днів у розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою С.І. Харченко

$$E_{eks}^j = \frac{2W_{eks}^j + O_{S_{eks}}^j + P_{нор}^j}{1 + \frac{2W_{HB}}{E_{0_{eks}}^j}},$$

де E_{eks} - сумарне випаровування на схилі;

$E_{0_{eks}}$ - випаровуваність на схилі;

$P_{нор}$ - норма вегетаційних поливів;

W_{HB} - найменша вологоємність у шарі ґрунту 0-100 см;

$O_{S_{eks}}$ - сума опадів за декаду з урахуванням схилу;

W_{eks} - запаси продуктивної води у метровому шарі ґрунту на схилі [5].

Взагалі, пожнивні посіви значно більше залежать від погодних та кліматичних умов у порівнянні з весняними посівами. Тому що рослини, висіяні навесні, мають в “запасі” деяку частину вегетаційного періоду і в разі несприятливих погодних умов дозрівання культури проходить у більш пізні строки. Рослини, висіяні пожнивно, серед літа, потрапляють у погодні умови, які постійно погіршуються (осіннє зниження температури повітря, скорочення тривалості дня, зменшення кількості сонячних днів).

Тривалість залишкової частини вегетаційного періоду визначається часом збору основної (першої) культури та часом, коли погодні умови настільки погіршаться, що ріст рослин припиниться. У більшості теплолюбних культур, висіяних пожнивно, зупиняється ріст при зниженні середньої добової температури до 10°C, тому середня дата осіннього переходу температури повітря через 10°C береться за кінець вегетаційного періоду [8]. Для того, щоб судити про можливість використання кліматичних ресурсів другої половини літа, необхідно знати потребу рослин, призначених для повторного посіву в основних кліматичних факторах (теплі, волозі та світлі), а також їх сприйняття знижених температур та заморозків.

Із даних про потребу пожнивних культур в теплі, представлених у таблиці 1, видно, що найбільш скороспілим кормовим культурам потрібно близько 1000°C тепла і близько 1,5-2 місяці. Тому там, де після збору основної культури, до кінця вегетаційного періоду залишається менше 1000°C тепла, вирощування другого більш менш повноцінного врожаю кліматичними ресурсами не забезпечено.

Таблиця 1 – Потреба деяких пожнивних культур у теплі, волозі та світлі [7]

Назва культури	Група стиглості	Загальна потреба в теплі (сума активних температур), град.	Умовна засухостійкість	Тривалість періоду вегетації, дні	Відношення до тривалості дня
Гречка	1	800-1200	+	60-80	дов.
	2,3	1200-1600		80-100	
Просо	1,2	1000-1300	+++	60-80	кор.
	3,4	1300-1600		80-100	
Горох	1	800-1200	+	60-80	дов.
	2,3,4	1200-1600		80-100	
Картопля	1	1000-1200	++	60-80	кор.
	2	1200-1600		80-100	
Льон на волокно	1	800-1200	+	60-80	дов.
	2,3	1200-1600		80-100	

Примітка. I. 1 – ранньостиглі, 2 – ранньосередньостиглі, 3 – середньостиглі, 4 – середньопізньостиглі;

II. +++ дуже засухостійкі, ++ засухостійкі, + слабозасухостійкі;

III. дов. - рослини довгого дня, кор. – рослини короткого дня.

Дані про потреби деяких пожнивних культур в основних кліматичних ресурсах, представлені у таблиці 1, характеризують рослини при вирощуванні їх у нормальних погодних умовах, притаманних основному їх ареалу. При перенесенні часу посіву на більш пізні строки, погодні умови, в яких доводиться рости рослинам, значно змінюються, а у зв'язку з цим значно змінюються їх темп розвитку

та ріст. Посів пожнивних культур здійснюється у добре прогрітий ґрунт, що при наявності вологи у ньому забезпечує появу сходів у максимально короткі строки. Початковий період розвитку та росту в умовах підвищеної температури повітря та ґрунту також проходить досить інтенсивно і перевищує приріст рослин, висіяних навесні, в два-три рази та більше.

Порівняння даних табл. 1 з даними по кліматичних ресурсах пожнивних періодів для областей України, представлених у табл. 2, дозволяє орієнтовно виділити видовий склад культурних рослин для вирощування в якості пожнивних у різних зонах країни в залежності від часу посіву.

Таблиця 2 – Кліматичні ресурси пожнивних періодів для окремих областей України

Ґрунтово-кліматична зона, область	Початок пожнивного періоду, дата	Кінець пожнивного періоду, дата	Сума активних температур, (°C)	Сума ФАР за вегетаційний період (МДж/м²)	Тривалість вегетаційного періоду (дні)
1	2	3	4	5	6
Полісся					
Волинська	16.07	06.10	1310	518	83
Рівненська	15.07	05.10	1319	507	83
Житомирська	14.07	02.10	1306	554	81
Чернігівська	10.07	01.10	1374	568	83
Лісостеп					
Львівська	16.07	09.10	1349	525	86
Тернопільська	14.07	05.10	1341	487	84
Хмельницька	12.07	05.10	1395	564	86
Вінницька	10.07	05.10	1484	601	88
Київська	09.07	04.10	1500	944	88
Сумська	12.07	29.09	1367	566	80
Черкаська	06.07	05.10	1616	680	92
Полтавська	06.07	05.10	1634	685	92
Харківська	08.07	05.10	1585	633	90
Степ					
Кіровоградська	05.07	06.10	1707	749	94
Дніпропетровська	03.07	09.10	1844	695	99
Донецька	03.07	08.10	1804	751	98
Луганська	04.07	06.10	1678	731	93
Одеська	25.06	19.10	2202	926	117
Миколаївська	28.06	18.10	2152	819	113
Запорізька	02.07	14.10	1963	737	103
Херсонська	25.06	19.10	2254	942	117
АР Крим	26.06	25.10	2359	1297	123

Продовження табл.2.

1	2	3	4	5	6
Закарпаття та Прикарпаття					
Закарпатська	14.07	16.10	1610	603	95
Івано-Франківська	20.07	10.10	1270	467	83
Чернівецька	10.07	10.10	1576	562	93

Результати досліджень та їх аналіз. Із наведених вище таблиць видно, що Крим, зона Південного та Північного степу, центральна частина Лісостепу, а також Закарпаття досить добре забезпечені теплом. Так, на частку пожнивного періоду залишається від 1600°C у центральній частині лісостепової зони до 2350°C у Криму. Тривалість вегетаційного періоду на даній території складає від 90 днів (Харківська обл.) до 123 днів (Крим).

Західна частина Лісостепу, Полісся та Прикарпаття дещо менше забезпечені теплом і після збору основних культур на цих територіях залишається від 1300°C (Івано-Франківська обл.) до 1500°C (Київська обл.). Тривалість вегетаційного періоду коливається від 80 до 90 днів.

Тобто вся територія України досить добре забезпечена теплом для вирощування різних видів пожнивних культур.

Для оцінки енергетичних ресурсів території України були визначені суми ФАР за пожнивний період з урахуванням його початку та кінця для кожної області (табл.2). Розподіл сум ФАР по території України близький до широтного [2]. З таблиці видно, що по території України енергетичний резерв (сума ФАР за пожнивний період) змінюється майже в 3 рази: від 467 МДж/м² в Карпатах до 1297 МДж/м² у Криму. Найбільший енергетичний резерв мають райони Південного Степу та Криму. Надлишок сонячного світла та тепла дозволяє вирощувати тут у пожнивних посівах ранні та середньоспілі сорти кукурудзи, усі сорти соняшнику та інші культури [3].

У післязбиральну частину вегетаційного періоду досить важливою є забезпеченість його вологою, що визначає величину урожаю пожнивних посівів. Основні показники, які характеризують умови вологозабезпеченості посівів, подані у табл.3.

Таблиця 3 – Умови вологозабезпеченості пожнивних періодів для окремих областей України

Області України	Сума опадів за вегетаційний період (мм)	Відносна вологозабезпеченість (E/E_0) на початку періоду	Відносна вологозабезпеченість (E/E_0) на кінець періоду	Запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 100 см на початку періоду, мм	Найменша вологоємність у шарі ґрунту 100 см, мм	Частка запасів вологи від найменшої вологоємності %
1	2	3	4	5	6	7
АР Крим	179	0,6	0,5	64	183	35
Дніпропетровська	144	0,6	0,4	57	183	31

Продовження табл.3.

1	2	3	4	5	6	7
Донецька	154	0,6	0,4	78	183	43
Запорізька	147	0,6	0,4	62	183	34
Кіровоградська	182	0,6	0,5	78	183	43
Луганська	167	0,6	0,5	65	183	36
Миколаївська	188	0,7	0,4	57	183	31
Одеська	208	0,6	0,5	71	183	39
Херсонська	163	0,6	0,4	35	183	19
Вінницька	235	0,7	0,8	110	183	60
Київська	216	0,7	0,7	103	183	56
Полтавська	187	0,6	0,6	83	183	45
Сумська	158	0,6	0,7	108	183	59
Тернопільська	213	0,7	0,8	151	183	83
Харківська	173	0,7	0,6	81	183	44
Хмельницька	211	0,7	0,8	144	183	79
Черкаська	200	0,6	0,6	80	183	44
Чернівецька	241	0,7	0,7	158	183	86
Волинська	194	0,7	0,8	113	183	62
Житомирська	208	0,7	0,8	140	183	77
Івано-Франківська	253	0,7	1,0	179	183	98
Львівська	233	0,7	1,0	176	183	96
Рівненська	204	0,7	0,8	120	183	66
Чернігівська	192	0,6	0,8	120	183	66
Закарпатська	253	0,7	0,8	170	183	93

Для порівняння умов зволоження різних територій користуються безрозмірним показником вологозабезпеченості у вигляді (E/E_0). Середньорічне відносне випаровування для південних районів України становить 0,5 [3]. Характеризуючи поживні періоди різних областей, можна зробити висновок, що вся територія України достатньо забезпечена вологою протягом усього поживного періоду – показник вологозабезпеченості (E/E_0) змінюється від 0,4 до 1,0. Лише у південних районах України цей показник знижується до 0,3. Проте, враховуючи наявність достатньої кількості опадів та продуктивних запасів вологи у цих районах (табл.3), можна говорити про рентабельність посіву тут цілого ряду поживних культур.

Висновки. Аналіз агрокліматичних ресурсів України, проведений у даному дослідженні показує, що сприятливі умови для вирощування поживних посівів має майже вся територія. Полісся та західна частина Лісостепу характеризуються сприятливими умовами для отримання урожаю ранніх сортів гречки, проса, гороху, картоплі та льону на волокно. Північний та Південний Степ краще забезпечені тепловими та енергетичними ресурсами і достатньо зволожені, що дозволяє вирощувати тут не лише ранні, а й середні та середньопізностиглі сорти поживних культур. Умови Криму сприяють вирощуванню тут відносно засухостійких культур – кукурудзи, проса, соняшнику, льону масляничного, квасолі на лопатку та майже всіх кормових культур.

У зв'язку з відсутністю достатнього вивчення теми пожнивних культур у нашій державі досить актуальним є продовження проведення та поглиблення даних досліджень. Аналіз агрокліматичних ресурсів України другої половини літа та першої половини осені дозволить провести агрокліматичне районування пожнивних культур та оцінити їх продуктивність. У даному напрямі досліджень для кращої з існуючих видів оцінки можливих рівнів урожайності пожнивних культур може бути використана базова агрокліматична модель продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового.

Список літератури

1. Агрокліматичний довідник по території України / за редакцією: Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка. – Кам'янець - Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. – 108 с.
2. Гойса Н.И., Олейник Р.Н., Рогаченко А.Д. Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 230 с.
3. Мищенко З.А. Агроклиматология: Учебник. – К.: КНТ, 2009. – 512 с.
4. Никончик П.И. Интенсивное использование пашни. – Минск: Ураджай, 1995. – 102 с.
5. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: Навчальний посібник. – К.: КНТ, 2007. – 348 с.
6. Синицина Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 344 с.
7. Смирнов В.А. Пожнивне культури и климат. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 90 с.
8. Смирнов В.А. Климат и повторные посеы // Агроклиматические условия и новые резервы в сельском хозяйстве. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – С.14-27.
9. Тарасенко П.Л. Влияние способов использования пожнивных культур на засоренность посевов и урожайность ярового ячменя // Землеробства і ахова раслін. – 2003 - №4. – С.48-49.
10. Шлапунов В.Н., Лукашевич Т.Н., Капылович В.Л. Промежуточные посеы как резерв повышения продуктивности пашни // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. Земляробства і раслінаводства. – 2007. - № 3. – С.47 – 53.
11. Sharma K.З., Mirsa R.D., Lai P. Response of varieties of Triticum esfivum and T. durum Dest. to date of sowing. Ann. report of res. 1972-73 and 1973-74 (combined) G.B. Pant University of agriculture and technology. - Pantha-g-ar, 1975.-P.1.
12. Yubbela Y.H. Interaction of cultivar sowing date and sowing rate on loading, yield and seed weight of buckwheat // Canad. J/ Plant Sci- 1977.- Vol. 57, № 2. P. 317-321.

Обеспечение теплом, светом и влагой пожнивных культур в Украине.

Дюльгер М.А.

Проведен анализ обеспеченности теплом, светом и влагой возделывание пожнивных культур на территории Украины. При этом доказывається, что после сбора озимых и яровых хлебов на огромных территориях остается неиспользованным большое количество тепла и влаги. На основании агроклиматических расчетов сделан вывод о возможности получения на значительной территории страны второго урожая пожнивных культур.

Ключевые слова: пожнивные культуры, агроклиматические ресурсы, вегетационный период, активные температуры, фотосинтетически активная радиация (ФАР), испаряемость, испарение.

Crop cultures providing with heat, light and moisture in Ukraine. Dyulger M.

There is made an analysis of heat, light and moisture provision of growing crop cultures on the territory of Ukraine. Herewith it is proved that after the winter and spring crops on the vast areas of land remains large amount of unused heat and moisture. On the base of agroclimatic calculations there were made conclusions about the opportunity of getting the second harvest of crop cultures on large areas of the country.

Keywords: crop cultures, agroclimatic resources, vegetation period, active temperatures, photosynthetic active radiation (PAR), evaporating, evaporation.

УДК 556.166

Є.Д.Гопченко, д.г.н., М.Є.Романчук, к.г.н.

Одеський державний екологічний університет

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНОЇ БАЗИ ДЕЯКИХ РОЗРАХУНКОВИХ ФОРМУЛ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ

У статті розглядаються теоретичні основи і методичні підходи, які використовуються при нормуванні розрахункових характеристик максимального стоку дощових паводків і весняних повеней.

Ключові слова: паводки, повені, максимальний стік, розрахункові характеристики.

Вступ. Характеристики максимального стоку мають виняткове важливе значення у практичній діяльності людей, оскільки від них багато в чому залежить безпечність функціонування об'єктів господарського призначення, особливо тих, що знаходяться в зонах можливого підтоплення під час дощових паводків і танення сезонних снігів. Невипадково з досить давніх часів науковцями і практиками були запропоновані методики для визначення параметрів паводків і водопіль різної ймовірності перевищення.

Сучасний стан проблеми. Перші розрахункові схеми, використовуючи наявні матеріали спостережень за гідрологічним режимом річок, ґрунтувались на побудованні емпіричних залежностей, які описуються простими рівняннями вигляду [1]

$$q_m = \frac{q'_m}{(F+1)^{n_1}}, \quad (1)$$

де q_m - максимальний модуль стоку; q'_m - максимальний модуль припливу води зі схилів до руслової мережі; F - площа водозборів; n_1 - показник степеня, який визначає особливості редукції співвідношення q_m/q'_m від розміру водозборів, причому

$$q_m/q'_m = \frac{1}{(F+1)^{n_1}}. \quad (2)$$

Рівняння (2) задовольняє граничні умовами: $q_m/q'_m = 1.0$ при $F = 0$ і $q_m/q'_m = 0$ - при $F \rightarrow \infty$.

Практичне застосування формули (1) виявило суттєві недоліки її структури, оскільки крім максимального модуля q_m (або q'_m) до важливих параметрів гідрографів паводків і водопіль слід віднести й шар стоку. Дійсно, К.П. Воскресенським [2] було доведено, що

$$q_m = k_0 Y_m, \quad (3)$$

де k_0 - коефіцієнт трансформації схилових гідрографів;

Y_m - шар стоку за паводок або водопілля.

З урахуванням (3)

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F+1)^{n_1}}. \quad (4)$$

Формули (1) і (4) набули значного поширення, у тому числі й при підготовці нормативних документів колишнього СРСР, відомих як СН 435-72 [3] і СНіП 2.01.14-83 [4]. Зауважимо, що останній до цього часу залишається діючим в Україні. Проблемним в структурі (4) є науково – методична база при визначенні k_0 , зокрема, в СН 435-72 його було нормовано по географічних зонах та з урахуванням категорії рельєфу, а вже в СНіП 2.01.14-83 пропонується метод гідрологічної аналогії. На наш погляд, обидва методичні підходи не відповідають природі цього параметра. В [5] показано, що теоретично

$$k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0(f_l, f_{\bar{o}})}, \quad (5)$$

де $\frac{n+1}{n}$ - коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу, причому

$$\frac{n+1}{n} = \frac{Q'_m T_0(f_l, f_{\bar{o}})}{Y_m F}, \quad (6)$$

де Q'_m - максимальна витрата води схилового гідрографа;

T_0 - тривалість схилового припливу;

f_l - лісистість водозборів;

$f_{\bar{o}}$ - заболоченість водозборів.

Для справедливості слід зауважити, що заболоченість і залісеність річкових водозборів у нормативних документах враховані, але не окремо до кожної із складових (k_0 та Y_m), а шляхом введення інтегральних поправкових коефіцієнтів у праву частину формули (4). Вважаємо такий методичний підхід не зовсім коректним, оскільки залісеність і заболоченість водозборів по - різному впливає на k_0 та Y_m . Більше того, ці природні чинники взагалі безпосередньо впливають на характеристики схилового, а не руслового стоку.

Одержана чисто емпіричним шляхом структура (1) теоретично була підтверджена спочатку Д.Л. Соколовським [1], а пізніше Є.Д. Гопченком [6]. За вихідний було прийнято одномодальний гідрограф паводка, геометрія якого дає змогу одержати рівняння

$$q_m = \frac{q'_m}{1 + \frac{t_p}{T_0}} k_n k_m, \quad (7)$$

де k_n - коефіцієнт русло – заплавного регулювання

$$k_n = \frac{T_0 + t_p}{T_n};$$

$k_m = \frac{\frac{m+1}{m}}{\frac{n+1}{n}}$ - коефіцієнт, пов'язаний з часовою нерівномірністю руслового $\left(\frac{m+1}{m}\right)$ і схилового $\left(\frac{n+1}{n}\right)$ стоку;

t_p - тривалість руслового добігання паводкових хвиль;

T_n - тривалість паводків і водопіль.

За умови незначної просторової змінності T_0 структура (7) може бути зведена до рівня (1) або (4), оскільки

$$\frac{k_n k_m}{1 + \frac{t_p}{T_0}} = f(F) = \frac{1}{(F + 1)^{n_1}}. \quad (8)$$

Необхідно при цьому ще раз підкреслити, що такі спрощення можливі лише за відсутності на річкових водозборах залісених і заболочених територій. Інакше необхідно використовувати при нормуванні характеристик максимального стоку повеней і паводків структуру (7), замість (1), (4).

Одноmodalний гідрограф є основою і для формул об'ємного типу. Дійсно, згідно [7], виходячи з такої моделі

$$q_m = \frac{m+1}{m} \frac{Y_m}{T_n}, \quad (9)$$

де $\frac{m+1}{m}$ - коефіцієнт часової нерівномірності руслового стоку

$$\frac{m+1}{m} = \frac{Q_m T_n}{Y_m F}, \quad (10)$$

Q_m - максимальна витрата води річкового стоку.

Спроби використати структуру (9) з метою удосконалення нормативної бази в галузі максимального стоку робились Д.Л. Соколовським [1], А.В. Огієвським [8], В.І. Мокляком [9] й іншими. Головні труднощі при реалізації (9) в авторських варіантах стосувались визначення тривалості паводків (водопіль) T_n . Так, у методиці А.В. Огієвського

$$T_n = T_0 + t_p; \quad (11)$$

у В.І. Мокляка

$$T_n = T_0(f_l, f_\sigma) + t_p + t_\phi, \quad (12)$$

де t_ϕ - тривалість переміщення фронту сніготанення і водовіддачі.

Інший шлях використав Д.Л. Соколовський [1]. Він взяв T_n як суму t_n і t_{cn} , з урахуванням яких (9) набуває вигляду

$$q_m = \frac{m+1}{m} \frac{Y_m}{t_n} \gamma, \quad (13)$$

де $\gamma = \frac{t_{cn}}{t_n}$ - відношення тривалості спаду t_{cn} і підйому t_n гідрографів стоку.

Найбільш складним в структурі (13) виявився параметр t_n , який Д.Л. Соколовським пропонувався нормувати в залежності від тривалості руслового добігання t_p таким чином

$$t_n = k_n t_p, \quad (14)$$

де $k_n \geq 1.0$ набирає значень від одиниці (короткі зливи) до 1,3-1,6 – для тривалих дощів. Така рекомендація, на наш погляд, не відповідає процесам формування річкового стоку за схемою «схильний приплив – русловий стік». Зокрема, для невеликих за розмірами водотоків співвідношення між t_n і t_p таке: $t_n > t_p$ і ступінь цієї нерівності тим більший, чим менший водотік. І, навпаки, за умови, що тривалість руслового добігання t_p більша за тривалість ефективних дощових опадів, співвідношення між ними буде мати зворотний вигляд, тобто $t_n < t_p$.

Викладені вище міркування свідчать про відсутність перспектив до використання такого методичного підходу для нормування характеристик максимального стоку річок.

Автори [10] використали інший спосіб практичної реалізації (9). Спочатку праву частину помножено і поділено на $(T_0 + t_p)$, тобто (9) приводиться до вигляду

$$q_m = \frac{m+1}{m} \frac{Y_m}{T_0 + t_p} k_n. \quad (15)$$

Потім рівняння (15) вирішується за умови накладання обмежень на параметр k_n , який на першому етапі наближення береться на рівні одиниці (інші параметри: $\frac{m+1}{m}, Y_m, t_p, q_m$ визначаються за матеріалами спостережень гідрологічної мережі постів). Після першого наближення будується залежність $T'_0 = f(F)$, за допомогою якої встановлюється для того чи іншого регіону (або окремого водозбору) середнє значення $(T_0)_{сер}$. Тепер з (15) можна для кожного водозбору обчислити k_n і побудувати залежність типу $k_n = f(F)$. На її основі у другому наближенні встановлюються розрахункові величини T_0 для усіх водозборів. У подальшому вони підлягають факторному і просторовому узагальненню.

Домноживши у правій частині (15) чисельник і знаменник на $k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}$, приходимо, до вже відомого рівняння (7).

В останні роки набули поширення формули максимального стоку, основані на моделі руслових ізохрон. Серед них найбільш відомою є розрахункова схема, запропонована А.М. Бефані [11]. В окремі категорії ним виділені елементарні водозбори і розгалужені річкові системи. Вихідні рівняння мають вигляд:

- для елементарних водозборів

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = q'_t, \quad (16)$$

де Q - витрата води;

ω - площа поперечного перерізу водотоку;

q'_t - модуль схилового припливу;

- для річкових систем

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial (\omega + \omega_{зан} + \omega_{ал})}{\partial t} = \alpha B_x q'_t, \quad (17)$$

де $\omega_{зан}$ - площа поперечного перерізу заплави;

$\omega_{ал}$ - площа поперечного перерізу алювію;

B_x - ширина водозборів по ізохронах руслового добігання;

α - коефіцієнт густоти гідрографічної мережі.

Після інтегрування і деяких узагальнень, виходячи з (16) і (17), одержані розрахункові структури:

- для елементарних водозборів

$$q_m = \frac{Y_m}{t_p} \varphi; \quad (18)$$

- для річкових систем

$$q_m = \frac{Y_m}{t_p} \varphi k_r \varepsilon_F, \quad (19)$$

де φ - коефіцієнт участі у формуванні максимального модуля стоку q_m загального (за паводок або водопілля) шару схилового припливу Y_m , причому

$$\varphi = \frac{\int_0^{t_p} q'_t dt}{\int_0^{T_0} q'_t dt} \leq 1.0; \quad (20)$$

ε_F - коефіцієнт русло – заплавного регулювання;

k_r - гідрографічний коефіцієнт, який головним чином залежить від співвідношення між тривалостями t_p і T_0 :

- при $t_p < T_0$

$$k_r = \int_0^{t_p} q'_t B_t dt / \left(B_{cp} \int_0^{t_p} q'_t dt \right); \quad (21)$$

- при $t_p \geq T_0$

$$k_r = \int_0^{T_0} q'_t B_t dt / \left(B_{cp} \int_0^{T_0} q'_t dt \right). \quad (22)$$

В роботах [5,6,7] пропонується при розрахунках максимального стоку паводків і водопіль користуватись редукційними графіками для q'_t і B_t , а саме:

- для схилових гідрографів

$$q'_t = q'_m \left[1 - \left(\frac{t}{T_0} \right)^n \right]; \quad (23)$$

- для ширин водозборів

$$B_t = B_m \left[1 - \left(\frac{t}{t_p} \right)^{m_1} \right]. \quad (24)$$

При використанні (23) і (24) можна у параметричній формі записати рівняння для φ і k_r :

а) для коефіцієнта φ

- при $t_p < T_0$

$$\varphi = \frac{n+1}{n} \frac{t_p}{T_0} \left[1 - \frac{1}{n+1} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n \right]; \quad (25)$$

- при $t_p \geq T_0$

$$\varphi = 1.0 \quad (26)$$

б) для гідрографічних коефіцієнтів k_r

- при $t_p < T_0$

$$k_r = \left[1 - \frac{m_1 + 1}{(n+1)(m_1 + n + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n \right] / \left[1 - \frac{1}{n+1} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n \right]; \quad (27)$$

- при $t_p > T_0$

$$k_r = \frac{m_1 + 1}{m_1} - \frac{n + 1}{m_1(m_1 + 1 + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n. \quad (28)$$

Розглянуті науково – методичні підходи щодо нормування характеристик максимального стоку річок ґрунтуються на таких моделях: редукційні та об’ємні формули – на геометричній схематизації схилових і руслових гідрографів (або тільки руслових); так звані «генетичні формули» - на теорії руслових ізохрон за схемою «схилловий приплив – русловий стік». До окремої групи слід віднести формули граничної інтенсивності або раціональний метод, який набув великого поширення при розрахунках максимального стоку дощових паводків з невеликих водозборів. На відміну від попередніх методів, у цих формулах двооператорна модель трансформації «дощові опади – схилловий приплив – русловий стік» підміняється одним - «дощові опади – русловий стік». Вперше формула граничної інтенсивності була запропонована у 1868 р. австрійським інженером Кестлінім у вигляді

$$q_m = a\eta, \quad (29)$$

де a - розрахункова інтенсивність зливи;

η - коефіцієнт стоку.

З тих пір і до цього часу вона майже не зазнала якихось суттєвих змін. Наприклад, в США [12,13] вона використовується в редакції

$$q_m = \bar{a}_\tau \eta, \quad (30)$$

де $\bar{a}_\tau$ - середня інтенсивність опадів за розрахункову тривалість τ .

У працях Р.К. Лінслея й ін. [12] та Віссмена й ін. [13] під τ розуміється басейнова тривалість добігання, тобто

$$\tau = t_p + t_{cx}, \quad (31)$$

де t_p - тривалість руслового добігання;

t_{cx} - тривалість схилового добігання.

Коефіцієнт стоку ними розраховується по-різному. Згідно [12],

$$\eta = \eta_m \left(\frac{T_p}{100} \right)^x, \quad (32)$$

де η_m - максимальний коефіцієнт стоку, який представлений картою ізоліній;

T_p - повторюваність паводків;

x - параметр, який узагальнений у вигляді відповідної карти.

Розрахункова інтенсивність зливових опадів при цьому визначається за формулою

$$\bar{a}_\tau = \frac{kT_p^x}{\tau^n}. \quad (33)$$

За рекомендацією [13], коефіцієнт стоку η нормовано у вигляді таблиці в залежності від типу підстильної поверхні.

У нормативних документах СН435-72 і СНіП 2.01.14-83 структура формули граничної інтенсивності має таку ж саму редакцію, що й (30). Відмінність стосується лише методичних підходів до визначення параметрів. Так, басейнова тривалість добігання замінюється на розрахункову тривалість

$$\tau = 1,2t_p^{1,1} + t_{cx}. \quad (34)$$

Коефіцієнт стоку η в СН 435-72 було нормовано за типами підстильної поверхні, а в СНіП 2.01.14-83 рекомендується його визначити за формулою

$$\eta = \frac{C_2 \eta_0}{(F+1)^{n_3}} \left(\frac{I_6}{50} \right)^{n_2}, \quad (35)$$

де C_2 - параметр, який змінюється від 1,2 (зона тундри) до 1,3-1,6 (інші природні зони);

η_0 - збірний коефіцієнт стоку, приведений до площі $F = 10 \text{ км}^2$ і уклону схилів $I_6 = 50 \text{ ‰}$;

n_2 і n_3 - степеневі показники, представлені таблицею (по природних зонах і типах ґрунтів)

Для гірських річок Карпат, Кавказу, Середньої Азії, Західного і Східного Сибіру η районується з урахуванням типів ґрунтів.

При підготовці нормативних документів у Радянському Союзі була розширена методична база для визначення розрахункової інтенсивності опадів. Встановлено, що співвідношення $\bar{a}_\tau$ до добових опадів H_Δ відрізняються стійкістю на великих територіях і майже не залежать від забезпеченості. Це дало змогу районувати у межах СРСР коефіцієнт $\bar{\psi}(\tau)$, який дорівнює

$$\bar{\psi}(\tau) = \bar{a}_\tau / H_\Delta, \quad (36)$$

а формулу граничної інтенсивності (30) представити в редакції

$$q_m = k_p \bar{\psi}(\tau) H_\Delta \eta. \quad (37)$$

Добовий шар опадів 1%-ї забезпеченості представлено картою ізоліній. До недоліків теоретичної бази формул граничної інтенсивності ми повернемося нижче. Поки що відзначимо, що застосовується формула (37) для розрахунку максимального стоку дощових паводків з невеликих водозборів, площею $F < 100 - 200 \text{ км}^2$.

Науково – методична база для нормування характеристик максимального стоку, яка пропонується авторами. Вихідна модель передбачає довільну форму річкових водозборів, а гідрографи схилового припливу і функція русло – заплавного регулювання представлені у редуційному вигляді. У такій постановці, використовуючи модель руслових ізохрон, розрахункові рівняння набудуть вигляду:

- при $t_p < T_0$

$$Q_m = V_g \int_0^{t_p} q'_t B_t \varepsilon_t dt, \quad (38)$$

- при $t_p \geq T_0$

$$Q_m = V_g \int_0^{T_0} q'_t B_t \varepsilon_t dt, \quad (39)$$

де V_g - швидкість руслового добігання повеневих і паводкових хвиль;

q'_t - ординати редуційного гідрографа схилового припливу, представленого рівнянням (23);

B_t - функція ширин річкових водозборів по ізохронах руслових ізохрон (24);

ε_t - функція русло – заплавного регулювання паводків і водопіль.

Інтегрування (38) і (39) та подальші узагальнення дозволили одержати базове рівняння [14]

$$q_m = q'_m \psi \left(\frac{t_p}{T_0} \right) \varepsilon_F, \quad (40)$$

де q'_m - максимальний модуль схилового припливу

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m; \quad (41)$$

$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$ - трансформаційна функція розпластування паводкових і повеневих

хвиль:

- при $\frac{t_p}{T_0} = 0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) = 1.0; \quad (42)$$

- при $\frac{t_p}{T_0} < 1.0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) = 1 - \frac{m_1 + 1}{(n+1)(m_1 + n + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0}\right)^n; \quad (43)$$

- при $\frac{t_p}{T_0} \geq 1.0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m_1 + 1}{m_1} - \frac{n+1}{m_1(m_1 + n + 1)} \left(\frac{T_0}{t_p}\right)^{m_1} \right]; \quad (44)$$

- при $\frac{t_p}{T_0} \gg T_0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) = 0; \quad (45)$$

ε_F - коефіцієнт русло-заплавного зарегулювання паводків і водопіль.

Структура (40) є універсальною, перш за все, з точки зору її використання для нормування максимального стоку як паводків, так і водопіль, причому в усьому діапазоні водозбірних площ (від окремих схилів до крупних річкових систем).

При реалізації структурного рівняння (40) мають місце досить суттєві труднощі, обумовлені відсутністю наявних матеріалів спостережень за характеристиками схилового припливу, зокрема, такими як $\frac{n+1}{n}$ і T_0 . На кафедрі гідрології суші

Одеського державного екологічного університету розроблена прикладна комп'ютерна програма «Сагуаг», яка дозволяє чисельним шляхом подолати ці труднощі.

Аналіз одержаних результатів. Використовуючи (40), доцільно розглянути деякі параметри інших розрахункових формул.

Якщо порівняти (1) і (4), з одного боку, а (40), з іншого, то очевидно, що

$$\frac{1}{(F+1)^{n_1}} = \psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) \varepsilon_F. \quad (46)$$

Таким чином, площа водозборів інтегрально враховує розпластування паводкових і повеневих хвиль під впливом тривалості руслового добігання і русло – заплавного регулювання. З іншого боку, ліва частина тотожності не враховує наявності на водозборах лісів і боліт.

Об'ємні формули. З метою подальшого аналізу приведемо (9) до канонічного вигляду, домноживши чисельник і знаменник у правій частині на k_0 . Тоді

$$q_m = q'_m k_m k_{T_0}, \quad (47)$$

де $k_m = \frac{m+1}{m} \bigg/ \frac{n+1}{n}$ - коефіцієнт трансформації форми гідрографів стоку;

$k_{T_0} = \frac{T_0}{T_n}$ - збірний коефіцієнт трансформації паводків і водопіль під впливом тривалості руслового добігання й ефектів русло – заплавного регулювання, оскільки

$$k_{T_0} = \frac{T_0}{T_0 + t_p + \Delta t} = \frac{1}{1 + \frac{t_p}{T_0} + \frac{\Delta t}{T_0}}, \quad (48)$$

Δt - тривалість спорожнення русло – заплавної ємності після проходження максимальної витрати води.

Порівняння (47) і (40) дає змогу одержати співвідношення

$$k_m k_{T_0} = \psi \left(\frac{t_p}{T_0} \right) \varepsilon_F. \quad (49)$$

Реалізувати формулу (47) безпосередньо неможливо, оскільки невідомими у вихідному рівнянні, крім T_0 , є ще й тривалість Δt .

Формула А.М. Бефані. Її розрахунковий варіант має вигляд (19), який досить просто привести до канонічної форми

$$q_m = q'_m \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \varphi k_r \varepsilon_F. \quad (50)$$

З урахуванням (19), (27) і (28):

- при $t_p < T_0$

$$q_m = q'_m \left[1 - \frac{m_1 + 1}{(n+1)(m_1 + n + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n \right] \varepsilon_F, \quad (51)$$

- при $t_p \geq T_0$

$$q_m = q'_m \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m_1 + 1}{m_1} - \frac{n+1}{m_1 + n + 1} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^{m_1} \right] \varepsilon_F. \quad (52)$$

Порівняння (40) з (51) і (52) свідчать про повну відповідність $\psi \left(\frac{t_p}{T_0} \right)$, з одного боку, а $\varphi k_r (t_p < T_0)$ і k_r (при $t_p > T_0$), з іншого. Щодо теоретичної основи (19), то про це йшлося раніше.

Представляє інтерес питання про співвідношення між k_r в формулі (9) і $\psi \left(\frac{t_p}{T_0} \right)$ - у формулі (40):

- при $t_p < T_0$

$$\psi \left(\frac{t_p}{T_0} \right) / k_r = 1 - \frac{1}{n+1} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n; \quad (53)$$

- при $t_p > T_0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)/k_r = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p}; \quad (54)$$

- при $\frac{t_p}{T_0} = 0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)/k_r = 1,0; \quad (55)$$

- при $t_p \gg T_0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)/k_r = 0. \quad (56)$$

Характер залежності $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)/k_r$ від співвідношення $\frac{t_p}{T_0}$ (в області $t_p < T_0$) або $\frac{T_0}{t_p}$ (при $t_p > T_0$) ілюструється рис. 1

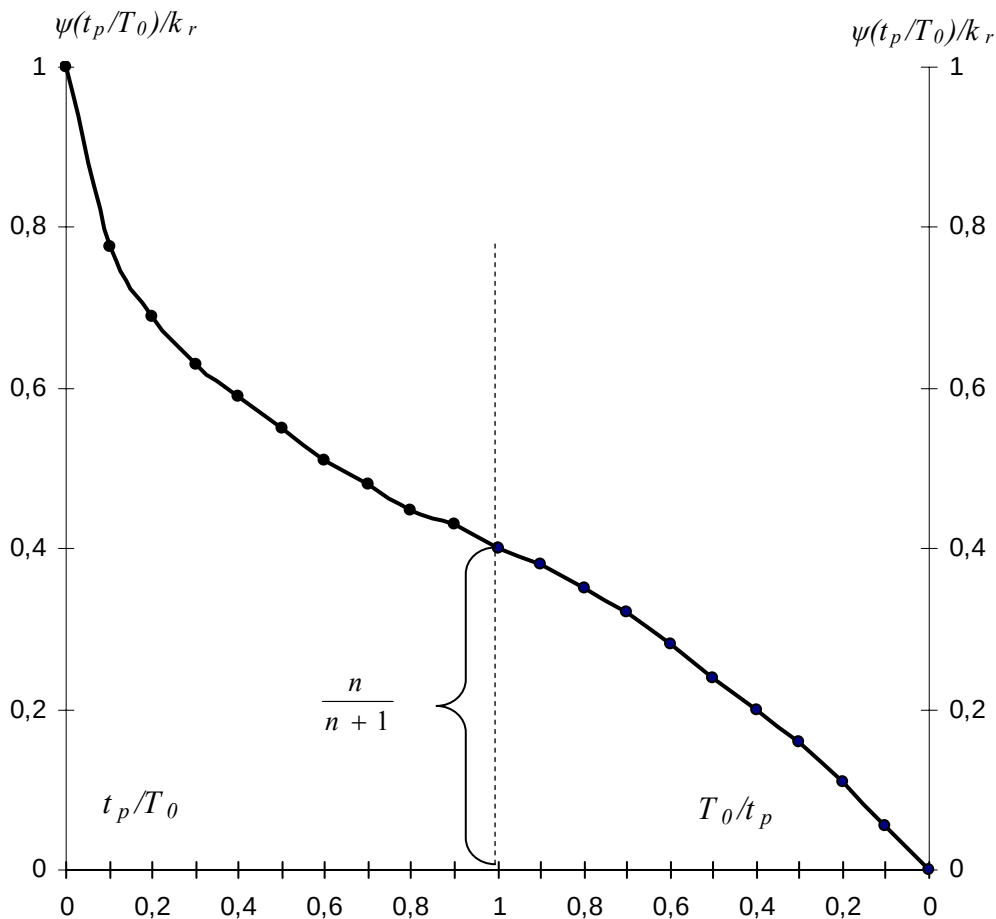


Рис. 1 - Залежність $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)/k_r$ від співвідношення $\frac{t_p}{T_0}$ і $\frac{T_0}{t_p}$

Рівняння (53-56) за відомих параметрів m_1 і n дають змогу розраховувати коефіцієнти $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$ і k_r один через інший.

Формули граничної інтенсивності. Для подальшого їх аналізу, враховуючи, що для зливових опадів добовий максимум H_g відповідає величині H_m , перепишемо (37) у такій редакції

$$q_m = \bar{\psi}(\tau) Y_m. \quad (57)$$

Домноживши у правій частині (57) чисельник і знаменник на $k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}$, отримаємо рівняння

$$q_m = q'_m \frac{n}{n+1} T_0 \bar{\psi}(\tau). \quad (58)$$

Порівняння (40) і (58) свідчить про те, що $\psi(\tau)$ можна виразити за допомогою трансформаційної функції $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$, бо

$$\bar{\psi}(\tau) = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} \psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right). \quad (59)$$

З (59) видно, що функція $\bar{\psi}(\tau)$ ніяким чином не залежить від характеру редукційних кривих дощових опадів (як це передбачено в нормативних документах СН 435-72 і СНіП 2.01.14-83), а визначається двома трансформаційними функціями: схилового стоку $\frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}$ і руслового стоку - $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$. На основі викладеного, пропонується структуру (39) представити у такій редакції

$$q_m = k_p \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} H_m \eta \psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) \varepsilon_F. \quad (60)$$

Формулу (60) можна вважати універсальною як з точки зору розміру річкових водозборів, так і генетичних типів паводків (водопіль). Зокрема, для весняних водопіль формула (60) набуде вигляду

$$q_m = k_p \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} (S_m + x) \eta_\theta \psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) \varepsilon_F, \quad (61)$$

де S_m - максимальні снігозапаси на початку водопілля;

x - кількість опадів від дати S_m до кінця водопілля;

η_θ - коефіцієнт стоку в період весняного водопілля.

Висновки. Аналіз базових структур, які використовуються (або використовувались у минулому) для нормування розрахункових характеристик максимального стоку, розрізняються, головним чином, ступенем урахування трансформаційних чинників.

У найбільш узагальненому вигляді вони входять до редукційних формул й описуються інтегрально лише розмірами річкових водозборів. Такий варіант в принципі можливий для використання, але має обмежені природні умови, зокрема, за відсутності залісеності і заболоченості на водозборах.

Формули об'ємного типу, побудовані на схематизації руслових гідрографів, виявилися досить не простими для практичної їх реалізації, а фактори трансформації паводків і водопіль, як і в структурі редукційних формул, інтегрально описуються одним параметром – тривалістю паводків (водопіль).

Формули граничної інтенсивності у своїй структурі не мають якоїсь фізичної основи і тому параметри, що їх описують, є величинами, за допомогою яких можна перейти від інтенсивності дощових опадів до максимальних модулів стоку, але без врахування ефектів русло – заплавного регулювання.

Найбільш теоретично обґрунтованою автори вважають операторну формулу, в основу якої покладено модель руслових ізохрон, що дало змогу виділити в окремі категорії процеси схилового і руслового стоку.

Структура розрахункової формули операторного типу в 2012 році була включена до проекту державних будівельних норм України в області максимального стоку паводків і водопіль.

Список літератури

1. Соколовський Д.Л. Речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1968. - 538 с.
2. Воскресенский К.П. Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках, ручьях и временных водотоках. Л.: Гидрометеиздат, 1956.- 467 с.
3. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 111 с.
4. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 447 с.
5. Гопченко Е.Д. О редуционных формулах максимального стока. Тр. УкрНИГМИ, 1980, вып. 175, С. 85-93
6. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации. Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 303 с.
7. Гопченко Е.Д. Анализ структуры объемных формул. Метеорология, климатология и гидрология, 1976, вып. 12, С. 84-90
8. Огиевский А.В. Гидрология суши. Сельхозиздат, 1952. - 515 с.
9. Мокляк В.І. Максимальні витрати від талих вод на річках УРСР. Київ: Вид. АНУРСР, 1957. - 163 с.
10. Гопченко Е.Д., Сербов Н.Г. Метод расчета максимального стока весеннего половодья рек Западно – Сибирской равнины. Метеорология и гидрология, 1990, №5, С. 79-85
11. Бефани А.Н. Основы теории ливневого стока. Тр. ОГМИ, 1958, ч. II, вып. 14, 302 с.
12. Линслей Р.К., Колер М.А., Паулюс Д.Л.Х. Прикладная гидрология (перев. с англ.). Л.: Гидрометеиздат, 1962. - 737 с.
13. Виссмен У., мл., Харбаф Т.И., Кнэпп Д.У. Введение в гидрологию (перев. с англ.). Л.: Гидрометеиздат, 1979. - 469 с.
14. Гопченко Е.Д., Романчук М.Е. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности. Киев: КНТ, 2005. - 148 с.

Особенности структурной базы некоторых расчетных формул максимального стока рек. Гопченко Е.Д., Романчук М.Е.

В статье рассматриваются теоретические основы и методические подходы, которые используются при нормировании расчетных характеристик максимального стока дождевых паводков и весенних половодий.

Ключевые слова: паводки, половодья, максимальный сток рек, расчетные характеристики.

Some features of the structural basis of calculation formulas of maximum runoff. Gopchenko E.D., Romanchuk M.E.

The article deals with the theoretical foundations and methodological approaches that are used in standardizing the design characteristics of the high flow of rain floods and spring floods.

Keywords: flood, maximum river flow, the design characteristics.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСЦИЛЛЯЦИЙ НА СТОК ДНЕСТРА

В результате проведения корреляционного и спектрального видов анализа выявлено статистически значимое влияние Северо-Атлантической и Арктической осцилляций на временные ряды среднегодовых расходов некоторых рек бассейна Днестра. Наиболее выраженное влияние АО проявляется с периодичностью 2,3-2,5 и 3,6-4,0 года. Влияние САО наиболее заметно с периодичностью 8-9 и 17-18 лет. Значимое влияние Южной осцилляции на сток рек исследуемой территории не выявлено.

Ключевые слова: река Днестр, климатические осцилляции, среднегодовые расходы, корреляционный анализ, спектральный анализ.

Постановка проблемы. Пристальное изучение временной изменчивости гидрометеорологических характеристик как глобального, так и регионального масштаба обусловлено отмечаемыми на данном этапе тенденциями изменения климата [8, 9, 15]. В связи с этим очень важно выделять глобальные изменения климата и их периодические составляющие – осцилляции, или колебания.

Северо-Атлантическая осцилляция (САО) и Арктическая осцилляция (АО) являются одними из основных влияющих на Причерноморский регион природных источников климатической изменчивости в системе океан - атмосфера [8]. Наряду с ними значимое влияние на климатические процессы Земли оказывает Южная осцилляция (ЮО), состоящая из теплой и холодной фаз – Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Однако большему влиянию ЮО подвергается климат Южного полушария [14]. Утверждение о влиянии этой осцилляции на территорию Европы, по мнению А.Б. Полонского, Е.Н. Воскресенской, In. Solomon, D. Qin, M. Manning [3, 8, 9, 14], носит спорный характер и подлежит дальнейшему изучению.

Исследование влияний климатических осцилляций на сток рек бассейна Днестра позволит усовершенствовать процесс управления водными ресурсами Днестра, повысить его качество и надежность.

Анализ последних исследований и публикаций. В работах А.Б. Полонского, Н.П. Смирнова, В.Н. Воробьева, С.Ю. Качанова [8, 11] рассматривается взаимосвязь изменений индекса САО с колебаниями различных климатических характеристик Северной Атлантики и прилегающих регионов Северной Америки и Европы. Рассмотрены сезонные и многолетние изменения интенсивности и положения Исландского минимума и Азорского максимума давления, которые определяют интенсивность циркуляции атмосферы над Северной Атлантикой. Установлена взаимосвязь изменений индекса САО с колебаниями различных климатических характеристик (температуры воздуха, количества осадков, температуры воды в океанах).

Метеорологи Д. Томпсон и Дж. Уоллес дали более детальное объяснение влияния АО [15]. По их мнению, Арктическая осцилляция проявляется в том, что температура и атмосферное давление в высоких широтах Северного полушария (включая географический полюс, южные районы Аляски и всю Центральную Европу) подвержены циклическим колебаниям. Когда АО вступает в положительную фазу, над полярной шапкой давление падает, а в районах, расположенных вдоль 55° с. ш., поднимается, приводя к усилению западных ветров. В связи с этим штормы в океане смещаются к северу, принося, например, влагу в Скандинавию и на Аляску и лишая осадков Испанию и Калифорнию. Тепло вторгается в Евразию, в центральных районах Европы учащаются оттепели.

В.В. Ефимов, А.А. Сизов и др. [5] установили, что влияние структур Северо-Атлантического и Евро-Азиатского колебаний особенно заметно в зимний сезон. В их работе показано, что процессы переувлажнения и атмосферной засухливости в регионе Черного моря и других регионах Европы в зимние сезоны 80-90-х гг. можно описывать, используя структуру барического поля в разные фазы САО. Позднее А.А. Сизов и А.Е. Чехлан [10] уточнили, что в годы четного цикла солнечной активности преобладают положительные индексы САО и отрицательные аномалии осадков в причерноморском регионе. В годы нечетного цикла – наоборот: отрицательные индексы САО и положительные осадков.

Влияние климатических осцилляций на водные ресурсы Европы и Украины отмечено в работах А.Б. Полонского [8, 9]. Он описывает статистически значимую взаимосвязь аномалий температур поверхности океана со стоком Дуная и других крупных рек Европы. Температурные аномалии океана определяются САО и ЮО, а также их взаимодействием, усиливающимся в зимний период.

Е.Н. Воскресенская, В.Н. Маслова совместным влиянием САО и ЮО объясняют более 50 % межгодовой изменчивости циклонов в Средиземноморско-Черноморском регионе [4]. Такого же порядка величины были получены при оценке связи САО и ЮО с расходами рек Черноморского бассейна (Днепра, Дуная и Южного Буга) в весенний сезон, обусловленными преимущественно циклонической активностью над площадями водосборов.

А.А. Сизов и А.Е. Чехлан [10] наряду с долговременной изменчивостью аномалий гидрометеорологических характеристик находят и относительно короткопериодную флуктуацию, которая определяется экстремальными значениями индексов САО и СЧМ (градиент температуры между Саргассовым и Черным морями). Ими установлено, что при САО и СЧМ ≥ 1 формируются отрицательные аномалии температуры воздуха, воды, осадков и скорости ветра. При этом наблюдается отрицательная аномалия стока Дуная.

Исследования Н.С. Лободы и А.А. Коробчинской [6, 7] показали статистически значимую связь между индексами Скандинавского и Северо-Атлантического колебания с гидрометеорологическими характеристиками и среднегодовым стоком ряда рек Украины. В работах также выявлено, что воздействие атмосферных процессов, происходящих в Северной Атлантике, на формирование полей годового стока более явно прослеживается в западной части Украины.

В данных работах исследуется связь климатических осцилляций с водными ресурсами на больших территориях крупных рек. Бассейн Днестра в этом вопросе мало изучен.

Климатические осцилляции воздействуют на обширные территории, но на одних территориях, по результатам статистического анализа, это влияние выделяется, а на других оно перекрывается действием региональных факторов. В настоящей работе оценивается влияние осцилляций не только на бассейн Днестра в целом, но и на региональные водные ресурсы.

Цель работы - оценить воздействия климатических осцилляций (Северо-Атлантической, Арктической и Южной) на сток рек бассейна верхнего и среднего Днестра.

Изложение основного материала исследования. Бассейн реки Днестр находится под воздействием климатических изменений [5, 8, 9], которые должны выражаться в изменениях его гидрологического режима. В качестве показателя гидрологического режима выберем среднегодовой расход на 23 постах бассейна верхнего и среднего Днестра. Схема расположения постов приведена на рис. 1.

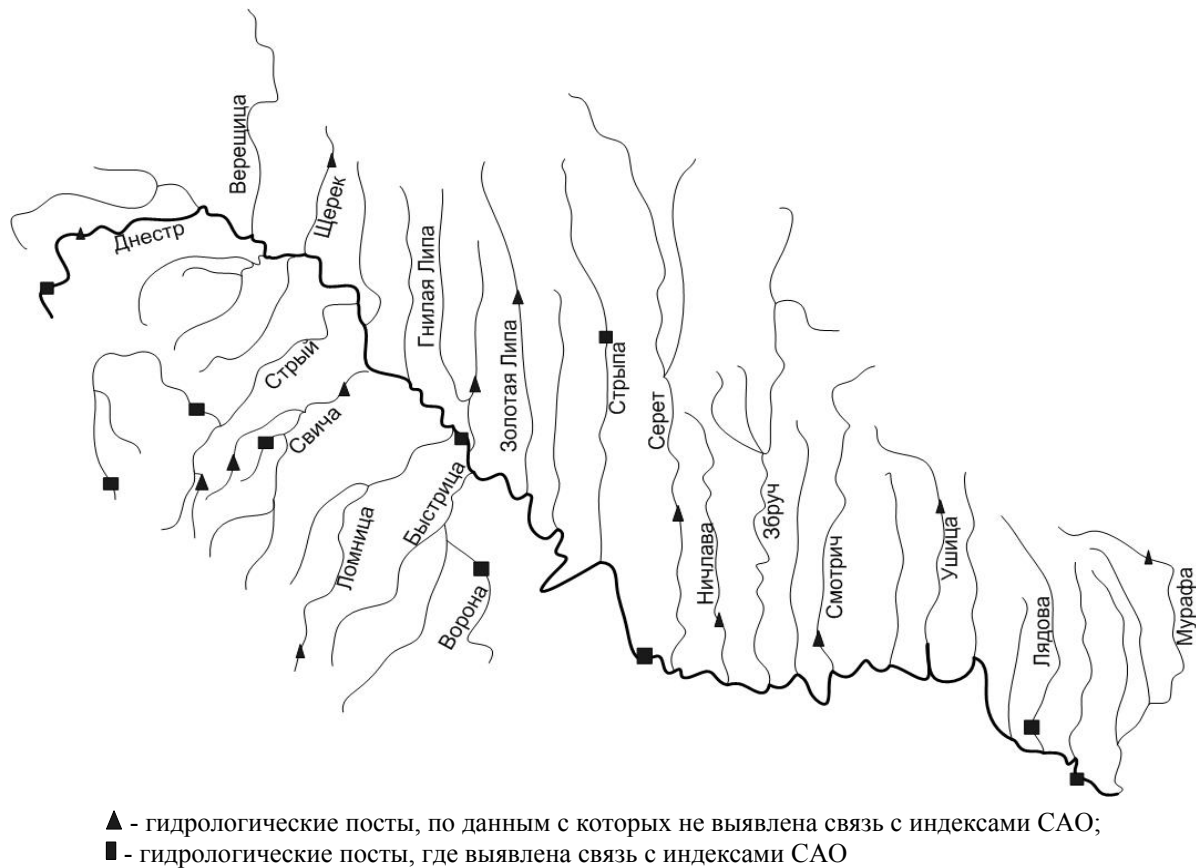


Рис. 1 - Схема расположения постов.

Временные ряды используемые в исследовании начинаются с момента начала наблюдений на постах. Для большинства постов это непрерывный ряд в 65 лет (с 1945 по 2009 гг.). Для трех постов на Днестре этот период составляет 115 лет, для некоторых рек промежуточные значения (р. Смотрич 80 лет, р. Ушица - 74 года). Восстановление пропущенных значений выполнялось на основе методики и с использованием данных работы А.Н. Бефани, О.Н. Мельничук [2].

Индексы САО рассчитываются как максимальное значение разности атмосферных давлений в Азорском максимуме и Исландском минимуме за зимне-весенний период. Северо-Атлантическое колебание рассматривается как часть более масштабного Арктического колебания. АО выражается в изменении давления в Арктике и противоположных изменениях в районе 37-45° с. ш. Индекс АО определяется как первая мода разложения на естественные ортогональные функции аномалий высоты поверхности 1000 гПа. Индекс ЮО вычисляется как разность давлений над Таити и над Дарвином (Австралия). Отрицательные значения индекса свидетельствуют о фазе Эль-Ниньо, а положительные — о Ла-Нинья.

В качестве одного из методов исследования использован корреляционный анализ - совокупность основанных на математической теории корреляции методов обнаружения корреляционной зависимости между двумя случайными признаками или факторами. Корреляционный анализ экспериментальных данных основан на: 1) составление корреляционной таблицы; 2) вычисление коэффициентов корреляции, или корреляционного отношения; 3) проверка статистической гипотезы значимости связи.

Применение этих приемов к индексам САО и среднегодовым расходам рек показало, что статистически значимые коэффициенты корреляций колеблются от $-0,26$ до $-0,38$. Эти значения приблизительно соответствуют тем, что были получены в

работе [6] при сравнении индексов САО с амплитудными функциями разложения полей годового стока на естественные ортогональные функции.

Как видно из рис. 1, посты, по данным с которых установлена корреляционная зависимость с индексами САО, расположены преимущественно в юго-западной части бассейна.

Корреляционная зависимость с индексами АО установлена на 7 постах. Расположение их по территории бассейна аналогично расположению постов, на которых установлена зависимость с индексами САО. Эти результаты вполне логичны с учетом выводов [6, 15] о том, что Северо-Атлантическая осцилляция является лишь составной частью Арктического колебания.

Безусловно, все климатические колебания воздействуют на значительные площади океанов, морей и суши. Влияние САО и АО не ограничивается водосбором отдельных, указанных на рис. 1, рек или даже всего Днестра. Это воздействие распространяется на всю Европу, Причерноморский регион [5, 6, 7, 10] и ряд других регионов Земного шара. Но действие климатических осцилляций на водосборы отдельных малых рек может статистически не проявляться ввиду более значительного влияния на них природных азональных факторов и результатов хозяйственной деятельности. На водосборах других рек это воздействие статистически значимо. Выделение таких регионов позволит учитывать влияние климатических осцилляций при прогнозировании динамики водных ресурсов.

При расчете корреляции между индексами ЮО и среднегодовыми расходами не получено статистически значимых величин. Это объясняется тем, что коэффициенты корреляции параметров черноморских циклонов с индексом ЮО в 1,5-2,0 раза слабее по сравнению с индексами САО и имеют сдвиг в 4-7 месяцев для всех районов [9]. Для обработки этих данных необходима другая методика, что может являться предметом дальнейших исследований.

Природные системы развиваются путем циклических колебаний, а среднегодовой расход является подсистемой региональных и глобальных изменений. Соответственно его динамика также является циклической [12]. Поэтому для проверки результатов корреляционного анализа проведем сравнение периодических составляющих во временных рядах осцилляций и стока рек с помощью спектрального анализа.

Спектральный анализ - один из методов обработки сигналов, который позволяет охарактеризовать частотный состав измеряемого сигнала. Преобразование Фурье является математической основой, которая связывает временной или пространственный сигналы с его представлением в частотной области. Проводился спектральный анализ временных рядов индексов САО, АО и среднегодовых расходов на постах. На рисунке 2 показана спектрограмма временного ряда индексов САО.

Как видно из рис. 2, на средних и больших частотах спектры имеют пики, которые соответствуют цикличности в 2,5; 3,6-4,0; 5,0 и 8-9 лет. На низких частотах САО имеет пик, соответствующий 18 и 57 годам. Исследование спектральной плотности АО показало аналогичные результаты, но отсутствовала периодичность в 57 лет.

По данным Д. Томпсона, Дж. Уоллеса [15] и Эндрю У. Робертсона [13], периодичность АО должна составлять 2-4 года. Исходя из этого, показатели цикличности индекса АО продолжительностью 5 и более лет объясняются наложением других периодичностей, например, той же САО, солнечных циклов и др.

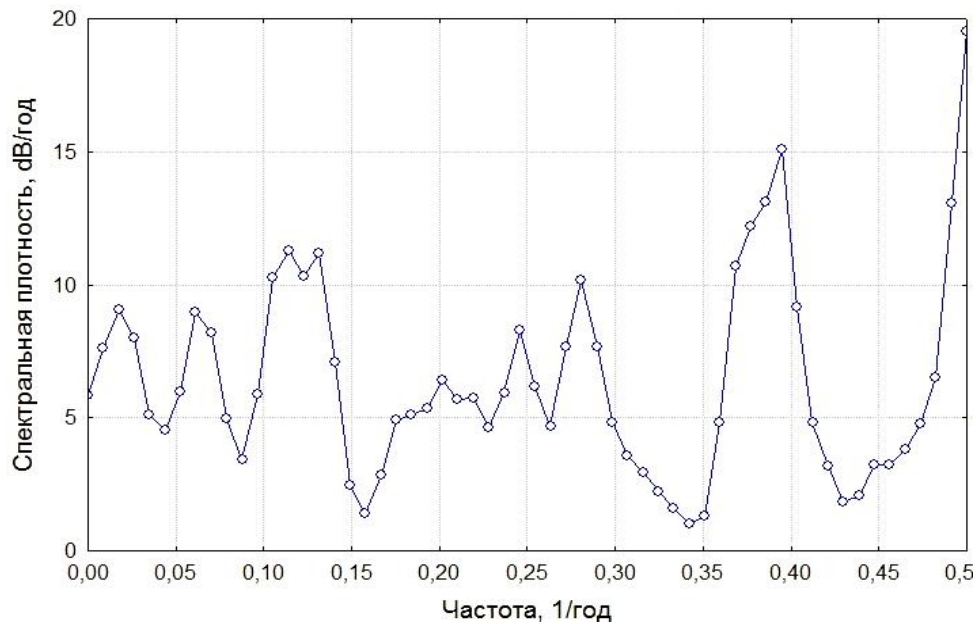


Рис. 2 - Распределение спектральной плотности индексов CAO (длина ряда 115 лет).

Периодичность CAO, по данным разных авторов, колеблется в очень широких пределах. В работах А.Б. Полонского [8, 9] периодичность CAO составляет 6-8 лет, в работах М.Ю. Бардина и Е.Н. Воскресенской [1] 8-25 лет. Таким образом, полученные в результате спектрального анализа CAO низкие периодичности (2,5; 3,6-4,0; 5,0 лет) и длинные (55-60 лет) не могут относиться к циклам CAO. Выявленные периодичности CAO, которые входят в общепринятый диапазон, имеют продолжительности 8-9 и 18-20 лет.

Цикличность осцилляций сравнивалась с цикличностью среднегодовых стоков рек бассейна. Цикличность стока рассмотрим на примере р. Днестр – с. Стрелки. Спектральная плотность ее временных рядов представлена на рис. 3.

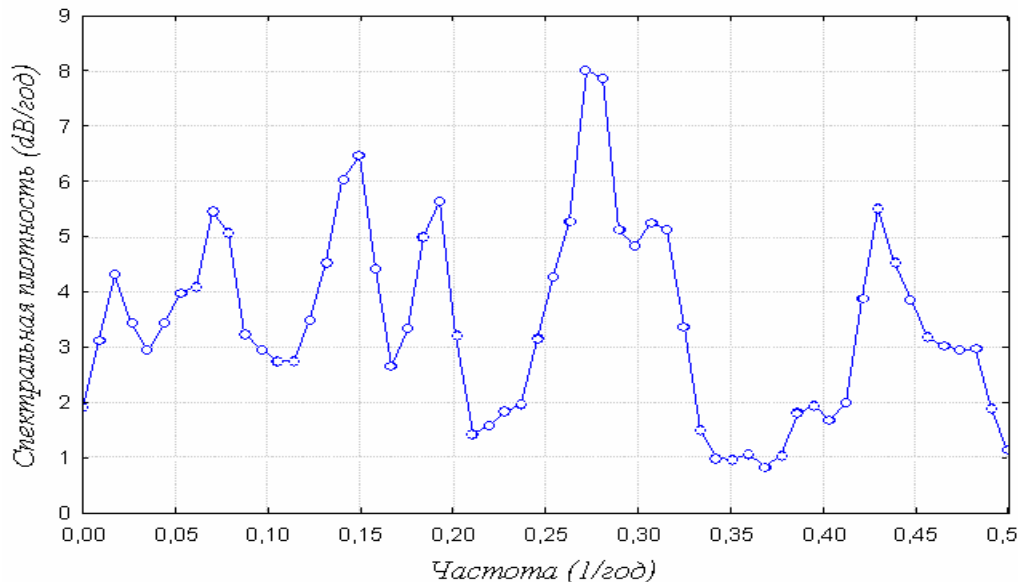


Рис. 3 – Спектральная плотность временных рядов стока р. Днестр – Стрелки (длина ряда - 115 лет).

Наличие общих циклов продолжительностью 2,3 и 3,6 года в спектрограммах АО и рек (например, рис. 3) подтверждает корреляцию между этими рядами.

Циклы продолжительностью 8-9 и 17-18 лет, общие в спектрограммах рек и САО, также свидетельствуют о закономерности корреляционной связи между ними.

Для углубления анализа проведем кросс-спектральный анализ. Этот вид анализа позволяет определить наличие или отсутствие общих гармонических составляющих в исследуемых рядах динамики и дать оценку тесноты связи между этими рядами. Показателем тесноты связи между гармоничными составляющими рядов на соответствующих частотах является функция когерентности, которая определяется как отношение оценки спектра мощности, т. е. модуля взаимного спектра, к произведению оценок индивидуальных спектров обоих рядов. Когерентность интерпретируется как квадрат коэффициента корреляции между двумя временными рядами на соответствующей частоте. Спектр когерентности временных рядов индексов САО и среднегодовых расходов р. Днестр - г. Галич представлен на рис. 4.

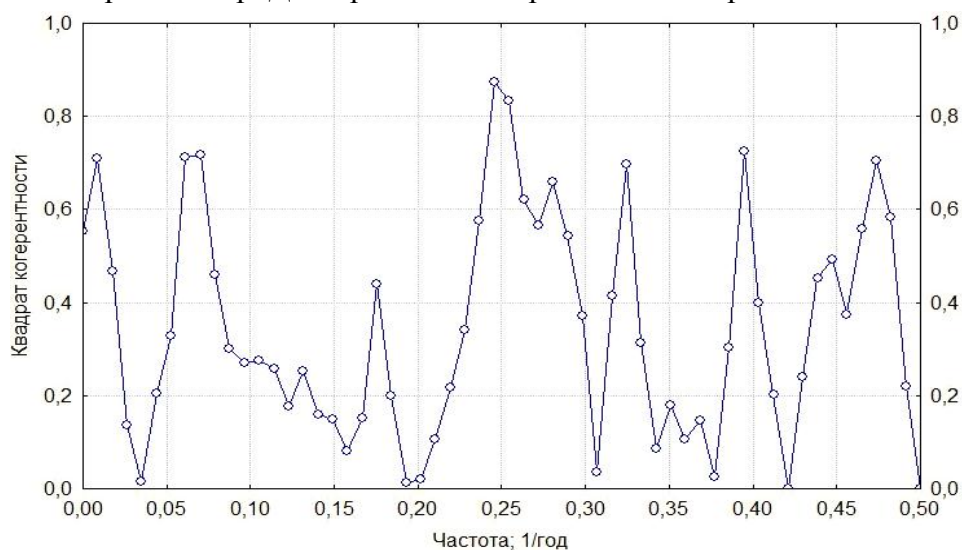


Рис. 4 – Частотное распределение квадрата когерентности временных рядов индексов САО и среднегодовых расходов р. Днестр - г. Галич.

На этом графике также видны циклы с классической периодичностью САО 8-9 и 17-18 лет, которые имеют довольно высокую когерентность, хотя наивысшая соответствует 4 годам.

Таблица 1 - Значения когерентности при анализе индексов САО и среднегодовых расходов рек Днестр, Стрый, Стрыпа.

Продолжительность циклов, лет	Значение когерентности		
	р. Днестр - г. Галич	р. Стрый – пгт Верхнее Синевидное	р. Стрыпа – с. Каплинцы
8-9	0,66	0,51	0,65
17-18	0,85	0,57	0,80

Сопоставление временных рядов индексов САО и среднегодовых расходов других рек дает аналогичные результаты.

Выводы. Проведенные корреляционный и спектральный анализы позволяют сделать вывод, что Арктическая и Северо-Атлантическая осцилляции оказывают влияние на временные ряды среднегодовых расходов рек бассейна Днестра. Статистически значимое влияние САО отмечено на следующих реках и постах бассейна: р. Ворона-г. Тысьменица, р. Днестр-г. Галич, р. Днестр - г. Залещики, р. Днестр - г. Могилев-Подольский, р. Днестр - с. Стрелки, р. Лужанка - с. Гошев, р. Лядова - с. Жеребиловка, р. Стрыпа - с. Каплинцы, р. Стрый -пгт Верхнее

Синевидное, р. Стрый - с. Матков. Выделение таких регионов позволит учитывать влияние климатических осцилляций при прогнозировании изменения водных ресурсов в тех регионах, где оно статистически значимо.

Колебания стока рек с периодичностью 2,3-2,5; 3,6-4,0 года можно объяснить воздействием АО, а циклы продолжительностью 7-8 и 17-18 лет воздействием САО. Эти периодичности приблизительно совпадают с данными других исследователей климатических осцилляций [1, 8, 9, 15].

Статистически значимого влияния ЮО на сток рек исследуемой территории не выявлено.

Список литературы

1. Бардин М.Ю., Воскресенская Е.Н. Тихоокеанская декадная осцилляция и европейские климатические аномалии // Морской гидрофизич. журн. – 2007. - № 4. – С. 13-23.
2. Бефани А.Н., Мельничук О.Н. Расчет нормы стока временных водотоков и горных рек Украинских Карпат // Труды УкрНИГМИ. – 1963. - № 69. - С.105-137.
3. Воскресенская Е.Н., Михайлова Н.В., Маслова В.Н. Особенности гидрометеорологических полей тихоокеанского региона в связи с событиями Эль-Ниньо // Укр. гідрометеоролог. журн. – 2010. - № 6. - С. 234-241.
4. Воскресенская Е.Н., Маслова В.Н. Проявления глобальных процессов в системе океан - атмосфера в циклонической активности в Средиземноморско-Черноморском регионе // Вісник Одес. держ. еколог. ун-ту. – 2010. - № 10. - С. 193-199.
5. Ефимов В.В., Сизов А.А., Шокуров М.В., Чехлан А.Е. Формирование аномалий атмосферных осадков в регионе Черного моря и других регионов Европы в зимние сезоны 80-90-х годов // Морской гидрофизич. журн. – 2001. - № 1. - С. 46-54.
6. Лобода Н.С. Оценка влияния атмосферных процессов Северной Атлантики на формирование полей годового стока рек Украины // Укр. гідрометеоролог. журн. – 2008. - № 3. - С. 167 – 177.
7. Лобода Н.С., Коробчинська А.О. Оцінка впливу мінливості Північно-Атлантичного та Скандинавського коливань на гідрометеорологічні характеристики України // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. - № 18. – С.91-98.
8. Полонский А.Б. Роль океана в изменениях климата: моногр. — К. : Наук. думка, 2008. — 182 с.
9. Полонский А.Б., Торбинский А.В., Башарин Д.В. Влияние Северо-Атлантического колебания, Эль-Ниньо - Южного колебания и Индоокеанского диполя на пространственно-временную изменчивость приземной температуры воздуха и атмосферного давления Средиземноморско-Черноморского региона // Вісник Одес. держ. еколог. ун-ту. – 2008. - № 6. - С. 181-197.
10. Сизов А.А., Чехлан А.Е. Гидрометеорологические характеристики в регионе Черного моря в годы с экстремальными значениями саргассовоморско-черноморского индекса // Морской гидрофизич. журн. – 2010. - № 2. – С. 26-35.
11. Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Качанов С.Ю. Североатлантическое колебание и климат // СПб.: Изд. РГГМУ. – 1998. - 121 с.
12. Чорноморець Ю.О. Багаторічна динаміка основних елементів водного режиму р. Десна // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. - № 17. – С. 80-93.
13. Robertson Andrew W. Influence of Ocean-Atmosphere Interaction on the Arctic Oscillation in Two General Circulation Models // J. Climate. – Vol. 14. – Issue 15. – pp. 3240-3254.
14. Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M. [et al]. Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Cambridge, UK.: Cambridge University Press, 2007. pp. 235-336.
15. Thompson D., Walles J.M. Arctic oscillation - a new climatic factor // Science. – 1999. – V. 284. No 5412. – P. 241.

Оцінка впливу кліматичних коливань на стік Дністра. Мельник С.В., Багрина К.В.

У результаті проведення кореляційного і спектрального видів аналізу виявлено статистично значимий вплив Північно-Атлантичного (ПАК) і Арктичного коливань (АК) на часові ряди середньорічних витрат деяких річок басейну Дністра. Найбільш виражений вплив АК відбувається з періодичністю 2,3-2,5 й 3,6-4,0 роки. Вплив ПАК найбільш відчутно з періодичністю 8-9 и 17-18 років. Статистично значимого впливу Південного коливання на середньорічні витрати річок досліджуваної території не виявлено.

Ключові слова: річка Дністер, кліматичні коливання, середньорічні витрати, кореляційний аналіз.

Estimation of effect of climatic oscillations on the runoff of Dniester. Melnyk S.V., Bagrina K.V.

As a result of the correlation and spectral analyzes showed a significant effect of the North Atlantic and the Arctic oscillations on the time series of mid-annual intensity of flow of some rivers of the Dniester Basin. The most expressed agency of the NAO is manifested with periodicity 2,3-2,5 and 3,6-4,0 years. Agency CAO is the most appreciable with periodicity of 8-9 and 17-18 years. Significant agency of the Southern oscillation on a runoff of the rivers of investigated territory is not revealed.

Keywords: the river Dniester, climatic oscillations, mid-annual intensity of flow, a correlation analysis.

Є.В. Обухов, д. економ. н., **О.С. Корягіна**, бакалавр

Одеський державний екологічний університет

Є.П. Корецький, зав. гідрол. відділу

Каховська гідрометеорологічна обсерваторія

ДИФЕРЕНЦІЙОВАНІ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ВИПАРОВУВАННЯ З АКВАТОРІЇ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

На основі реальної гідрометеорологічної інформації за 55 років експлуатації водосховища проведені узагальнення розрахункових показників випаровування з різних ділянок його акваторії, виявленні та наведені графічні залежності.

Ключеві слова: випаровування, акваторія, водосховище, показники, розподіл, втрати, об'єм, шар, водний баланс.

Вступ та постановка проблеми. Випаровування з водної поверхні водосховищ є важливою витратною складовою їх водних балансів [1-6]. Якщо в маловодний період стік Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Дону становить близько 48 км³ за рік, то із загальних втрат води, які становлять 22,5%, 11,5% відносять на випаровування з водосховищ. Середньорічні втрати води на випаровування по Дніпровському каскаду становлять понад 5 км³, а максимальні з Каховського водосховища у 2007 р. становили 2,36 км³. Втрати на випаровування є найважливішою складовою водного балансу [7-11].

Метою даної роботи є узагальнення розрахункових показників випаровування з різних ділянок акваторії Каховського водосховища, виявлення відповідних залежностей та представлення їх у графічному вигляді для передчасних оперативних розрахунків втрат води на випаровування.

Основними матеріалами досліджень є реальна гідрометеорологічна інформація з Каховської гідрометеорологічної обсерваторії за 55 років (1956-2010 рр.) експлуатації Каховського водосховища, складові водних балансів за період експлуатації [4-6,12], основні характеристики водосховища та його окремих ділянок [3-5,13-15], результати дослідження за минулі роки [6-10,16,17].

Каховське водосховище – шоста сходинка Дніпровського каскаду – здійснює сезонне та частково багаторічне регулювання стоку з коливанням рівнів у межах 3 м. Площа водозбору становить 482000 км², середньобагаторічний річний стік – 52,2 км³. Повна та корисна ємність водосховища дорівнюють 18,2 і 6,8 км³ відповідно, площа водного дзеркала водосховища становить 2155 км², довжина його – 230 км, максимальна та середня глибини – 36 і 8,4 м відповідно, максимальний статичний напір – 16,5 м, розрахунковий – 15 м, мінімальний – 8,9 м. Встановлена потужність при розрахунковому напорі – 351 МВт. Середньорічний виробіток енергії дорівнює 1420 млн кВт·год. Використовується для енергетики, водопостачання, зрошення, судноплавства, рибного господарства [3,5,14].

Береги водосховища високі, складені в основному із суглинків, порізані глибокими ярами та долинами мілких степових річок, які сьогодні стали його затоками [15].

У водосховищі виділяють п'ять ділянок (рис.1). Перша ділянка від м. Н.Каховка до с. Бабіно – пригреблева, найбільш глибока зона шириною 5-6 км, глибиною від 13 до 25 м, а інколи і 36 м. Площа першої ділянки – 495 км².

Друга ділянка від с. Бабіно до м. Нікополь шириною 8-15 км, переважаючі глибини – 10-12 м, площа другої ділянки дорівнює 532 км².

Третя ділянка від м. Нікополь до с. В.Тарасівка шириною від 8 до 16 км з глибинами 8-10 м. Площа третьої ділянки дорівнює 365 км².

Гідрологічний режим другої та третьої ділянок – перехідний від річкового до озероподібного.

Четверта ділянка від с. Благовіщенка до с. Плавні – заплавна, відокремлена від руслової – п'ятої ділянки – піщаною грядою і має вигляд мілководного озера з переважаючими

глибинами 3-5 м, а також велика площа і з глибинами 1 м. Ця територія утворює район бувших Кінських заплав. Площа четвертої ділянки становить 690 км².

Руслова – п'ята – ділянка розташована від с. В.Тарасівка до с. Розумовка [13-15]. Площа п'ятої ділянки 73 км².

В основну дослідження покладено аналіз та узагальнення реальної та розрахункової гідрометеорологічної інформації для подальшого використання в практичних та наукових цілях.

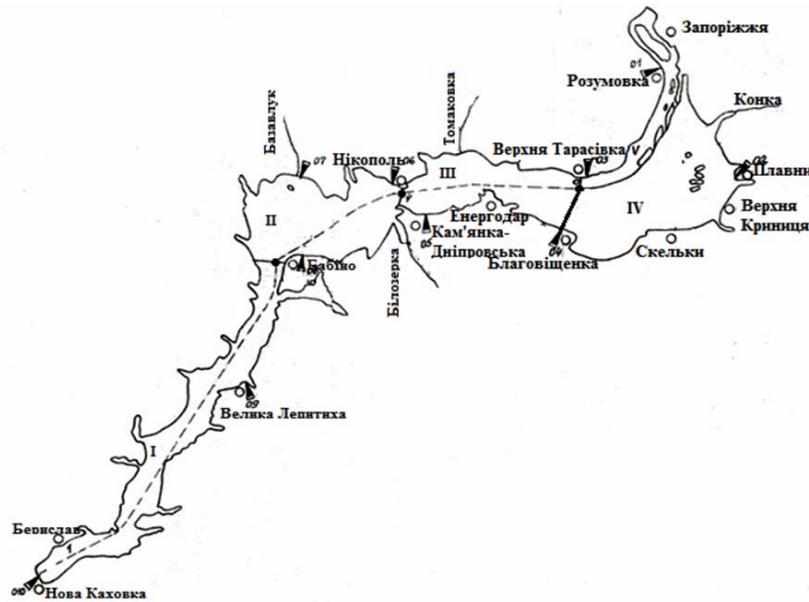


Рис. 1 – Каховське водосховище та його ділянки

Результати досліджень та їх аналіз. Розглядаючи акваторію Каховського водосховища, розрахуємо частку кожної ділянки від загальної його площі (рис.2) при нормальному підпертому рівні (НПР) та рівні мертвого об'єму (РМО).

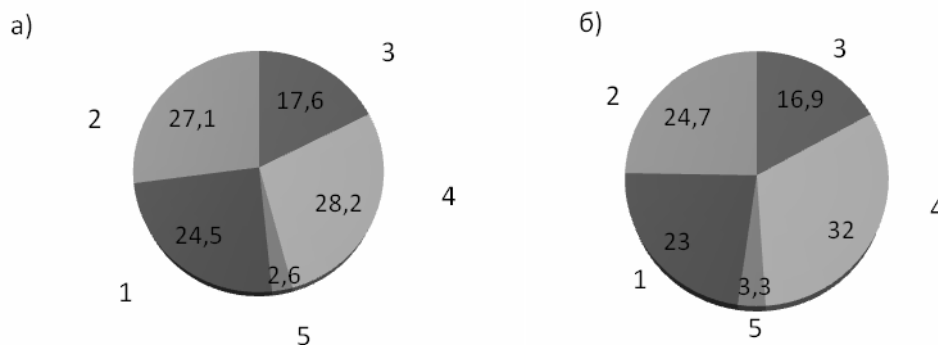


Рис.2 – Частка площі ділянок від загальної площі водосховища (%)
а) РМО; б) НПР

З рис.2 видно, що із збільшенням відмітки рівня води та площі водосховища збільшуються тільки частки четвертої (мілководної) та п'ятої (руслової) ділянок. Найбільша частка площі при відмітках НПР і РМО на четвертій ділянці.

В табл.1 наведені середньобогаторічні місячні шари випаровування в мм, на основі яких розраховані і побудовані інтегральні криві шарів та об'ємів випаровування для п'яти ділянок Каховського водосховища (рис.3).

Таблиця 1 – Середньобагаторічний місячний шар випаровування (мм)

Місяць Ділянка	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Середній за рік	Сума
1	8,94	13,2	12,9	29,2	75,0	120	163	187	136	98,5	48,8	28,4	76,8	922
2	7,29	9,99	14,5	33,4	89,1	127	173	190	130	87,3	37,7	23,3	76,9	923
3	5,65	9,99	17,8	39,0	90,5	131	179	190	120	77,8	29,8	18,2	75,8	909
4	4,01	9,99	19,5	43,2	93,4	135	183	184	106	60,2	25,1	13,2	73,1	877
5	0,72	8,40	4,61	19,3	61,0	104	153	177	132	93,7	39,3	18,2	67,6	811
Середній по ділянках	5,32	10,31	13,86	32,8	81,8	123	170	186	125	83,5	36,1	20,3	74,0	888
Середньобагаторічний по вдсх.	7,52	8,70	14,1	35,4	84,7	120	173	187	123	79,7	34,1	20,0	74,0	888
Різниця	+2,2	-1,6	+0,2	+2,6	+2,9	-3,1	+2,9	+1,8	-2,4	-3,8	-2,0	-0,24		

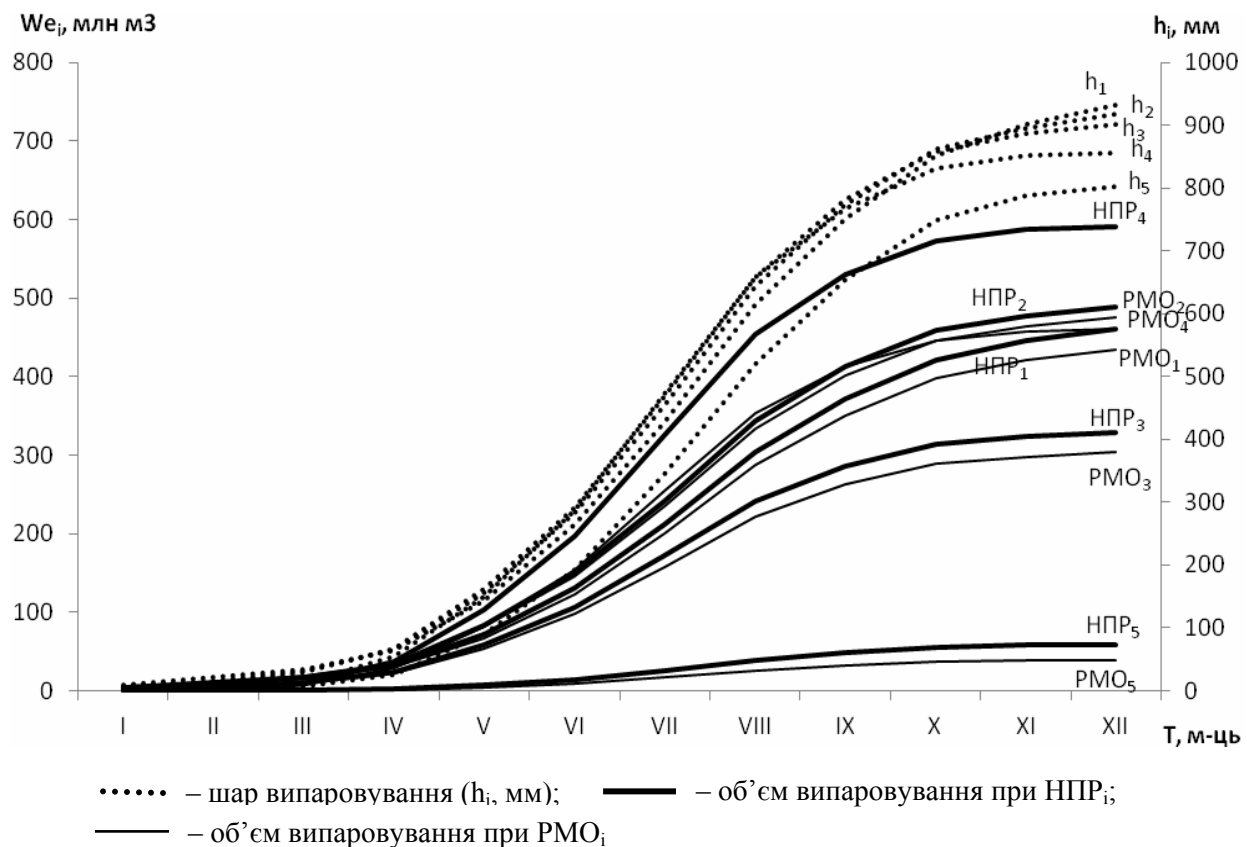


Рис. 3 – Інтегральні криві шарів та об'ємів випаровування по ділянках Каховського водосховища

У табл. 1 середні значення шарів по ділянках та середньобагаторічні шари по водосховищу по місяцях дещо різняться. Причиною є те, що середні місячні шари випаровування розраховувались по кожній ділянці окремо, середньобагаторічні – відразу по всьому водосховищу по осередненим даним для всієї акваторії.

Інтегральні криві об'ємів випаровування води побудовані для граничних відміток рівня води у водосховищі (НПР і РМО) і показують сумарні середньобагаторічні шари та об'єми

втратах води на випаровування по п'яти ділянках. Частки кожної ділянки в сумарному об'ємі втрат води на випаровування при відмітках НІР і РМО наведені на рис.4.

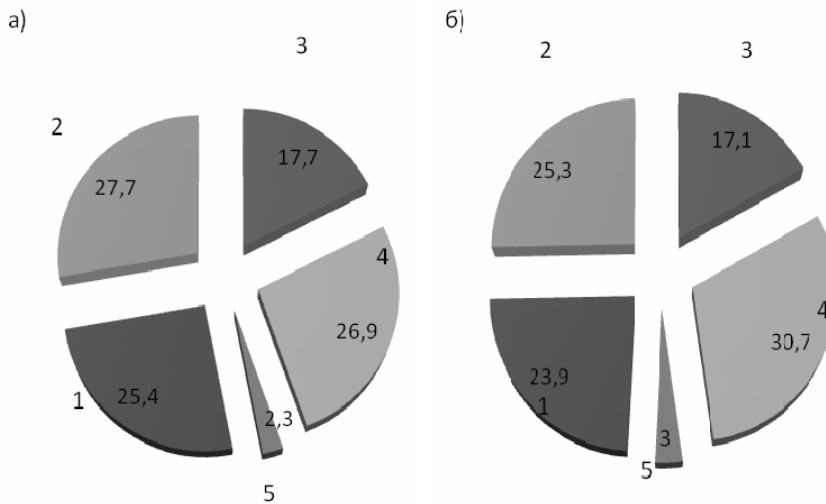


Рис. 4 – Частка втрат води на випаровування від сумарного по водосховищу (%)
а) РМО; б) НІР

Найбільша частка втрат води на випаровування від сумарного по водосховищу (27,7 %) при відмітці РМО спостерігається на другій ділянці, а при відмітці НІР – на четвертій (30,7 %).

На основі середньобаторічних місячних шарів випаровування (табл.1) і розроблених на Каховській ГМО кривих площ $F=f(Z)$ для кожної з п'яти ділянок акваторії Каховського водосховища розраховано внутрішньорічний розподіл втрат води на випаровування по цих ділянках (табл.2-6) та побудовано відповідні графіки для визначення втрат води на випаровування за відмітками рівня води у водосховищі по місяцях (рис.5-9).

Розрахунок проводився за формулою

$$We_i = h_i \cdot F_i \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

де We_i – об'єм втрат води на випаровування з водної поверхні водосховища (млн m^3) за місяць T_i ; h_i – шар випаровування з водної поверхні (мм) за місяць T_i ; F_i – площа водного дзеркала (km^2) за заданим рівнем води Z_i (м).

Розраховані таблиці та графіки для зони характерних рівнів води Z_i від 17 до 12 м, тобто між відмітками форсованого підпертого рівня (ФІР) та рівня метрового об'єму (РМО), що відповідає зоні корисного об'єму Каховського водосховища, яка призначена для можливого спрацювання.

Таблиці 2-6 та відповідні їм графіки (рис.5-9) побудовані для визначення помісячних втрат води на випаровування з ділянок акваторії Каховського водосховища для конкретних середньобаторічних місячних шарів випаровування, які спостерігались на ділянках водосховища за період експлуатації (1956-2010 рр.).

Таблиця 2 – Внутрішньорічний розподіл середньобаторічних втрат води на випаровування з першої ділянки Каховського водосховища (We_i , млн m^3)

Рівень води, Z_i , м	Площа водного дзеркала, F_i , km^2	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
12	462	4,13	6,10	5,96	13,5	34,6	55,4	75,3	86,4	62,8	45,5	22,6	13,1
13	469	4,19	6,19	6,05	13,7	35,2	56,3	76,5	87,7	63,8	46,2	22,9	13,3
14	477	4,26	6,30	6,15	13,9	35,8	57,2	77,8	89,2	64,9	46,9	23,3	13,6
15	486	4,34	6,42	6,27	14,2	36,5	58,3	79,2	90,9	66,1	47,9	23,7	13,8
16	495	4,43	6,53	6,39	14,5	37,1	59,4	80,7	92,6	67,3	48,8	24,2	14,1
17	505	4,51	6,67	6,51	14,8	37,9	60,6	82,3	94,4	68,7	49,7	24,6	14,3

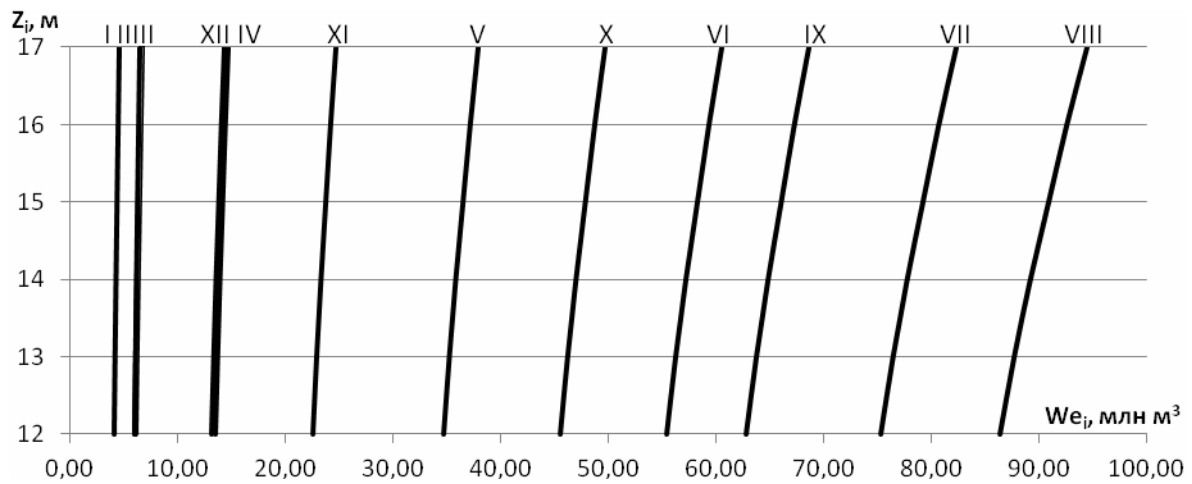


Рис.5 – Графік для визначення втрат на випаровування за відмітками рівня води по місяцях з ділянки 1

Таблиця 3 - Внутрішньорічний розподіл середньобагаторічних втрат води на випаровування з другої ділянки Каховського водосховища (We_i , млн m^3)

Рівень води, Z_i , м	Площа водного дзеркала, F_i , км ²	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
12	513	3,74	5,12	7,44	17,1	45,7	65,2	88,7	97,5	66,7	44,8	19,3	11,9
13	518	3,78	5,17	7,51	17,3	46,2	65,8	89,6	98,4	67,3	45,2	19,5	12,1
14	523	3,81	5,22	7,58	17,5	46,6	66,4	90,5	99,4	68,0	45,7	19,7	12,2
15	528	3,85	5,27	7,66	17,6	47,0	67,1	91,3	100	68,6	46,1	19,9	12,3
16	532	3,88	5,31	7,71	17,8	47,4	67,6	92,0	101	69,2	46,4	20,1	12,4
17	536	3,91	5,35	7,77	17,9	47,8	68,1	92,7	101	69,7	46,8	20,2	12,5

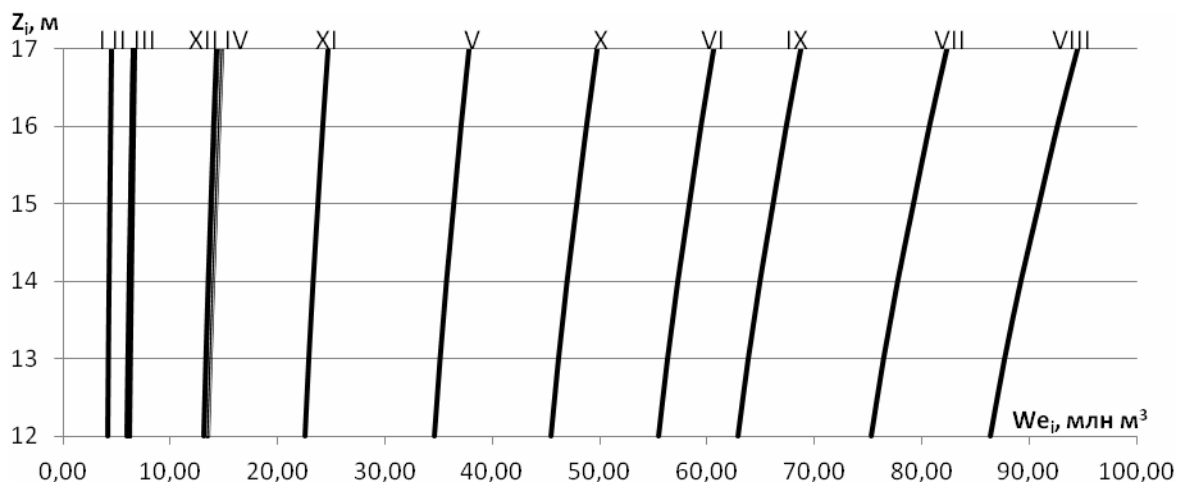


Рис. 6 – Графік для визначення втрат на випаровування за відмітками рівня води по місяцях з ділянки 2

Таблиця 4 – Внутрішньорічний розподіл середньобагаторічних втрат води на випаровування з третьої ділянки Каховського водосховища (We_i , млн m^3)

Рівень води, Z_i , м	Площа водного дзеркала, F_i , км ²	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
12	328	1,85	3,28	5,84	12,8	29,7	43,0	58,7	62,3	39,4	25,5	9,80	6,00
13	339	1,92	3,39	6,03	13,2	30,7	44,4	60,7	64,4	40,7	26,4	10,1	6,17
14	349	1,97	3,49	6,21	13,6	31,6	45,7	62,5	66,3	41,9	27,2	10,4	6,35
15	358	2,02	3,58	6,37	13,9	32,4	46,9	64,1	68,0	42,9	27,8	10,7	6,52
16	365	2,06	3,65	6,50	14,2	33,0	47,8	65,3	69,3	43,8	28,4	10,9	6,64
17	372	2,10	3,72	6,62	14,5	33,7	48,7	66,6	70,7	44,6	28,9	11,1	6,77

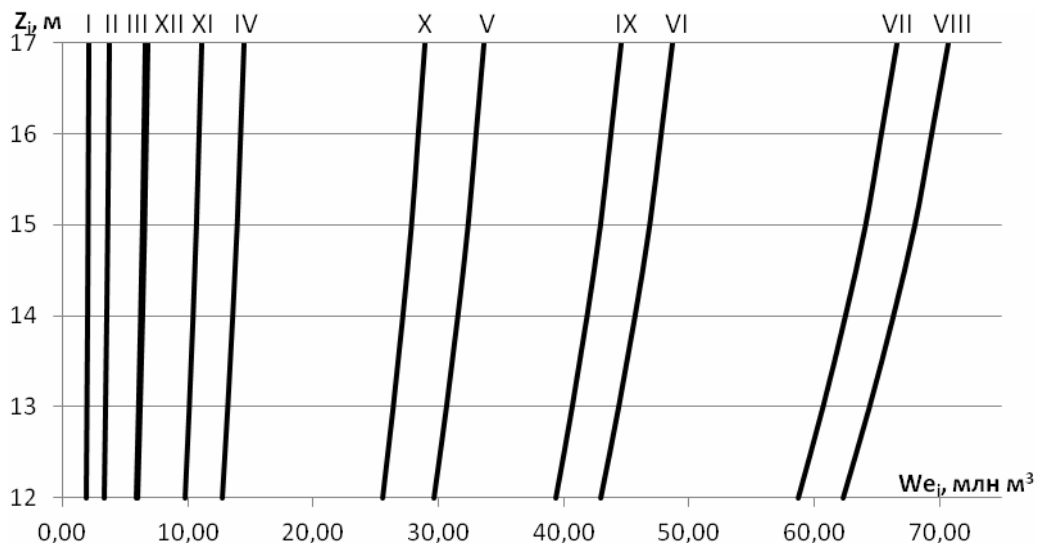


Рис. 7 – Графік для визначення втрат на випаровування за відмітками рівня води по місяцях з ділянки 3

Таблиця 5 – Внутрішньорічний розподіл середньобагаторічних втрат води на випаровування з четвертої ділянки Каховського водосховища (We_i , млн m^3)

Рівень води, Z_i , м	Площа водного дзеркала, F_i , км ²	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
12	477	1,91	4,77	9,30	20,6	44,6	64,4	87,3	87,8	50,6	28,7	12,0	6,30
13	563	2,26	5,62	10,9	24,3	52,6	76,0	103	104	59,7	33,9	14,1	7,43
14	628	2,52	6,27	12,3	27,1	58,7	84,8	115	116	66,6	37,8	15,8	8,29
15	670	2,69	6,69	13,1	28,9	62,6	90,5	123	123	71,0	40,3	16,8	8,84
16	690	2,77	6,89	13,5	29,8	64,4	93,2	126	127	73,1	41,5	17,3	9,11
17	698	2,80	6,97	13,6	30,2	65,2	94,2	128	128	74,0	42,0	17,5	9,21

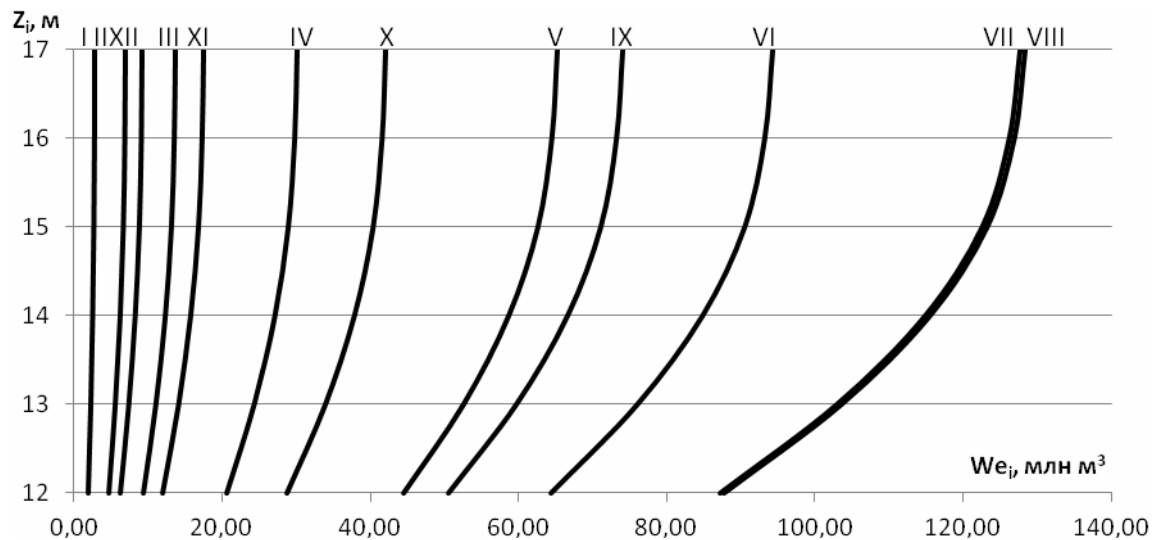


Рис.8 – Графік для визначення втрат на випаровування за відмітками рівня води по місяцях з ділянки 4

Таблиця 6 – Внутрішньорічний розподіл середньобаторічних втрат води на випаровування з п'ятої ділянки Каховського водосховища (We_i , млн m^3)

Рівень води, Z_i , м	Площа водного дзеркала, F_i , км ²	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
12	44	0,03	0,37	0,20	0,85	2,68	4,58	6,73	7,79	5,81	4,12	1,73	0,80
13	51	0,04	0,43	0,24	0,98	3,11	5,30	7,80	9,03	6,73	4,78	2,00	0,93
14	58	0,04	0,49	0,27	1,12	3,54	6,03	8,87	10,3	7,66	5,43	2,28	1,06
15	65	0,05	0,55	0,30	1,25	3,97	6,76	9,95	11,5	8,58	6,09	2,55	1,18
16	73	0,05	0,61	0,34	1,41	4,45	7,59	11,2	12,9	9,64	6,84	2,87	1,33
17	80	0,06	0,67	0,37	1,54	4,88	8,32	12,2	14,2	10,6	7,50	3,14	1,46

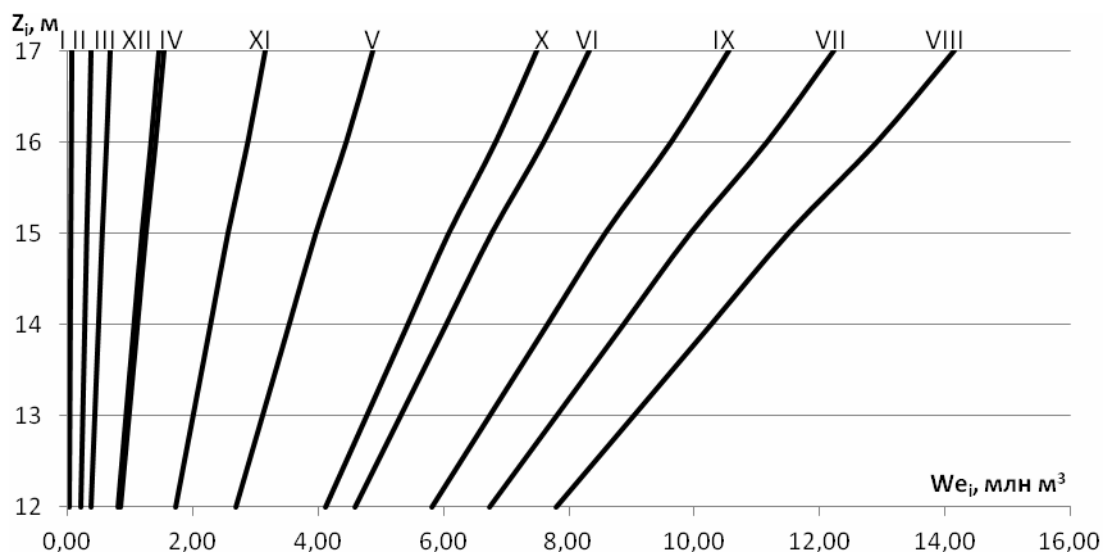


Рис. 9 – Графік для визначення втрат на випаровування за відмітками рівня води по місяцях з ділянки 5

Розрахунки проведені для п'яти різних за конфігурацією, глибиною і площею акваторій Каховського водосховища, що відображено на характері графіків, особливо при наближенні їх до придонних рівнів води (рис. 8,9,13,14). Також значний вплив на характер графіків має значення температури води та шару випаровування з водної поверхні, тобто пора року: в зимові місяці температура та шар мінімальні і графік представляє майже пряму лінію, в літні місяці температура та шар значно зростають до максимальних величин, що суттєво впливає на характер побудованих графіків.

Значення втрат води на випаровування в II і III, XII і IV (рис.5), III і XII (рис.7), VII і VIII (рис.8), XII і IV (рис.9) місяцях співпали.

Максимальна величина втрати води на випаровування в серпні при відмітці 17 м змінювалась від 14,1 млн м³ (п'ята ділянка) до 130 млн м³ (четверта ділянка).

Для передчасних оперативних розрахунків втрат води на випаровування з поверхні кожної з п'яти ділянок Каховського водосховища розраховано пошаровий розподіл втрат води на випаровування (табл.7-11) та побудовано відповідні графіки (рис.10-14).

Таблиці 7-11 і графіки (рис. 10-14) розраховані та побудовані для визначення помісячних втрат води на випаровування з водної поверхні п'яти ділянок акваторії Каховського водосховища при можливих середньомісячних шарах випаровування з водної поверхні до 200 мм і для рівнів Z_i зони корисного об'єму водосховища.

Таблиця 7 – Пошаровий розподіл втрат води на випаровування з першої ділянки Каховського водосховища (We_i , млн м³)

Рівень води, Z_i , м	Площа водного дзеркала, F_i , км ²	10	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
12	462	4,62	9,24	18,5	27,7	37,0	46,2	55,4	64,7	73,9	83,2	92,4
13	469	4,69	9,38	18,8	28,1	37,5	46,9	56,3	65,7	75,0	84,4	93,8
14	477	4,77	9,54	19,1	28,6	38,2	47,7	57,2	66,8	76,3	85,9	95,4
15	486	4,86	9,72	19,4	29,2	38,9	48,6	58,3	68,0	77,8	87,5	97,2
16	495	4,95	9,90	19,8	29,7	39,6	49,5	59,4	69,3	79,2	89,1	99,0
17	505	5,05	10,1	20,2	30,3	40,4	50,5	60,6	70,7	80,8	90,9	101

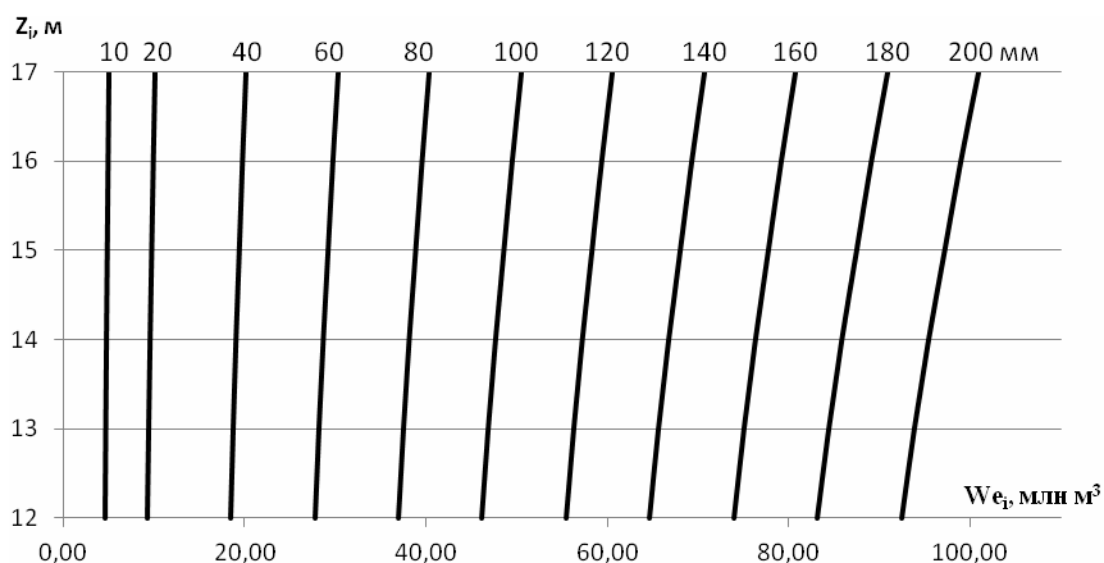


Рис. 10 – Графік для визначення втрат води на випаровування з ділянки 1

Таблиця 8 – Пошаровий розподіл втрат води на випаровування з другої ділянки Каховського водосховища (We_i , млн m^3)

Рівень води, Z_i , м	Площа водного дзеркала, F_i , км ²	10	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
12	513	5,13	10,3	20,5	30,8	41,0	51,3	61,6	71,8	82,1	92,3	103
13	518	5,18	10,4	20,7	31,1	41,4	51,8	62,2	72,5	82,9	93,2	104
14	523	5,23	10,5	20,9	31,4	41,8	52,3	62,8	73,2	83,7	94,1	105
15	528	5,28	10,6	21,1	31,7	42,2	52,8	63,4	73,9	84,5	95,0	106
16	532	5,32	10,6	21,3	31,9	42,6	53,2	63,8	74,5	85,1	95,8	106
17	536	5,36	10,7	21,4	32,2	42,9	53,6	64,3	75,0	85,8	96,5	107

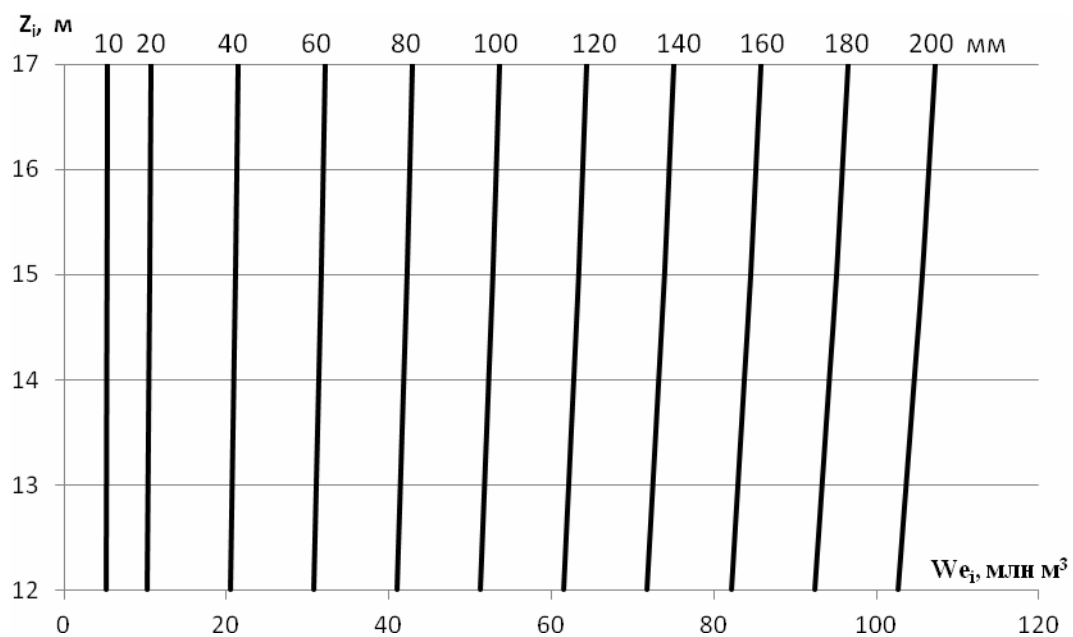


Рис. 11 – Графік для визначення втрат води на випаровування з ділянки 2

Таблиця 9 – Пошаровий розподіл втрат води на випаровування з третьої ділянки Каховського водосховища (We_i , млн m^3)

Рівень води, Z_i , м	Площа водного дзеркала, F_i , км ²	10	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
12	328	3,28	6,56	13,1	19,7	26,2	32,8	39,4	45,9	52,5	59,0	65,6
13	339	3,39	6,78	13,6	20,3	27,1	33,9	40,7	47,5	54,2	61,0	67,8
14	349	3,49	6,98	14,0	20,9	27,9	34,9	41,9	48,9	55,8	62,8	69,8
15	358	3,58	7,16	14,3	21,5	28,6	35,8	43,0	50,1	57,3	64,4	71,6
16	365	3,65	7,30	14,6	21,9	29,2	36,5	43,8	51,1	58,4	65,7	73,0
17	372	3,72	7,44	14,9	22,3	29,8	37,2	44,6	52,1	59,5	67,0	74,4

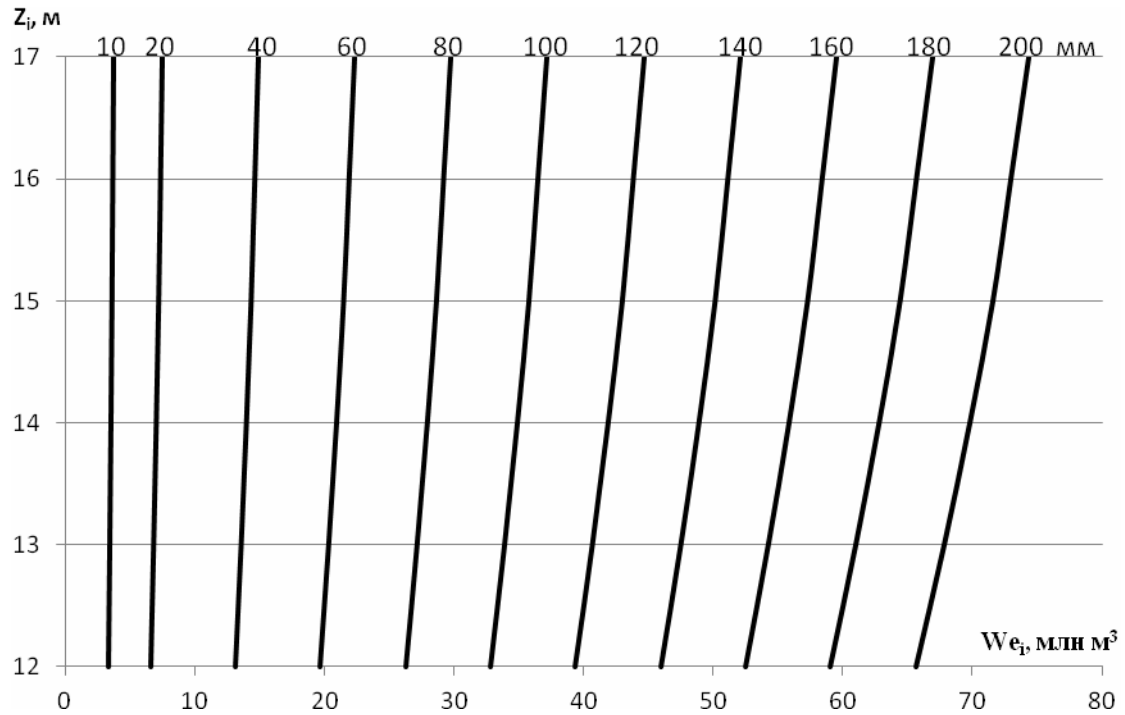


Рис. 12 – Графік для визначення втрат води на випаровування з ділянки 3

Таблиця 10 – Пошаровий розподіл втрат води на випаровування з четвертої ділянки Каховського водосховища (W_{e_i} , млн м³)

Рівень води, Z_i , м	Площа водного дзеркала, F_i , км ²	10	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
12	477	4,77	9,5	19,1	28,6	38,2	47,7	57,2	66,8	76,3	85,9	95,4
13	563	5,63	11,3	22,5	33,8	45,0	56,3	67,6	78,8	90,1	101	113
14	628	6,28	12,6	25,1	37,7	50,2	62,8	75,4	87,9	100	113	126
15	670	6,7	13,4	26,8	40,2	53,6	67,0	80,4	93,8	107	121	134
16	690	6,9	13,8	27,6	41,4	55,2	69,0	82,8	96,6	110	124	138
17	698	6,98	14,0	27,9	41,9	55,8	69,8	83,8	97,7	112	126	140

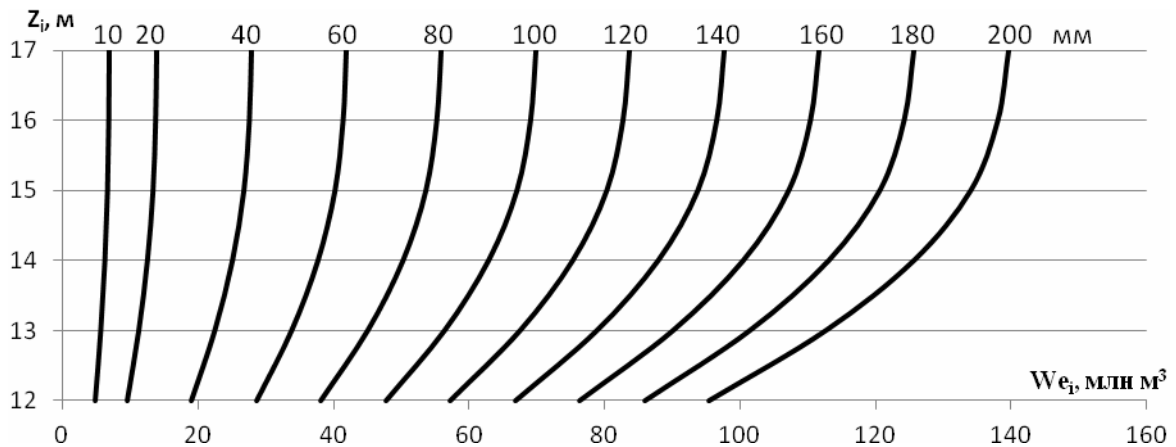


Рис. 13 – Графік для визначення втрат води на випаровування з ділянки 4

Таблиця 11 – Пошаровий розподіл втрат води на випаровування з п'ятої ділянки Каховського водосховища (We_i , млн m^3)

Рівень води, Z_i , м	Площа водного дзеркала, F_i , км ²	10	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
12	44	0,44	0,88	1,76	2,6	3,5	4,4	5,3	6,2	7,0	7,9	8,8
13	51	0,51	1,02	2,04	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,2	9,2	10,2
14	58	0,58	1,16	2,32	3,5	4,6	5,8	7,0	8,1	9,3	10,4	11,6
15	65	0,65	1,30	2,60	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13,0
16	73	0,73	1,46	2,92	4,4	5,8	7,3	8,8	10,2	11,7	13,1	14,6
17	80	0,8	1,60	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,0

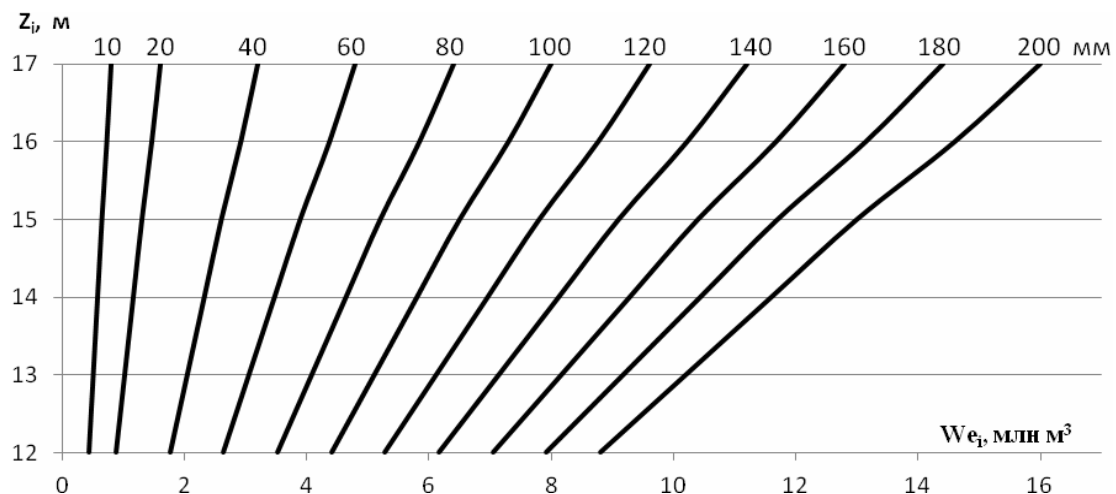


Рис. 14 – Графік для визначення втрат води на випаровування з ділянки 5

Для визначення об'єму втрат води на випаровування з водної поверхні відповідної ділянки Каховського водосховища за графіками (рис.5-14) необхідно на основі водобалансових розрахунків за відповідні місяці та за допомогою кривої об'ємів для усього водосховища $W=f(Z)$ визначити відповідну об'єму води у водосховищі на кінець місяця відмітку його рівня води. Для цієї відмітки при заданому (розрахованому) шарі випаровування [16] або за середньобаторічному шарі випаровування для відповідного місяця визначають сумарний об'єм води на випаровування по п'яти ділянках водосховища. Об'єм втрат води на випаровування за наступний місяць визначається аналогічно після проведення водобалансових розрахунків для усього водосховища та визначення відповідних йому загального об'єму та відмітки рівня води у водосховищі. Графіки для визначення показників випаровування для усієї акваторії водосховища наведені в [6,12].

Висновки та рекомендації.

1. Кожна окрема ділянка Каховського водосховища має властиві тільки їй гідрометеорологічні та морфометричні характеристики, які впливають на її термічний режим: різноманітні фізико-географічні умови, різну площу дзеркала води на ділянці, різну ширину, глибину, проточність, берегову лінію, наявність мілководь, інтенсивність вітрового впливу, швидкість течії та температуру води, антропогенний вплив і т.і.

Звідси показники випаровування, які розраховані для усієї акваторії водосховища за узагальненими даними і отримані як сума значень по п'яти його ділянках, площі яких значно різняться, не будуть співпадати. На наш погляд значення показників випаровування по окремих ділянках більш реальні і, відповідно, сума їх точніше відображує термічний режим усього водосховища, що відповідно впливає і на витратну складову водного балансу.

2. Побудовані графіки при визначенні наприкінці кожного місяця відмітки рівня води і розрахованому шарі випаровування з водної поверхні Каховського водосховища дозволяють оперативно визначати сумарні показники випаровування за рік по окремих його ділянках та усієї акваторії, співставляти їх та аналізувати, враховувати уточнення при розрахунках водних балансів водосховища.

Графіки (рис.5-9) можуть бути використані для передчасного визначення втрат води на випаровування безпосередньо без розрахунку значення шару випаровування з водної поверхні ділянок водосховища за середньобагаторічних місячних шарами випаровування та за відмітками рівня води без визначення відповідних їм площі водної поверхні.

3. Побудовані графіки дозволяють в умовах зміни клімату оперативно досліджувати та аналізувати частки об'ємів випаровування з водної поверхні кожної ділянки для заданої відмітки рівня води у водосховищі і постійному значенні шару випаровування або навпаки.

4. Наведені графіки, які враховують площу водного дзеркала кожної ділянки в залежності від відмітки рівня води у водосховищі, можуть бути рекомендовані для передчасних оперативних розрахунків показників випаровування з водної поверхні Каховського водосховища в практичних навчальних, проектних та наукових цілях.

Список літератури

1. *Леви И.И.* Инженерная гидрология. – М.: Высшая школа, 1968. – 240 с.
2. *Вуглинский В.С.* Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 223 с.
3. *Вишневський В.І., Косовець О.О.* Гідрологічні характеристики річок України. – К.: Ніка – Центр, 2003. – 324 с.
4. *Обухов Є.В.* Економіко-екологічні оцінки проектів великих українських водосховищ: Монографія. – Одеса: ТОВ „ІНВАЦ“, 2008. – 100 с.
5. *Обухов Є.В.* Водне господарство України: Підручник. – Одеса: “Поліграф”, 2012. – 203с.
6. *Обухов Є.В., Корягіна О.С., Корецький Є.П.* Узагальнені оцінки випаровування з Каховського водосховища: Монографія. – Одеса: Поліграф, 2012. – 130 с.
7. *Каганер М.С., Дюкель Н.Г.* Испарение с водной поверхности на территории Украины и Молдавии // Тр. УкрНИИГМИ. – 1966. – №64. – С. 155-180.
8. *Каганер М.С.* Испарение с водной поверхности днепровских водохранилищ СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 223 с.
9. *Викулина З.А., Натрус А.А.* Оценка испарения с поверхности водохранилищ по наблюденным гидрометеорологическим данным // Труды ГГИ. – 1976. – № 231.–С. 3-17.
10. *Руденко С.И.* Испарение с водной поверхности и потери на испарение с больших водохранилищ // Тр. ГГИ. – 1948. – Вып. 3(57). – С. 27-34.
11. *Указания по расчету испарения с поверхности водоемов.* – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 83 с.
12. *Обухов Е.В., Корягина Е.С.* Обобщение показателей и оценка испарения с водной поверхности Каховского водохранилища / Збірник матер. четвертого міжн. Еколог. форуму «Чисте МІСТО. Чиста РІКА. Чиста ПЛАНЕТА.»– Херсон: ХТПП, 2012.-С.171-176.
13. *Дніпровське басейнове управління водних ресурсів.*–К.:Держкомітет України по водному господарству, 2004. – 10 с.
14. *Атлас Днепровского бассейна. Каховское водохранилище.* – Киевская военно-картографическая фабрика, 2004.-48 с.
15. *Каховское водохранилище. Известны водоемы. Литература и статьи* [Електронний ресурс] – Режим доступа: http://my-fisging.org.ru>Kakhovskoe_vodokhranilichhe.
16. *Обухов Є.В., Корягіна О.С., Корецький Є.П.* Порівняльні розрахунки випаровування з водної поверхні Каховського водосховища в сучасних умовах // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Одеса, 2012. – Вип. 13. – С.187-195.
17. *Обухов Є.В., Корягіна О.С., Корецький Є.П.* Вплив температурного фактора на показники випаровування з водної поверхні Каховського водосховища // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Одеса, 2012. – Вип. 14. – С.160-169.

Дифференцированные оценки показателей испарения с акватории Каховского водохранилища. Обухов Е.В., Корягина Е.С., Корецкий Е.П.

На основании реальной гидрометеорологической информации за 55 лет эксплуатации водохранилища проведены обобщения расчетных показателей испарения с различных участков его акватории, выявлены и приведены графические зависимости.

Ключевые слова: испарение, акватория, водохранилище, показатели, распределение, потери, объем, слой, водный баланс.

Differentiated estimations of indexes of evaporation from the aquatorium of the Kakhovka reservoir.

Obukhov E.V., Koryagina E.S., Koretsky H.E.

Generalizations of calculation indexes of evaporation from the different areas of the reservoir aquatorium, deduce and result graphic dependences on the basis of the real hydrometeorological information for 55 of exploitation of reservoir.

Key words: evaporation, water area, reservoir performance, distribution losses, the volume of the layer, the water balance.

ОЦІНКА ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК ПІВДЕННИЙ БУГ, ДНІСТЕР ТА ДНІПРО У МЕЖАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Оцінений геоєкологічний стан та геоєкологічна надійність водних ресурсів басейнів річок Південний Буг, Дністер та Дніпро у межах Вінницької області станом на 1 січня 2009 року. Було виявлено, що геоєкологічний стан поверхневих вод регіону кваліфікувався як нестійкий з низьким рівнем геоєкологічної надійності. Отже, процеси самовідновлення та саморегуляції водних екосистем на дуже низькому рівні.

Ключові слова: *якість води, лімітуюча ознака шкідливості, геоєкологічний стан, геоєкологічна надійність.*

Вступ. Існує багато методів оцінки якості поверхневих вод. Але більшість з них не враховують ефект сумачії забруднювальних речовин у водному середовищі. Найбільш надійну оцінку якості водних об'єктів з екологічних позицій може дати такий спосіб оцінки якості води, який буде враховувати цей ефект. Одним з найдосконаліших методів оцінки якості вод є застосування комплексного показника геоєкологічного стану водних ресурсів водотоків (КПГЕС).

Матеріали і методи дослідження. Як вихідні дані для дослідження були використані дані гідрохімічного аналізу поверхневих вод Вінницької області за 17 показниками якості для 33-ох контрольних пунктів спостереження. 19 з них розміщені в басейні р. Південний Буг, 9 – в басейні р. Дністер, а 5 – на притоках р. Дніпро. В даній роботі проведена оцінка якості вод басейнів річок Південний Буг, Дністер та Дніпро у межах регіону за 2008 р на основі КПГЕС.

Комплексний показник геоєкологічного стану водних ресурсів водотоків запропонований З.В. Тимченко [1]. При його визначенні для речовин 1-го та 2-го класів небезпеки з однаковими лімітуючими ознаками шкідливості (ЛОШ) повинна виконуватися така вимога

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1, \quad (1)$$

де C_i , $ГДК_i$ – показник концентрації речовини та її норма (гранично допустима концентрація).

Враховуючи попереднє співвідношення, комплексний показник геоєкологічного стану водних ресурсів для груп речовин відповідної ЛОШ розраховується таким чином [2,3]

$$КПГЕС_{ЛОШ} = 1,0 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{ГДК_i} \right)_{ЛОШ} \quad (2)$$

За встановленими середніми і мінімальними значеннями КПГЕС проводять таку кваліфікацію геоєкологічного стану водних ресурсів річок:

- 1) Якщо середнє та мінімальне значення перевищують нуль, тоді геоєкологічний стан водних ресурсів за даною методикою визначається як *стійкий*;
- 2) Якщо середнє значення показника більше нуля, а мінімальне менше нуля, тоді стан водних ресурсів визначається як *стійкий в середньому з осередками нестійкості*;
- 3) Якщо середнє та мінімальне значення негативні, тоді геоєкологічний стан

водних ресурсів – нестійкий.

Згідно до СанПіНу № 4630-88 [4] всі показники якості води були розділені на три групи в залежності від лімітуючої ознаки шкідливості для вод господарсько-питного водокористування. Це такі групи: речовини загальносанітарної *ЛОШ* (завислі речовини, БСК₅, цинк); речовини санітарно-токсикологічної *ЛОШ* (фосфати, амоній-іон, нітрити, фториди, хром, кобальт, нікель, свинець, алюміній); речовини органолептичної *ЛОШ* (хлориди, сульфати, нафтопродукти, феноли, марганець, мідь, залізо).

В таблиці представлені результати розрахунку *КПГЕС* для кожного пункту спостереження окремо; для басейнів річок Південний Буг, Дністер, Дніпро в середньому; та для поверхневих вод в межах Вінницької області в цілому. Крім того, *КПГЕС* розраховувався з урахуванням ефекту сумачії *ЗР*, тобто для груп речовин загальносанітарної, санітарно-токсикологічної, органолептичної *ЛОШ*.

Таблиця - Результати розрахунку комплексного показника геоecологічного стану водних ресурсів Вінницької області (2008 р.)

№ контрольного пункту спостереження	<i>КПГЕС_{зсЛОШ}</i>	<i>КПГЕС_{с-тЛОШ}</i>	<i>КПГЕС_{оргЛОШ}</i>	<i>КПГЕС_{сеп}</i>
Басейн р. Південний Буг				
ств.1 р. Південний Буг, вище м.Хмільник	-1,15	0,02	0,31	-0,82
ств.2 р. Південний Буг, нижче м.Хмільник	-1,36	0,22	0,44	-0,7
ств.3 р. Південний Буг, вище м.Вінниця	-1,13	0,32	0,27	-0,94
ств.4 р. Південний Буг, нижче м.Вінниця	-1,48	0,05	0,17	-1,26
ств.5 р. Південний Буг, смт.Гнівань	-0,85	0,11	0,53	-0,21
ств.6 р. Південний Буг, смт.Сутиски	-1,4	0,32	0,44	-0,64
ств.7 р. Південний Буг, смт.Брацлав	-1,24	0,08	0,63	-0,53
ств.8 р. Південний Буг, м.Ладижин	-0,98	0,32	0,48	-0,18
ств.9 р. Південний Буг, с.Джулинка	-1,28	0,3	0,47	-0,51
ств.10 р. Згар, вище смт.Літин	-0,74	0,26	0,39	-0,09
ств.11 р. Згар, нижче смт.Літин	-1,22	0,03	0,4	-0,79
ств.12 р. Рів, м.Бар	-0,63	0,38	0,64	0,39
ств.13 р. Рів, м.Браїлів	-0,99	0,35	0,56	-0,08
ств.14 р. Соб, м.Іллінці	-0,78	0,4	0,58	0,2
ств.15 р. Соб, с. Мар'янівка	-0,83	0,44	0,57	-0,26
ств.16 р. Дохна, м.Бершадь	-0,95	0,27	0,56	-0,12

Продовження табл.

№ контрольного пункту спостереження	$KПГЕС_{зсЛОШ}$	$KПГЕС_{с-тЛОШ}$	$KПГЕС_{оргЛОШ}$	$KПГЕС_{сер}$
ств.17 р. Дохна, с.В.Кириївка	-0,97	0,27	0,56	-0,14
ств.18 р. Савранка, с.Вербка	-0,41	-0,59	0,42	-0,58
ств.19 р.Савранка, с.Ольгопіль	-0,84	0,25	0,52	-0,07
$KПГЕС_{мін}$	-1,48	-0,59	0,17	-1,48
$KПГЕС_{сер}$	-1,012	0,2	0,47	-0,385
Басейн р. Дністер				
ств.20 р. Дністер, с.Козлово	-1,59	0,44	0,53	-0,62
ств.21 р. Дністер, м.Могилів-Подільський	-2,43	0,39	0,27	-1,77
ств.22 р. Дністер, с.В.Кісниця	-1,61	0,4	0,36	-0,85
ств.23 р. Лядова, с.Ялтушків	-0,7	0,39	0,52	0,21
ств.24 р. Лядова, с.Яришів	-1,22	0,35	0,47	-0,4
ств.25 р. Русава, с.Антонівка	-0,55	0,11	0,57	0,13
ств.26 р. Русава, м.Ямпіль	-1,32	0,35	0,51	-0,46
ств.27 р. Мурафа, с.Станіславчик	-0,76	0,38	0,61	0,23
ств.28 р. Мурафа, м.Ямпіль	-1,43	0,29	0,49	-0,65
$KПГЕС_{мін}$	-2,43	0,11	0,27	-2,43
$KПГЕС_{сер}$	-1,29	0,34	0,47	-0,467
Басейн р. Дніпро				
ств.29 р. Гнилоп'ять, с.Бродецьке	-0,88	0,4	0,46	-0,02
ств.30 р. Гнилоп'ять, с.Жежелів	-1,19	0,25	0,4	-0,54
ств.31 р. Рось, вище м. Погребище	-1,26	0,27	0,48	0,51
ств.32 р. Рось, нижче м. Погребище	-1,72	0,19	0,34	-1,19
ств.33 р. Рось, с.Борщагівка	-1,17	0,35	0,54	-0,28
$KПГЕС_{мін}$	-1,72	0,19	0,34	-1,72
$KПГЕС_{сер}$	-1,244	0,292	0,44	-0,508
Загальне для водних об'єктів області $KПГЕС_{мін}$				-2,43
Загальне для водних об'єктів області $KПГЕС_{сер}$				-0,45

Основний вклад в забруднення водного середовища Вінницької області в 2008 р. (табл.) вносили речовини, які відносяться до групи речовин загальносанітарної ЛОШ.

Для басейнів всіх річок в межах області дані компоненти сприяють нестійкому геоecологічному стану водних ресурсів.

Вміст інгредієнтів санітарно-токсикологічної ЛОШ у воді характеризував геоecологічний стан водних ресурсів басейнів Дніпра та Дністра як *стійкий*, а басейну р. Південний Буг, як *в середньому стійкий з осередками нестійкості*.

Характеризуючи за допомогою КПГЕС вміст у воді речовин, які відносяться до органолептичної ЛОШ слід відмітити, що геоecологічний стан басейнів річок Дніпра, Дністра та Південного Бугу кваліфікувався як *стійкий*.

На рис. 1-3 наглядно представлений розподіл комплексних показників геоecологічного стану водних ресурсів басейнів річок Південного Бугу, Дністра та Дніпра у межах Вінницької області за 2008 р.

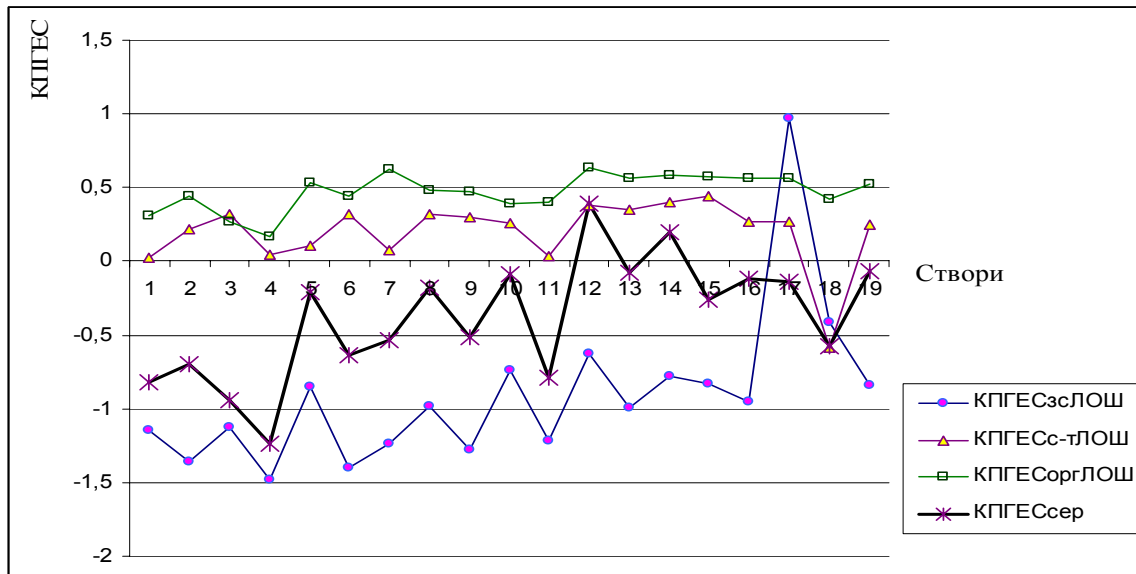


Рис. 1 – Зміна комплексних показників геоecологічного стану водних ресурсів Південного Бугу за течією.

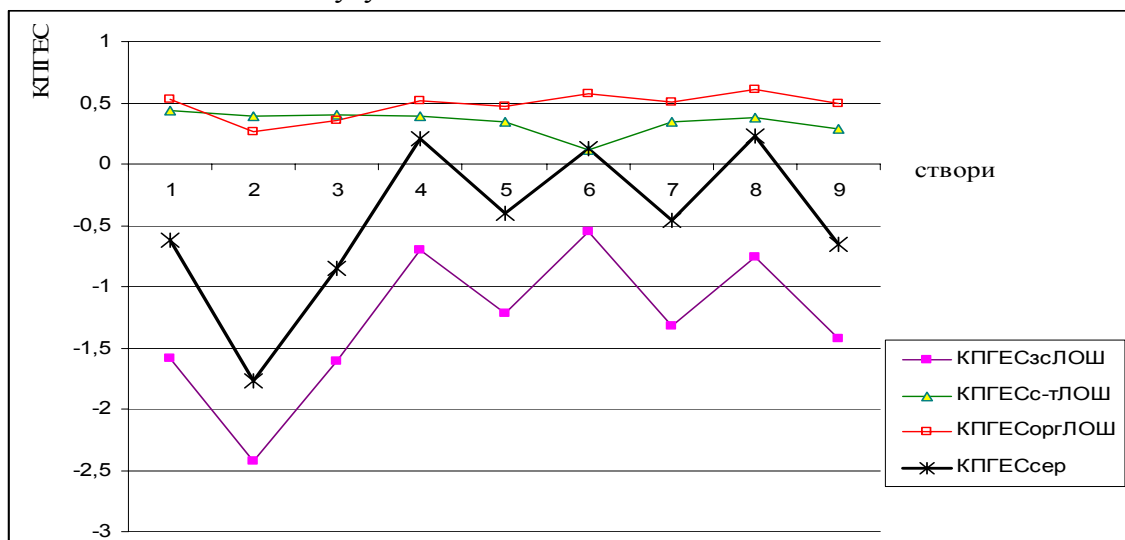


Рис. 2 – Зміна комплексних показників геоecологічного стану водних ресурсів р. Дністер.

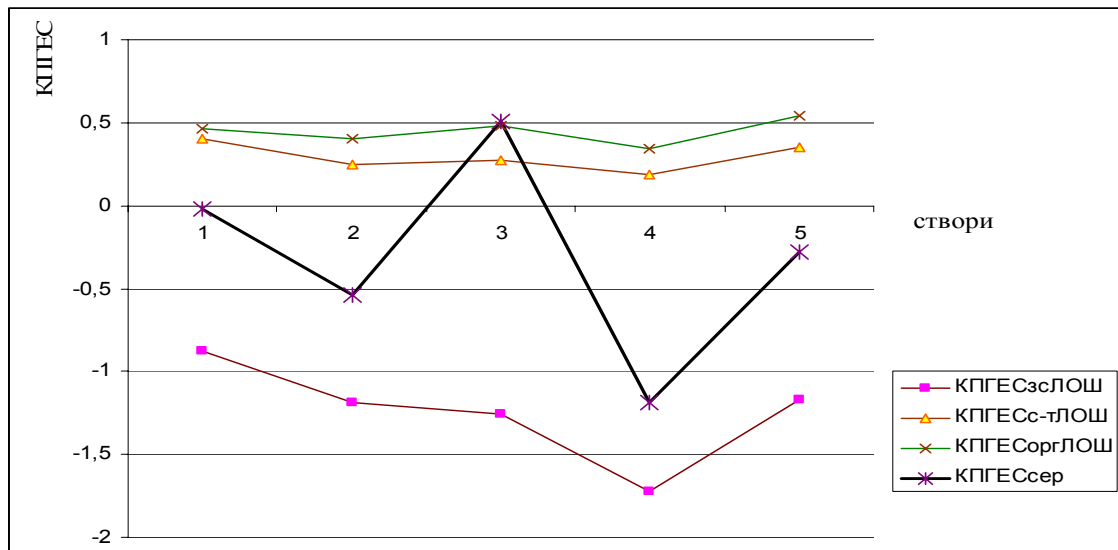


Рис. 3 – Зміна комплексних показників геоecологічного стану водних ресурсів приток р. Дніпро.

Взагалі геоecологічний стан поверхневих вод в межах Вінницької області в 2008 р. кваліфікується як *нестійкий*, тому що середнє і мінімальне значення загального для водних об'єктів області $KПГЕС$ менші нуля.

Якщо розглядати сукупність комплексних показників геоecологічного стану, обчислених на різних ділянках річки або в різні моменти часу, як статистичного ряду, складеного з випадкових величин, то це дозволяє провести аналіз ймовірності стійкого геоecологічного стану водних ресурсів річок за допомогою показника геоecологічної надійності ($ГЕН$)

$$ГЕН = 1 - \chi^2 / (2N - M + 0,5\chi^2), \quad (3)$$

де χ^2 - значення функції "хі-квадрат" при довірчій ймовірності, що приймається рівною 0,9;

N - загальне число значень $KПГЕС_{ср}$;

M - число значень $KПГЕС_{ср}$, менших критичного нульового значення.

Рівні геоecологічної надійності кваліфікуються таким чином:

- ✓ високий ($ГЕН \geq 0,9$);
- ✓ прийнятний ($0,9 > ГЕН \geq 0,8$);
- ✓ низький ($ГЕН < 0,8$).

В результаті розрахунків показника геоecологічної надійності для поверхневих вод Вінницької області вийшло, що

- 1) для вод басейну р. Південний Буг показник геоecологічної надійності становив - 0,23;
- 2) для вод р. Дністер та його приток - 0,24;
- 3) для приток р. Дніпро він був рівний 0,13.

Згідно з результатами розрахунків, взагалі для всіх басейнів річок в межах Вінницької області характерний *низький* рівень геоecологічної надійності. Тобто, процеси самовідновлення та саморегуляції водних екосистем на дуже низькому рівні. Отже, водні екосистеми регіону відчувають значне постійне антропогенне навантаження в виді скидів забруднених СВ в них.

Аналізуючи отримані результати, слід відзначити що стан забруднення поверхневих вод в області мало залежить від виробничої діяльності підприємств харчової і переробної промисловості, однак помітне високе забруднення водойм підприємствами житлово-комунального господарства.

Для поліпшення геоecологічного стану річок Південний Буг, Дністер та Дніпро (в межах Вінницької області) необхідно виконувати такі заходи: проводити моніторинг геоecологічного стану річок, встановлювати ГДС з урахуванням комплексних показників геоecологічного стану, підвищувати культуру землекористування, висаджувати ліси у водозбірних басейнах, де спостерігається знижена лісистість.

Першочергове виконання цих заходів повинно проводитись на територіях, що характеризуються нестійким геоecологічним станом. Велике значення для підтримки стійкого геоecологічного стану річок має роз'яснювальна робота, спрямована на пропаганду серед населення необхідності охорони річок від забруднення і виснаження.

Список літератури

1. Тимченко З.В. Водные ресурсы и экологическое состояние малых рек Крыма. - Симферополь: Доля, 2002. – 152 с.
2. Тимченко З.В. Оцінка геоecологічного стану водних ресурсів малих річок (на прикладі малих річок північного макросхилу Кримських гір). Автореф. дис. канд. геогр. наук. / Тавр. нац. ун-т ім. В.І.Вернадського. – Сімф., Вид-во Крим ІКС., 2000. – 22 с.
3. Швєбс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. – Одеса: Астропринт, 2003. - 392 с.
4. СанПиН №4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. М. – 1988.

Оценка геоecологического состояния рек Южный Буг, Днестр и Днепр в границах Винницкой области. Колесник А.В.

Оценено геоecологическое состояние и геоecологическая надежность водных ресурсов бассейнов рек Южный Буг, Днестр и Днепр, в пределах Винницкой области состоянием на 1 января 2009 года. Было обнаружено, что геоecологическое состояние поверхностных вод региона квалифицировалось как неустойчивое с низким уровнем геоecологической надежности. Следовательно, процессы самовосстановления и саморегуляции водных экосистем на очень низком уровне.

Ключевые слова: *качество воды, лимитирующий признак вредности, геоecологическое состояние, геоecологическая надежность.*

Assessment of a geoecological condition of the rivers the Southern Bug, Dnestr and Dnepr in borders of Vinnytsia region. A.V.Kolesnik

The geoecological condition and geoecological reliability of water resources of basins of the rivers the Southern Bug, Dnestr and Dnepr, within Vinnytsia region by a condition for January 1, 2009 was estimated. It was revealed that the geoecological condition of a surface water of the region was qualified as unstable with low level of geoecological reliability. Therefore, processes of self-restoration and self-control of water ecosystems are at very low level.

Keywords: *quality of the water, limiting sign of harm, geoecological condition, geoecological reliability.*

УДК 556.5

В.Я. Илюшин, к.г.н.

Одесский государственный экологический университет

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ДВУХСЛОЙНОЙ ЗОНЫ СМЕШЕНИЯ ЛИМАНА И ВЛИЯНИЕ НА НЕЁ РЕВЕРСИВНОГО ВОДООБМЕНА ЧЕРЕЗ ПРОЛИВ

Рассмотрен механизм формирования зоны смешения. Установлено, что в натурных условиях гидромеханический подход непродуктивен. Гидрологический метод изучения реальных зон смешения речных и морских вод устьевых взморий в настоящее время предпочтительнее. Высказанные гипотезы о водообмене, включая нетрадиционные, подтверждены анализом связей между гидравлическими характеристиками в Кинбурнском проливе.

Ключевые слова: морская и лиманная водные массы, корреляция, поверхность нулевых скоростей, галоклин.

Постановка проблемы. Формирование зоны смешения лимана определяется, прежде всего, притоком речных и морских вод, и оттоком лиманных вод через пролив. Хорошо известно, что пресные речные воды по своим физическим и химическим свойствам значительно отличаются от морских. В результате их смешения в лимане формируется лиманная водная масса, источники которой пространственно расположены с разных сторон зоны смешения в устьевой области, морской (океанической) и речной (континентальной). При закрытом устьевом взморье взаимодействие речной и морской водных масс, формирующих зону смешения, в значительной степени определяется реверсивным водообменом через пролив, спецификой динамики толщи вод зоны смешения и особенностями механизма взаимодействия речных и подстилающих их более плотных морских вод в этой зоне.

Зона смешения речных и морских вод в лимане в общем географическом понимании является зоной геоэкологического барьера между континентальными и океаническими водными массами. Поэтому изучение процесса формирования этой зоны имеет значение в первую очередь для водного населения этой зоны и касается оценки экологических свойств водного объекта.

Состояние исследований Специфика механизма взаимодействия речных и морских вод в зоне смешения определяется рядом гидромеханических, гидравлических и гидрологических процессов, как следствие притока речных вод, морских через пролив и оттока лиманных, различных типов ее стратификации:

- устойчивостью слоев зоны смешения к перемешиванию по вертикали;
- сдвиговыми напряжениями на поверхности раздела между речными и морскими водами, жидкой средой и дном, между слоями в толще воды. В условиях, когда речная вода движется по поверхности морской, фронтальная зона раздела речных и морских водных масс может быть в виде скачка плотности (при динамическом галоклине), в других случаях зоной вод, частично или полностью перемешанных по вертикали;
- общим гидродинамическим состоянием зоны смешения, определяемым физическими свойствами взаимодействующих водных масс и гидрологическими факторами, обуславливающими эти взаимодействия.

Структура зоны смешения определяется, прежде всего, устойчивостью слоев. Стратификацию в зоне смешения можно оценить по данным обычных гидрологических наблюдений, по кинематической формуле Хессельберга-Свердруп,

$$E = \lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{\Delta \rho}{\Delta z} = \frac{\partial \rho}{\partial t} \left(\frac{dt}{dz} - \frac{d\vartheta}{dz} \right) + \frac{\partial \rho}{\partial S} \frac{dS}{dz}, \quad (1)$$

где E - общая устойчивость слоев. Правая часть формулы представлена суммой температурной и соленостной устойчивости: $\Delta \rho / \Delta z$ - градиент плотности воды по вертикали, без учета потенциальной температуры; $(\partial \rho / \partial t) dt$ - изменение плотности воды в вертикальном направлении в зависимости от градиента температуры; dt/dz - приращение температуры в вертикальном направлении; $d\vartheta/dz$ - изменение потенциальной температуры по глубине; $(\partial \rho / \partial S) dS$ - изменение солености воды по вертикали, определяемое приращением солености.

Механизм разрушения поверхности раздела при переходном состоянии водной толщи в зоне смешения от динамического галоклина к частично или полностью перемешанной зоне, в теоретической гидромеханике и в лабораторных опытах определяется следующими безразмерными комплексами:

1) локальным числом Ричардсона

$$Ri = \frac{g}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial z} \left/ \left(\frac{dV}{dn} \right)^2 \right., \quad (2)$$

где g - ускорение силы тяжести; $\frac{\partial \rho}{\partial z}$ - градиент плотности воды в вертикальном направлении; $\frac{dV}{dn}$ - градиент скорости по нормали к скачку плотности;

2) локальным динамическим числом Ричардсона R_f

$$R_f = \frac{\frac{g}{s} \overline{u'_3 s'}}{u'_1 u'_3 \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_3}}, \quad (3)$$

где g - ускорение силы тяжести, s - субстанция (соленость), u'_3 - изменчивость пульсационной скорости по оси нормальной к наибольшему градиенту плотности, s' - пульсация субстанции, u'_1 - изменчивость пульсационной скорости по оси нормальной к наибольшему градиенту плотности; $\frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_3}$ - градиент усредненной скорости по оси нормальной к наибольшему градиенту плотности;

3) локальным числом Рейнольдса, впервые введенным Л.Г.Лойцянским,

$$Re_\delta = \frac{\Delta V \delta_\Delta}{\frac{\rho_1 \nu_1 + \rho_0 \nu_0}{\rho_1 + \rho_0}}, \quad (4)$$

где ν_1, ν_0 - кинематические коэффициенты разноплотностных жидкостей.

4) общеизвестным для всей толщи зоны смешения турбулентным числом Рейнольдса.

На основе линейной теории малых возмущений в теоретической гидромеханике показано, что условие роста во времени малых возмущений в слое раздела (в слое максимальных градиентов плотности по вертикали), может быть представлено зависимостью

$$F = Re_\delta * (Fr_\delta)^2, \quad (5)$$

где δ - толщина слоя малых возмущений в области пограничного слоя динамического галоклина. Это состояние отображается локальными безразмерными числами

Рейнольдса (4) и Фруда Fr_δ (6),

$$F = \frac{(\Delta V)^2}{g \frac{\Delta \rho}{\rho} \delta_d} * (Re_\delta), \quad (6)$$

Где ламинарное течение в слое раздела существует при $Re_\delta * (Fr_\delta)^2 = F \leq F_{кр} \approx 150$, а турбулентное перемешивание наблюдается при $Re_\delta * (Fr_\delta)^2 = F \leq F_{кр} \geq 1650$.

Промежуточные значения характеризуются числами:

- движение с регулярными устойчивыми внутренними волнами (500);
- движение с преобладанием нерегулярных длинных волн (800);
- с преобладанием коротких неустойчивых волн (1650).

В натурных условиях гидромеханику формирования зоны смешения проследить весьма сложно из-за кратковременности отдельных ее состояний, мелкомасштабной по времени динамики в зоне смешения. Гидрологический и гидравлический методы изучения реальных зон смешения в настоящее время, вероятно, оказываются предпочтительнее методов теоретической гидромеханики (истинно и то, что без ее результатов невозможен качественный анализ процессов, происходящих в зоне смешения).

Гидрологические и гидравлические факторы, обуславливающие взаимодействие морских и речных вод в зоне смешения и водообменных процессов в проливе, изучены недостаточно. Предполагаем, что эти факторы проявляются через следующие процессы и состояния зоны смешения, обуславливающие ее гидродинамику в естественных условиях:

- степень устойчивости процессов взаимодействия речных и морских водных масс в зоне смешения, особенностями источников их формирования, физических и химических свойств водных масс, особенностями динамики зоны смешения;
- возвратно-поступательным водообменом (дискретным, непрерывным двухслойным или трехслойным) через пролив, который соединяет лиман и море, и внутригодовым режимом речного стока;
- объемами поступающих в зону смешения морских и речных вод;
- механизмом обмена физико-химическими свойствами в толще зоны смешения, кинетикой химических реакций, отражающих разную скорость изменения свойств во времени взаимодействующих водных масс;
- общим гидродинамическим состоянием элементов системы “атмосфера-гидросфера-литосфера”.

Водообмен через пролив и его влияние на механизм формирования зоны смешения. Определение величин водо- и солеобмена через пролив возможно путем совместного решения уравнений водного и солевого балансов. Для больших промежутков времени (год, многолетние величины) таким способом находится установившийся характер обмена. Для оценки неустановившегося его характера нужно использовать балансовые уравнения в дифференциальной форме. Водо- и солеобмен можно также характеризовать уравнениями гидродинамики. Надежнее всего, все-таки, водо- и солеобмен через живое сечение пролива можно оценить непосредственными измерениями. В естественных условиях выполнить это весьма непросто.

Определяя обмен через пролив из уравнений гидродинамики, исходят из предположения, что движение установившееся, двухслойное и плоское (двухмерное). Решение плоской задачи предполагает использование некоторого количества данных непосредственных измерений, характеризующих установившийся режим в реальных морфометрических условиях конкретного пролива. Численные

методы позволяют решать задачу и для трехмерных условий, характеризуя при этом состояние обмена, но не саму динамику в его развитии.

Исходные данные. Наиболее полные непосредственные измерения расходов воды и солей в северо-западной части Черного моря проводились в Кинбурнском проливе, когда инициировалось его перекрытие в связи с переброской дунайских вод для орошения аридной зоны юга Украины. Измерения скоростей течений и солености вод проводились экспедициями СО ГОИНа и Днепро-Бугской устьевой станцией в июле и сентябре 1971 г. Суточные гидрологические станции выполнялись тремя судами, одновременно в разных местах по ширине пролива.

Непосредственные измерения показали, что режим течений и солености вод в проливе оказался настолько сложным в пространстве и изменчивым во времени, что этих наблюдений для высчитывания водо- и солеобмена через пролив оказалось совершенно недостаточно. Динамичность процесса водообмена здесь чрезвычайно активная, изменчивая и во времени и в пространстве, вследствие чего водо- и солеобмен невозможно привести к единому моменту времени и створу в проливе, без чего, понятно, оценка его балансовых составляющих невозможна.

Метод исследования. Используя эти данные, определим вероятную обусловленность отдельных свойств водообмена, путем усреднения измеренных значений характеристик на суточном промежутке времени, достаточном в отношении длительности измерений в точке и на отдельных вертикалях гидрологических станций. Особенности возвратно-поступательного обмена в проливе и зоне смешения будем устанавливать методом корреляции, привлекая для этих целей логически обоснованное влияние одних факторов на другие.

Для характеристики водообмена и солеобмена между лиманом и морем будем рассматривать изменчивость гидрологических характеристик в проливе и во всей зоне смешения в зависимости от взаимного положения двух специфических поверхностей, ответственных за водо- и солеобмен между морской водной массой и слабо осолоненной речной, не использующихся до сих пор в этих целях.

Первой такой характеристикой является поверхность скачка плотности в зоне смешения лимана и в проливе, совпадающей с поверхностью галоклина и *средней соленостью воды на каждой вертикали*. Динамика этой поверхности отражает изменение количества солей в зоне смешения, в лиманной (осолоненной речной) и морской водных массах. Подъем этой поверхности говорит о возрастании количества солей в зоне смешения, опускание – о том, что масса солей в зоне смешения уменьшается.

Количество солей в зоне необходимая, но недостаточная характеристика солености воды. Соленость воды в зоне смешения определяется также и объемом воды в ней.

Увеличение и уменьшение объема воды в зоне смешения характеризуется положением в толще воды поверхности раздела поля нулевых скоростей h_0 , являющейся второй нетрадиционной характеристикой. При возрастании притока морской воды в лиман поверхность раздела поля скоростей на каждой гидрологической вертикали, предположительно, должна подниматься к поверхности, а при увеличении оттока лиманных вод эта поверхность опускается ко дну, увеличивается заглубление h_0 .

Всесторонняя проверка этих гипотез данными наблюдений в естественных условиях составляют **задачи исследования**.

Результаты исследований. В установившихся условиях режима стратифицированной зоны смешения поверхность раздела поля скоростей h_0 всегда расположена ниже поверхности раздела скачка плотности (среднего значения

солёности h_s), которая менее динамична, чем первая. Изучение в лабораторных условиях стационарного поведения клина солёной воды показало, что эта разность составляет относительную величину - 0,12, [1].

Исследование взаимного положения специфических поверхностей, принятых нами в качестве сигнальной системы водо- и солеобмена между лиманом и морем, объясняет особенности перехода от установившихся условий к неустановившимся. Становится понятным противоречивое на первый взгляд суждение о большей динамичности водного режима по сравнению с солевым, при хорошо выраженной синфазности на отдельных вертикалях зоны смешения речных и морских вод, и с некоторым сдвигом колебаний солёности по отношению к скорости в зоне смешения.

Переход от установившегося режима к неустановившемуся не только водного, но и солевого, обеспечивается быстрой перестройкой поля скоростей. Мобилизация выноса солёных вод из лимана, или поступления солей в зону смешения, осуществляется при этом перестройкой не поля солёности, а главным образом перемещением по вертикали в толще воды границы раздела поля скоростей h_0 . Это ведет к соответствующему изменению не только средней скорости в поперечном сечении пролива, но и площади водного сечения. Обменные расходы при этом возрастают или уменьшаются по нелинейному закону, определяемому произведением скорости V на площадь ω , $Q=V\omega$, обуславливая тем смену фаз засоления и рассоления в солевом балансе.

Резкое увеличение выноса солей достигается такой перестройкой поля скоростей, при котором граница раздела h_0 поля скоростей опускается ниже положения границы, отвечающей установившимся условиям. Когда граница раздела поля скоростей достигнет дна, наступает момент однонаправленного (дискретного) обмена через пролив. Течение из лимана охватывает при этом все сечение пролива.

Рост поступления солей в лиман осуществляется при подъеме поверхности раздела поля скоростей относительно положения ее в установившихся условиях. В предельном случае, когда поверхность раздела скоростей, нулевого значения скорости, достигает открытой водной поверхности, тоже происходит замена непрерывного двухслойного обмена – однонаправленным, дискретным обменом вод через все сечение пролива.

Из анализа видно, что роль дискретного обмена является частным случаем общего случая – непрерывного двухслойного водообмена через пролив. Мерой проявления этого типа обмена во времени является момент достижения границей раздела нулевого значения скорости дна или открытой водной поверхности.

В первом случае водо- и солеобмен имеют знак минус в отношении всей лиманной зоны смешения, во втором – плюс.

Относительная разность между пересечением на каждой вертикали зоны смешения характерных поверхностей, определяется формулой, полученной автором статьи ранее для всей зоны смешения

$$\frac{h_s - h_0}{H} = \kappa \left(1 - \frac{V_p}{2V_M} \right), \quad (7)$$

где h_s - заглубление на вертикали средней солёности, h_0 - заглубление на вертикали нулевого значения скорости в зоне смешения, H - глубина, V_p - средняя скорость осолоненной речной воды (лиманной) на вертикали зоны смешения относительно точки h_0 , V_M - средняя скорость морской воды на вертикали зоны смешения относительно точки h_0 ; κ - коэффициент формы русла. В данном случае предполагается, что поверхность средней солёности на каждой вертикали и максимального градиента плотности в толще воды зоны смешения совпадают. Это

справедливо для условий однородной температуры воды в зоне смешения или, в случае неоднородной температуры во всей толще, однородной, отдельно, в морской и речной водных массах, составляющих структуру зону смешения.

Гидрологические факторы, влияющие на процесс взаимодействия морских и речных вод в зоне смешения, будем проверять наблюдаемыми данными водо- и солеобменных характеристик в проливе, в июле и сентябре 1971г. Изменчивость усредненных гидрологических показателей будем рассматривать путем изучения их влияния на относительную разность специфических поверхностей. Таких как: изменчивость уровня на водпосту Очаков, средней скорости поступления в лиман морской воды, а также изменчивость отношения средних скоростей вытекающего в верхних слоях лиманного потока и поступающего в лиман морского в нижних слоях, через поперечное сечение Кинбурнского пролива. Сравнивать будем характеристики, вычисленные *относительно поверхности нулевых скоростей в проливе* и вычисленные по формуле (7), табл. 1.

Таблица 1 - Усредненные по суточным интервалам времени характеристики водно-солевого обмена через Кинбурнский пролив, относительно поверхности нулевых скоростей

Дата	H , см	$h_{S,M}$	$h_{0,M}$	$\frac{h_S - h_0}{H}$	V_L , см/с	V_M , см/с	$\frac{V_L}{V_M}$	$\frac{V_L}{2 V_M}$	$\frac{h_S - h_0}{H}$ по (1)
22.VII.1971г.	472	3,7	7,0	-0,33	-14,5	2,4	6,4	3,2	-0,35
23.VII.1971г.	474	3,3	2,3	0,10	-3,7	7,5	0,49	0,25	0,12
24.VII.1971г.	473	3,4	4,0	-0,06	-10,0	3,0	3,33	1,66	-0,11
25.VII.1971г.	472	4,4	2,4	0,20	-11,0	12,0	0,92	0,46	0,09
26.VII.1971г.	467	3,9	4,6	-0,07	-14,0	8,3	1,69	0,84	0,03
27.VII.1971г.	473	3,8	2,7	0,11	-10,5	8,0	1,31	0,66	0,05
28.VII. 1971г.	472	4,0	4,0	0,0	-16,0	6,0	2,67	1,34	-0,05
14. IX. 1971г	466	3,8	5,2(3.2)	-0,14(0.06)	-10,5	3,0	0,44	0,22	0,12
15. IX. 1971г	471	3,1	2,2	0,09	-3,0	7,5	0,40	0,20	0,12
16. IX. 1971г	471	3,2	4,2	-0,10	-6,5	2,5	2,6	1,3	-0,05
18. IX. 1971г	464	4,6	4,5	0,01	-10,4	3,3	3,15	1,68	-0,11

Примечание:

H – Уровень на водпосту Очаков

h_S – средняя глубина линии скачка плотности на разрезе через Кинбурнский пролив,

h_0 – средняя глубина линии нулевой скорости на разрезе через Кинбурнский пролив,

$(h_S - h_0) / H$ – относительная разность глубин линии скачка плотности и линии нулевых скоростей, где H – средняя глубина на поперечном разрезе пролива,

V_L – средняя скорость лиманной воды, вытекающей из лимана,

V_M – средняя скорость поступления в лиман морской воды,

V_L / V_M – скалярные величины отношения средних скоростей через гидрологический разрез в Кинбурнском проливе.

(Цифры в скобках за 14. IX. 1971г являются исправленными значениями, они в расчетах не использованы)

По данным табл. 1 вычислены коэффициенты линейной корреляции, с целью выявления значимости отдельных факторов взаимосвязей. Характеристики водо- и солеобмена через Кинбурнский пролив отражают реверсный режим обмена. Эти оценки представлены в виде матрицы коэффициентов линейных связей различных факторов, табл. 2.

Таблица 2 - Корреляционная матрица характеристик водо- и солеобмена через Кинбурнский пролив, вычисленных относительно линии нулевых скоростей на поперечном разрезе через пролив

	H	h_S	h_0	$\frac{h_S - h_0}{H}$	V_L	V_M	V_L/V_M
H	1	-0,507	-0,391	0,225	0,202	0,274	-0,043
h_S		1	0,163	0,164	-0,611	-0,225	-0,116
h_0			1	-0,947	-0,606	0,708	-0,764
$h_S - h_0$				1	-0,406	0,782	-0,726
V_L					1	0,078	-0,526
V_M						1	0,588
V_L/V_M							1

Примечание: обозначение см. таб. 1

Подвергая анализу корреляционную таблицу, можно сделать вывод, что поле солёности зоны смешения весьма слабо реагирует на динамику поля скоростей, а возвратно-поступательный характер солевого обмена через пролив оказывает незначительное влияние на солёность вод зоны смешения. На характеристику поля солёности, отображенную через h_S , существенное влияние оказывает вынос лиманных вод и солей через пролив, см. вторую строку в табл. 2. Отток лиманных вод V_L имеет обратную связь с показателем поля солёности, коэффициент линейной корреляции между ними - 0.61. Влияние поступающих морских вод через пролив на положение поверхности скачка плотности h_S в зоне смешения незначительное, корреляция едва прослеживается, равна 0.26.

Записанные выше по тексту тезисы, относительно роли и значения поверхности нулевых скоростей, высказанные в качестве гипотез, подтверждаются анализом рис. 1,2,3.

Разность между поверхностью, объединяющей средние значения солёности на каждой вертикали h_S , и поверхностью нулевых скоростей h_0 , на этих же вертикалях и разделяющих поле течений на противоположно направленные потоки, больше зависит от сильно изменчивого поля скоростей, а не от инерционного поля солёности. Коэффициент корреляции в этом случае равен -0.95, что указывает на обратную причинно-следственную и почти аналитическую зависимость этих характеристик, рис. 4а. В случае оценки влияния водо- и солеобмена через пролив, посредством использования взаимосвязи h_0 и h_S , установлено, что эти процессы практически независимы, корреляция между ними практически отсутствует, 0.16, табл.2. Разница между этими величинами является величиной случайной. Это понятно, если учесть, что приток морских вод зависит от множества гидрофизических и динамических характеристик с морской стороны пролива, а со стороны лимана на скорость оттока лиманных вод влияет значительное количество других факторов (ход уровня, приток речных вод, волнение в лимане и на морской акватории и пр.)

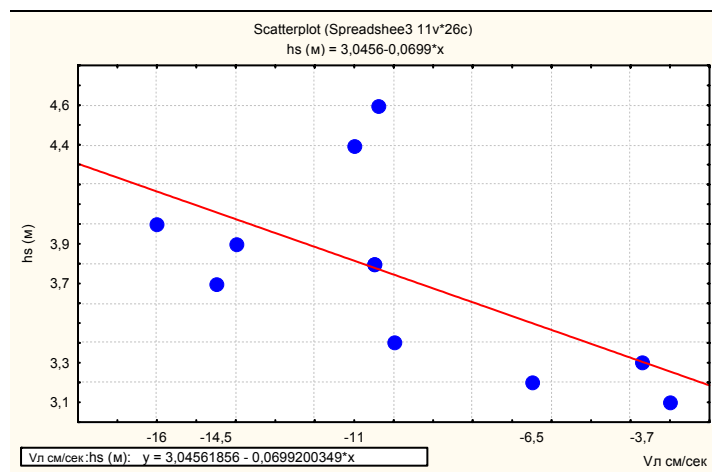


Рис.1 - Зависимость положения линии раздела водных масс h_s в поле скоростей от средней скорости V_l выноса из зоны смешения лимана осолоненных речных вод

Анализ зависимости показывает, что при увеличении скорости вытекающей лиманной воды $-V_l$ граница раздела скачка плотности h_s понижается (уменьшается толщина слоя h_s , увеличивается ее заглубление).

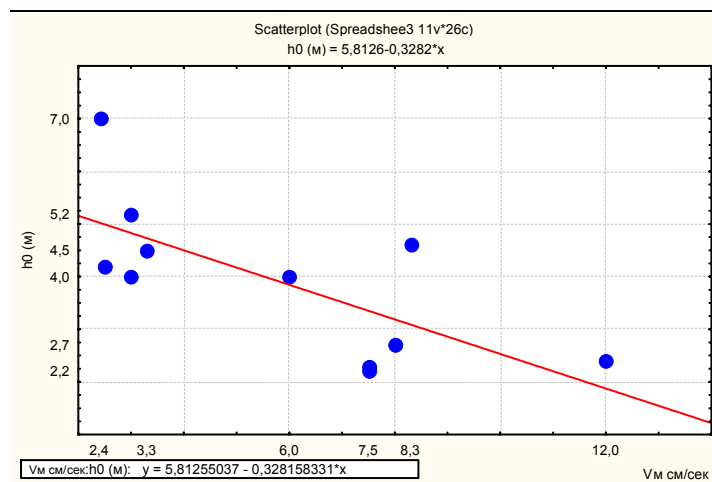


Рис.2 - Зависимость положения линии раздела поля скоростей h_0 от средней скорости поступления в зону смешения лимана вод V_m морских вод

Зависимость, представленная на рис.2, показывает, что при увеличении притока морской воды $+V_m$ глубина линии раздела поля скоростей поднимается к поверхности (уменьшается слой h_0).

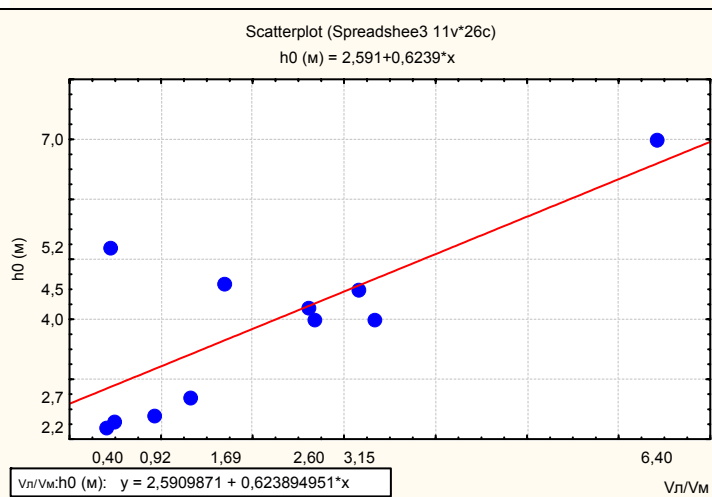


Рис.3 - Зависимость положения линии раздела поля скоростей h_0 от отношения средних скоростей противоположно направленных потоков воды в проливе (V_l/V_m)

Зависимость на рис. 3 показывает однозначно, что при увеличении отношения скоростей (V_l/V_m) заглубление линии нулевых скоростей возрастает.

Зависимость между специфическими поверхностями, записанными в виде формулы (1), отражает факт объективного существования таких отношений в процессе взаимодействия различных водных масс, морской и лиманной, рис.4б. Теснота взаимодействия характеризуется отношением скоростей, корреляцией $-0,73$, табл.2.

Влияние оттока лиманных вод V_l имеет обратную связь с относительной разностью специфических поверхностей, коэффициент линейной корреляции между ними $-0,61$, почти достигает вероятности среднего квадратического отклонения $0,67$.

Скорость притока в зону смешения морских вод через пролив V_m оказывает слабое влияние на относительную разность взаимного положения специфических

поверхностей $(\frac{h_s - h_0}{H})$, формула (8)

$$\left(\frac{h_s - h_0}{H}\right) = 0.1088 - 0.5929(V_{\text{л}}/V_{\text{м}}), \quad (8)$$

о чем свидетельствует малый коэффициент корреляции между ними, равный 0.26.

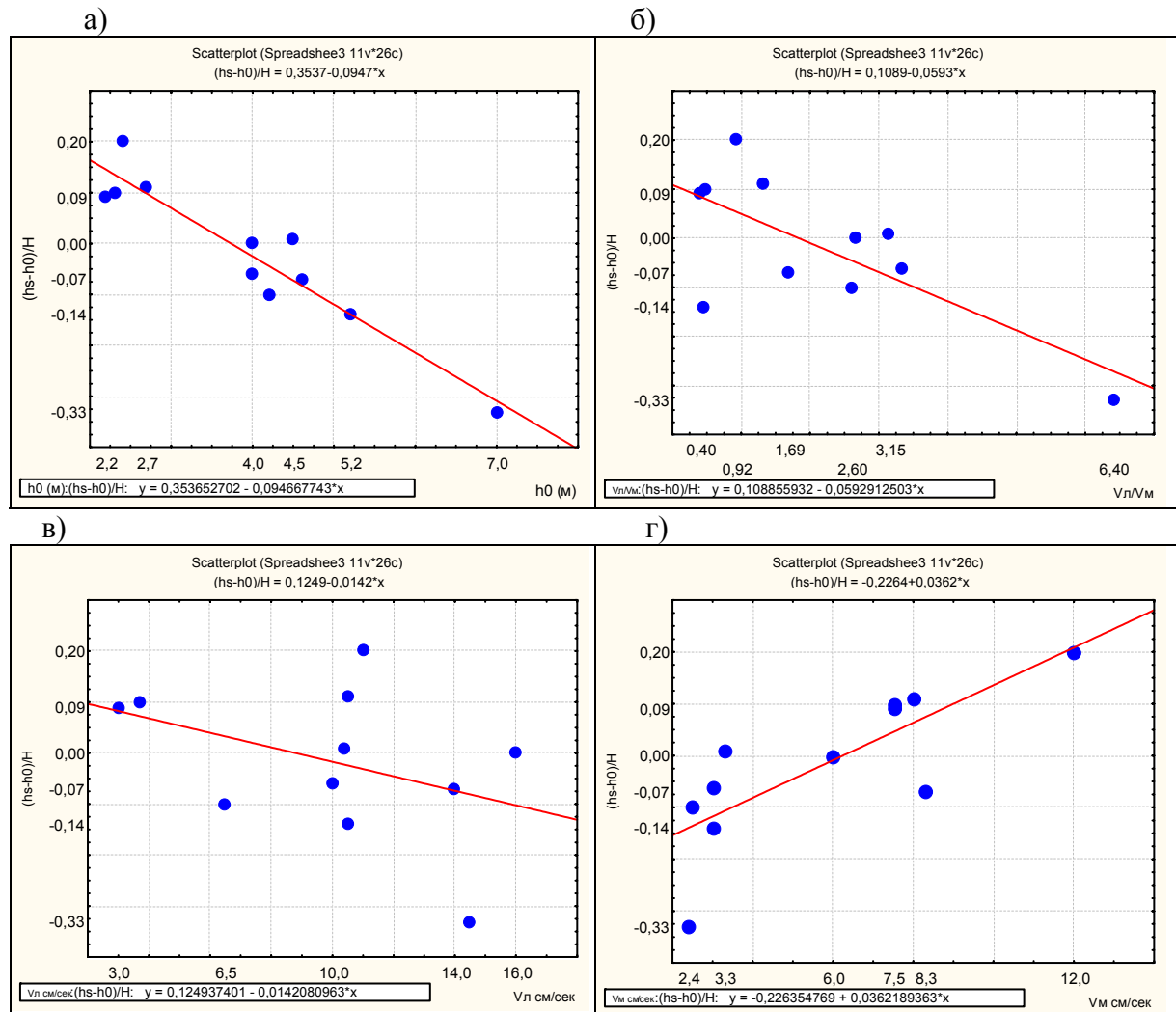


Рис.4 - Зависимость при не установившемся режиме водообмена через

Кинбурнский пролив относительной разности глубин $(\frac{h_s - h_0}{H})$, скачка солёности

(плотности) h_s и линии нулевых скоростей h_0 :

а) от глубины линии нулевых скоростей h_0 ,

б) от отношения скоростей вытекающих через пролив лиманных вод и поступающих морских $(V_{\text{л}}/V_{\text{м}})$,

в) от средней скорости лиманного потока $V_{\text{л}}$,

г) от средней скорости морского потока $V_{\text{м}}$.

Сравнение величин, рассчитанных по уравнению (8) и вычисленных по формуле (7), позволяет сделать заключение о стабильности нетрадиционного показателя $(\frac{h_s - h_0}{H})$, отражающего механизм формирования зоны смешения в

естественных неустановившихся условиях. В Днепровском лимане сгонно-нагонный режим в среднестатистическом году наблюдается до 80% годового периода.

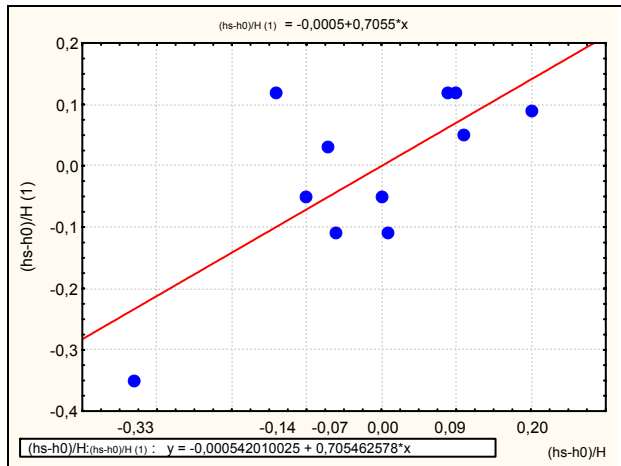


Рис.5 - График связи безразмерного показателя $\frac{h_s - h_0}{H}$, рассчитанного по формуле и вычисленного по наблюдениям в 1971 г. имеет корреляцию $r = 0.72$.

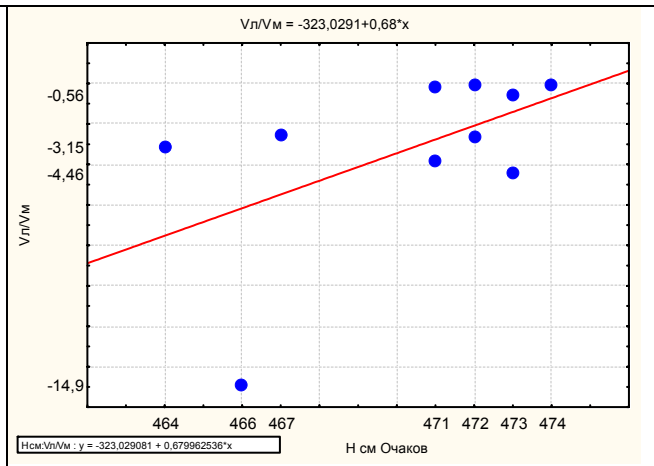


Рис.6 - Зависимость на гидрологическом разрезе Кинбурнского пролива отношения средней скорости вытекающей через пролив лиманной воды к средней скорости поступающей в лиман морской воды ($V_{л}/V_{м}$) от высоты уровня H . Линейная корреляция $r = 0.524$.

Линия связи сравниваемых величин на графике рис.5 проходит под углом 45° , свидетельствует об одинаковой природе их происхождения. Коэффициент линейной корреляции между ними 0.72, достаточный для измеренных характеристик в условиях чрезвычайной изменчивости этого показателя в природе. Следует заметить, что точка с координатами (-0.14, 0.44), рис. 4б и другими координатами на рис. 4г, полученная по измерениям 14. IX. 1971г., по нашему мнению, является сомнительной. Это подтверждается также рис. 6, на нем показана зависимость уровня от средних скоростей, характеризующих лиманный и морской потоки через пролив. Точка при уровне $H=466$ см явно выпадает из общей картины их местонахождения на рисунках, без нее корреляция была бы сильнее, а уравнения связи были бы другими.

Рассмотрим водо- и солеобмен через пролив теоретически, используя балансовые уравнения в дифференциальной форме. Из совместного решения водного и солевого балансовых уравнений получено, что гидрологические характеристики в этой зоне взаимосвязаны следующим рекуррентным соотношением:

$$\bar{S} = \bar{S}_{t=0} \exp \left\{ \left[\frac{\left(\frac{S_m}{\bar{S}} - 1 \right) Q_m - Q_p - \left(\frac{S_l}{\bar{S}} - 1 \right) Q_l}{v} \right] t \right\}, \quad (9)$$

где $\bar{S}$ - средняя соленость вод в зоне смешения лимана, S_m - соленость морских вод, поступающих в лиман через пролив, соединяющий его с морем, S_l - соленость лиманных вод, вытекающих из лимана через пролив, Q_m - приток морских вод, поступающих через пролив в единицу времени в зону смешения, Q_p - приток речных вод, поступающих в зону смешения, Q_l - расход лиманных вод через пролив,

вытекающих из зоны смешения лимана в море, V – объем зоны смешения, t – время. Непосредственный расчет по формулам (9) возможен при наличии сведений о стоке Днепра, водо- и солеобмене в Кинбурнском проливе, относительном содержании речных вод в морской водной массе и морских — в лиманной, кривой объемов, выполненной по длине лимана. Отсутствие полных сведений затрудняет прямое решение задачи.

Указанная теоретическая зависимость может быть использована как структурная при эмпирическом обобщении материалов по водно-солевому режиму. При этом весьма перспективны зависимости, устанавливающие соотношение между соленостью и стоком, так как величину стока можно предвычислять на основе учета планирования хозяйственной деятельности по его использованию в будущем.

Из формулы (9) можно получить соотношение, связывающее водно-балансовые характеристики реверсивного обмена в проливе. Для этого представим объем зоны осолонения V в виде произведения средней площади водного сечения $\bar{\omega}$ на протяженность x осолоненного участка $V = \bar{\omega}x$. Тогда из (9) имеем

$$\frac{x}{t} = \frac{\left(\frac{S_m}{S} - 1\right)Q_m - Q_p - \left(\frac{S_l}{S} - 1\right)Q_l}{\bar{\omega} \ln \frac{S}{S_{t=0}}}. \quad (10)$$

Каждой установившейся фазе процесса взаимодействия речных и морских вод в зоне смешения лимана соответствует

$$Q_l = Q_m + Q_p. \quad (11)$$

Известно также, что при не изменяющемся речном стоке возвратно-поступательное (реверсивное) движение фронта соленой воды в лимане прекращается. В таком случае левая часть (10) равна нулю, поскольку $\frac{x}{t}$ – скорость перемещения фронта соленой воды в придонном слое. Преобразовывая (10), получим элегантное соотношение между гидрологическими характеристиками водо- и солеобмена в проливе, соединяющем лиман и море:

$$Q_m = \left(\frac{S_l}{S_m - S_l} \right) Q_p. \quad (12)$$

Таким образом, выбирая расчетный интервал t , достаточный для стабилизации фронта соленой воды (речного створа зоны смешения), тем самым получаем стабильные отношения между Q_l , Q_m , Q_p , а также между S_l , S_m , измеряемыми в проливе, соединяющем лиман и море. Для определения притока морской воды в зону смешения лимана требуется знать соленость вод, вытекающих из лимана, и соленость поступающих через пролив морских вод.

Выводы.

1. Гидрологический и гидравлический методы изучения реальных зон смешения речных и морских вод устьевых взморий в настоящее время предпочтительнее методов теоретической гидромеханики (истинно и то, что без ее результатов невозможен качественный анализ процессов, происходящих в зоне смешения).

2. В результате изучения водообмена через пролив, на примере Кинбурнского

пролива, соединяющего северо-западную часть Черного моря и Днепровско-Бугский лиман, получены линейные корреляционные оценки взаимосвязанных между собой зависимостей: уровня по водпосту Очаков; средней глубины галоклина (линии скачка плотности на разрезе через Кинбурнский пролив); местоположения средней глубины линии нулевой скорости на разрезе через пролив; относительной разности глубин скачка плотности и нулевых скоростей, определяющих степень динамичности процесса водообмена, включая неустановившиеся фазы; средней скорости лиманной воды, вытекающей в море, и средней скорости поступления в лиман морской воды; отношения средних скоростей вытекающего лиманного потока и поступающего в лиман морского.

3. Высказанные в статье гипотезы, характеризующие процесс водообмена, подтверждены анализом связей гидравлических характеристик, включая нетрадиционные, полученные из натурных наблюдений, усредненных на суточных масштабах.

4. Показано, что дискретный обмен через поперечное сечение Кинбурнского пролива является частным случаем непрерывного двухслойного, поэтому можно считать, что математические двухслойные модели полностью характеризуют водообмен через двухмерные проливы, соединяющие различные водоемы.

5. Получена теоретическая зависимость установившегося обмена через пролив, позволяющая в сумме с анализируемыми оригинальными гидрологическими (гидравлическими) характеристиками, решать задачи, касающиеся оценки реверсивного водо- и солеобмена лимана с морем.

Литература

1. Кейлеган Д. Г. Механизм образования неподвижного клина соленой воды. ///- В сб. Гидродинамика береговой зоны и эстуариев. Под ред А.Т. Иппена, -Л.: Гидрометеиздат, 1970. -394 с.

Механізм формування двошарової зони змішення лиману і вплив на неї реверсивного водообміну через протоку. Ілюшин В.Я.

Розглянуто механізм формування зони змішення. Встановлено, що в натурних умовах гідромеханічний підхід непродуктивний. Гідрологічний метод вивчення реальних зон змішення річкових і морських вод гирлових узмор'їв в даний час переважний. Висловлені гіпотези про водообмін, включаючи нетрадиційні, підтверджені аналізом зв'язків між гідравлічними характеристиками в Кинбурнській протоці.

Ключові слова: морська і лиманова водні маси, кореляція, поверхня нульових швидкостей, галоклін.

Mechanism of forming of the double-layer estuary mixing area and influence of reversible water cycle through a channel. Iliushin V.Ya.

The mechanism of forming of mixing area is studied. It was found that for fully natural conditions the hydromechanic approach is unproductive. Today the hydrological method to study the mixing areas of river and marine coastal waters in estuarine is preferable. The proposed hypotheses about water cycle including untraditional ones are confirmed by the analysis of connections between hydraulic descriptions in the strait of the Kinburn.

Keywords: marine and estuary water masses, correlation, zero speed surface, halocline.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЗВЕСИ ПРИ ЗАЛПОВЫХ СБРОСАХ

В статье предложена инженерная методика расчета распространения взвешенного вещества при его залповых сбросах в водную среду (дампинг грунтов).

Ключевые слова: инженерная методика, неустановившаяся турбулентная диффузия, взвесь, водная среда.

Введение. Ежегодно в Азово-Черноморском бассейне при поддержании навигационных глубин на подходных каналах к морским портам извлекаются сотни тысяч кубических метров грунта.

Альтернативными методами, полностью исключаящими воздействие материалов дночерпания на морскую среду, являются различные виды использования грунтов для хозяйственных целей. Утилизация незначительных объемов грунтов дноуглубления проводится, в основном, путем намыва их на береговые зоны с целью создания техногенных территорий, в первую очередь для селитебных и военных нужд. Широкому внедрению новых методов мешают трудности материального, технического и организационного характера.

Пока альтернативные технологии использования грунтов дноуглубления не налажены, наиболее распространенным решением проблемы является захоронение этих грунтов в море, так как их основная масса по своим физическим и химическим свойствам, как правило, не может быть утилизирована.

В связи с возросшими объемами сбрасываемых грунтов на шельфе и отсутствием практических рекомендаций, которые позволили бы специалистам (инженерам) осуществлять прогноз распространения взвесей при дампинге грунтов, разработка инженерной методики для расчета транспорта взвешенных веществ является актуальной.

Целью настоящего исследования является разработка методических рекомендаций по расчету распространения взвеси при залповых сбросах.

1 Общие положения

1.1 Предлагаемая методика применяется для моделирования распространения взвешенного вещества при его залповых сбросах в водную среду (дампинг грунтов).

1.2 Методика позволяет получить: распределение концентрации взвеси (по вертикали и в горизонтальной плоскости) в облаке загрязнения в разные моменты времени после ее сброса; максимальное и среднее значения концентрации взвеси в контрольном створе; общее количество взвеси, вынесенное за пределы упомянутого створа; площадь заиления дна.

1.3 Математической моделью удобно пользоваться для выполнения расчетов распространения взвеси на небольшие расстояния (например, до контрольных створов, расположенных на расстоянии 500 м).

1.4 При исследовании транспортировки взвешенного вещества на большие расстояния для снижения общего количества расчетов на одном из этапов моделирования необходимо выполнить укрупнение пространственно-временных шагов модели (пп. 4.18-4.21).

2 Исходные данные для выполнения расчетов

2.1 Исходными данными для выполнения расчетов являются данные о

сбрасываемых грунтах дноуглубления, технологии разгрузки судна на отвале, данные, характеризующие природные условия среды в районе дампинга, и справочные материалы.

2.2 Данные, характеризующие грунты дноуглубления, включают:

- гранулометрический состав;
- объемный вес;
- удельный вес;
- удельное сцепление.

Характеристики грунта определяются по результатам инженерно-геологических изысканий либо принимаются нормативные значения для рассматриваемого вида грунтов.

2.3 Технологические параметры, характеризующие дампинг грунта:

- тип грунтоотвозного судна по принципу разгрузки на отвале (через днищевые люки или судно с раскрывающимся корпусом типа «гидроклапп»);
- норма загрузки трюма грунтом. Определяется в соответствии с «Нормами на морские дноуглубительные работы» (РД 31.74. 09-86);
- осадка судна в грузу. Определяется по технической характеристике грунтоотвозного судна;
- ширина, длина и угол поворота до полного открытия створок днищевых дверей (люков) или длина трюма и ширина раскрытия корпуса (для шаланд типа «гидроклапп»). Определяются по технической документации на грунтоотвозные суда;
- время раскрытия створок днищевых дверей (время раскрытия корпуса для шаланд типа «гидроклапп») и время полного опорожнения трюма. Определяются в результате наблюдения за дампингом грунта либо по данным производственной организации владельца судна;
- концентрация взвешенного вещества в момент сброса.

2.4 Данные, характеризующие природные условия в районе дампинга:

- глубина воды на подводном отвале;
- коэффициент турбулентной диффузии. Определяется расчетным путем (п. 3.4);
- средняя скорость течения. Определяется по данным гидрологических изысканий, по имеющимся режимным характеристикам района дампинга либо рассчитывается (п. 3.6).

2.5 Справочные данные для выполнения расчетов включают:

- расстояние до контрольного створа. Для соблюдения рыбохозяйственных норм это расстояние составляет 500 м для водотоков и водоемов и 250 м для прибрежной зоны морей от места сброса грунтов. Для хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых нужд контрольный створ находится на расстоянии 1 км от границ района водопользования на водотоке или водоеме, для прибрежной зоны морей – на ближней границе района водопользования либо зоны санитарной охраны [1];
- допустимое превышение концентрации взвешенных веществ над фоном в контрольном створе. В районах коммунально-бытового водопользования (для прибрежной зоны морей и пресноводных объектов), а также в водных объектах рыбохозяйственного назначения второй категории значение этого параметра составляет $0,75 \text{ мг/дм}^3$. В случае, если дампинг грунта осуществляется вблизи района хозяйственно-питьевого водопользования, допустимое превышение концентрации взвеси в контрольном створе принимается равным $0,25 \text{ мг/дм}^3$. Для водных объектов, которые содержат более 30 мг/дм^3 природных минеральных веществ, допускается увеличение концентрации взвешенных веществ в пределах 5% [2];
- скорость осаждения отдельных фракций частиц сбрасываемых грунтов.

Определяется как гидравлическая крупность для среднего диаметра частиц каждой фракции.

3 Расчет параметров, входящих в разработанную методику

3.1 Согласно данным натурных измерений [3] в качестве наиболее консервативной оценки общего количества взвеси, оставшейся в воде и участвующей в фазе адвективного переноса и диффузии, может быть принята величина 1-5% общего количества сброшенного грунта.

Можно также использовать зависимость [4], дающую возможность оценивать количество грунта, переходящего во взвешенное состояние при дамплинге, с учетом основных факторов: удельного сцепления грунта, стратификации и глубины в районе отвала, а также технологических параметров сброса.

Коэффициент перехода грунта во взвешенное состояние при сбросе в отвал в этом случае рассчитывается по формуле [4]

$$K = 6,214 \frac{\sqrt{H-h}}{C_{\text{сп}}} \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{l} \right), \quad (1)$$

где $C_{\text{сп}}$ – удельное сцепление сбрасываемого в отвал грунта с учетом его разрыхления (разжижения) в процессе выработки и погрузки в трюм шаланды (землесоса), Па;

H – глубина в районе отвала, м;

h – осадка судна в грузу, м;

l – длина днищевой двери, м;

b – средняя за время разгрузки ширина раскрытия днищевой двери, м.

Определяется по формуле

$$b = 2B \left[\frac{T_0}{T} \left(1 - \frac{1}{\alpha} \sin \alpha \right) + \frac{T - T_0}{T} (1 - \cos \alpha) \right], \quad (2)$$

где B – ширина створки днищевой двери, м;

T – время полного опорожнения трюма, с;

T_0 – время полного открытия створок днищевой двери, с;

α – угол поворота створки днищевой двери до полного ее открытия, рад.

3.2 Количество грунта Q , переходящего во взвешенное состояние при сбросе в подводный отвал, определяется по формуле [4]

$$Q = K \cdot p \cdot V_{\text{сб}} \frac{\gamma - \gamma_B}{\gamma_T - \gamma_B} \gamma_T, \quad (3)$$

где Q – количество взвеси, поступившей в воду, т ;

K – коэффициент перехода грунта во взвешенное состояние при сбросе в отвал, доли единицы;

p – содержание в грунте пылеватых и глинистых частиц, доли единицы;

$V_{\text{сб}}$ – объем сброса, м³ ;

γ – объемный вес грунта в трюме шаланды с учетом его разрыхления, т/м³;

$\gamma_{\text{в}}$ – объемный вес воды, т/м³;

$\gamma_{\text{т}}$ – удельный вес частиц грунта, т/м³.

3.3 Значение коэффициента турбулентной диффузии D принимается постоянным в пределах рассматриваемых пространственно-временных масштабов (масштаб процесса диффузии пятна взвеси после дамплинга грунта изменяется в небольших пределах).

3.4 Коэффициент турбулентной диффузии D рассчитывается по формуле

$$D = g H_{\text{CP}} V_{\text{CP}} / (MC), \quad (4)$$

где g – ускорение свободного падения ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$);
 C – коэффициент Шези, определяется по формуле [5]

$$C = 33(H / d_3)^{1/6}, \quad (5)$$

где d_3 – эффективный диаметр донных отложений, соответствующий 10% содержания крупных частиц, мм;

M – функция коэффициента Шези

$$M = \begin{cases} 0,7C + 6, & \text{при } 10 < C < 60, \\ 48, & \text{при } C \geq 60. \end{cases} \quad (6)$$

3.5 В расчетах принимается постоянное значение глубины H_{CP} , равное глубине воды на отвале, и средней скорости течения V_{CP} (это обусловлено рассматриваемыми пространственно-временными масштабами – до нескольких часов и до нескольких километров).

3.6 При расчете переноса и диффузии загрязняющих веществ можно использовать формулу средней скорости дрейфового течения, предложенную А.В. Карашевым [5]

$$V_{CP} = k_m W_2 \sqrt{3 + 10h_{1\%}}, \quad (7)$$

где k_m – коэффициент, зависящий от коэффициента Шези C и определяемый по табл. 1;

W_2 – скорость ветра на высоте 2 м над водной поверхностью;

$h_{1\%}$ – средняя для рассматриваемого участка высота волны 1%-ной обеспеченности в системе, м.

Таблица 1 – Значения k_m в зависимости от коэффициента Шези C

C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
k_m	0,0010	0,0018	0,0027	0,0034	0,0042	0,0050	0,0055	0,0060	0,0064	0,0068

3.7 При полидисперсном составе взвеси расчеты производятся отдельно для каждой фракции (i). Общее решение получается путем простой суперпозиции решений для отдельных фракций.

3.8 Характерные скорости осаждения частиц типичных грунтов в зависимости от их размера приведены в [3]. При выполнении расчетов для илистых грунтов следует учитывать, что при операциях драгирования без нарушения их связности (например, с помощью многочерпаковых земснарядов) глинистые частицы будут представлять собой отдельные комочки с размерным составом, соответствующим крупному песку, и будут обладать аналогичными скоростями осаждения. При проведении дноуглубления гидравлическими методами комочки обычно полностью разрушаются и отдельные частицы в общем случае (без учета возможной коагуляции) будут осаждаться в соответствии с законом Стокса.

Согласно [6] значения гидравлической крупности отдельных фракций рекомендуется принимать по унифицированной формуле.

3.9 Выбор модели расчета осуществляется путем сравнения расчетной толщины слоя Δu_{GP} со средней глубиной на акватории:

– при $\Delta u_{GP} \geq H_{CP}$ – можно использовать двухмерную модель;

– при $\Delta u_{GP} < H_{CP}$ – используется трехмерная модель.

Предельная толщина слоя Δu_{GP} определяется по формуле

$$\Delta u_{GP} = 2D/u. \quad (8)$$

4 Расчет распространения взвеси в плоской постановке задачи

4.1 Исходными данными для расчета являются:

C_0 – концентрация примеси в момент сброса, мг/дм³;

H_{CP} – средняя глубина на акватории, м;

V_{CP} – средняя скорость течения, м/с;

u – гидравлическая крупность фракции взвеси, см/с;

D – коэффициент турбулентной диффузии, м²/с.

4.2 Пятно взвеси представляется кругом. Его начальный радиус r_0 может быть принят на основе визуальных оценок характерного масштаба видимой поверхностной части пятна загрязнения непосредственно после сброса. При отсутствии данных или возможностей проведения таких наблюдений r_0 определяется, исходя из площади (ω) сбросного отверстия в днище грунтоотвозного судна, по формуле

$$r_0 = \sqrt{\frac{\omega}{\pi}}, \quad (9)$$

где r_0 – начальный радиус облака взвеси, м;

ω – площадь днищевой двери (люка) грунтоотвозного судна, м².

4.3 Облако взвеси по горизонтали разбивается на кольца с шагом Δr . Шаг Δr определяется по формуле

$$\Delta r = \frac{r_0}{n_0}, \quad (10)$$

где n_0 – количество колец в облаке загрязнения в начальный момент времени.

4.4 Оптимальное начальное количество колец n_0 в пятне загрязнения принимается в зависимости от значения параметра f (см. п. 4.11): $n_0 = 2-3$ при $f = 0$; $n_0 = 3-4$ при $f = 0,1$ и $n_0 = 4-5$ при $f = 0,2$.

4.5 Облако взвеси рассматривается через равные интервалы времени Δt . Шаг во времени Δt рассчитывается по формуле

$$\Delta t = \frac{\Delta r^2}{4D}, \quad (11)$$

где Δr – шаг в пространстве, м.

4.6 Количество интервалов времени до контрольного створа K_{KC} определяется по формуле

$$K_{KC} = \frac{T_{KC}}{\Delta t}, \quad (12)$$

где T_{KC} – время перемещения облака взвеси до контрольного створа, с.

4.7 Время перемещения облака взвеси до контрольного створа T_{KC} рассчитывается по формуле

$$T_{KC} = \frac{S_{KC}}{V_{cp}}, \quad (13)$$

где S_{KC} – расстояние до контрольного створа, м.

4.8 Определяются коэффициенты b и d по формулам:

$$b = \frac{2n}{2n-1}; \quad d = \frac{2(n-1)}{2n-1}, \quad (14)$$

где n – номера колец шириной Δr .

4.9 Проверяется условие $b + d = 0,5$.

4.10 Параметр a принимаем равным 0,25.

4.11 Рассчитывается параметр f по формуле

$$f = \frac{u\Delta t}{2H}. \quad (15)$$

4.12 При расчете a и f должно выполняться условие $(a + f) < 0,5$.

4.13 В случае, когда условие, изложенное в п. 4.12, не выполняется, следует

уменьшить Δr и рассчитать новое значение параметра f (см. п. 4.11).

4.14 В начальный момент времени в первых n_0 колец пятна взвеси, начиная от центра, записывается начальная концентрация взвеси C_0 .

4.15 Концентрация вещества в кольцах пятна в следующий момент времени (через Δt) рассчитывается по формуле

$$C_{k+1,n} = (1 - 2a - 2f)C_{k,n} + a(bC_{k,n+1} + dC_{k,n-1}). \quad (16)$$

4.16 Расчет ведется пошагово от одного момента времени к другому в пределах всего рассматриваемого периода времени $K_{КС}$.

4.17 В каждый момент времени для консервативного вещества должно выполняться следующее условие:

$$\sum_{n=1}^{N_k} (2n-1)C_{k,n} = (1-2f)^k C_0 N_0^2, \quad (17)$$

где N_k и N_0 – количество колец в облаке взвеси в k -ый и в начальный ($k = 0$) моменты времени;

C_0 – концентрация взвеси в облаке в начальный момент времени;

$C_{k,n}$ – концентрация вещества в k -ый момент времени в кольце n .

4.18 Если размеры колец очень малы, то расчет выполняется до момента времени, когда облако взвеси распространяется на 20-50 колец. После этого кольца объединяются по $\mu = 2, 3 \dots$. Новая ширина колец Δr_2 будет равна $\mu \Delta r_1$.

4.19 Концентрация усредняется с учетом площади колец

$$C_{2kj} = \sum_{\mu(j-1)+1}^{\mu j} (2n-1)C_{1kn} / \sum_{\mu(j-1)+1}^{\mu j} (2n-1), \text{ при } j=1, 2, \dots, n_k/\mu, \quad (18)$$

где C_{2kj} – концентрация в j -том кольце, новая ширина которого Δr_2 в k -ый момент времени.

4.20 Определяется новый шаг во времени $\Delta t_2 = \mu^2 \Delta t_1$ и расчет продолжается. При необходимости укрупнение можно повторить.

4.21 После укрупнения проверку расчетов необходимо выполнять по условию (17), заменив в правой части N_0^2 на $(N_0/\mu)^2$.

4.22 Расчеты выполняются в табличной форме.

5 Расчет распространения взвеси в пространственной постановке задачи

5.1 Исходные данные используются те же, что и в п. 4.1.

5.2 Область загрязнения представляется в виде цилиндра с высотой H_{CP} , начальный радиус которого r_0 определяется согласно п. 4.2.

5.3 Облако взвеси по горизонтали разбивается на кольца с шагом Δr . Шаг Δr определяется по формуле (10).

5.4 По вертикали горизонтальными плоскостями облако взвеси разбивается на слои с шагом Δy . Шаг Δy определяется по формуле

$$\Delta y = \frac{H_{CP}}{M_0}, \quad (19)$$

где M_0 – количество слоев в облаке загрязнения.

5.5 Оптимальное количество слоев по глубине, необходимое для расчетов при различных значениях f , составит 2-3.

5.6 Облако взвеси рассматривается через равные интервалы времени Δt . Шаг во времени Δt рассчитывается по формуле

$$\Delta t = \frac{\Delta r^2}{8D}. \quad (20)$$

5.7 Количество интервалов времени до контрольного створа $K_{КС}$ определяется по формуле (12).

5.8 Время перемещения облака взвеси до контрольного створа $T_{КС}$ рассчитывается по формуле (13).

5.9 Определяются коэффициенты b и d по формулам (14).

5.10 Проверяется условие п. 4.9.

5.11 При $\Delta r = \Delta y$ параметры $a_1 = a_2 = 0,125$. Если, по условию задачи не представляется возможным приравнять Δr и Δy , то параметры a_1 и a_2 рассчитываются по формулам:

$$a_1 = \frac{D\Delta t}{\Delta r^2}; \quad a_2 = \frac{D\Delta t}{\Delta y^2}. \quad (21)$$

5.12 Должно выполняться условие

$$(a_1 + a_2) < 0,5. \quad (22)$$

5.13 Рассчитывается параметр f по формуле

$$f = \frac{u\Delta t}{2\Delta y}. \quad (23)$$

5.14 Помимо условия (5.12) необходимо, чтобы выполнялось условие

$$f < a_2. \quad (24)$$

5.15 В случае, если условия, изложенные в пп. 5.12 и 5.14, не выполняются, следует уменьшить Δr и Δy , рассчитать новые значения параметров Δt , a_1 , a_2 и f .

5.16 В n_0 первых колец во всех слоях, начиная от центра пятна, записывается начальная концентрация взвеси C_0 .

5.17 Концентрация вещества в следующий момент времени через Δt для водной толщи (25, 28), поверхностного (26, 29) и придонного (27 и 30) слоев рассчитывается по формулам:

$$C_{k+1,n,m} = (1 - 2a_1 - 2a_2)C_{k,n,m} + a_1(bC_{k,n+1,m} + dC_{k,n-1,m}) + (a_2 - f)C_{k,n,m+1} + (a_2 + f)C_{k,n,m-1}, \quad (25)$$

$$C_{k+1,n,1} = (1 - 2a_1 - a_2 - f)C_{k,n,1} + a_1(bC_{k,n+1,1} + dC_{k,n-1,1}) + (a_2 - f)C_{k,n,2}, \quad (26)$$

$$C_{k+1,n,M} = (1 - 2a_1 - a_2 - f)C_{k,n,M} + a_1(bC_{k,n+1,M} + dC_{k,n-1,M}) + (a_2 + f)C_{k,n,M-1}, \quad (27)$$

при $\Delta r = \Delta y$:

$$C_{k+1,n,m} = 0,5C_{k,n,m} + 0,125(bC_{k,n+1,m} + dC_{k,n-1,m}) + (0,125 - f)C_{k,n,m+1} + (0,125 + f)C_{k,n,m-1}, \quad (28)$$

$$C_{k+1,n,1} = (0,625 - f)C_{k,n,1} + 0,125(bC_{k,n+1,1} + dC_{k,n-1,1}) + (0,125 - f)C_{k,n,2}, \quad (29)$$

$$C_{k+1,n,M} = (0,625 - f)C_{k,n,M} + 0,125(bC_{k,n+1,M} + dC_{k,n-1,M}) + (0,125 + f)C_{k,n,M-1}. \quad (30)$$

5.18 Расчет ведется пошагового от одного момента времени к другому в пределах всего рассматриваемого периода времени $K_{КС}$.

5.19 В каждый момент времени для консервативного вещества должно выполняться следующее условие

$$\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{N_k} (2n-1)C_{k,n,m} = C_0 M_0 N_0^2 - 2f \sum_{i=0}^{k-1} \sum_{n=1}^{N_{k-1}} (2n-1)C_{i,n,M}, \quad (31)$$

где N_k – количество колец в облаке взвеси в k -ый момент времени;

M_0 и N_0 – количество слоев и колец в облаке в начальный момент времени;

C_0 – концентрация взвеси в облаке в начальный момент времени;

$C_{i,n,M}$ – концентрация вещества в i -ый момент времени в кольце n в придонном слое.

5.20 Результаты расчета подаются набором таблиц, каждая из которых соответствует определенному моменту времени (например, табл. 4).

6 Расчет распространения вещества в потоке при залтовом сбросе

Исходные данные. Грунты дноуглубления сбрасываются в подводный отвал на р. Дунай. Начальная концентрация взвеси в точке сброса грунта 800 мг/дм^3 . Гранулометрический состав донных грунтов и гидравлическая крупность фракций

приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Гранулометрический состав и физические свойства грунтов п. Рени

№ пробы	Содержание фракции, %								Плотность, т/м ³
	>1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	≤0,005	
Суглинки	0,05	0,65	15,33	13,30	23,80	19,43	9,54	17,90	1,97
<i>и</i>	–	9,59	4,42	1,38	0,32	0,05	0,003	0,0003	–

Средняя скорость течения на расчетном участке составляет $V_{CP} = 0,45$ м/с, средняя глубина на расчетном участке $H_{CP} = 20,0$ м. Коэффициент Шези принимается равным $50 \text{ м}^{0,5}/\text{с}$. Начальный радиус пятна загрязнения 5 м.

Решение (для фракции $и = 0,32$ см/с в пространственной постановке)

$$D = 9,8 \cdot 20 \cdot 0,45 / (50 \cdot (0,7 \cdot 50 + 6)) = 0,0430, \text{ м}^2/\text{с};$$

$$\Delta t = 25 \text{ с};$$

$$f_1 = 0,0032 \cdot 25 / (2 \cdot 6,67) = 0,0060;$$

$$a_1 = 0,0430 \cdot 25 / 1,67^2 = 0,3872;$$

$$a_2 = 0,0430 \cdot 25 / 6,67^2 = 0,0242.$$

Время пересечения контрольного створа пятном взвеси составляет $250/0,45 = 556$ с.

Количество интервалов времени до контрольного створа равно $556/25 = 22$.

В табл. 3 приведены исходные данные и результаты промежуточных расчетов параметров основной зависимости.

Таблица 3 – Исходные данные

Параметр	Значение
Расстояние до контрольного створа $S_{КС}$, м	250
Средняя глубина H , м	20,0
Средняя скорость V , м/с	0,45
Концентрация взвеси в точке сброса, мг/дм ³	800
Коэффициент турбулентной диффузии D , м ² /с	0,0430
Начальный радиус пятна загрязнения r_0 , м	5,00
Толщина слоя по глубине Δy , м	6,67
Ширина колец Δr , м	1,67
Шаг во времени Δt , с	25
Гидравлическая крупность $и$, см/с	0,32
Содержание фракции в грунте, %	23,8
Концентрация фракции в точке сброса, мг/дм ³	190,4
Параметр f	0,0060
Параметр a_1	0,3872
Параметр a_2	0,0242
Количество интервалов времени до пересечения контрольного створа	22

При расчете использованы формулы (25-27). В табл. 4 приведены фрагменты сечений облака взвеси в разные моменты времени. В последних двух столбцах выполнена проверка правильности расчета в соответствии с равенством (31).

Таблица 4 – Распределение значений концентрации фракции взвеси ($u = 0,32$ см/с)

Таблица 1. Распределение значений коэффициента фракции взвеси (и 0,52 см/с)								
n	2n-1	b	d	C _{k,n,m}			(31) часть	
				m=1	2	3 (дно)	левая	правая
k=0								
1	1	2,00000	0,00000	190,400	190,400	190,400	5140,80	5140,80
2	3	1,33333	0,66667	190,400	190,400	190,400		
3	5	1,20000	0,80000	190,400	190,400	190,400		
k = 6								
1	1	2,00000	0,00000	105,43619	112,97421	113,63670	5017,49	5017,49
2	3	1,33333	0,66667	92,03542	98,81804	99,36176		
3	5	1,20000	0,80000	72,57517	77,57158	77,99638		
4	7	1,14286	0,85714	48,47713	51,86652	52,11176		
5	9	1,11111	0,88889	28,87926	30,64997	30,78562		
6	11	1,09091	0,90909	13,76913	14,61600	14,66035		
7	13	1,07692	0,92308	5,70340	5,95682	5,97168		
8	15	1,06667	0,93333	1,57382	1,64500	1,64500		
9	17	1,05882	0,94118	0,36047	0,36047	0,36047		
k = 12								
1	1	2,00000	0,00000	61,34523	69,06839	70,38003	4894,26	4894,26
2	3	1,33333	0,66667	56,64335	63,75922	64,95652		
3	5	1,20000	0,80000	48,31771	54,32669	55,33144		
4	7	1,14286	0,85714	37,93932	42,60826	43,37243		
5	9	1,11111	0,88889	27,40502	30,71028	31,24173		
6	11	1,09091	0,90909	18,09838	20,23649	20,56747		
7	13	1,07692	0,92308	10,90170	12,14611	12,33254		
8	15	1,06667	0,93333	5,92696	6,58032	6,67203		
9	17	1,05882	0,94118	2,89480	3,19596	3,23597		
10	19	1,05263	0,94737	1,24595	1,36832	1,38273		
11	21	1,04762	0,95238	0,46865	0,51003	0,51447		
k = 22								
1	1	2,00000	0,00000	34,20730	40,76781	42,65832	4689,76	4689,76
2	3	1,33333	0,66667	32,56559	38,80342	40,59791		
3	5	1,20000	0,80000	29,50965	35,14768	36,76425		
4	7	1,14286	0,85714	25,44332	30,28575	31,66712		
5	9	1,11111	0,88889	20,86183	24,81149	25,93048		
6	11	1,09091	0,90909	16,25434	19,31121	20,16963		
7	13	1,07692	0,92308	12,02289	14,26536	14,88830		
8	15	1,06667	0,93333	8,43224	9,98946	10,41638		
9	17	1,05882	0,94118	5,59935	6,62125	6,89710		
10	19	1,05263	0,94737	3,51412	4,14665	4,31427		
11	21	1,04762	0,95238	2,08001	2,44837	2,54392		
12	23	1,04348	0,95652	1,15818	1,35945	1,41036		
13	25	1,04000	0,96000	0,60484	0,70766	0,73291		
14	27	1,03704	0,96296	0,29516	0,34407	0,35567		
15	29	1,03448	0,96552	0,13402	0,15556	0,16047		

Примечание. 1. Максимальная концентрация фракции в контрольном створе составляет 42,7 мг/дм³.

2. За пределы контрольного створа будет вынесено $4689,8 / 5140,8 * 100 = 91,2\%$ фракции от ее количества в точке сброса.

Выводы. 1. Предложенные рекомендации позволят специалистам (инженерам) осуществлять расчет распространения взвесей при дампинге грунтов.

2. Методика позволяет получить: распределение концентрации взвеси (по вертикали и в горизонтальной плоскости) в облаке загрязнения в разные моменты времени после ее сброса; максимальное и среднее значения концентрации взвеси в контрольном створе; общее количество взвеси, вынесенное за пределы упомянутого створа; площадь заиления дна.

3. На примере сброса грунтов дноуглубления в подводный отвал на р. Дунай получено распределение взвеси от момента сброса до контрольного 250-метрового створа, в котором максимальная концентрация рассмотренной фракции ($u = 0,32$ см/с) составила $42,7$ мг/дм³. За пределы контрольного створа будет вынесено 91,2% фракции от ее количества в точке сброса.

Список литературы

1. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 15 грудня 1994 р. N 116 «Про затвердження Інструкції про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 22 грудня 1994 р. за N 313/523. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0313-94>
2. СанПиН 4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/v4630400-88>
3. Гончаров А.А., Ляшенко А.Ф., Шлыгин И.А. Исследование и моделирование процессов рассеяния различных веществ при захоронении отходов в моря и океаны // Обзорная информация. Серия: океанология. – М.: ВНИИГМИ-МЦД, 1982. – 30 с.
4. Беленко С.Л., Прозоров А.А. Оценка количества грунта, переходящего во взвешенное состояние при дампинге // Проблемы гидротехнического строительства на морском транспорте. – М.: В/О “Мортехинформреклама”, 1989. – С. 27-31.
5. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В. Караушева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 288 с.
6. Дроздов В.Б. Унифицированная формула гидравлической крупности наносов // Исследование влияния гидрометеорологических факторов на строительство и эксплуатацию водных путей и портов. – М.: В/О “Мортехинформреклама”, 1987. – С. 37-39.

Методичні рекомендації для розрахунку розповсюдження зависі при залпових скидах.

Горун В.В.

У статті запропонована інженерна методика розрахунку розповсюдження зависі при її залпових скидах у водне середовище (дампінг ґрунтів).

Ключові слова: інженерна методика, нестала турбулентна дифузія, зависла речовина, водне середовище.

Recommendation on calculation of suspension diffusion under sea disposal. V. Gorun

The engineering design procedure of calculation of suspension diffusion under sea disposal (dumping of soils) is given in this work.

Keywords: engineering design procedure, unsteady turbulent diffusion, suspended matter, water environment.

ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОЦЕССОВ ЛИТОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДНА КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

Рассмотрены литодинамические процессы в Керченском проливе, приведены его геоморфологические особенности, а также раскрыта сложность динамики твердого вещества и морского дна на примере о.Косы Тузла.

Ключевые слова: геоморфологические особенности, литодинамические процессы, космоснимки, динамика твердого вещества, морфоструктура.

Введение. Керченский пролив представляет собой уникальный объект. Пролив терпит на себе влияние Азовского моря со своим мелководьем и наносами, различной соленостью двух морей, Азовского и Черного, особенностью течений и ветровой деятельностью и тд. По-этому литодинамические и морфологические процессы, происходящие в Керченском проливе имеют свои особенности.

Литодинамические процессы в Керченском проливе до сих пор активные. Представляют они собой проявления современных геологических процессов, таких как грязевой вулканизм. Эрозионно-аккумуляционные процессы приводят к изменчивости береговых линий и формированию опасных для навигационной службы отмелей. Значительное влияние на естественные морфологические процессы этого района оказывают результаты человеческой деятельности (техногенной нагрузки), что создает определенные трудности и проблемы в судоходстве и освоении природных ресурсов.

Литодинамику береговой зоны определяют многие процессы: гидродинамические, эоловые, биогенные, антропогенные и другие. Важную геоморфологическую роль играет абразия и вдольбереговые потоки наносов, которые до настоящего времени практически не изучены.

Практически все процессы происходящие в Керченском проливе оказывают негативное влияние на его экологическое состояние.

Целью данной статьи является изучение современных морфологических и гидрографических особенностей морского дна в Керченском проливе, также рассмотрение литодинамических процессов и их возможное развитие во времени. Особое внимание уделено рассмотрению литодинамических процессов в проливе на примере формирования о.Косы Тузла, гидрологическим условиям в этом районе. Использование новейших технологий дешифрирования и анализа материалов космических съемок за период 2000-2008 гг. позволяют с большей уверенностью делать выводы о характере литодинамических процессов и переноса взвешенного материала в Керченском проливе, делать необходимые выводы и прогнозы для дальнейшего развития, эксплуатации и сохранения природопользования в Керченском проливе.

Методы исследования. Выполнен анализ проведенных натуральных морфологических измерений рельефа дна и прибрежной полосы всего Керченского пролива. Это позволило сделать подробное описание объекта. Литодинамические особенности данного района в 1975-1976 гг. определены отделом осадочного рудообразования ИГН АН УССР (Е.Ф. Шнюков и др.)[4]. Этот материал позволил выполнить анализ геолого-литологической съемки донных отложений Керченского пролива и примыкающей акватории Черного моря, что выявило общие закономерности распространения основных типов донных отложений. Путем сравнения карт, начиная

с XIV века, В.Ю. Визе на примере косы Тузла, показал что она испытала несколько фаз восстановления и размыва и что, по его мнению, этот процесс длится около 200 лет. [9].

По материалам батиметрической съемки подводного склона и нивелировки пляжа в районе о.Коса Тузла было создано объемное изображение этой аккумулятивной формы, при помощи программы Golden Software Surfer рассчитаны площадь, объем, уклоны и другие морфометрические характеристики. С привлечением дешифрования и анализа космических съемок, сделано более точное современное изображение о.Коса Тузла и определено ее месторасположение.

Морфологические особенности рельефа дна в Керченском проливе.

Керченский пролив является соединяющим звеном Черного и Азовского морей, характеризуется непостоянностью береговой линии и морских глубин, а также неравномерной шириной. К примеру, на севере между м.Храни и м.Ахиллеон, со стороны Азовского моря, его ширина становит 15 км, а максимальная глубина 10 м. На юге, со стороны Черного моря, от м.Такиль до м.Железный Рог ширина пролива составляет - 21,8 км и глубину до 19 м. Самое узкое место Керченского пролива находится между м.Павловским и северной оконечностью косы Тузла, где пролив имеет ширину не более 3,5 км. Через основное русло Керченского пролива проходит морской проходной канал глубиной 8 м.

Рельеф дна Керченского пролива имеет достаточно сложное строение. Поперечный профиль ложа пролива асимметричен, а сам пролив разграничен двумя перемычками на три части. Русловая проходная часть с небольшими глубинами прижата к Керченскому побережью, а широкое мелководье обхватывает его вдоль низменного побережья Таманского полуострова. Восточная часть пролива достаточно сложная из-за протяженных аккумулятивных образований: о. Коса Тузла, коса Чушка и многочисленных отмелей. Коса Чушка и о. Коса Тузла отделяют от островной части пролива Таманский залив. Морфологию дна Керченского пролива и прибрежной полосы усугубляют морские проходные и подводные каналы портов и паромной переправы Крым – Кавказ.

Для района Керченского пролива характерными проявлениями современных геологических процессов являются грязевой вулканизм и активные эрозионно-аккумуляционные процессы, которые формируют изменчивость береговых линий и опасные для навигационной службы отмели.

Как считает большинство исследователей, непосредственное влияние на заложение, развитие и морфоструктуру Керченского пролива оказывал Ждановско-Керченский (Керченско-Мариупольский) меридиональный разлом, который прослеживается в домайкопском структурном плане и имеет продолжение в Черном море (А.В. Чекунов, Я.П. Маловицкий, 1975). По представлению других исследователей, наиболее масштабные разломы подчинены диагональной системе (Правдинский, Горностаевский и другие региональные разломы).

Литодинамику береговой зоны определяют многие процессы, в том числе гидродинамические, гравитационные, эоловые, биогенные, антропогенные и другие. Важную геоморфологическую роль играет абразия и вдольбереговые потоки наносов, которые изучаются недостаточно.

А литодинамические процессы в свою очередь, достаточно активны и способствуют интенсивному размыванию береговых линий, изменению рельефа морского дна, образованию отмелей и заносимости проходных каналов и портовых акваторий. Они имеют существенное влияние на условия морского судоходства в этом районе и требуют постоянного изучения и контроля [1].

Динамика твердого вещества в Керченском проливе имеет сложный характер. Анализ литодинамических процессов позволяет, по мнению А.А. Пасынкова, выделить

два основных потока, которые были сформированы ранее и которые питают аккумулятивные тела в Керченском проливе: поток наносов на севере, у косы Чушка и южный поток у о. Коса Тузла. [2].

Не маловажное значение имеет изучение *распределения взвешенных наносов* (мутности морской воды).

Современное дно Керченского пролива составляют отложения новочерноморского возраста[3], которые залегают на основной части пролива на более древних четвертичных породах, а в фарватере - на отложениях древнечерноморского горизонта. По литологическому и гранулометрическому составу донные отложения пролива достаточно разнообразны. Данные геолого-литологических съемок разных лет [5,8] дают основание сделать вывод об определенных закономерностях пространственного распространения современных осадков Керченского пролива. По периферии пролива расположена полоса песчаных отмелей, местами расчленяемая участками абразивных берегов. Пески слагают о.Коса Тузла, косу Чушка, отдельные отмели. Глубина залегания песков 3-5 м. берега (карбонатные) крупно- и среднезернистые, восточного (кварцевые) - мелко-, реже среднезернистые. В более углубленных частях Керченского пролива донные осадки представлены мелкоалевритовыми и алеврито-глинистыми илами. На известных литологических картах современного среза донные отложения о. Коса Тузла отнесены к полю распространения кварцевых песков, которые в северо-восточном направлении сменяются полем мелкоалевритовых илов.

Особенность литодинамических процессов в Керченском проливе рассмотрим на ярком примере формирования о.Косы Тузла.

Район о.Коса Тузла, состав наносов и донных отложений соседних участков были исследованы В.И.Зенковичем, который считал, что процесс размыва о.Коса Тузла имеет длительную историю и начался более 200 лет назад [3]. В 1975-1976 гг. отделом осадочного рудообразования ИГН АН УССР (Е.Ф. Шнюков и др.) была проведена геолого-литологическая съемка донных отложений Керченского пролива и примыкающей акватории Черного моря, что выявила общие закономерности распространения основных типов донных отложений [4,5].

В частности, на литологической карте современного среза донных отложений о.Коса Тузла отнесен к полю распространения кварцевых песков, которые в северном - южном направлении сменяются полем мелкоалевритовых илов.

Остров Коса Тузла (рис. 1) сформировался в 1925 г. в результате образования промоины в корневой части косы Тузлы, примыкающей к Таманскому полуострову, после воздействия интенсивного и продолжительного шторма юго-западного направления. Основными причинами штормового размыва косы Тузла могли послужить: истощение основных потоков наносов; воздействие больших гидродинамических нагрузок во время шторма; прорыв в корневой части косы канала для прохода рыбацких лодок. Естественное закрытие промоины не состоялось, так как произошло истощение основных питающих потоков наносов. В результате образовался канал с малой пропускной способностью в корневой части косы, образовался значительный перепад уровня между Таманским заливом и Черным морем, что привело к дополнительному усилению штормовых течений, усилению размыва и выносу грунтов в южную часть Керченского пролива и в Таманский залив.

В начале ширина промоины составляла 300м. В течение года она увеличилась до 950м. Расширение промоины происходило в основном за счет размыва образовавшегося острова. Скорость размыва юго-восточной оконечности о.Коса Тузла составляла до 1930г. около 200-250м в год. За 1931г. размыто около 500м, в следующем году - около 200м. В 1933-1950гг. ситуация стабилизировалась и изменение ширины и глубины промоины было с переменной интенсивностью средняя ширина

составляла 2700-3000м, максимальная глубина - до 2,0-2,5м. С 1950 по 1953 гг. отмечается достаточно резкое расширение пролива практически на 1км, а дальше ситуация вновь стабилизировалась. В результате сформировался остров Коса Тузла длиной около 7-8км, отделенной от Таманского полуострова промоиной, шириной около 4км и глубиной от 0,5-1,0м до 2,5-3,0м. С 1989 по 2003гг. промоина уменьшилась до 3,5км, затем расширилась до 4,5км.

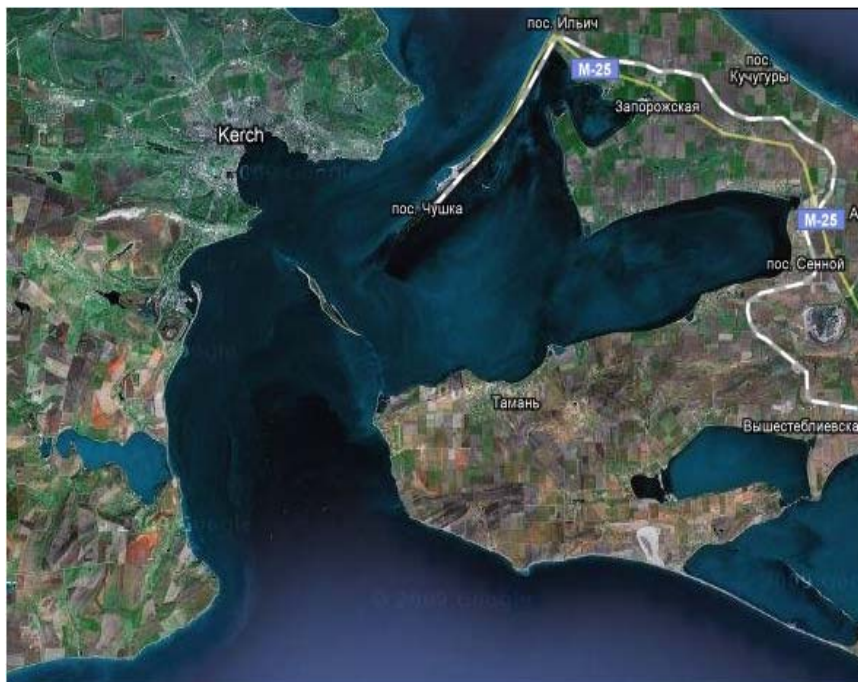


Рис.1- Вид из космоса Керченского пролива и о.Коса Тузла. [1]

Гидродинамика района о.Коса Тузла.

Гидродинамические условия в районе Тузлинской косы отмечаются большой сложностью и изучены недостаточно.

В районе Керченского пролива по средним многолетним данным в течение года преобладают ветры восточного и северо-восточного направления. Их повторяемость зимой составляет 30–40%, весной и летом 25%–35%, осенью становит до 45%. Большой повторяемостью отличаются ветры западного и северо-западного направлений, особенно в летний период их доля повышается до 31–35%. Среднегодовые скорости ветра достигают 5.2–5.4м/с (ГМС Тамань, Керчь). Сильные ветры со скоростями больше 16м/с чаще всего связаны с северо-восточными ветрами. Экстремальная скорость в проливе по наблюдаемым данным – 40м/с.

Самое значительное волнение вызывают северные и северо-восточные ветры. Средние высоты волн при скорости ветра 15–20м/с не превышают 1.0–1.2м, с периодами 4.4–4.6с. Максимальные параметры волн с северной составляющей достигают высоты – 2м, периода – 4.0–5.3с, длины 15–36м, но их повторяемость менее 1% в год. А средние параметры волн с южной составляющей от юго-востока до юго-запада при силе ветра 15–20 м/с имеют высоты 0.8–1.0 м, периоды 4.0–4.4 с.

Динамика уровенной поверхности в проливе зависит от влияния колебаний уровня Черного и Азовского морей, а также от воздействия ветра. Амплитуда колебания за год изменяется от 96см на юге до 175см на севере пролива. Максимальный нагон 86см, минимальный сгон 154см (ГМС Опасное). Колебания

уровня в Керченском проливе связаны сложной зависимостью с целым рядом различных факторов. Главным из них являются перепады уровня Черного и Азовского морей.

Режим течений в Керченском проливе очень сложен и определяется ветрами, разностью уровней на концах пролива, обусловленных сгонами и нагонами, пресным балансом Азовского моря. Здесь развиты течения азовские, черноморские и переменные по направлению - обычно слабые. По повторяемости преобладают азовские течения (44%), черноморские составляют 39%, неустойчивые 17%. Азовские течения бывают чаще всего при ветрах от северо-запада до восток-северо-востока, черноморские - от восток-юго-востока до юго-запада. Зафиксированные скорости азовских течений составляют – 120 см/с, черноморских – 142 см/с. Их повторяемость менее 1% в год. Самые частые течения (20–30% повторяемости) - со скоростью 20–30 см/с.

Керченский пролив характеризуется неустойчивым ледовым режимом. В проливе преобладает преносной лед из Азовского моря. Появляется лед ежегодно, но в зависимости от суровости зимы ледовая обстановка складывается по-разному. Самый сложный режим к северу от косы Тузла. В течение зимы лед появляется и исчезает до 12 раз. Первое появление льда бывает 2–7 января, при температуре воды минус 0.7⁰С. Значительно меньшую повторяемость (5%) имеют льды первичных форм: снежура, шуга, сало. Лед движется по проливу преимущественно к юго-западу со скоростью до 1 км/ч. Толщина льда – 23–35 см. Ледяные поля, приносимые из Азовского моря, большей частью торосистые и достигают толщины 1–2 м. В мягкие зимы ледяной покров не образуется, как это было в 2003–2004 гг. В суровые зимы весь Керченский пролив замерзает. Полное очищение ото льда, при условии суровой зимы, наблюдается в апреле.

Геоморфологические условия данного района.

Коса Тузла расположена в средней части Керченского пролива. Между мысом Павловским (Керченский полуостров) и западной оконечностью косы Тузла пролив сужается до 3,5 км. В проливе находится один остров, образованный в результате размыва основания косы Тузла. Береговая линия острова Тузла составляла до восстановления косы в 2003–2004 гг. примерно 15 км. Сама коса представляла собой цепь подводных отмелей и островков, выходящих на поверхность. Рельеф дна Керченского пролива - пологая возвышенность, равномерно понижающаяся от центра в сторону морей. Понижение от середины в сторону Азовского моря порядка 9–10 м и в сторону Черного – 15–17 м.

До прорыва коса состояла из треугольного основания и собственно песчаной полосы длиной 9 км и шириной от 100 до 250 м. Тузлинские наносы, образующие песчаную полосу, погружены в илы, залегающие на глубине 5–6 м.

Коса Тузла относится к отмирающим аккумулятивным береговым формам Керченского пролива. Основная причина этого явления - последовательное сокращение питания ее наносами (песками с обрывов Таманского полуострова). Процесс размыва косы Тузла продолжается долго и начался не менее 200 лет назад. Первоначально размывалась прикорневая часть, из-за чего она стала тоньше, а затем и к полному прорыву при сильном шторме в ноябре 1925 г.

В.Ю. Визе путем сравнения карт, начиная с XIV века, показал, что коса испытала несколько фаз восстановления и размыва. Восстановление косы происходит при ослаблении циклонической деятельности и уменьшении количества южных штормов (1851 г., 1901 г., 1914 г.) И наоборот, при усилении циклонической деятельности преобладают процессы разрушения косы [9].

А по данным А.С. Васильева, начиная с 1996г. наступил период ослабления этой деятельности, что, как он считает обязательно должно привести к восстановлению косы Тузла. Однако в данном исследовании не учитывается тот факт, что в последние десятилетия значительно сократилась мощность вдольберегового потока наносов, питающего косу. Вследствие нехватки наносов естественное закрытие промоины, в конечном итоге не могло произойти. Кроме того, еще В.П. Зенкович обращал внимание на то, что последний раз в 1925 г. промоина (прорва) образовалась в самой прикорневой части косы, чего раньше не наблюдалось. В.П. Зенкович считал, если промоины образуются ближе к оконечности косы (Павловской узкости) – основному фарватеру пролива - то течение будет в них несравненно меньше, так как разность уровней станет почти не ощутимой. Прорва в основании косы характеризуется высокими скоростями течений из-за больших перепадов уровня между Черным и Азовским морями. Мощное течение (до 1.2 м/с) выносило наносы из промоины, даже если они в виде подводных валов выходили на поверхность, временно закрывая прорыв.

Попытки закрыть промоину искусственным путем были неоднократны. Еще в дореволюционный период казаки выполняли принудительные работы и возили на лодках в проран материал из местных карьеров, в 1948–1949 гг. пытались закрыть косу сетчатыми сооружениями, в 1975 г. устанавливался свайный ряд. Но ликвидировать промоину и соединить косу с островом не удавалось. Исследования, проведенные Институтом океанологии РАН, показали, что в связи с дефицитом наносов для закрытия промоины необходимо строительство капитального сооружения, что и было сделано в период с ноября 2003 г. по май 2004 г.

Современные литолого-геоморфологические процессы.

Косу Тузла восстановили из каменно-набросного материала, состоящего в основном из мшанковых кремнистых известняков Таманского полуострова. Размер материалов - от валунов до алевритовых фракций. Общая протяженность восстановленного тела косы составляет 3780м, ширина подводной части – 44–48м, надводной – 20–28м, превышение тела косы над урезом воды – 3.0–3.5м.

Создание такого крупного техногенного объекта, несомненно, влияет на характер и направленность геоморфологических и литодинамических процессов в береговой зоне как самой Тузлинской косы, так и прилегающих участков берега Таманского полуострова. В связи с этим в мае и августе 2004г. в акватории косы проведены экспедиционные геоморфологические исследования (Н.Кучерук, ЮНЦ РАН)[10].

На основании полученных результатов были сделаны выводы, что состояние косы устойчиво-стабильное. Вокруг косы формируются аккумулятивные тела в виде кос и пляжей, что должно также способствовать ее более устойчивому развитию. Всего сформировалось восемь аккумулятивных тел. Со стороны Черного моря накапливается большая часть песчано-ракушечного материала в виде кос, а стороны Азовского моря аккумулятивные тела менее мощные, вытянутые, и имеют вид пляжей шириной от 10 до 2м.

Крупное аккумулятивное тело I образовалось в районе оконечности косы Тузла со стороны Черного моря (рис. 2).

По материалам батиметрической съемки подводного склона и нивелировки пляжа при помощи программы Golden Software Surfer было создано объемное изображение этой аккумулятивной формы, определяется площадь, объем, уклоны и другие морфометрические характеристики (рис.3).

Аккумулятивное тело состоит с достаточно крупнозернистого песка, детрита и имеет площадь 5974.66м² и объём – 3584.8м³. Среднее превышение над урезом составляет 0.6м, а максимальное, в свою очередь–1.7м. По данным морфометрического

обследования этой аккумулятивной формы в мае 2004г, ее площадь составляла 4600м^2 . То есть, с мая по август площадь косы увеличилась более чем на 1300м^2 . Со времени майской съемки морфология аккумулятивного тела I, изменилась, ширина увеличилась в среднем на 5 м, а превышение над урезом - на 0,2м.

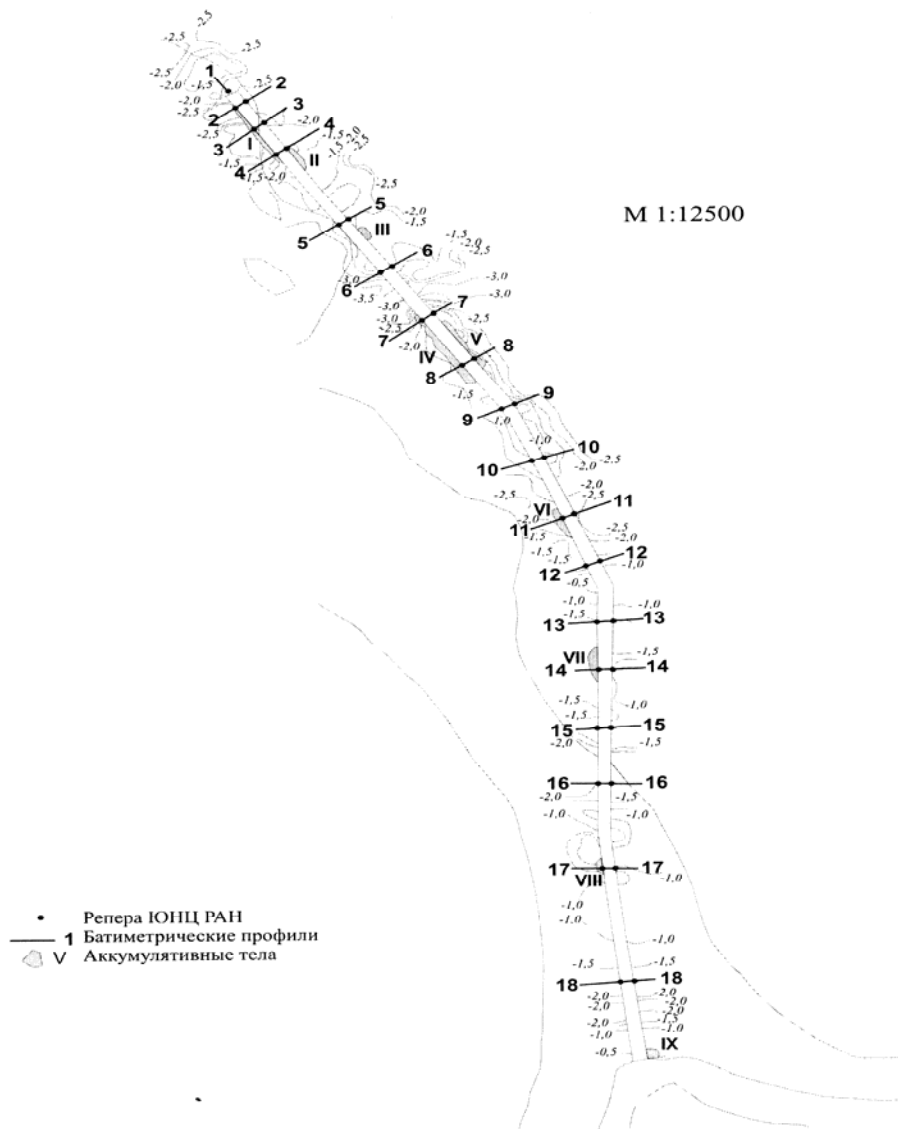


Рис.2 - Схема расположения реперной сети ЮНЦ РАН на косе Тузла[10].

После восстановления тела косы, очевидно, усилились вдольбереговые течения, а также течения в проране между восстановленной косой и островом Коса Тузла[10].

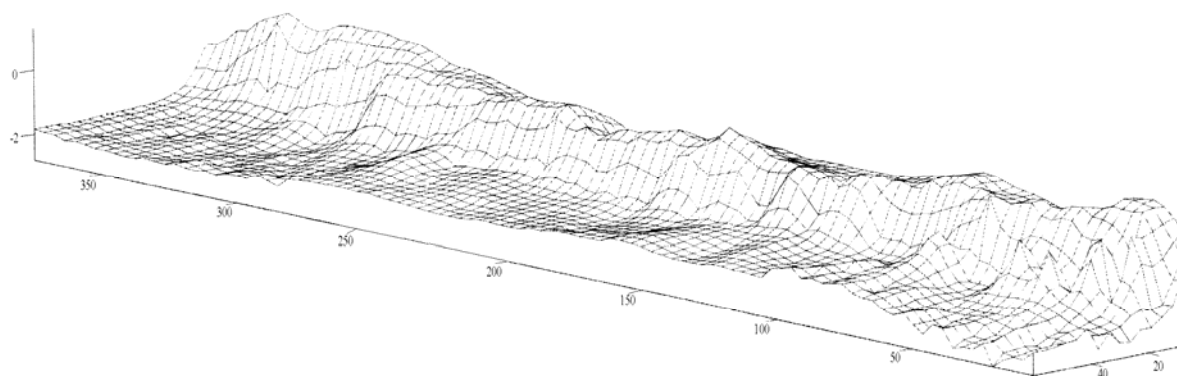


Рис.3 - Аккумулятивное тело I, август 2004 (построено с помощью программы Golden Software Surfer 8)[10].

Дешифрирование и анализ материалов космических съемок проведенных в Керченского пролива.

С целью дополнения существующей информации о структурной позиции района Керченского пролива и его современной динамике приводим дешифрирование космоснимков и анализ соотношений выявленных космоаномалий с современным рельефом[7]. Главное внимание при этом уделено уточнению схемы разломно-блоковой тектоники и выявлению активных на современном этапе разрывных нарушений для оценки их потенциальной структуро- и рельефообразующей роли.

Накопленный к настоящему времени опыт дешифрирования материалов космических съемок разного уровня генерализации позволяет выделить в Керченско-Таманском районе две основные группы разномасштабных космо-геологических объектов - линейные (линеаменты) и кольцевые.

Дешифрирование и анализ космических снимков за период 2000-2008 гг. позволяет с большей или меньшей уверенностью сделать выводы о характере литодинамических процессов переноса взвешенного материала в Керченском проливе. Остров Коса Тузла как бы разделяет акваторию пролива на две области: одна, северо-восточная, мелководная, находится в зоне влияния вод Азовского моря, вторая, западная, более глубоководная, испытывает влияние Черного моря. В зоне влияния вод Азовского моря наблюдаются суженные струйные потоки взвесей, направленные преимущественно с севера на юг (по отношению о. Коса Тузла - с северо-запада на юго-восток). Результаты анализа материалов космических съемок района Керченского пролива и о.Коса Тузла в целом согласуются с наблюдениями и выводами А.А. Пасынкова [4].

Уровень воды во время проведения батиметрической съемки по данным Керченского водомерного поста составлял 482см или - минус 0,18м БС.

Благодаря промерам глубин прибрежной полосы с юго-западной стороны о.Коса Тузла, было выявлено довольно плавное их увеличение от 2,0 до 5,5м. С северо-восточной стороны острова, на расстоянии около 1,0-1,2км от береговой линии наблюдается уменьшение глубин на 1,0-1,5м. Между о.Коса Тузла и дамбой, возведенной с Таманского полу-острова, проводились работы по углублению дна и на данное время максимальная глубина здесь, по данным батиметрической съемки, составляет 6,75 м. .[7].

Применение спутниковых радиолокационных данных для изучения гидродинамических процессов в Керченском проливе

За длительный период изучения Керченского пролива были качественно определены основные черты гидрологии и динамики его вод, сделаны выводы об особенностях гидрологического режима, структуры потоков в проливе и выявлены факторы, определяющие перенос вод. Как показали многочисленные натурные измерения, проведенные в 60-80-е гг. прошлого столетия с помощью радиоизмерителей течений и станций измерений уровня, режим уровня вод в Керченском проливе складывается под воздействием двух основных причин: колебания уровней Черного и Азовского морей и непосредственного влияния ветра с учетом особенностей морфометрии района. Основная же роль в формировании поля течений, как принято считать, принадлежит ветру, а также разности уровней на концах пролива. Как было отмечено в [11], многообразие типов течений в Керченском проливе условно может быть сведено к трем основным (по направлению переноса вод): азовские, черноморские и переменные по направлению, обычно слабые. Иногда могут наблюдаться одновременно двухсторонние течения, которые бывают зачастую резко выраженными и могут иметь значительную скорость.

Комплексный спутниковый мониторинг района Керченского пролива, основывающийся на спутниковых изображениях в оптическом, ИК и микроволновом диапазонах (AVHRR NOAA, MODIS Aqua/Terra, MERIS Envisat, ASAR Envisat и SAR ERS-2), показал, что наилучший результат при наблюдении за течениями в Керченском проливе достигается при использовании синтезированных в естественных цветах изображений MERIS Envisat и MODIS Aqua, а также карт поверхностной температуры и распределения хлорофилла *a*, восстановленных из данных AVHRR NOAA и MODIS Aqua/Terra.

Основной задачей этих съемок являлось определение возможностей спутникового мониторинга течений в Керченском проливе на основе различных данных дистанционного зондирования морской поверхности (радиолокационные, скаттерометрические, спектрометрические оптического и инфракрасного диапазонов)[12].

Выводы. Главные геологические особенности Керченского пролива определяются его расположением в зоне соединения периклиналей Кавказского и Крымского горно-складчатых сооружений. Изучением геологического строения этого района занимались многие известные исследователи, тем не менее, и сегодня многие вопросы тектоники, стратиграфии и геоморфологии остаются дискуссионными (Н.Филиппов, 1975; Н.И.Андрусов, 1918; Н.С.Благоволлин, 1960; С.В.Альбов, 1971 и др.).

Поэтому геологическое изучение Керченского пролива и анализ, прогнозирование эколого-геологических последствий техногенной деятельности на его современный литодинамический режим являются необходимыми для определения и решения многих научных и практических задач.

Что касается современных литодинамических процессов в районе о.Коса Тузла то в береговой зоне восстановленной косы происходит активная перестройка рельефа подводного склона, формирование подводных отмелей, что свидетельствует о перехвате вдольберегового потока наносов телом косы. Состояние восстановленной дамбы устойчиво стабильное. Вокруг тела о.Косы Тузла формируются аккумулятивные формы, состоящие из песка, детрита, ракуши. Большая часть наносов откладывается со стороны Черного моря.

Для улучшения наблюдений и лучшей информированности, необходимо учитывать сложные гидролитодинамические условия Керченского пролива, что в свою

очередь требует постоянного мониторинга, как самого тела восстанавливаемой косы Тузла, так и сопряженных участков берега Таманского полуострова и Керченского пролива в целом.

Список литературы

1. *Институт Тутковского.* Особенности литодинамических процессов и вещественного состава донных обложений в прибрежной части о.Коса Тузла Керченского пролива. 15.06.2010. УДК 551.351.051:549](262.5)(26.04)+(262.54)]
2. *Пасынков А.А.* К вопросу о литодинамических процессах в Керченском проливе и районе острова Коса Тузла // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. - 2005. - № 2. - С.120-126.
7. *Зенкович В.П.* Основы учения о развитии морских берегов. - М.: 1962. - 710 с.
4. *Шнюков Е.М.* и др. Геологическое строение южного склона Керченско-Таманской зоны // Геологический журнал. - 1974. - № 4. - С. 121-127.
5. *Шнюков Е.Ф., Аленкин В.М., Путь А.Л.* и др. Геология шельфа УССР. Керченский пролив. - К., 1981. - 160 с.
6. *Пешков В.М., Поротов А.В., Гусаков И.Н.* К вопросу о восстановлении косы Тузла // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. - 2005. - № 2. - С. 127-135.
3. *Котляр О.Ю., Товстюк З.М., Перерва В.М. та ін.* Флюїдинамічні і неотектонічні основи та попередні результати апробації супутникової технології вивчення геологічної будови та перспектив нафтогазоносності шельфу // Космічна наука і технологія. – 2002. – Т. 8, – № 2/3. – С.180–186.
8. *Шнюков Е.Ф., Мельник В.И., Иноземцев Ю.И. и др.* Геология шельфа УССР. Литология. - К., 1985. - 192 с.
9. *Визе В.Ю.* Историческое прошлое наносных образований в Керченском проливе, в особенности косы Тузлы // Изв. Центр. гидромет. Бюро. - 1927. - Вып. 7. - С. 129-167.
10. *Кучерук Н.* Анализ современного состояния береговой зоны и ее изменений, связанных с антропогенным воздействием и климатическими факторами, на основе изучения гидродинамических процессов в береговой зоне и их взаимосвязей с процессами переноса загрязняющих веществ и на базе анализа тенденций развития российских берегов. Интернет-источник.
11. *Альтман Э.Н.* Динамика вод Керченского пролива // Гидрометеорология и гидрология морей СССР. Проект “Моря СССР”. Т. 4. Черное море. Л.: Гидрометеиздат, 1991. С. 291–328.
12. *С.С. Щербак, О.Ю. Лаврова, М.И. Митягина.* Институт космических исследований РАН. E-mail: olavrova@iki.rssi.ru

Вивчення процесів літолого-геоморфологічних змін дна Керченської протоки. Полубок Т.М.

Розглянуті літодинамічні процеси в Керченській протоці, наведені його геоморфологічні особливості, а також розкрито складність динаміки твердої речовини і морського дна на прикладі о.Коса Тузла

Ключові слова: геоморфологічні особливості, літодинамічні процеси, космоснімки, динаміка твердої речовини, морфоструктура.

The tendencies of modern litologic geomorphological changes of bottom of the Kerch channel.

Polubok T.M.

It is considered litodinamical processes in the Kerch channel, it is resulted its geomorphological peculiarities, and also it is opened peg complication of dynamics of hard matter and sea-bottom, on an example of scythe of Tuzla

Keywords: geomorphological features, litodinamichni processes, kosmosnimki, dynamics of hard matter, morphostructure.

УДК 537.87:539.2

О.И. Герасимов, д-р ф-м.н., Н. Н. Худынцев, к.ф.-м.н.
Одесский государственный экологический университет

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В МОДЕЛИ 1D ГРАНУЛИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ В ПРИБЛИЖЕНИИ ВИРТУАЛЬНОЙ УПОРЯДОЧЕННОСТИ

Рассмотрена задача о распространении электромагнитной волны в гранулированной системе, моделируемой плоскостойкой структурой с переменной толщиной слоев в приближении виртуальной (топологической) упорядоченности, которое заключается в замене зависящих от конфигурации системы параметров задачи на их усредненные значения и позволяет воспользоваться для нахождения спектральных параметров задачи стандартными алгоритмами для идеально периодических систем.

Ключевые слова: электромагнитная волна, гранулированная система, плоскостойкая структура, приближение виртуальной упорядоченности.

Вступление. Исследование распространения электромагнитных волн в одномерных гранулированных системах относится к числу актуальных направлений исследований физики мягкой материи [1]. Применение стандартных методов нахождения оптических параметров задачи (таких, например, как метод матрицы переноса [2]), затруднено вследствие нарушения трансляционной инвариантности в таких системах, вызываемого дефектообразованием, декорированием, неоднородностью во внешних полях и другими видами нарушения симметрии.

1 Приближение виртуальной упорядоченности

Оптические свойства периодической среды (слоисто-периодической структуры, сверхрешетки) определяются соответствующими материальными параметрами – тензорами диэлектрической $\bar{\bar{E}}(\vec{r})$ и магнитной $\bar{\bar{\mu}}(\vec{r})$ проницаемости, которые в случае строго периодических в выделенном направлении систем (цепочек) удовлетворяют соотношениям:

$$\begin{aligned}\bar{\bar{E}}(x, y, z) &= \bar{\bar{E}}(x, y, z + d), \\ \bar{\bar{\mu}}(x, y, z) &= \bar{\bar{\mu}}(x, y, z + d)\end{aligned}\tag{1}$$

где $d = \sum_{\ell=1}^G a_{\ell}$ – период сверхрешетки, G – число слоев (в элементарной ячейке), a_{ℓ} – толщина ℓ слоя в одномерной (топологически упорядоченной) вдоль оси Z системе.

Запишем выражение для соответствующих тензоров $\bar{\bar{E}}$ и $\bar{\bar{\mu}}$ для 1D сверхрешетки с произвольным числом слоев G в координатном представлении в форме кусочно-непрерывной функции вида

$$\left(\begin{array}{c} \bar{E}(Z) \\ \bar{\mu}(Z) \end{array} \right) = \sum_{n,x} \left(\begin{array}{c} En, \ell \\ \mu n, \ell \end{array} \right) \left\{ \theta \left[Z - (n-1)d - \sum_{0=1}^{\ell} (a_{nj} - a_{n\ell}) \right] - \theta \left[Z - (n-1)d - \sum a_{nj} \right] \right\}, \quad (2)$$

где $\theta(Z)$ – функция Хевисайда, $n = \pm 1; \pm 2; \dots$ – номер ячейки одномерного кристалла; $\ell = 1, 2, 3, \dots, G$ нумерует элементы ячейки.

Будем считать, что имеет место разупорядочение в направлении Z , которое происходит вследствие вариации толщины примесных слоев (в этом случае $\bar{E}_{n\ell} \equiv \bar{E}_{\ell}$). При таком подходе параметры отклоняющейся от периодичности свехрешетки, зависящие от конфигураций, могут быть представлены с помощью набора случайных величин $\{\eta_{n\ell}^{\nu}\}$, удовлетворяющих следующим свойствам: $\eta_{n\ell}^{\nu} = 1$, если в $n\ell$ кристаллически упорядоченной цепочке находится слой с толщиной $a_{\ell}^{\nu(\ell)}$ сорта $\nu(\ell)$; и $\eta_{n\ell}^{\nu} = 0$ – если это условие нарушается.

Очевидно, можем записать

$$a_{n\ell} = \sum_{\nu(\ell)=1}^{r(\ell)} a_{\ell}^{\nu(\ell)} \eta_{n\ell}^{\nu(\ell)}, \quad (3)$$

где $r(\ell)$ – число сортов элементов (слоев) в ℓ -подрешетке кристаллически упорядоченной $1D$ структуры.

Введем понятие конфигурационно-усредненных величин $\langle a_{n\ell} \rangle$ и $\langle d_n \rangle$ по следующим правилам:

$$\begin{aligned} \langle a_{m\ell} \rangle &= a_{\ell} \cdot \{C_{\ell}^{\nu(\ell)}\} = \sum_{\nu(\ell)=1}^{r(\ell)} G_{\ell}^{\nu(\ell)} C_{\ell}^{\nu(\ell)}; \\ \langle d_n \rangle &\equiv d \{C_{\ell}^{\nu(\ell)}\} = \sum_{\ell=1}^G \sum_{\nu(\ell)=1}^{r(\ell)} a_{\ell}^{\nu(\ell)} C_{\ell}^{\nu(\ell)}. \end{aligned} \quad (4)$$

В терминах введенных усредненных величин типичная задача о нахождении спектральных характеристик наших систем сводится к рассмотрению идеально-периодической многослойной структуры толщина слоев которой дается выражениям $a_n \{C_{\ell}^{\nu(\ell)}\}$, а период составляет $d \{C_{\ell}^{\nu(\ell)}\}$.

Условно, назовем вышеописанное приближение моделью виртуального топологического упорядочения. В приближении виртуального топологического упорядочения нахождение, скажем, таких параметров, как спектр, ширина энергетической щели и других, осуществляется путем перехода в стандартных алгоритмах нахождения таких величин для идеально упорядоченных (периодических) свехрешеток (слоистых структур) к новым переменным: $a_{n\ell} a_{\ell} \{C_{\ell}^{\nu(\ell)}\} d \rightarrow d \{C_{\ell}^{\nu(\ell)}\}$

где $C_{\ell}^{\nu(\ell)}$ – концентрация слоев с толщиной $a_{\ell}^{\nu(\ell)}$ сорта $\nu(\ell)$ в подрешетке

$$\ell \left(\sum_{\nu(\ell)} C_{\ell}^{\nu(\ell)} = 1 \right).$$

Таким образом, в рамках предлагаемой модели, конфигурационное усреднение восстанавливает нарушенную вследствие виртуальной вариации ширины слоя (слоев) трансляционную симметрию в нашей квазиодномерной многослойной системе.

Индукированная таким образом трансляционная инвариантность 1D цепочки позволяет представить соответствующие материальные тензоры $\bar{\bar{E}}(Z)$ и $\bar{\bar{\mu}}(Z)$ в виде Фурье-разложений:

$$\begin{pmatrix} \bar{\bar{E}}(Z) \\ \bar{\bar{\mu}}(Z) \end{pmatrix} = \sum_l \begin{pmatrix} \bar{\bar{E}}_e \\ \bar{\bar{\mu}}_e \end{pmatrix} \exp\left(-il \frac{2\pi}{d\{C_\ell^{v(\ell)}\}} Z\right). \quad (5)$$

Пользуясь (2) и (5), легко находим выражение для амплитуды $\bar{\bar{E}}_e$ и $\bar{\bar{\mu}}_e$

$$\begin{pmatrix} \bar{\bar{E}}_e \\ \bar{\bar{\mu}}_e \end{pmatrix} = -\frac{i}{2\pi d} \sum_\ell \begin{pmatrix} \bar{\bar{E}}_{nd} \\ \mu_{n\ell} \end{pmatrix} \left\{ \exp\left(i \frac{2\pi}{d\{C_\ell^{v(\ell)}\}} l \sum_{j=1}^\ell a_j \{C_\ell^{v(\ell)}\}\right) - \exp\left[i \frac{2\pi}{d\{C_\ell^{v(\ell)}\}} l \left(\sum_{j=1}^\ell a_j \{C_\ell^{v(\ell)}\} - a_\ell \{C_\ell^{v(\ell)}\}_y\right)\right] \right\} \quad (6)$$

2 Анализ распространения электромагнитной волны

Запишем теперь уравнения Максвелла для напряженностей электромагнитного поля $(\vec{E}, \vec{H})$ в нашей системе в следующем виде:

$$\begin{aligned} \vec{\nabla}_x \vec{E}(\vec{r}, \omega) &= \frac{i\omega}{C} \bar{\bar{\mu}}(Z) \cdot \vec{H}(\vec{r}, \omega), \\ \vec{\nabla}_x \vec{H}(\vec{r}, \omega) &= -\frac{i\omega}{C} \bar{\bar{E}}(Z) \cdot \vec{E}(\vec{r}, \omega). \end{aligned} \quad (7)$$

По теореме Флоке, в случае периодической структуры $\vec{E}(\vec{r}, \omega)$ и $\vec{H}(\vec{r}, \omega)$ представимы в виде

$$\begin{pmatrix} \vec{E}(\vec{r}, \omega) \\ \vec{H}(\vec{r}, \omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_k^{(E)}(Z) \\ f_k^{(H)}(Z) \end{pmatrix} \cdot \exp(-i\vec{\chi}\vec{\rho} - ikZ), \quad (8)$$

где $\vec{\rho} = (x, y)$ и $\vec{\chi}$ – произвольный планарный волновой вектор, лежащий в плоскости xOy ; $\vec{k}(0, 0, k)$ – блоховский вектор.

С учетом вышесказанного, можем записать

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} \vec{f}_k^{(\vec{E})}(Z) \\ \vec{f}_k^{(H)}(Z) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \vec{f}_k^{(E)}(Z + d\{C_\ell^{v(\ell)}\}) \\ \vec{f}_k^{(H)}(Z + d\{C_\ell^{v(\ell)}\}) \end{pmatrix} = \\ &= \sum_p \begin{pmatrix} \vec{f}_{k,p}^{(E)} \\ \vec{f}_{k,p}^{(H)} \end{pmatrix} \exp\left(-ip \frac{2\pi}{d\{C_\ell^{v(\ell)}\}} Z\right). \end{aligned} \quad (9)$$

Подстановка соотношений (8) в систему уравнений (7) позволяет вычислить амплитуды Фурье-преобразований $\vec{f}_{k,p}^{(E,H)}$ электромагнитного поля. После несложных преобразований из (7), (8), с учетом (4), получаем

$$\left[\chi \left(k + p \frac{2\pi}{d\{C_\ell^{V(\ell)}\}} \right) \vec{e}_Z \right] x \begin{pmatrix} \vec{f}_{k,p}^{(E)} \\ \vec{f}_{k,p}^{(H)} \end{pmatrix} = \frac{\omega}{c} \begin{pmatrix} -\sum_e \bar{\bar{E}}_e \vec{f}_{k,p-1}^{(E)} \\ \sum_e \bar{\mu}_e \vec{f}_{k,p-1}^{(H)} \end{pmatrix}, \quad (10)$$

где $\vec{e}_Z$ единичный орт вдоль оси z .

Система уравнений (10) позволяет непосредственно вычислять нормальные моды электромагнитных волн, распространяющихся в построенных «виртуально» периодических 1D слоистых системах, выступающих моделями реальных одномерных гранулированных структур.

Рассмотрим теперь влияние возможных изменений параметров сверхрешетки (например, отклонение от «идеальности» вследствие изменения толщины слоев) на спектр задачи.

Ограничимся анализом распространения электромагнитной волны в модельной одномерной немагнитной цепочке ($\bar{\mu} = \bar{I}$), где $\bar{I}$ – единичная матрица сверхрешетки, сконфигурированной вдоль заданной оси Z .

Положим, как это часто принимается при изучении поляритонных спектров, что K близки к своим предельным (брэгговским) значениям

$$\left| K - \frac{2\pi}{d\{C_\ell^{V(\ell)}\}} \right| \Rightarrow K. \quad (11)$$

$$cK^2 \rightarrow \omega^2 \varepsilon_0.$$

В этом случае, основной вклад в уравнение

$$\left[\vec{\chi} \left(K + \rho \frac{2\pi}{d\{C_\ell^{(V)}\}} \right) \vec{e}_Z \right] \cdot \begin{pmatrix} \vec{f}_{K,p}^{(E)} \\ \vec{f}_{K,p}^{(H)} \end{pmatrix} = \frac{\omega}{c} \begin{pmatrix} -\sum_e \bar{\bar{E}}_e \vec{f}_{K,p-1}^{(E)} \\ \sum_e \bar{\mu}_e \vec{f}_{K,p-1}^{(H)} \end{pmatrix}$$

вносят резонансные слагаемые $\vec{f}_{K,p}^{(E,H)} = 0, -1$.

Система итоговых уравнений, которые были получены с учетом введенных ограничений, принимает вид:

$$\begin{bmatrix} K^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon^{(0)} & -\frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon^{(1)} \\ -\frac{\omega^2 \varepsilon^{(-1)}}{c^2} & (K^2 - d\{C_\ell^{V(\ell)}\})^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon^{(0)} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} f_{x,(y),K,0}^{(E)} \\ f_{x(y),K,-1}^{(E)} \end{pmatrix} = 0. \quad (12)$$

Из уравнения (12) получаем дисперсионное уравнение модели

$$\left(K^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon^{(0)} \right) \left[\left(K - \frac{2\pi}{d\{C_\ell^{V(\ell)}\}} \right)^2 - \frac{\omega^2(K)}{c^2} \varepsilon^0 \right] - \left(\frac{\omega^2(K)}{c^2} |\varepsilon^{(1)}| \right)^2 = 0.$$

Корни уравнения (12) определяют характер спектра. Так, например, полоса $\omega - (K) < \omega < \omega + (K)$ соответствует запрещённой зоне, в которой корни дисперсионного уравнения имеют комплексную форму. Соответствующие электромагнитные волны являются затухающими. Таким образом, мы имеем дело с т.н. брэгговским отражением электромагнитной волны на частотах $\omega < \omega - (K)$ и $\omega > \omega + (K)$ при распространении волны вдоль модельной сверхрешетки.

Выводы. В работе предложена модель виртуально упорядочивающейся квазиодномерной слоистой структуры, которая может служить моделью сверхрешетки с внедренной примесью (дефектом). С помощью этой модели могут быть описаны, в частности, декорированные горизонтальные одномерные гранулированные цепочки. Получены управляющие уравнения для компонент электромагнитного поля, распространяющегося вдоль оси симметрии системы, позволяющие рассчитать параметры спектра модели. Полученные результаты пополняют теоретический инструментарий параметризации свойств гранулированных материалов и, в частности, оптической схемотехники, развиваемой на их основе [3].

Список литературы

1. О.И.Герасимов. Рассеяние излучений в статистических системах: Решаемые модели. – Одесса.: Маяк, 1999. – 284 с.
2. Дж.Займан. Модели беспорядка. – М.: Мир, 1982. – 592 с.
3. S. Kasap, H. Ruda, Y. Boucher. Cambridge Illustrated Handbook of Optoelectronics and Photonics. – Cambridge, 2009. – 352 p.

Розповсюдження електромагнітної хвилі в моделі 1D гранульованої системи у наближенні віртуальної впорядкованості. Герасимов О.І., Худинцев М.М.

Розглянуто задачу про розповсюдження електромагнітної хвилі в гранульованій системі, що моделюється плоскошаровою структурою зі змінною товщиною шарів в наближенні віртуальної (топологічної) впорядкованості, яке полягає в заміні параметрів системи, що залежать від конфігурації, на їх середні значення та дозволяє скористатися для знаходження спектральних параметрів задачі стандартними алгоритмами для ідеально періодичних систем.

Ключові слова: електромагнітна хвиля, гранульована система, плоскошарова структура, наближення віртуальної впорядкованості.

Electromagnetic wave propagation in 1D model granular system in a virtual ordering approximation. Gerasimov O., Khudyntsev N.

The problem of propagation of electromagnetic waves in a granular system, the simulated plane-layered structure with a variable thickness of the layers in a virtual approximation of (topological) ordering (which is to replace depending on the configuration parameters of the problem at their average values, and you can take to find the spectral parameters of the problem with standard algorithms for perfectly periodic systems) has been considered.

Keywords: electromagnetic wave, granular systems, flat-layered structure, the approach of a virtual order.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИОНОВ Li^+ , Na^+ И K^+ С МОЛЕКУЛАМИ ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА И ВОДЫ *ab initio*/3G

*Потенциальные поверхности взаимодействия ионов Li^+ , Na^+ и K^+ с молекулами диметилового эфира и воды рассчитаны *ab initio* в модифицированном базисе гауссовых функций 3G. Обсуждается электронное и пространственное строение комплексов и физическая природа взаимодействия.*

Ключевые слова: *ab initio*, ионы щелочных металлов, диметиловый эфир, вода

Введение. Молекула диметилового эфира (ДМЭ) $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ служит хорошей моделью простого эфирного центра, связывающего ион щелочного или щелочно-земельного металла в коронах $\left[\text{CH}_2 - \text{O} - (\text{CH}_2)_m \right]_n$ [1 – 3] и в других мембрано-активных комплексах (МАК) [4], а также в ионных каналах биомембран [5]. Для оценки траектории движения иона вдоль его пути по каналу биомембраны, а также для описания взаимодействия иона с МАК необходимы данные о парных потенциалах взаимодействия ионов с молекулой ДМЭ. Настоящее сообщение посвящено расчету *ab initio* потенциалов взаимодействия молекулы ДМЭ с ионами Li^+ , Na^+ и K^+ . Обсуждается также взаимодействие этих ионов с молекулой воды, рассчитанное в том же неэмпирическом приближении) [6].

Метод и детали расчетов. Вычисления проводились неэмпирически в базисе 3G декартовых гауссовых функций по программам GAUSS-100 [7] и Gaussian 03 [8].

Для иона Li^+ и атомов H, C, и O молекулы ДМЭ использовались стандартные базисы 3G [9], а для ионов Na^+ и K^+ использовались базисы 3G, реоптимизированные таким образом, чтобы результаты по молекуле ДМЭ можно было сопоставить с аналогичными данными по другим ион-связывающим молекулам [6]. Полные сведения об используемых базисах приведены в [10].

При использовании базисов 3G энергия связи катиона с нейтральной молекулой несколько переоценивается, а соответствующие расчетные значения равновесных расстояний получаются несколько меньше действительных значений [2, 6]. Тем не менее, качественная картина взаимодействия всегда передается верно [2, 6, 11, 12].

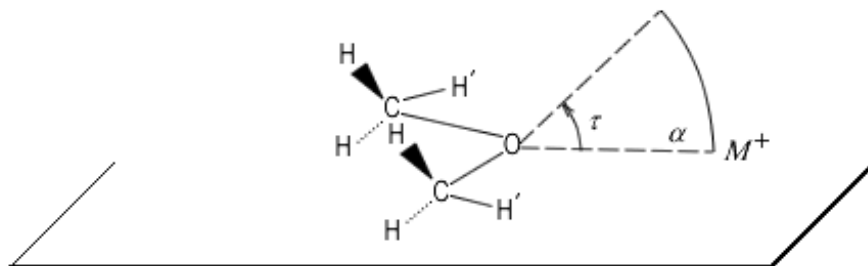


Рис. 1 – Переменные – расстояние α и угол τ потенциальной поверхности взаимодействия иона M^+ с молекулой ДМЭ.

Длины связи и валентные углы в молекуле ДМЭ принимались равными экспериментальным значениям: $R(\text{OC}) = 1.42$, $R(\text{CH}) = 1.09 \text{ \AA}$, $\angle \text{COC} = 112^\circ$,

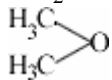
$\angle \text{HCH} = 109^\circ 50'$ [13, 14]. Конформация молекул ДМЭ соответствовала затененному положению метильных групп, которое отвечает минимуму энергии этой молекулы (рис. 1). Группа симметрии молекулы ДМЭ – C_{2v} . За ось симметрии C_2 выбрана ось x . Атомы O , C и H' лежат в плоскости xy . На том же рисунке показаны переменные τ и α рассчитанной поверхности потенциальной энергии взаимодействия иона M^+ с молекулой ДМЭ.

Для молекулы H_2O также использовалась экспериментальная геометрия: $\text{R}(\text{OH}) = 0.957 \text{ \AA}$, $\angle \text{HOH} = 105^\circ$ [15]. Ион перемещался по биссектрисе угла HOH со стороны неподеленных пар атома кислорода.

Результаты расчетов и обсуждение.

Ионы Li^+ , Na^+ и K^+ . Энергии свободных ионов и участвующих в комплексообразовании молекул приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Энергии ионов Li^+ , Na^+ , K^+ и молекул H_2O и $(\text{CH}_3)_2\text{O}$, *ат.ед.*

Ион	Е	Молекула	Е
Li^+	-7,13545	H_2O	-74,96275
Na^+	-159,78893		-152,13136
K^+	-592,92811		

В табл. 2 даны энергии одночастичных состояний ионов Li^+ и Na^+ , их волновые функции можно найти в [10], а орбитальные заселенности этих ионов приведены в табл. 3.

Таблица 2 – Энергии ε_i одночастичных состояний ионов Li^+ и Na^+ , *ат. ед.*

i	Симметрия	Li^+	Na^+
1	1s	<u>-2,73674</u>	-40,58640
2	2s	-0,18003	-3,11240
3 - 5	2p	-0,09451	<u>-1,76835</u>
6	3s		0,17488
7 - 9	3p		0,48722

Таблица 3 – Орбитальная заселенность ионов Li^+ и Na^+ .

i	Симметрия	Li^+	Na^+
1	1s	1,9842	1,9979
2	2s	0,0158	1,9250
3	2px		1,7888
4	2py		1,7888
5	2pz		1,7888
6	3s		0,0771
7	3px		0,2112
8	3py		0,2112
9	3pz		0,2112

Молекула ДМЭ. Полная энергия молекулы ДМЭ приведена в табл. 1. Для первого вертикального потенциала ионизации по теореме Купманса получается значение $I_1 = 9.05 \text{ эв}$ при экспериментальных значениях 10.00 ± 0.02 [16, 17], 9.96 эв [18].

Сведения о высших потенциалах ионизации и характеристика одночастичных состояний в молекуле ДМЭ приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Отнесение одночастичных состояний в молекуле ДМЭ, расчетные значения высших потенциалов ионизации и данные фотоэлектронной спектроскопии (ФЭС) [19 – 22], эВ

<i>i</i>	Симм.	Расчёт		ФЭС		
		I_{14-i}	Отнесение	I_{14-i}^*	Отнесение	I_{14-i}^{**}
13	2b ₂	9,05****	n_1	10,04	n	9,94
12	6a ₁	10,46	n_2	11,91	a ₁	11,65
11	4b ₁	13,29	CH'(xy)	13,43	b ₂	13,09
10	1a ₂	14,27	CH(z)	14,20	CH	15,72
9	3b ₁	15,45	CO(xy)	16,50	CH	
8	5a ₁	16,36	CH',CO(xy)			
7	1b ₂	16,71	CO,CH(z)			
6	4a ₁ ***	22,74	CH,CH'(xy)			

* Данные [19, 20]. ** [21, 22].

*** Симметрия нижних пяти состояний такова: 1a₁, 1b₁, 2a₁, 3a₁, 2b₁.

**** Расчет методом MINDO дает такие значения:

11.43; 11.73; 11.98; 12.89; 13.33; 14.58; 22.37 эВ [21].

Характеристика электронного строения молекулы ДМЭ дана в табл. 5.

Таблица 5 – Молекула ДМЭ: орбитальная заселенность атомов, общая заселенность Р и атомные заряды Q.

АО	O	C	H	H'
1s	1,998	1,992	0,943	0,926
2s	1,813	1,179	-	-
2px	1,467	0,965	-	-
2py	1,030	0,897	-	-
2pz	1,944	1,028	-	-
P	8,252	6,061	0,943	0,926
Q	-0,252	-0,061	+0,057	+0,074

Для дипольного момента молекулы ДМЭ получается значение $\mu = 1.296$ при экспериментальном значении $1.295 \pm 0.01 D$ [23].

Потенциальные поверхности взаимодействия ионов Li^+ , Na^+ и K^+ с молекулами ДМЭ и воды. Вычисленные значения энергии комплексов ионов с молекулами в зависимости от геометрических параметров τ и α (рис. 1) приведены в табл. 6 – 9.

Таблица 6 – Энергия комплексов ионов Li^+ , Na^+ и K^+ с молекулой ДМЭ в зависимости от расстояния α , Å при $\tau = 0^\circ$. Равновесные расстояния подчеркнуты.

Li^+		Na^+		K^+	
α	E	α	E	α	E
1,500	-159,37924	1,80	-311,97126	2,20	-745,09330
1,600	-159,38871	<u>2,00</u>	-311,98231	<u>2,40</u>	-745,10063
<u>1,700</u>	-159,39114	2,03	-311,98210	2,44	-745,10056
1,706	-159,39113	2,20	-311,97640	2,60	-745,09759
1,800	-159,38923	∞	-311,92029	∞	-745,05947
2,000	-159,37847				
∞	-159,26681				

Таблица 7 – Энергия комплексов иона Li^+ с молекулой ДМЭ (*ат.ед.*) в зависимости от угла τ при разных значениях расстояния α , $\text{\AA}$

$\alpha \backslash \tau^\circ$	1,5	1,7	1,9
0	-159,37924	-159,39114	
15	-159,37716	-159,38967	-159,38364
30	-159,37108	-159,38526	-159,38053
45	-159,36143	-159,37788	-159,37493
60	-159,34940	-159,36803	-159,36679

Таблица 8 – Отдельные дополнительные точки поверхности потенциальной энергии взаимодействия иона Li^+ с молекулой ДМЭ, *ат.ед.*

α , $\text{\AA}$	α_x , $\text{\AA}$	τ	E
0,59349	0,44890	$40^\circ 51'$	-156,48890
0,77837	0,64208	$34^\circ 25'$	-157,92864
0,80742	0,29905	$68^\circ 16'$	-158,04572
0,96928	0,83527	$30^\circ 29'$	-158,82932
0,97238	0,47225	$60^\circ 57'$	-158,79429
1,06240	0,06066	$86^\circ 43'$	-158,98237
1,14863	0,64546	$55^\circ 48'$	-159,15419
1,21896	0,20209	$80^\circ 27'$	-159,20202
1,32288	-0,25001	$100^\circ 54'$	-159,24381
1,38673	0,34351	$75^\circ 40'$	-159,30567
1,47987	-0,15000	$95^\circ 49'$	-159,31074
1,64622	-0,05000	$91^\circ 44'$	-159,33976

Таблица 9 – Энергия комплексов ионов Li^+ , Na^+ и K^+ с молекулой воды (*ат.ед.*) в зависимости от расстояния α ($\text{\AA}$) иона до атома кислорода вдоль биссектрисы угла НОН. Равновесные расстояния подчеркнуты.

Li^+		Na^+		K^+	
α	E	α	E	α	E
1,640	-82,22515	1,90	-234,81456	2,30	-667,93562
<u>1,693</u>	-82,22585	1,98	-234,81652	<u>2,40</u>	-667,93563
1,746	-82,22531	<u>1,99</u>	-234,81656	2,50	-667,93445
1,900	-82,21910	2,00	-234,81655	2,60	-667,93185
2,100	-82,20560	2,10	-234,81456	3,00	-667,91808
∞	-82,09820	∞	-234,75168	∞	-667,89086

Энергия взаимодействия ионов с молекулами графически показана на рис. 2.

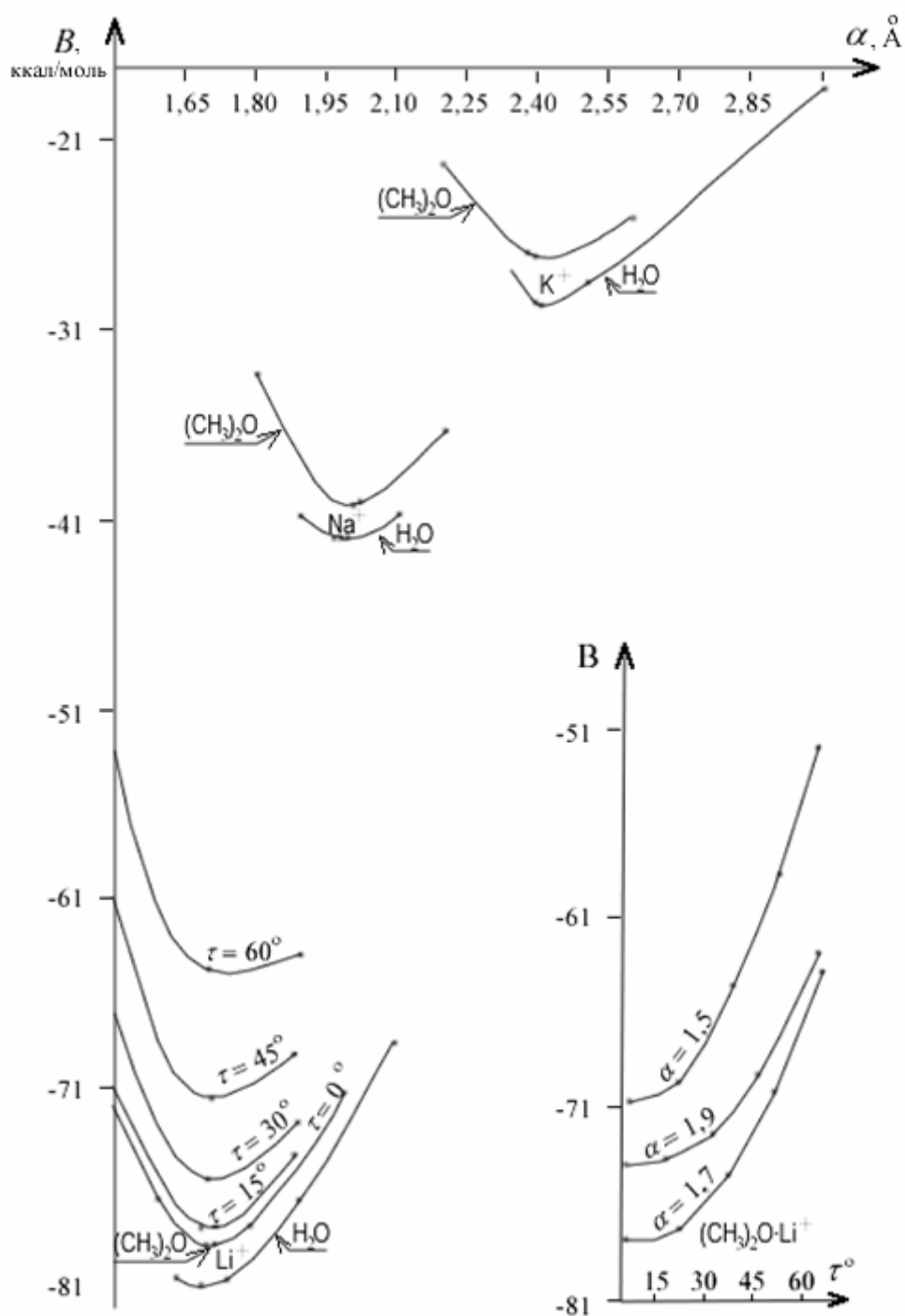


Рис. 2 – Зависимость энергии взаимодействия B ионов Li^+ , Na^+ и K^+ с молекулами H_2O и $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ от расстояния α между ионом и атомом кислорода вдоль биссектрисы углов НОН и СОС ($\tau = 0^\circ$): $B = E_{\text{комплекс}} - (E_{\text{ион}} + E_{\text{молекула}})$. Для комплекса $(\text{CH}_3)_2\text{O} \cdot \text{Li}^+$ потенциальные кривые $B(\alpha)$ приведены для разных углов $0^\circ \leq \tau \leq 60^\circ$. Справа внизу показана зависимость $B(\tau)$ при разных расстояниях α .

В табл. 10 приведены энергии связи B_e и равновесные расстояния α_e в комплексах.

Таблица 10 – Энергии взаимодействия ионов Li^+ , Na^+ и K^+ с молекулами воды и ДМЭ (ккал/моль) при равновесных расстояниях ($\text{\AA}$).

Ион	H_2O		ДМЭ	
	α_e	B_e	α_e	B_e
Li^+	1,693	80,1	1,7	78,0
Na^+	1,990	40,7	2,0	38,9
K^+	2,400	28,1	2,4	25,8

Взаимодействие всех трех катионов с молекулой ДМЭ изучалось в плоскости СОС вдоль биссектрисы угла СОС. В случае иона Li^+ рассчитывалась также угловая зависимость энергии взаимодействия с целью выяснить, не является ли потенциал взаимодействия максимальным в направлении неподеленных электронных пар атома кислорода. Это всегда так на больших расстояниях.

В качестве примера приведем (рисунки 3 и 4) распределение электростатического потенциала [24] молекулы воды [25]. Как видим, потенциал взаимодействия молекулы воды с положительным пробным зарядом максимален в направлении неподеленных пар атома кислорода. Оценка энергии ион-молекулярного взаимодействия на основе электростатического потенциала молекулы справедлива лишь при расстояниях, больших среднего размера молекулы. В области равновесных расстояний важную роль играют квантовые взаимодействия, учет которых может привести к изменению положения максимума потенциала взаимодействия. Действительно, как видно из рис. 2, потенциал взаимодействия иона Li^+ с молекулой ДМЭ максимален в плоскости СОС ($\tau = 0^\circ$). Аналогичная ситуация имеет место для молекулы воды [6, 26]. Для ионов Na^+ и K^+ угловая зависимость потенциала взаимодействия с молекулой ДМЭ уже не просчитывалась.

Из табл. 10 видно, что равновесные расстояния ионов Li^+ , Na^+ и K^+ в комплексах с молекулами воды и ДМЭ приблизительно одинаковы, энергии связи также близки, несколько меньше в случае молекулы эфира. Подтвердить это незначительное уменьшение экспериментальными данными пока нет возможности – отсутствуют сведения об энтальпии образования комплексов молекулы ДМЭ с ионами щелочных металлов в газовой фазе. Вместе с тем, можно привести следующие данные в пользу меньшей энергии связи ионов с молекулой ДМЭ по сравнению с молекулой воды. В ряду метилзамещенных аммиака от NH_3 до $\text{N}(\text{CH}_3)_3$ прочность связи с ионом Li^+ уменьшается по мере увеличения числа метильных групп [27] (кстати, с протоном H^+ ситуация обратная), что получило теоретическое объяснение путем расчета различных вкладов в энергию связи [28, 29]. Нет оснований полагать, что аналогичная ситуация не имеет места при замене атомов водорода в молекуле воды на метильные группы.

Как уже упоминалось выше, расчетные значения прочности связи ионов щелочных металлов с молекулами ДМЭ и воды завышены, приблизительно вдвое. Это видно из сравнения расчетных данных для молекулы воды с экспериментальными значениями энтальпии образования комплексов ионов щелочных металлов с молекулами воды в газовой фазе [30]. Переоценка прочности связи вызвана в первую очередь взаимным влиянием орбитальных базисов обеих подсистем (иона и молекулы) при расчетах их взаимодействия в ограниченных базисах [31 – 33].

Природа связи ионов Li^+ , Na^+ и K^+ с молекулой $(\text{CH}_3)_2\text{O}$. Комплексы катионов с молекулой ДМЭ, как и с молекулой воды, относят к «ион – дипольным» системам. В таких системах потенциал притяжения создается в основном электростатическими кулоновскими и поляризационными силами, особенно при больших расстояниях. В области равновесных расстояний важную роль играют квантовые взаимодействия –

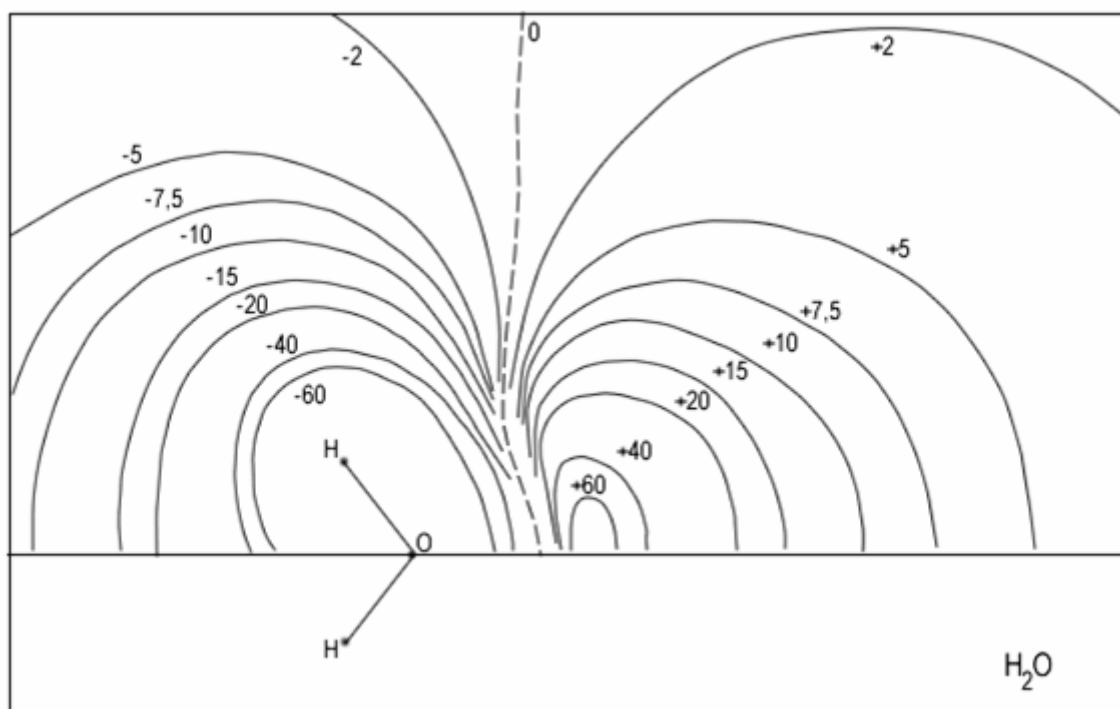


Рис. 3 – Карта электростатического потенциала молекулы воды в плоскости молекулы, ккал/моль.

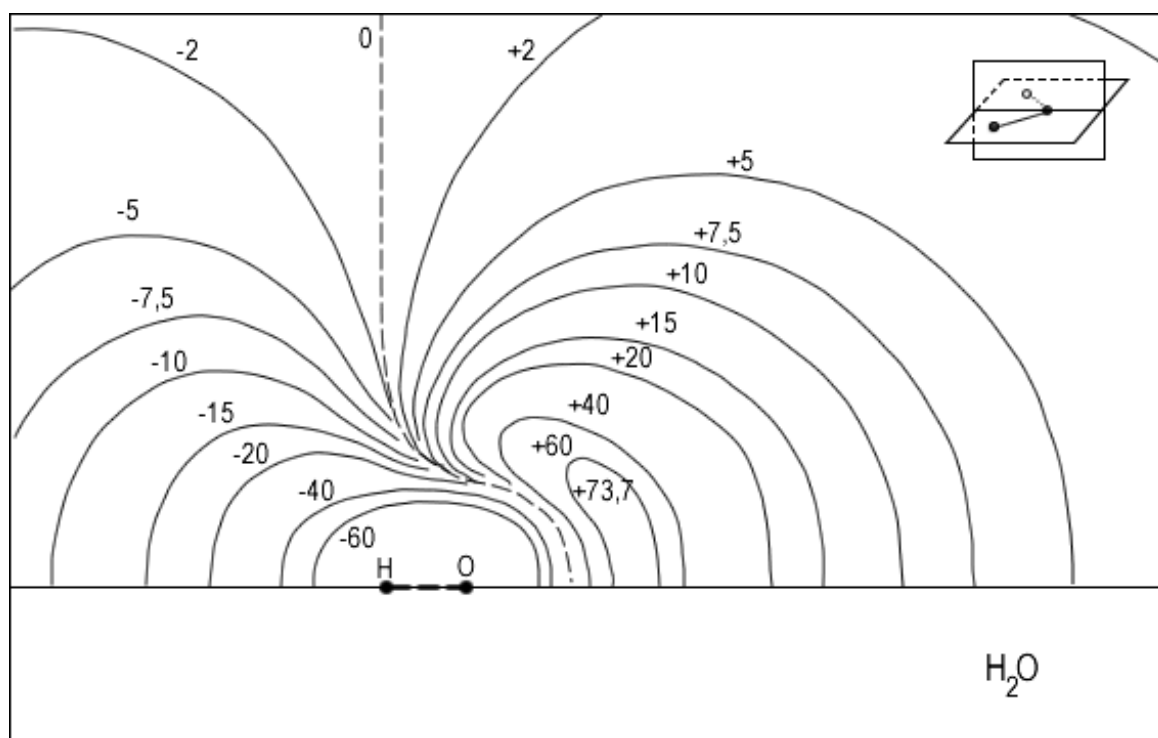


Рис. 4 – Карта электростатического потенциала молекулы воды в плоскости, перпендикулярной плоскости молекулы, ккал/моль.

обменные и «делокализационные» (в донорно-акцепторной терминологии на это указывалось еще в [34, 35]. Их роль особенно велика в «ион-квадрупольных» системах,

например, в системе $\text{Li}^+\cdot\text{N}_2$ [36]. В «ион-дипольных» системах обменные и «делокализационные» взаимодействия в области равновесных расстояний обычно меньше и они компенсируют друг друга [37], так что основной вклад в прочность связи дает ион-дипольное притяжение. Действительно, меньшее значение дипольного момента молекулы ДМЭ по сравнению с молекулой воды (1.3 и 1.8 D, соответственно), казалось бы, может служить еще одним свидетельством в пользу меньшей прочности комплекса иона с молекулой ДМЭ по сравнению с молекулой воды. Вместе с тем, этому обстоятельству нельзя придавать серьезного значения по той причине, что дипольный момент является интегральной характеристикой распределения зарядов на атомах молекулы, тогда как прочность связи иона с молекулой определяется в первую очередь распределением положительных и отрицательных зарядов в той части молекулы, которая непосредственно контактирует с ионом [34, 35]. Можно привести несколько примеров антибатного изменения дипольных моментов и прочности связи в «ион-дипольных» системах. Метод ППДП/2 [38] предсказывает, что ион Li^+ связан с карбонильным кислородом молекулы цитозина менее прочно, чем с различными амидами: 99 ккал/моль для цитозина против 116 и 152 ккал/моль для аминотуревинного альдегида и N-метилацетамида, соответственно [39], тогда как дипольный момент молекулы цитозина значительно больше, чем у этих амидов [40]. Расчеты в том же приближении показали, что сродство молекулы аммиака NH_3 к иону Li^+ больше, чем молекулы воды H_2O (95 против 45 ккал/моль [39]), тогда как дипольные моменты этих молекул равны, соответственно, 1.47 и 1.82 D [41]). Последний результат подтверждается более строгими неэмпирическими расчетами [32]. В этой же работе показано, что обсуждаемая антибатность имеет место для ионов Li^+ , Na^+ , Be^{2+} и Mg^{2+} в ряду молекул HF , H_2O и NH_3 .

С целью получить качественную картину взаимодействия ионов Li^+ , Na^+ и K^+ с молекулой ДМЭ рассмотрим электронное строение соответствующих стабильных комплексов (таблицы 11 – 13).

Таблица 11 – Комплекс иона Li^+ с молекулой $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ в равновесии ($\alpha_e = 1.7 \text{ \AA}$): орбитальная заселенность атомов, общая заселенность P и атомные заряды Q.

АО	O	C	H	H'	Li
1s	1,997	1,992	0,891	0,900	1,985
2s	1,755	1,194	-	-	0,100
2px	1,437	0,963	-	-	0,117
2py	1,169	0,817	-	-	0,015
2pz	1,881	1,084	-	-	0,078
P	8,239	6,050	0,891	0,900	2,296
Q	-0,239	-0,050	+0,109	+0,100	+0,704

Из приведенных расчетных данных видно, что на ионы переносится небольшая электронная плотность с молекулы $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ (0.30, 0.11 и 0.07 e на ионы Li^+ , Na^+ и K^+ , соответственно). Величина перенесенного заряда, естественно, несколько преувеличена, поскольку расчеты проводились ограниченным методом Хартри – Фока в ограниченных базисах [33]. Однако, характер перераспределения электронной плотности в результате комплексообразования передается верно: ион K^+ меньше поляризует молекулу $(\text{CH}_3)_2\text{O}$, чем ион Na^+ , а ион Na^+ меньше, чем ион Li^+ .

Таблица 12 – Комплекс иона Na^+ с молекулой $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ в равновесии ($\alpha_e = 2.0 \text{ \AA}$): орбитальная заселенность атомов, общая заселенность Р и атомные заряды Q.

АО	O	C	H	H'	Na
1s	1,997	1,992	0,905	0,918	1,998
2s	1,779	1,185	-	-	1,926
2px	1,476	0,971	-	-	1,798
2py	1,109	0,844	-	-	1,782
2pz	1,948	1,071	-	-	1,784
3s	-	-	-	-	0,127
3px	-	-	-	-	0,249
3py	-	-	-	-	0,220
3pz	-	-	-	-	0,223
P	8,309	6,063	0,905	0,918	0,107
Q	-0,309	-0,063	+0,095	+0,082	+0,893

Таблица 13 – Комплекс иона K^+ с молекулой $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ в равновесии ($\alpha_e = 2.4 \text{ \AA}$): орбитальная заселенность атомов, общая заселенность Р и атомные заряды Q.

АО	O	C	H	H'	K
1s	1,998	1,992	0,913	0,925	2,000
2s	1,788	1,184	-	-	1,989
2px	1,475	0,970	-	-	1,990 ₅
2py	1,088	0,855	-	-	1,990 ₂
2pz	1,948	1,063	-	-	1,990 ₃
3s	-	-	-	-	2,156
3px	-	-	-	-	1,854
3py	-	-	-	-	1,829
3pz	-	-	-	-	1,830
4s	-	-	-	-	0,444
P	8,297	6,064	0,913	0,925	18,073
Q	-0,297	-0,064	+0,087	+0,075	+0,927

В результате комплексообразования происходит перераспределение зарядов (табл. 14).

Таблица 14 – Перераспределение электронной заселенности атомов в молекуле $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ и в ионах Li^+ , Na^+ и K^+ в результате их взаимодействия.

Атомы	Li^+	Na^+	K^+
1O	(-)0,013	(+)0,057	(+)0,045
2C	(-)0,022	(+)0,004	(+)0,005
4H	(-)0,208	(-)0,152	(-)0,120
2H'	(-)0,052	(-)0,016	(-)0,002
Σ	(-)0,295	(-)0,107	(-)0,072

* Знак (-) означает, что в результате комплексообразования электронная заселенность на данной группе атомов уменьшилась.

Из табл. 14 видно, что положительный заряд ионов несколько уменьшился за счет промотирования электронной плотности в основном с дальних атомов водорода молекулы $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ (рис. 1), а ее атомы О и С даже дополнительно заселяются электронной плотностью в комплексах с ионами Na^+ и K^+ . Таким образом, в поле этих ионов молекула ДМЭ поляризуется. Качественно аналогичные результаты имеют место и для других молекул [32].

Список литературы

1. Pullman A., Giessner-Prettre C., Kruglyak Yu.A. Cation binding to "crown" ethers: An *ab initio* model study // Chem. Phys. Letters. – 1975. – V. 35. – N 2. – 156 – 160.
2. Кругляк Ю.А. Электронно-конформационный механизм взаимодействия иона Li^+ с 12-коронной-4 // Доклады АН УССР. – 1976. – Серия А. – № 5. – С. 441 – 445.
3. Hui Hou, Xingye Zeng, Xiaoping Liu. DFT study of a series of crown-4 ethers and their selectivity trend for alkali metal cations: Li^+ and Na^+ . – J. Molec. Modeling. – 2009. – V. 15, N 2. – P. 105 – 111.
4. Ю.А. Овчинников, В.Т. Иванов, А.М. Шкроб. Мембрано-активные комплексоны. – М.: Наука. – 1974.
5. Hille Bertil. Ion Channels of Excitable Membranes. – Sunderland, Mass.: Sinauer Associates. 3rd Edition. – 2007.
6. Perricaudet M., Pullman A. SCF *ab initio* molecular orbital study on the relative affinities of peptide and ester carbonyl groups for Na^+ and K^+ ions // FEBS Letters. – 1973. – V. 34, N 2. – P. 222 – 226.
7. Port G.N.J., Baudet J. GAUSS-100 // Institut de Biologie Physico-Chimique, Paris. – 1973.
8. www.gaussian.com
9. Hehre W.J., Ditchfield R., Stewart R.F., Pople J.A. Self-Consistent Molecular Orbital Methods. IV. Use of Gaussian Expansions of Slater Type Atomic Orbitals. Extension to Second Row Molecules // J. Chem. Phys. – 1970. – V. 52. – P. 2769.
10. Кругляк Ю.А. Взаимодействие ионов Li^+ , Na^+ и K^+ с молекулами диметилового эфира и воды *ab initio*/3G // Препринт Института теоретической физики АН УССР. – 1976. – № 114. – 26 с.
11. Pullman A. *Ab initio* studies on the binding of Na^+ and K^+ to the fundamental components of decapeptides // Intern. J. Quantum Chem. Quantum Biol. Symp. – 1974. – V. 1. – P. 33 – 42.
12. Rode B.M., Preuss H., Schuster P. Ionic Solvation in Formic Acid. A Comparison of Nonempirical and Semiempirical Results for the Cation-Solvent Complexes // Chem. Phys. Letters. – 1975. – V. 32, N 1. – P. 34 – 37.
13. Kimura K., Kubo M. Structures of dimethyl ether and methyl alcohol // J. Chem. Phys. – 1959. – V. 30, N 1. – P. 151 – 158.
14. Kasai P.H., Myers R.J. Microwave spectrum, structure, and internal rotation of dimethyl ether // J. Chem. Phys. – 1959. – V. 30. – P. 1096.
15. Lide David R. (Editor-in-Chief). Handbook of Chemistry and Physics // New York: CRC Press. 90th Edition. – 2010.
16. Watanabe K., Nakayama T., Mottl J. Ionization potentials of some molecules // J. Quant. Spectr. Radiative Transfer. – 1962. – V. 2. – P. 369.
17. Вилесов Ф.И. Первые адиабатические потенциалы ионизации и внутримолекулярные индукционные взаимодействия // Успехи фотоники. – Ленинград: Из-во ЛГУ. – 1969. – В. 1. – С. 5 – 45.
18. Hernandez G.J. Vacuum ultraviolet absorption spectrum of dimethyl ether // J. Chem. Phys. – 1963. – V. 38. – P. 1644 – 1646.
19. Cradock S., Whiteford R.A. Photoelectron spectra of the methyl, silyl and germyl derivatives of the group VI elements // J. Chem. Soc., Faraday Trans. Part II. – 1972. – V. 68. – P. 281 – 288.
20. Вовна В.И., Вилесов Ф.И. Фотоэлектронная спектроскопия свободных молекул. Структура и взаимодействие молекулярных орбиталей // Успехи фотоники. – Ленинград: Из-во ЛГУ. – 1975. – В. 5. – С. 3 – 149.
21. Dewar M.J.S., Worley S.D. Photoelectron spectra of molecules. I. Ionization potentials of some organic molecules and their interpretation // J. Chem. Phys. – 1969. – V. 50, N 2. – P. 654 – 667.
22. Вилесов Ф.И., Клейменов В.И., Чижов Ю.В. Фотоэлектронная спектроскопия // Успехи фотоники. – Ленинград: Из-во ЛГУ. – 1971. – В. 2. – С. 3 – 40.
23. Sanger R., Steiger O., Gachter K. Temperature effect der Molekularpolarisation einiger Gase und Dämpfe // Helv. Phys. Acta. – 1932. – V. 5. – P. 200 – 210.
24. Bonaccorsi R., Petrongolo C., Scrocco E., Tomasi J. Minimal basis set SCF calculations for the three-membered ring molecules C_3H_6 , $\text{C}_2\text{H}_4\text{NH}$, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, $\text{C}_2\text{H}_4\text{NH}_2^+$, C_3H_4 // Quantum aspects of heterocyclic

- compounds in chemistry and biochemistry. – Jerucalem: The Israel academy of sciences and humanities. – 1970. – P. 181.
25. *Scrocco E., Tomasi J.* The electrostatic molecular potential as a tool for the interpretation of some molecular properties // Topics in current chemistry. – Berlin: Springer-Verlag. – 1973. – N 42. – P. 95.
 26. *Kistenmacher H., Popkie H., Clementi E.* Study of the Structure of Molecular Complexes. II. Energy Surfaces for a Water Molecule in the Field of a Sodium or Potassium Cation // J. Chem. Phys., 1973. – V. 58. – P. 1689 – 1699.
 27. *Regis A., Corset J.* Stude par spectroscopie infrarouge de la solvation preferentielle du cationu Li // Canad. J. Chem. – 1973. – V. 51, N 21. – P. 3577 – 3587.
 28. *Munson M.S.B.* Proton affinities and the methyl inductive effect // J. Amer. Chem. Soc. – 1965. – V. 87. – P. 2332 – 2336.
 29. *Pullman A., Brochen P.* On the Origin of the Reverse Order of intrinsic affinities H^+ and Li^+ in the series NH_3 to $N(CH_3)_3$ // Chem. Phys. Letters. – 1975. – V. 34, N 1. – P. 7 – 10.
 30. *Dzidic I., Kebabian P.* Hydration of alkali ions in the gas phase. Enthalpies and entropies of reactions $M^+(H_2O)_{n-1} + H_2O = M^+(H_2O)_n$ // J. Phys. Chem. – 1970. – V. 74, N 7. – P. 1466 – 1471.
 31. *Пинчук В.М., Долгушин М.Д., Кругляк Ю.А.* К вычислению *ab initio* энергии взаимодействия между системами, описываемыми ограниченными базисами // Препринт Института теоретической физики АН УССР. – 1974. – № 127.
 32. *Пинчук В.М., Кругляк Ю.А., Долгушин М.Д.* Пространственное и электронное строение комплексов ионов Li^+ , Na^+ , Be^{2+} и Mg^{2+} с молекулами HF , H_2O и NH_3 // Теорет. эксперим. химия. – 1976. – Т. 12, № 2. – С. 155 – 162; Препринт Института теоретической физики АН УССР. – 1974. – № 128.
 33. *Долгушин М.Д., Кругляк Ю.А., Пинчук В.М.* О неэмпирических расчетах молекул в ограниченных базисах гауссовых функций // Препринт Института теоретической физики АН УССР. – 1976. – № 48.
 34. *Измайлов Н.А., Кругляк Ю.А.* К вопросу о сольватации ионов // Доклады Академии Наук СССР. – 1960. – Т. 134, № 6. – С. 1390 – 1393.
 35. *Кругляк Ю.А.* Теория сольватации ионов с внешними замкнутыми *sp*-оболочками // Труды хим. фак-та и н.-и. ин-та химии Харьковского гос. ун-та. – 1963. – Т. 19, С. 172 – 178.
 36. *Кругляк Ю.А., Бугрий Г.И., Шустер П., Бейер А.* К анализу взаимодействия иона лития с молекулой азота // Сб. "Физика молекул". – Киев: Наукова думка. – 1978. – В. 6. – С. 61 – 76; Препринт Института теоретической физики АН УССР. – 1975. – № 127.
 37. *Pullman A., Schuster P.* Model studies on the binding of metal cations to macrocyclic ligands. I. The interaction of Li^+ with carbonyl groups // Chem. Phys. Letters. – 1974. – V. 24, N 4. – P. 472 – 477.
 38. *Pople J.A., Beveridge D.L.* Approximate Molecular Orbital Theory. – N.Y.: McGraw-Hill. – 1970.
 39. *Gupta A., Rao. C.N.R.* CNDO/2 Studies of Ion Solvation // J. Phys. Chem. – 1973. – V. 77, N 19. – P. 2888 – 2896.
 40. *de Voe H., Tinoco Jr. I.* The stability of helical polynucleotides base contributions // J. Molec. Biology. – 1962. – V. 4. – P. 500 – 517.
 41. *McClellan A.L.* Tables of experimental dipole moments. – San Francisco: Freeman and Co. – 1963.

Взаємодія іонів Li^+ , Na^+ , K^+ з молекулами діметілового ефіру і води *ab initio*/3G.

Кругляк Ю.О.

Потенціальні поверхні взаємодії іонів Li^+ , Na^+ і K^+ з молекулами діметілового ефіру і води розраховані *ab initio* з модифікованим базисом гауссових функцій 3G. Обговорюється електронна та просторова структура комплексів та фізична природа взаємодії.

Ключові слова: *ab initio*, іони лужних металів, діметіловий ефір, вода

Interaction of Li^+ , Na^+ , K^+ ions with dimethyl ether and water molecules *ab initio*/3G.

Kruglyak Yu.A.

Potential energy surfaces of the interaction between Li^+ , Na^+ , K^+ ions and dimethyl ether and water molecules are computed *ab initio* with modified 3G basis. Electronic and spatial structure of the complexes and the physical nature of bonding are discussed.

Keywords: *ab initio*, alkali metal ions, dimethyl ether, water

Надійшла до редакції 22.02.2012
Прийнята до публікації 28.03.2013

УРОКИ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ.3. ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ И МОДЫ ПРОВОДИМОСТИ В КОНЦЕПЦИИ «СНИЗУ – ВВЕРХ»

В рамках концепции «снизу – вверх» современной наноэлектроники рассматриваются общие вопросы электронной проводимости, моды проводимости, проводники n-и p-типа и графен.

Ключевые слова: наноэлектроника, молекулярная электроника, снизу-вверх, электронная проводимость, моды проводимости, проводники n-типа, проводники p-типа, графен.

Введение. Стандартное выражение для удельной проводимости дается формулой Друде [1], связывающей проводимость σ с электронной плотностью n , эффективной массой m и временем свободного пробега τ

$$\sigma \equiv \frac{1}{\rho} = \frac{q^2 n \tau}{m}, \quad (1)$$

или используя понятие подвижности

$$\bar{\mu} = \frac{q\tau}{m}, \quad (2)$$

имеем

$$\sigma = qn\bar{\mu}. \quad (3)$$

С другой стороны, для удельной проводимости в рамках концепции «снизу – вверх» получаются [2, 3] следующих два эквивалентных выражения для проводимости, одно из которых выражает проводимость через произведение плотности состояний D и коэффициента диффузии $\bar{D}$

$$\sigma(E) = q^2 \bar{D} \frac{D}{L} \left\{ 1, \frac{1}{W}, \frac{1}{A} \right\}, \quad (4)$$

а другое – через произведение числа мод M в канале проводимости и средней длины пробега λ

$$\sigma(E) = \frac{q^2}{h} M \lambda \left\{ 1, \frac{1}{W}, \frac{1}{A} \right\}, \quad (5)$$

где A – площадь поперечного сечения 3d-проводника, W – ширина 2d-проводника, L – длина проводника.

Как и проводимость [3]

$$G \equiv \frac{I}{V} = \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) G(E),$$

удельную проводимость по уравнениям (4) и (5) нужно усреднить по энергии в области нескольких kT , включающей $E = \mu_0$ с помощью функции теплового уширения

$$\sigma = \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) \sigma(E). \quad (6)$$

Уравнение (4) хорошо известно, выводится в стандартных учебниках по физике твердого тела [1], чего нельзя сказать об эквивалентном ему уравнению (5), вывод которого обычно требует использования статистической термодинамики необратимых процессов, например, формализма Кубо [4, 5].

По поводу модели Друде хотелось бы подчеркнуть следующее. Применимость модели Друде весьма ограничена, в то время как уравнения для проводимости (4) и (5) имеют самое общее значение. Например, эти уравнения применимы к графену [6, 7] с непараболическим поведением зон и «безмассовыми» электронами – свойствами, описание которых невозможно в модели Друде. Один из уроков, преподнесенных наноэлектроникой, – широкая применимость уравнений для проводимости (4) и (5).

Фундаментальное различие между уравнениями (4) и (5) и теорией Друде состоит в том, что усреднение (6) делает проводимость свойством фермиевской поверхности: проводимость определяется уровнями энергии, близкими к $E = \mu_0$. А согласно уравнениям (1) – (3) теории Друде проводимость зависит от общей электронной плотности, суммированной по всему спектру энергий, что и приводит к ограниченной применимости модели Друде. Проводимость веществ меняется в очень широких пределах несмотря на то, что число электронов приблизительно одинаково. Низкая проводимость стекла объясняется не тем, что в стекле мало так называемых «свободных» электронов, а потому, что для стекла характерна очень низкая плотность состояний и числа мод [2] вблизи $E = \mu_0$. Понятие же «свободных» электронов относится к интуитивным понятиям.

Для произвольных проводников, как с кристаллической структурой, так и аморфных, так и для молекулярных проводников, следуя [2], покажем, что независимо от функциональной зависимости $E(p)$ плотность состояний $D(E)$, скорость $v(E)$ и импульс $p(E)$ связаны с числом электронных состояний $N(E)$ с энергией, меньшей значения E , соотношением

$$D(E)v(E)p(E) = N(E) \cdot d, \quad (7)$$

где d – размерность проводника. Используя (7) для вычисления проводимости (4) с учетом коэффициента диффузии [3]

$$\bar{D} = \langle v_z^2 \tau \rangle.$$

для 3d-проводника получим

$$\sigma(E) = q^2 \frac{N(E)}{A \cdot L} \frac{\tau(E)}{m(E)}. \quad (8)$$

где масса определена как

$$m(E) = \frac{p(E)}{v(E)}. \quad (9)$$

Легко убедиться, что фундаментальное соотношение (7) справедливо и для параболической зависимости $E(p)$ и для линейной, как в графене [7]. Для параболической зависимости масса носителя тока от энергии не зависит, что в общем случае не так.

Формула (8) выглядит как выражение (1) теории Друде, если $N/A \cdot L$ считать электронной плотностью n . При низких температурах это действительно так, поскольку усреднение (6) при $E = \mu_0$ дает

$$\sigma = \left(q^2 \frac{N}{A \cdot L m} \tau \right)_{E=\mu_0} = q^2 n \tau / m, \quad (10)$$

так как $N(E)$ при $E = \mu_0$ есть полное число электронов (рис. 1). При ненулевой температуре ситуация тем более сложнее, если плотность состояний непараболическая. Отметим, что ключевым моментом в сведении общего выражения для проводимости (4) к выражению (8), похожему на формулу Друде (1), есть фундаментальное выражение (7), связывающее плотность состояний $D(E)$, скорость $v(E)$ и импульс $p(E)$

для данного значения энергии с полным числом состояний $N(E)$, полученных интегрирование плотности

$$N(E) = \int_{-\infty}^E dE D(E). \quad (11)$$

Каким образом полное число состояний $N(E)$ по (11) может быть однозначно связано с плотностью состояний $D(E)$, скоростью $v(E)$ и импульсом $p(E)$ для конкретного значения энергии? Ответ состоит в том, что уравнение (7) удовлетворяется только в том случае, когда уровни энергии вычисляются однозначно из выражения для $E(p)$. Оно может не выполняться в области энергий перекрывающихся зон или, например, для аморфных тел,

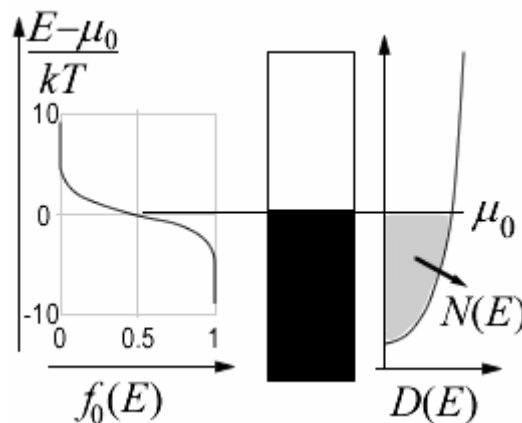


Рис. 1 – Равновесная функция Ферми $f_0(E)$. Плотность состояний $D(E)$ и полное число электронов $N(E)$.

когда не известна зависимость $E(p)$. В этих случаях уравнения (4) и (5) не эквивалентны уравнению (8) и пользоваться можно только первыми.

Теперь посмотрим, как одиночные зоны, описываемые различными соотношениями $E(p)$ приводят к фундаментальному уравнению (7) и таким образом откроется возможность установления связи между выражениями для проводимости (4) – (5) и формулами Друде (1) – (3). Это приведет также к новой интерпретации мод $M(E)$, введенных в [3], и к объяснению их целочисленности.

Соотношения $E(p)$ для кристаллических твердых тел. Пусть стандартно связь энергии с импульсом параболическая (рис. 2)

$$E(p) = E_c + \frac{p^2}{2m}, \quad (12)$$

где под m подразумевается эффективная масса. Будем пользоваться соотношениями $E(p)$ вместо $E(k)$, хотя всегда можно перейти к волновому вектору $k = p/\hbar$. Дисперсия (12) широко используется для различных веществ – и для металлов и для полупроводников. Но это не единственная возможность. Для графена [6, 7], использование которого в нанoeлектронике, как ожидается, приведет к следующему шагу в миниатюризации, имеет место линейная зависимость от импульса (рис. 3)

$$E = E_c + v_0 p, \quad (13)$$

где v_0 – константа, равная приблизительно 1/300 от скорости света. Здесь и ранее под импульсом p подразумевается его абсолютное значение. Другими словами, подразумевается, что зависимость $E(p)$ изотропная.

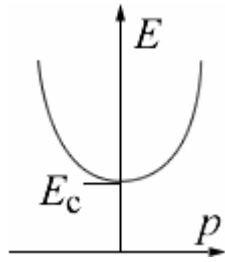


Рис. 2 – Параболическая дисперсия.

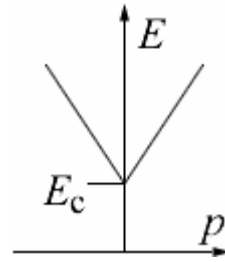


Рис. 3 – Линейная дисперсия.

Для изотропных $E(p)$ скорость сонаправлена с импульсом, а величина ее равна

$$v \equiv \frac{dE}{dp}. \quad (14)$$

К подсчету числа состояний. На длине резистора L должно укладываться целое число де-бройлевских волн с длиной $\lambda = h/p$

$$\frac{L}{h/p} = \text{целому числу или } p = \text{целое число} \cdot (h/L).$$

Это означает, что разрешенные состояния однородно распределены для данного значения p и каждое из состояний занимает промежуток

$$\Delta p = \frac{h}{L}. \quad (15)$$

Определим функцию $N(p)$ как полное число состояний со значениями импульса, меньшими, чем заданное значение p . Для одномерных проводников 1d (рис. 4)

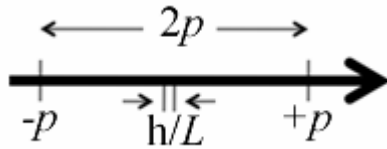


Рис. 4 – К подсчету числа состояний для 1d-проводника.

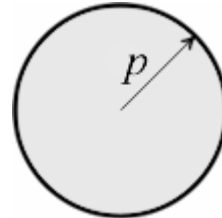


Рис. 5 – К подсчету числа состояний для 2d-проводника.

эта функция равна отношению доступной длины $2p$ (от $-p$ до $+p$) к промежутку Δp

$$N(p) = \frac{2p}{h/L} = 2L \left(\frac{p}{h} \right). \quad (16)$$

Для 2d-проводников (рис. 5) нужно разделить площадь поперечного сечения πp^2 на промежутки по длине h/L и по площади поперечного сечения h/W , так что окончательно

$$N(p) = \frac{\pi p^2}{(h/L)(h/W)} = \pi W \cdot L \left(\frac{p}{h} \right)^2. \quad (17)$$

Для 3d-проводников объем сферы радиуса p делится на произведение промежутков $(h/L) \cdot (h/W_1) \cdot (h/W_2)$, где площадь поперечного сечения $A = W_1 \cdot W_2$, так что окончательно

$$N(p) = \frac{(4\pi/3)p^3}{(h/L)(h^2/A)} = \frac{4\pi}{3} A \cdot L \left(\frac{p}{h} \right)^3, \quad (18)$$

или собирая все вместе для $d = \{1, 2, 3\}$ имеем

$$N(p) = \left\{ 2 \frac{L}{h/p}, \quad p \frac{L \cdot W}{(h/p)^2}, \quad \frac{4\pi}{3} \frac{L \cdot A}{(h/p)^3} \right\}. \quad (19)$$

Задавшись законом дисперсии $E(p)$, теперь можно посчитать зависимость числа состояний $N(E)$ с энергией, меньшей заданного значения E .

Плотность состояний $D(E)$. Полученная таким образом функция числа состояний $N(E)$ должна быть равна плотности состояний $D(E)$, проинтегрированной вплоть до энергии состояний E

$$N(E) = \int_{-\infty}^E dE D(E),$$

так что плотность состояний

$$D(E) = \frac{dN}{dE}, \quad (20)$$

а с использованием ур-я (19) получается

$$D(E) = \frac{dN}{dp} \frac{dp}{dE} = \frac{dp}{dE} \frac{p^{d-1}}{h^d} \left\{ 2L, \pi L W, \frac{4}{3} \pi L A \right\}. \quad (21)$$

Воспользовавшись (14) и (19), окончательно получим искомое общее уравнение (7), независимое от закона дисперсии.

Формула Друде. Как уже было показано, используя (7) для вычисления проводимости (4) для 3d-проводника получаем выражение (8), в котором зависящая от энергии масса определена уравнением (9). Также было показано, что ур-е (8) сводится к формуле Друде (1) при температурах, близких к нулю. Теперь рассмотрим проводники n-типа и p-типа отдельно при температурах, отличных от нуля.

Проводники n-типа. Используя уравнение (8) и предполагая в нем независимость от энергии массы m и времени τ , получим

$$\sigma = \frac{q^2 \tau}{m} \frac{1}{A \cdot L} \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) N(E). \quad (22)$$

Интегрируя по частям, получим

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) N(E) &= \left[-N(E) f_0(E) \right]_{-\infty}^{+\infty} + \int_{-\infty}^{+\infty} dE \frac{dN}{dE} f_0(E) \\ &= [0 - 0] + \int_{-\infty}^{+\infty} dE D(E) f_0(E) = \text{полному числу электронов,} \end{aligned} \quad (23)$$

поскольку произведение $dE \cdot D(E) \cdot f_0(E)$ есть число электронов в области энергий от E до $E + dE$. Таким образом, уравнение (22) сводится к формуле Друде

$$\sigma = \frac{q^2 \tau}{m} \frac{N}{A \cdot L}, \quad (24)$$

имея в виду, что $N/A \cdot L = n$.

Проводники р-типа. Любопытная ситуация имеет место для р-проводников с ниспадающей дисперсией, например,

$$E(p) = E_c - \frac{p^2}{2m}. \quad (25)$$

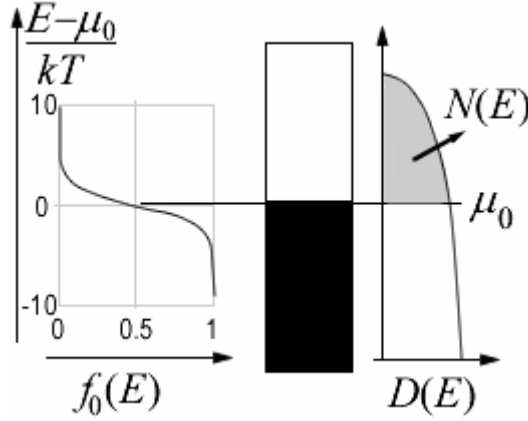


Рис. 6 – Равновесная функция Ферми $f_0(E)$, плотность состояний $D(E)$ и число состояний $N(E)$ для р-проводника с дисперсией (25).

Вместо числа состояний по (11) мы теперь имеем (рис. 6)

$$N(E) = \int_E^{+\infty} dE' D(E'), \quad (26)$$

что дает

$$D(E) = -\frac{dN}{dE}. \quad (27)$$

Так получается потому, что функция $N(E)$ определяется через функцию $N(p)$, которая дает полное число состояний с импульсом, меньшим заданного значения p , что соответствует энергиям, большим чем заданное значение E согласно дисперсионному соотношению (25).

Если, как и прежде, проинтегрировать по частям

$$\int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) N(E) = \left[-N(E) f_0(E) \right]_{-\infty}^{+\infty} + \int_{-\infty}^{+\infty} dE \frac{dN}{dE} f_0(E), \quad (28)$$

теперь первое слагаемое не зануляется, поскольку и $N(E)$ и $f_0(E)$ в нижнем пределе не нули.

Обойти эту ситуацию можно следующим образом: вместо производной от f_0 брать производную от $(1 - f_0)$

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial (1 - f_0)}{\partial E} \right) N(E) &= \left[-N(E) (1 - f_0(E)) \right]_{-\infty}^{+\infty} + \int_{-\infty}^{+\infty} dE \frac{dN}{dE} (1 - f_0(E)) \\ &= [0 - 0] + \int_{-\infty}^{+\infty} dE D(E) (1 - f_0(E)) = \text{полному числу «дырок»}. \end{aligned} \quad (29)$$

Другими словами, для проводников р-типа можно пользоваться формулой Друде

$$\sigma = q^2 n \tau / m, \quad (30)$$

если под значением n понимать число «дырок»: большему значению n соответствует меньшее число электронов.

Графен. Как подсчитывать значение n в случае, когда зоны распространяются в обоих направлениях как в графене с дисперсией $E = \pm v_0 p$ [6, 7] (рис. 7 слева). Нельзя не признать изобретательным разбить зоны в графене на зону n-типа и зону p-типа (рис. 7 справа) так, что

$$D(E) = D_n(E) + D_p(E), \quad (31)$$

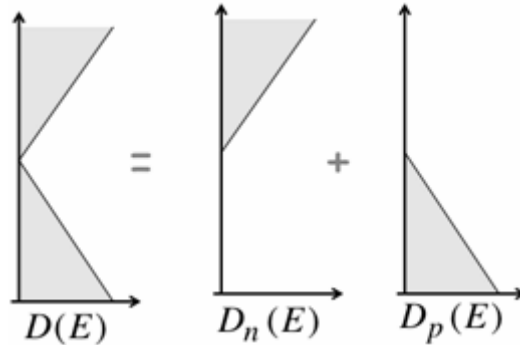


Рис. 7 – Искусственное разбиение зонной структуры графена на зоны n- и p-типа.

а затем пользоваться формулами Друде.

Хотелось бы подчеркнуть, что нет нужды для подобной изобретательности, поскольку уравнения (4) и (5) применимы во всех случаях и корректно отражают физику проводимости.

Пропорциональна ли проводимость электронной плотности?

Экспериментальные измерения проводимости часто ведутся в зависимости от электронной плотности, которые, согласно теории Друде, связаны линейно, так что отклонения от линейности трактуют как проявления зависимости времени свободного пробега от энергии. При этом не учитывают, что для непараболических дисперсий масса носителя тока, сама определяемая как p/v , может зависеть от энергии и тем самым приводить к нелинейности проводимости от плотности электронов.

Сначала определим электронную плотность из ур-я (19)

$$n(p) = \left\{ 2 \frac{p}{h}, p \frac{p^2}{h^2}, \frac{4p}{3} \frac{p^3}{h^3} \right\}, \quad (32)$$

где плотность n равна N/L , $N/W \cdot L$ и $N/A \cdot L$ для $d = 1, 2$ и 3 . Перепишем (32) в виде

$$n(p) = K p^d, \quad (33)$$

где коэффициент пропорциональности $K = \{2/h, \pi/h^2, 4\pi/3h^3\}$. Теперь для проводимости (10) с учетом (9) имеем

$$\sigma = q^2 \frac{n(p)\tau(p)}{m(p)} = q^2 K p^{d-1} v(p) \tau(p). \quad (34)$$

Если известна или выбрана зависимость скорости и времени свободного пробега от энергии, а стало быть и от импульса, в уравнениях (33) и (34) можно избавиться от зависимости от импульса и таким образом установить связь между проводимостью σ и электронной плотностью n .

Например, в случае графена $E = \pm v_0 p$, скорость dE/dp постоянна и равна v_0 , не зависит от импульса. Полагая время свободного пробега от энергии не зависящим, проводимость от плотности электронов из уравнений (33) и (34) с учетом ур-я (35)

из [3] для длины свободного пробега

$$\lambda = \frac{2\bar{D}}{\bar{u}} = v\tau \left\{ 2, \frac{\pi}{2}, \frac{4}{3} \right\}$$

получается следующей

$$\sigma = \frac{q^2}{h} \lambda \sqrt{\frac{4n}{\pi}} \quad (35)$$

или с учетом g -фактора (для графена $g = 4$)

$$\sigma = \frac{q^2}{h} \lambda \sqrt{\frac{4gn}{p}}. \quad (36)$$

Таким образом, проводимость в графене получается пропорциональной $\sim \sqrt{n}$, а не как обычно предполагается $\sim n$, и с временем свободного пробега, не зависящем от энергии. Вычисления по формуле (36) с $\lambda = 2 \mu\text{м}$ и $\lambda = 300 \text{ нм}$ (рис. 8) согласуются с экспериментальными данными [8].

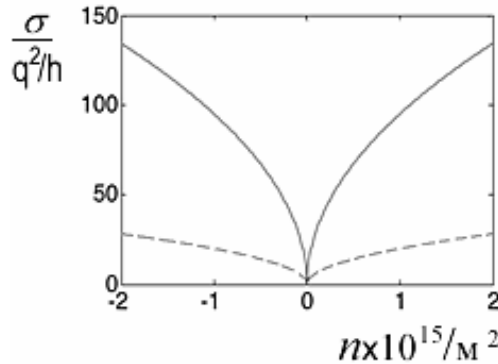


Рис. 8 – Проводимость графена по ур-ю (36) как функция электронной плотности для значений $\lambda = 2 \mu\text{м}$ (сплошная) и $\lambda = 300 \text{ нм}$ (пунктиром) согласуется с экспериментальными данными (рис. 1 в [8]).

Квантование проводимости и моды проводимости. Баллистическая проводимость квантуется [3]

$$G_B \equiv \frac{q^2}{h} M.$$

где для низкоразмерных проводников при низких температурах число M – целое. Там же в [3] получено выражение для числа мод

$$M \equiv \frac{\hbar D v}{2L} \left\{ 1, \frac{2}{p}, \frac{1}{2} \right\} \quad (37)$$

через произведение плотности состояний D и скорости электронов v , и совершенно не очевидна целочисленность выражения (37). Пользуясь выражениями для дисперсии $E(p)$ оказывается возможным дать иную интерпретацию $M(p)$, свидетельствующую о целочисленной природе величины M .

Используя (7), перепишем (37) в виде

$$M = \frac{\hbar N}{2Lp} \left\{ 1, \frac{4}{p}, \frac{3}{2} \right\}, \quad (38)$$

где $N(p)$ есть полное число состояний с импульсом, меньшим заданного значения p .

С использованием (19) преобразуем (38) в

$$M(p) = \left\{ 1, 2 \frac{W}{h/p}, p \frac{A}{(h/p)^2} \right\}. \quad (39)$$

Так же как число состояний $N(p)$ дает нам число де-бройлевских длин волн, укладывающихся в проводнике, так и $M(p)$ дает нам число мод, укладывающихся в поперечном сечении проводника, причем это число не зависит от закона дисперсии, поскольку при выводе (39) нигде не использовался какой-либо конкретный закон дисперсии.

При оценке чисел $N(p)$ и $M(p)$ в конкретной задаче на практике получаются, конечно, дробные числа. Однако, по физическому смыслу эти числа должны быть целыми. В больших проводниках при низких температурах квантование $M(p)$ смазывается, однако, в мезо- и наноразмерных проводниках наблюдается целочисленная природа числа мод $M(p)$ и квантование проводимости. Поэтому (39) правильнее переписать в виде

$$M(p) = \text{Int} \left\{ 1, 2 \frac{W}{h/p}, p \frac{A}{(h/p)^2} \right\}, \quad (40)$$

где под $\text{Int}\{x\}$ подразумевается наибольшее целое число, меньшее значения x .

В одномерных проводниках число мод совпадает с g -фактором, равным числу долин, умноженным на вырождение по спину, равное 2. Сопротивление баллистических проводников $\sim M \cdot h/q^2$, так что сопротивление баллистического 1d-проводника приблизительно равно $25 K\Omega$, деленных на g , что и наблюдается экспериментально [9]: большинство металлов и полупроводников типа GaAs имеют $g = 2$ и баллистическое сопротивление 1d-образцов $\sim 12.5 K\Omega$, а углеродные нанотрубки двухдолинные с $g = 4$ и их баллистическое сопротивление $\sim 6.25 K\Omega$.

Настоящая работа явилась результатом посещения одним из нас (ЮАК) курса лекций «Fundamentals of Nanoelectronics, Part I: Basic Concepts», прочитанного он-лайн в январе – феврале 2012 года проф. С.Датта (Supriyo Datta) в рамках инициативы Purdue University / nanoHUB-U [www.nanohub.org/u].

Список литературы

1. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела, том 1. – М: Мир. – 1979. – 400 с.
2. Datta Supriyo. Lessons from Nanoelectronics: A New Perspective on Transport. – Hackensack, New Jersey: World Scientific Publishing Company. – 2012. – pp. 340.
3. Кругляк Ю.А., Кругляк Н.Е. Уроки нанoeлектроники: модель упругого резистора и новая формулировка закона Ома в концепции «снизу – вверх» // Вісник Одеського держ. екологічного ун-ту. – 2012, В. 14. – С. XXX – XXX.

4. *Sears F.W., Salinger G.L.* Thermodynamics, Kinetic Theory, and Statistical Thermodynamics. – Boston: Addison-Wesley. – 1975. – pp. 331 – 336, 355 – 361.
5. *Kubo R.* Statistical-Mechanical Theory of Irreversible Processes.I. General Theory and Simple Applications to Magnetic and Conduction Problems // *J.Phys.Soc. Japan.* – 1957. – V. 12. – P. 570 – 586.
6. *Стрпиха М.В.* Фізика графену: стан і перспективи // Сенсорна електроніка і мікросистемні технології. – 2010. – Т. 1(7), N 3. – С. 5 – 13.
7. *Кругляк Ю.А., Кругляк Н.Е.* Методические аспекты расчета зонной структуры графена с учетом σ -осова. Теоретические основы // Вісник Одеського держ. екологічного ун-ту. – 2012, В. 13. – С. 207 – 218.
8. *Bolotin K.I., Sikes K. J., Hone J., Kim P., Stormer H. L.* Temperature-Dependent Transport in Suspended Graphene // *Phys. Rev. Lett.* – 2008. – V. 101.– P. 096802.
9. *Mitin Vladimir V., Kochelap Viatcheslav A., Stroscio Michael A.* Introduction to Nanoelectronics: Science, Nanotechnology, Engineering, and Applications. – Cambridge: Cambridge University Press. – 2012. – pp. 346.

Уроки наноелектроніки 3. Електронна провідність і моди провідності в концепції «знизу – нагору»
Кругляк Ю.О., Кругляк Н.Ю.

В рамках концепції «знизу – нагору» сучасної наноелектроніки розглядаються загальні питання електронної провідності і моди провідності, провідники n- і p-типу та графен.

Ключові слова: наноелектроніка, молекулярна електроніка, знизу – нагору, електронна провідність, моди провідності, провідники n-типу, провідники p-типу, графен.

Lessons of nanoelectronics. 3. Electronic conductivity and conductivity modes by «bottom – up» approach. Kruglyak Yu.A., Kruglyak N.E.

General questions of electronic conductivity, conductivity modes, n- and p-type conductors and graphene are discussed in the frame of the «bottom – up» approach of modern nanoelectronics.

Keywords: nanoelectronics, molecular electronics, bottom – up, electronic conductivity, conductivity modes, n-type conductor, p-type conductor, graphene.

*Надійшла до редакції 12.03.2012
Прийнята до публікації 28.03.2013*

Ю.А.Кругляк, д.х.н., А.В. Глушков, д.ф.-м.н.

Одесский государственный экологический университет

УРОКИ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ. 4. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КОНЦЕПЦИИ «СНИЗУ – ВВЕРХ»

В рамках концепции «снизу – вверх» нанoeлектроники рассматриваются термоэлектрические явления Зеебека и Пельтье, показатели качества и оптимизация термоэлектриков, баллистический и диффузионный транспорт фононов и его роль в теплопроводности.

Ключевые слова: нанофизика, нанoeлектроника, молекулярная электроника, снизу-вверх, термоэлектрические явления, Зеебек, Пельтье, термоэлектрик, транспорт фононов, теплопроводность.

Введение. В продолжение предыдущей публикации [1] в рамках концепции «снизу – вверх» [2] рассмотрим термоэлектрические явления.

Измерения проводимости сами по себе не несут никакой информации о физической природе проводимости в том или ином проводнике. В замкнутой цепи электроны всегда движутся от отрицательно заряженного контакта через проводник к положительно заряженному контакту какая бы ни была физико-химическая природа проводника. Это верно для любых проводников и поэтому измерения проводимости ничего не говорят нам о самом проводнике.

Термоэлектрические же явления, под которыми понимается генерация тока за счет разности температур в замкнутой цепи, предоставляют возможность судить о физической природе проводимости в изучаемом проводнике. Простейшим примером могут служить проводники n- и p-типа. В проводниках n-типа электроны движутся от горячего контакта через проводник к холодному контакту, а в проводниках p-типа направление движения электронов обратное. Почему? Часто объясняют таким образом, мол, в проводниках p-типа носители тока (так называемые «дырки») заряжены противоположно заряду электрона и поэтому направление движения тока обратное. В [1] уже обращалось внимание на то, что в проводниках p-типа плотность состояний $D(E)$ нисходящая с ростом энергии, а в n-типа – восходящая (рис. 1).

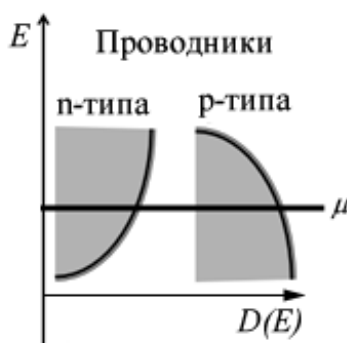


Рис. 1 – В проводниках n-типа электрохимический потенциал μ расположен ближе к дну зоны, а в p-типа – ближе к верхушке зоны. Плотность состояний для проводников n-типа растет с ростом энергии, а для p-типа – падает.

Для проводников p-типа электроны движутся с энергиями вблизи верхушки зоны, отслеживать удобно пустые состояния выше значения электрохимического потенциала

μ , а не занятые состояния ниже значения μ . Эти пустые состояния называют, «дырками», поскольку в этих состояниях нет электронов и ведут они себя как положительно заряженные «объекты». Подобное объяснение нельзя признать удовлетворительным, поскольку в реальности движутся только электроны. «Дырки» же являются, в лучшем случае, концептуальным понятием, а измеряемые на практике эффекты вызваны движением электронов и не могут зависеть от субъективных, хотя и очень удобных, договоренностей. Мы ниже убедимся в том, что объяснение различия между n- и p-проводниками не требует никаких новых концепций кроме очевидного утверждения, что ток порождается различием между фермиевскими функциями на контактах проводника [1]. Существенно лишь то, чем отличаются n- и p-проводники друг от друга: для первых плотность энергии растет с ростом энергии, а для вторых – падает. Для молекул в роли проводников вообще нет понятия дисперсии $E(p)$, а в этой роли молекулы обнаруживают весьма заметные термоэлектрические эффекты [3].

Начнем с выражения для тока [1]

$$I = \frac{1}{q} \int_{-\infty}^{+\infty} dE G(E) (f_1(E) - f_2(E)). \quad (1)$$

Если ранее [1] различие между фермиевскими функциями порождалось различием между электрохимическими потенциалами при одинаковой температуре контактов, то с таким же успехом это различие может порождаться и различием в температуре контактов, поскольку фермиевские функции зависят как от μ , так и от T

$$f_1(E) = \frac{1}{\exp\left(\frac{E - \mu_1}{kT_1}\right) + 1} \quad \text{и} \quad f_2(E) = \frac{1}{\exp\left(\frac{E - \mu_2}{kT_2}\right) + 1}. \quad (2)$$

Почему же при различии температур контактов движение тока противоположное в проводниках n- и p-типа? Причина кроется в поведении разности фермиевских функций горячего и холодного контактов (рис. 2).

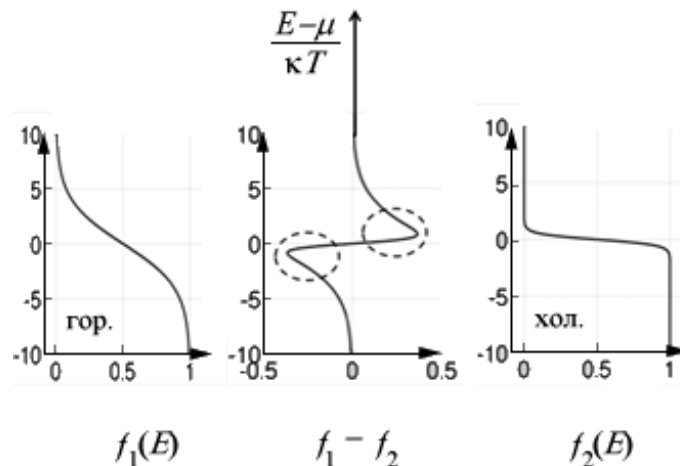


Рис. 2 – Два контакта, горячий и холодный, с одним и тем же значением μ : разность фермиевских функций положительна для $E > \mu$ и отрицательна для $E < \mu$.

В канале n-типа проводимость $G(E)$ – возрастающая функция энергии, так что в суммарном токе доминируют состояния с $E > \mu$, электроны движутся от левого контакта к правому, от горячего к холодному (рис 3). В p-каналах ситуация

противоположная. Проводимость $G(E)$ – убывающая функция энергии, так что в суммарном токе доминируют состояния с $E < \mu$, электроны движутся от правого контакта к левому, от холодного к горячему (рис 3).

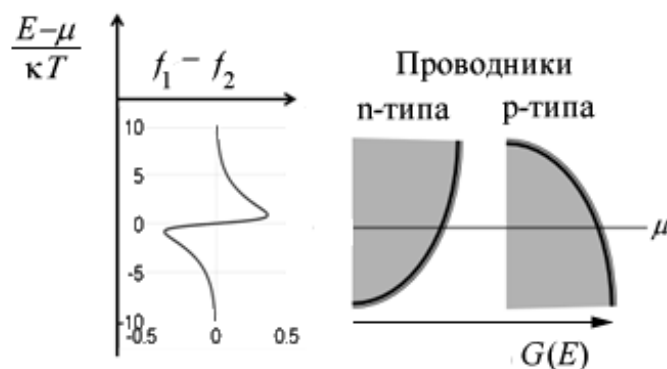


Рис. 3 – Для n-проводников ток для $E > \mu$ доминирует над током для $E < \mu$, а для p-проводников наоборот - ток для $E < \mu$ доминирует над током для $E > \mu$.

Коэффициент Зеебека. Для вычисления тока за счет различия в температуре контактов можно пользоваться формулой (1) напрямую, не вводя никаких упрощений. Однако, в случае небольших различий в температуре контактов, как это уже было продемонстрировано для случая небольшой разницы между электрохимическими потенциалами в [1], что соответствует участку линейного отклика вольт-амперной характеристики, можно воспользоваться разложением разности фермиевских функций в (1) в ряд Тейлора и ограничиться линейным членом. Тогда можно записать

$$I = G (V_1 - V_2) + G_S (T_1 - T_2). \quad (3)$$

Отсюда видно, что электроны движутся от горячего контакта через n-проводник к холодному контакту, а в p-проводниках наоборот. Перепишем (3) иначе

$$\Delta V = I/G + (-G_S/G) \Delta T, \quad (4)$$

где V_1 и V_2 определены как μ_1/q и μ_2/q , а проводимость G дается выражением [1]

$$G = \int_{-\infty}^{+\infty} dE G(E) \left(\frac{\partial f_0}{\partial \mu} \right) = \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) G(E), \quad (5)$$

тогда как зеебековская проводимость

$$G_S = \frac{1}{q} \int_{-\infty}^{+\infty} dE G(E) \left(\frac{\partial f_0}{\partial T} \right) = \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) \frac{E - \mu_0}{qT} G(E). \quad (6)$$

Коэффициентом Зеебека S в уравнении (4) называют отношение

$$S = -G_S/G. \quad (7)$$

Уравнение (6) математически выражает тот факт, что состояния с энергией, большей и меньшей электрохимического потенциала, дают вклад с разными знаками в

термоэлектрический коэффициент Зеебека S . Из этого же уравнения ясно, что при подборе материала с наилучшим коэффициентом Зеебека следует выбирать такой материал, в котором вся плотность состояний сосредоточена по одну сторону от электрохимического потенциала μ_0 , поскольку даже небольшая часть состояний по другую сторону от μ_0 лишь ухудшит коэффициент Зеебека.

Соотношения (3) и (4) можно проиллюстрировать двумя электрическими цепями (рис. 4): короткозамкнутой с током (слева на рисунке)

$$I_{sc} = G_S (T_1 - T_2) \quad (8)$$

и незамкнутой (справа на рисунке), которая обычно и используется в термоэлектрических измерениях и дающая напряжение

$$V_{oc} = -\frac{I_{sc}}{G} = -\frac{G_S}{G} (T_1 - T_2). \quad (9)$$

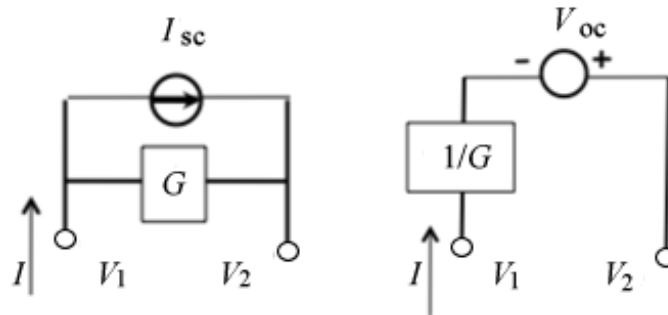


Рис. 4 – Короткозамкнутая sc (short circuit) и незамкнутая oc (open circuit) цепи, иллюстрирующие уравнения (3) и (4). Для направления тока (потока электронов) и знака напряжения используются естественные представления, которые противоположны обычно условно принятым.

К примеру, для n -проводников зеебековская проводимость положительна, так что напряжение V_{oc} отрицательное, если $T_1 > T_2$. Это означает, что контакт с более высокой температурой заряжен отрицательно (положительно в общепринятом смысле). По договоренности, коэффициент Зеебека

$$S \equiv \frac{V_{oc}}{T_1 - T_2} = -\frac{G_S}{G}. \quad (10)$$

Показатели качества термоэлектрических устройств и материалов. Термоэлектрический эффект в прикладном отношении интересен тем, что избыточное тепло может быть конвертировано в электрический ток [4]. Максимальная мощность P генерируется тогда, когда нагруженное сопротивление $R_L = 1/G$ (рис. 5)

$$P_{\max} = V_{oc}^2 G / 4 = S^2 G (T_1 - T_2)^2 / 4. \quad (11)$$

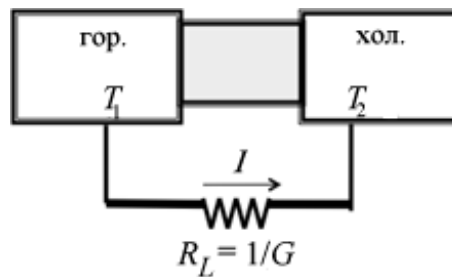


Рис. 5 – Термоэлектрический генератор создает ток за счет разности температур.

Отношение максимальной генерируемой мощности к мощности внешнего источника называют энергетической эффективностью устройства

$$\eta \equiv \frac{P_{\max}}{G_K(T_1 - T_2)} = \frac{S^2 G T}{G_K} \frac{T_1 - T_2}{4T}, \quad (12)$$

где G_K – теплопроводность проводника, а T есть средняя температура $(T_1 + T_2)/2$. Стандартный показатель качества термоэлектрического материала ZT пропорционален отношению $S^2 G$ к G_K :

$$ZT \equiv \frac{S^2 G T}{G_K} = \frac{S^2 \sigma T}{k}, \quad (13)$$

где удельная теплопроводность k связана с теплопроводностью G_K материала проводника

$$G_K = k \cdot A / L \quad (14)$$

так же, как проводимость связана с удельной проводимостью через длину проводника L и площадь его поперечного сечения A . Закон Фурье для теплопроводности, аналог закона Ома для электропроводности, в случае применения к нанопроводникам нуждается в такой же коррекции ($L \Rightarrow L + \lambda$) как и закон Ома [1].

Если электрическая проводимость определяется исключительно переносом электронов, то теплопроводность включает также существенную фононную составляющую. Сейчас же рассмотрим перенос тепла только электронами.

Перенос тепла. До сих пор при обсуждении термоэлектрических явлений проводимость материала могла быть произвольной $G(E)$. Модель упругого резистора [1, 2] привлекательна тем, что моды проводимости при разных энергиях проводят электроны одновременно и в параллельном режиме, так что можно рассмотреть проводимость при некотором одном значении энергии, а затем отсуммировать по всему спектру энергий. Рассмотрим небольшой промежуток энергии между значениями энергии E и $E + dE$, расположенный как выше значения электрохимического потенциала μ_0 (моды n-типа), так и ниже его (моды p-типа) (рис. 6). Как уже обсуждалось выше, вклады этих двух разных типов мод в зеебековскую проводимость будут противоположны по знаку.

В упругом резисторе при прохождении тока джоулево тепло $I^2 R$ диссипирует на контактах проводника с истоком S и стоком D [1]. В системах n- и p-типа на рис. 6 тепло на контактах не выделяется, поскольку тока в каналах нет (одинаковые

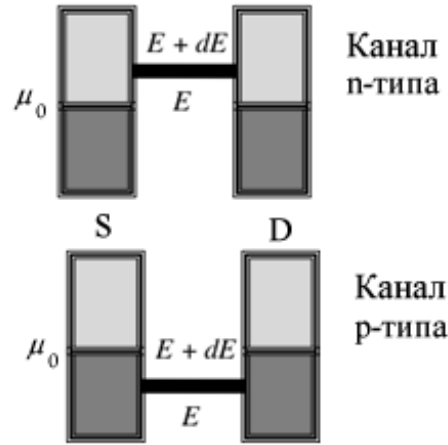


Рис. 6 – Простейшая одномодовая проводимость $G(E)$ с каналом проводимости между энергиями E и $E + dE$ ($dE \ll kT$) выше (канал n-типа) и ниже (канал p-типа) значения электрохимического потенциала.

электрохимические потенциалы на истоке и стоке). Рассмотрим, однако, ситуацию на рис. 7 с разными электрохимическими потенциалами на истоке и на стоке, что соответствует, например, контакту двух разных металлов. Каждый раз, когда электрон переносится с истока на сток по каналу n-типа исток охлаждается, а сток нагревается, а по каналу p-типа наоборот – исток нагревается, а сток охлаждается (эффект Пельтье), однако, каждый раз суммарный эффект равен $\mu_1 - \mu_2 = qV$ с выделением джоулева тепла. Зарядовый ток I дается выражением (1). Помня о том, что в окне $\mu_1 - \mu_2$ электрон теряет энергию $E - \mu_1$ на истоке и отдает энергию $E - \mu_2$ на стоке, выпишем энергетические вклады термотокров отдельно для истока и стока

$$I_{Q1} = \frac{1}{q} \int_{-\infty}^{+\infty} dE \frac{E - \mu_1}{q} G(E) (f_1(E) - f_2(E)) \quad (15)$$

и

$$I_{Q2} = \frac{1}{q} \int_{-\infty}^{+\infty} dE \frac{\mu_2 - E}{q} G(E) (f_1(E) - f_2(E)). \quad (16)$$

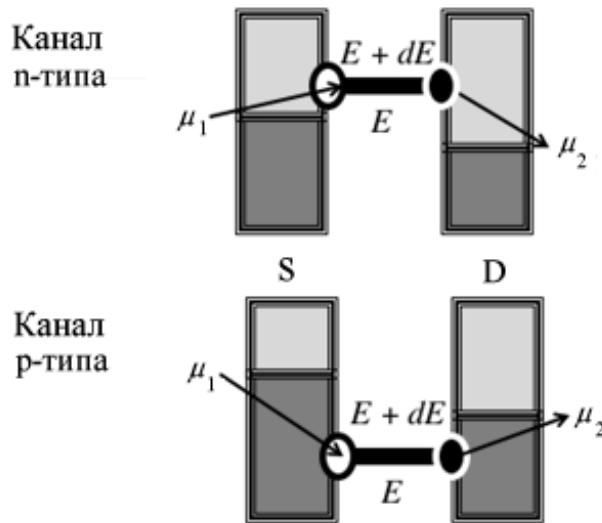


Рис. 7 – Контакт двух металлов с разными значениями электрохимических потенциалов (эффект Пельтье).

Энергия, извлекаемая из внешнего источника напряжения,

$$I_E = \frac{\mu_1 - \mu_2}{q} I = V \cdot I, \quad (17)$$

так что закон сохранения энергии соблюдается

$$I_{Q1} + I_{Q2} + I_E = 0. \quad (18)$$

Линейный отклик. Линеаризуем уравнения (15) и (16) точно так же, как было получено ур-е (3) из ур-я (1), и получим

$$I_Q = G_P (V_1 - V_2) + G_Q (T_1 - T_2), \quad (19)$$

где

$$G_P = \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) \frac{E - \mu_0}{q} G(E) \quad (20)$$

и

$$G_Q = \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) \frac{(E - \mu_0)^2}{q^2 T} G(E) \quad (21)$$

представляют собой стандартные выражения для термоэлектрических коэффициентов, которые обычно получают путем применения таких изоциренных подходов как техника транспортного уравнения Больцмана [5] или формализма Кубо [6]. Речь пока идет об электронных вкладах в термоэлектрические коэффициенты.

Следует иметь в виду, что величина G_Q не есть теплопроводность G_K материала проводника, обычно используемая в стандартном показателе качества (13) термоэлектрического материала ZT . Одна из причин этого, как уже упоминалось, состоит в том, что в теплопроводности G_K есть фононный вклад, который пока что не учитывался нами. Но есть еще одна, совершенно другая причина.

Величина G_K определяется как теплопроводность проводника в условиях незамкнутой электрической цепи ($I = 0$)

$$G_K = \left(\frac{\partial I_Q}{\partial (T_1 - T_2)} \right)_{I=0}, \quad (22)$$

тогда как величина G_Q есть теплопроводность проводника в условиях короткозамкнутой цепи ($V = 0$: $V_1 = V_2$)

$$G_Q = \left(\frac{\partial I_Q}{\partial (T_1 - T_2)} \right)_{V_1=V_2}. \quad (23)$$

Можно, однако, переписать уравнения (3) и (19) таким образом, чтобы в явном виде выделить коэффициенты, обычно экспериментально измеряемые в условиях незамкнутой электрической цепи

$$(V_1 - V_2) = \frac{1}{G} I - \frac{G_S}{G} (T_1 - T_2), \quad (24)$$

$$I_Q = \frac{G_P}{G} I + \left(G_Q - \frac{G_P G_S}{G} \right) (T_1 - T_2), \quad (25)$$

имея, конечно, в виду, что V и I есть напряжение μ/q и ток, отличающиеся по знаку от общепринятых значений [1], где $-G_S/G$ есть коэффициент Зеебека (10), коэффициент Пельтье

$$\Pi = -G_P/G, \quad (26)$$

а теплопроводность

$$G_K = G_Q - G_P G_S / G. \quad (27)$$

Если обратиться к уравнениям (6) и (20), коэффициенты Зеебека и Пельтье в уравнениях (24) и (25) оказываются связанными соотношением Кельвина

$$\Pi = TS, \quad (28)$$

которое является частным случаем фундаментальных соотношений Онзагера [7].

Дельта-термоэлектрик. Иногда его называют одноуровневым или одномодовым термоэлектриком. Это гипотетическое вещество с узким каналом проводимости при энергии ε шириной $\Delta\varepsilon \ll kT$ (рис. 8). Полезно рассмотреть термоэлектрические коэффициенты для такого гипотетического вещества.

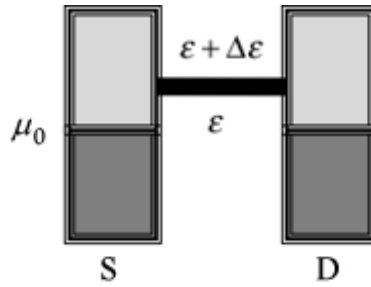


Рис. 8 – Модель дельта-термоэлектрика.

Выпишем сводку ранее уже полученных термоэлектрических коэффициентов:

$$\begin{aligned} G &= \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) G(E), \\ G_S &= \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) \frac{E - \mu_0}{qT} G(E), \\ G_P &= \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) \frac{E - \mu_0}{q} G(E), \\ G_Q &= \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right) \frac{(E - \mu_0)^2}{q^2 T} G(E). \end{aligned}$$

Проводимость $G(E)$ в подынтегральном выражении отлична от нуля в очень узкой области энергии, а множители $(E - \mu_0)$ практически постоянны и могут быть вынесены из под знака интеграла, что дает

$$G = G(\varepsilon) \Delta\varepsilon \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right)_{E=\varepsilon}, \quad (29)$$

$$G_S = \frac{\varepsilon - \mu_0}{qT} G, \quad (30)$$

$$G_p = \frac{\varepsilon - \mu_0}{q} G, \quad (31)$$

$$G_Q = \frac{(\varepsilon - \mu_0)^2}{q^2 T} G. \quad (32)$$

так что из уравнений (24) и (25) теперь легко получаются термоэлектрические коэффициенты для дельта-термоэлектрика:

$$S = -\frac{G_S}{G} = -\frac{\varepsilon - \mu_0}{qT}, \quad (33)$$

$$\Pi = -\frac{G_p}{G} = -\frac{\varepsilon - \mu_0}{q}, \quad (34)$$

$$G_k = G_0 - \frac{G_p G_S}{G} = 0. \quad (35)$$

Нулевая теплопроводность G_K для дельта-термоэлектрика заслуживает обсуждения. Однако, сначала обсудим физический смысл коэффициентов Зеебека (33) и Пельтье (34) для дельта-термоэлектрика. Коэффициент Зеебека (33) есть напряжение в незамкнутой цепи, обеспечивающее нулевой ток. Дельта-термоэлектрик проводит только при энергии $E = \varepsilon$. Чтобы тока не было, фермиевские функции при этой энергии должны быть одинаковы: $f_1(\varepsilon) = f_2(\varepsilon)$, что в свою очередь дает

$$\frac{\varepsilon - \mu_1}{kT_1} = \frac{\varepsilon - \mu_2}{kT_2} = \frac{(\varepsilon - \mu_1) - (\varepsilon - \mu_2)}{k(T_1 - T_2)} = -\frac{\mu_1 - \mu_2}{k(T_1 - T_2)}. \quad (36)$$

Поскольку же коэффициент Зеебека при нулевом токе

$$S = \frac{(\mu_1 - \mu_2)/q}{T_1 - T_2}, \quad (\text{при } I = 0) \quad (37)$$

окончательно получаем

$$S = -\frac{\varepsilon - \mu_1}{qT_1} = -\frac{\varepsilon - \mu_2}{qT_2} = -\frac{\varepsilon - \mu_0}{qT}, \quad (38)$$

что согласуется с ранее полученным выражением (33).

Выражение (34) для коэффициента Пельтье дельта-термоэлектрика также легко понять, если помнить, что каждый электрон в дельта-термоэлектрике переносит тепло $(\varepsilon - \mu_0)$, так что отношение перенесенного тепла к заряду электрона $(-q)$ должно быть $(\varepsilon - \mu_0) / (-q)$.

В итоге имеет место нулевая теплопроводность (35), что свидетельствует о том, что в дельта-термоэлектрике в условиях незамкнутой цепи (нет транспорта электронов) перенос тепла не происходит. Вроде бы так. Однако, все же если нет электрического тока, может ли иметь место перенос тепла? Если бы модель дельта-термоэлектрика была достаточной для описания реального термоэлектрика, то не должен был бы наблюдаться перенос тепла в любом термоэлектрике.

Чтобы разобраться в этой ситуации, усложним модель и рассмотрим двухуровневый термоэлектрик с перепадом температур (рис. 9). В этом случае между двумя контактами с $\mu_1 < \mu_2$ возникает разность потенциалов. Хотя суммарный ток

нулевой, но индивидуальные токи отличны от нуля на разных уровнях. Они одинаковы по величине, но противоположны по направлению, так что суммарный ток равен нулю.

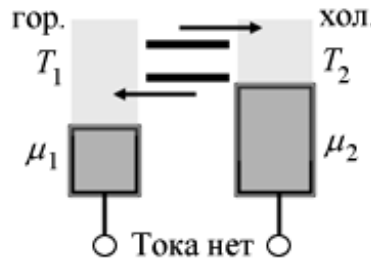


Рис. 9 – Двухуровневый термоэлектрик с перепадом температур в режиме незамкнутой цепи.

Однако, потоки тепла на обоих уровнях не компенсируют друг друга, поскольку по уровню с большей энергией переносится больше тепла, чем по уровню с меньшей энергией. Таким образом, нулевой электрический ток не означает нулевой перенос тепла в реальных термоэлектриках, разве что это имеет место лишь в дельта-термоэлектрике.

Поскольку дельта-термоэлектрик имеет нулевую теплопроводность, то стандартный показатель качества термоэлектрического материала ZT (13) для дельта-термоэлектрика должен быть очень большим с претензией на идеальный термоэлектрик. Как уже упоминалось выше, даже при нулевом переносе тепла электронами имеет место перенос тепла фононами, что не позволяет показателю качества термоэлектрика ZT принимать слишком большие значения. Роль фононов мы подробно рассмотрим позже.

Оптимизация силового коэффициента. Обсудим факторы, которые могли бы максимизировать силовой коэффициент S^2G в выражении (11) для максимальной мощности P_{max} . Если стремиться к максимально возможному коэффициенту Зеебека, то энергию ε в (33) нужно выбирать как можно дальше от химпотенциала μ_0 . Это, однако, приводит к неприемлемо низкому значению проводимости G (29), поскольку множитель $(-\partial f_0/\partial E)$ затухает очень быстро при удалении E от μ_0 .

Из уравнений (33) и (29) имеем

$$S^2G = G(\varepsilon) \Delta\varepsilon \left(\frac{\varepsilon - \mu_0}{qT} \right)^2 \left(-\frac{\partial f_0}{\partial E} \right)_{E=\varepsilon} = G(\varepsilon) \frac{\Delta\varepsilon}{kT} \left(\frac{k}{q} \right)^2 x^2 \frac{e^x}{(e^x + 1)^2}. \quad (39)$$

где $x \equiv (\varepsilon - \mu_0)/kT$, а зависимость силового коэффициента от x дается функцией $F(x) = x^2 e^x / (e^x + 1)^2$, график которой показан на рис. 10. Максимум функции $F(x)$ лежит при $x \sim \pm 2$, т.е. в идеальном случае энергия в канале проводника должна лежать выше или ниже значения химпотенциала на величину, равную приблизительно $2kT$. Соответствующие значения коэффициента Зеебека и силового коэффициента приблизительно равны

$$S \approx 2 \frac{k}{q}, \quad (40)$$

$$S^2G \approx 0.5 \left(\frac{k}{q} \right)^2 G(\varepsilon) \frac{\Delta\varepsilon}{kT}. \quad (41)$$

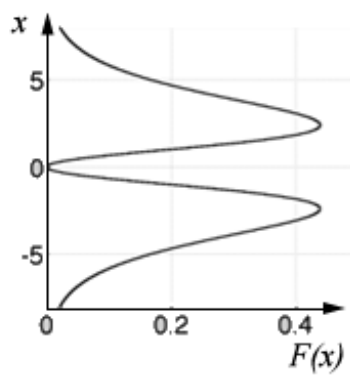


Рис. 10 – График функции $F(x) = x^2 e^x / (e^x + 1)^2$.

Наилучшие термоэлектрики характеризуются коэффициентами Зеебека, не сильно отличающимися от значения $2 (k/q) = 170 \mu V/K$, ожидаемого согласно ур-ю (40). Они обычно проектируются таким образом, чтобы химпотенциал μ_0 находился чуть ниже дна зоны проводимости, так что произведение $G(E)$ и $(-\partial f_0/\partial E)$ выглядит как дельта-функция, центрированная при $E = \varepsilon$ и лежащая чуть выше дна зоны проводимости, как показано на рис. 11.

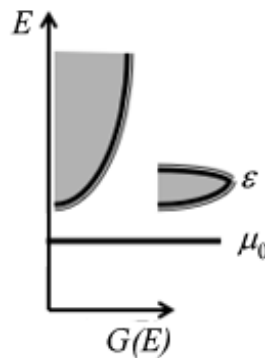


Рис. 11 – К проектированию наилучших термоэлектриков.

Проблема, однако, в том, что при таком проектировании (рис. 11) проводимость недостаточно велика, каковой она могла бы быть, если бы химпотенциал μ_0 располагался бы повыше (рис. 12), что характерно для металлов. Однако, металлы

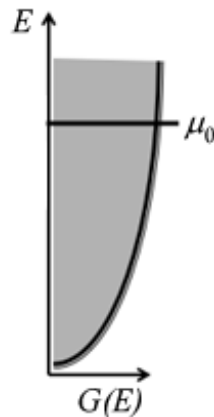


Рис. 12 – К увеличению проводимости термоэлектрика.

являются плохими термоэлектриками, потому что их коэффициенты Зеебека намного меньше k/q , поскольку их электрохимические потенциалы лежат ближе к середине зоны, так что выше μ_0 находится приблизительно так же много состояний, как и ниже. По этой причине среди хороших термоэлектриков доминируют полупроводники, которые характеризуются достаточно высокими значениями силовых коэффициентов. Вместе с тем, силовой коэффициент определяет только числитель показателя качества термоэлектрика ZT (13). Как уже упоминалось, теплопроводность в знаменателе ур-я (13) существенно зависит от транспорта тепла фононами, физика которого весьма отличается от электронного транспорта.

Транспорт тепла фононами. Фононная составляющая, как хорошо известно, наряду с электронной составляющей играет исключительно важную роль в формировании термических свойств веществ [4]. Не входя сколько-нибудь подробно в физику фононов [8], покажем лишь как легко модель упругого транспорта электронов [1] может быть переписана применительно к фононам.

В отличие от электронов, которые подчиняются статистике Ферми, равновесное распределение фононов описывается функцией Бозе

$$n(\omega) = \frac{1}{\exp\left(\frac{\hbar\omega}{kT}\right) - 1}. \quad (42)$$

Полученное в [1] выражение для электрического тока

$$I = \frac{q}{h} \int_{-\infty}^{+\infty} dE \left(\frac{M\lambda}{L+\lambda} \right)_{el} (f_1(E) - f_2(E)), \quad (43)$$

где фермиевские функции (2) записаны для разности потенциалов на электродах $V = (\mu_1 - \mu_2)/q$ и для разных температур, M – число мод проводника [1], L – его длина, λ – средняя длина свободного пробега электронов, переписывается в фононный поток тепла

$$I_Q = \frac{1}{h} \int_0^{+\infty} d(\hbar\omega) \left(\frac{M\lambda}{L+\lambda} \right)_{ph} \hbar\omega (n_1(\omega) - n_2(\omega)) \quad (44)$$

просто путем замены $q \rightarrow \hbar\omega$, фермиевских функций (2) на бозевские функции

$$n_1(\omega) = \frac{1}{\exp(\hbar\omega/kT_1) - 1} \quad \text{и} \quad n_2(\omega) = \frac{1}{\exp(\hbar\omega/kT_2) - 1} \quad (45)$$

и нижнего предела интегрирования в (43) на нулевой.

Стандартная линейаризация [1] выражения (44) дает

$$I_Q \approx G_k (T_1 - T_2), \quad (46)$$

где теплопроводность, обязанная фононам,

$$G_K = \frac{k^2 T}{h} \int_0^{\infty} dx \left(\frac{M\lambda}{L+\lambda} \right)_{ph} \frac{x^2 e^x}{(e^x - 1)^2}, \quad x \equiv \frac{\hbar\omega}{kT}. \quad (47)$$

Обратим внимание на то, что как и модель упругого резистора для электронов не учитывает эффекты неупругого рассеяния мод проводимости, так и настоящая фононная модель не учитывает ангармоничность взаимодействия фононов, которая вынуждает фононы менять свою частоту [9]. В отличие от достаточно хорошо изученных устройств на баллистическом транспорте электронов, и поныне немного известно об устройствах на баллистическом транспорте фононов [10 – 12].

Баллистический транспорт фононов. Баллистическая фононная проводимость записывается обычно в форме, напоминающей закон Стефана – Больцмана для фотонов.

Из уравнения (47) для баллистической теплопроводности ($L \ll \lambda$) имеем

$$[G_k]_{bl} = \frac{k^2 T}{h} \int_0^\infty dx M_{ph} \frac{x^2 e^x}{(e^x - 1)^2}. \quad (48)$$

Как и для случая электронов [1], число мод для фононов

$$M_{ph} = \frac{3\pi A}{\lambda_{ph}^2}, \quad (49)$$

где учтены три разрешенных направления поляризации фононов, а

$$\lambda_{ph} = \frac{c_s}{\omega / 2\pi}, \quad (50)$$

где c_s – скорость фононов, так что

$$M_{ph} = \frac{3\omega^2 A}{4\pi c_s^2} = \frac{3k^2 T^2 A}{4\pi \hbar^2 c_s^2} x^2, \quad (51)$$

и окончательно из (48) имеем

$$[G_k]_{bl} = \frac{3k^4 T^3}{8\pi^2 \hbar^3 c_s^2} \int_0^\infty dx \frac{x^4 e^x}{(e^x - 1)^2} = \frac{\pi^2 k^4 T^3}{10\hbar^3 c_s^2}, \quad (52)$$

где интеграл слева равен $4\pi^4/15$. Теперь из ур-я (46) для баллистического потока тепла имеем

$$[I_Q]_{bl} = \frac{\pi^2 k^4 T^3}{10\hbar^3 c_s^2} \Delta T, \quad (53)$$

где $\Delta T = T_1 - T_2$, а поскольку $T^3 \Delta T = \Delta(T^4/4)$, окончательно

$$[I_Q]_{bl} = \frac{\pi^2 k^4}{40\hbar^3 c_s^2} (T_1^4 - T_2^4). \quad (54)$$

Аналогичный результат для фотонов известен как закон Стефана – Больцмана, отличающийся от баллистического потока фононов (54) коэффициентом $2/3$, поскольку в случае фотонов число разрешенных поляризаций равно двум.

Теперь вернемся к диффузионному транспорту фононов.

Теплопроводность. Фононная теплопроводность определяется уравнением (47) и связана обычным образом со своим удельным значением

$$G_k = \frac{\kappa A}{L + \lambda}, \quad (55)$$

так что окончательно удельная фононная теплопроводность

$$\kappa = \frac{k^2 T}{h} \int_0^{+\infty} dx \left(\frac{M \lambda}{A} \right)_{ph} \frac{x^2 e^x}{(e^x - 1)^2} \quad (56)$$

подобна удельной электронной проводимости [1]

$$\sigma = \frac{q^2}{h} \int_{-\infty}^{+\infty} dx \left(\frac{M \lambda}{A} \right)_{el} \frac{e^x}{(e^x + 1)^2}. \quad (57)$$

Функция уширения в электронных транспортных коэффициентах (ф-ла (12) в [1])

$$F_T(x) \equiv \frac{e^x}{(e^x + 1)^2} \quad (58)$$

отличается от аналогичной функции в фононных транспортных коэффициентах

$$F_T^{ph}(x) \equiv \frac{3}{\pi^2} \frac{x^2 e^x}{(e^x - 1)^2}, \quad (59)$$

однако, схожесть их налицо (рис. 13). Так что, по крайней мере качественно, электропроводность и теплопроводность можно описывать схожим образом. Так, если удельная электрическая проводимость для 3D-проводника дается выражением (ур-е (68) [1])

$$\sigma = \frac{q^2}{h} \left(\frac{M \lambda}{A} \right), \quad (60)$$

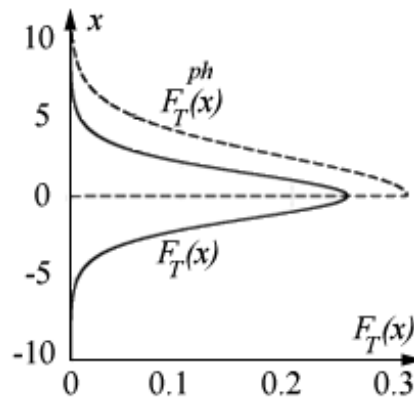


Рис. 13 – Сравнение функций уширения в электронных и фононных транспортных коэффициентах (множитель $3/\pi^2$ нужен для того, чтобы площади под кривыми были одинаковы и равны единице как в электронной функции $F_T(x)$).

где коэффициент $q^2/h \approx 38 \text{ мкС}$ есть обратное значение фундаментальной константы Клитцинга (ур-е (106) [1]), то удельная теплопроводность дается выражением

$$\kappa_{ph} = \frac{p^2}{3} \frac{k^2 T}{h} \left(\frac{M \lambda}{A} \right)_{ph}, \quad (61)$$

где коэффициент $(\pi^2/3)(k^2 T/h) \approx 325 \text{ nWm/K}$ с множителем $\pi^2/3$, обратным тому значению, которое необходимо для нормировки функции уширения для фононов, а число мод на единицу поперечного сечения проводника M/A и величина пробега λ оцениваются в зазоре частот $\hbar\omega$, равном приблизительно нескольким kT . Поляризационный g -фактор $g = 3$ предполагается включенным в значение числа мод M .

Для термоэлектрика с коэффициентом Зеебека $S \sim 2(k/q)$ и доминирующей фононной составляющей удельной теплопроводности (61) для показателя качества термоэлектрика ZT можно написать

$$ZT \approx 4 \frac{k^2 T}{q^2} \frac{\sigma}{k + k_{ph}} \approx 4 \frac{k^2 T}{q^2} \frac{\sigma}{k_{ph}} \quad (62)$$

или иначе, используя (60) и (61),

$$ZT \approx \frac{M \lambda / A}{(M \lambda / A)_{ph}}, \quad (63)$$

где опущен множитель $12/\pi^2 \sim 1$. Это полезное выражение свидетельствует о том, что как только термоэлектрик оптимизирован по коэффициенту Зеебека S соответствующее ему значение ZT приближенно показывает отношение $M\lambda/A$ для электронов и фононов.

В стремлении повысить коэффициент Зеебека S мы тем самым понижаем отношение M/A для электронов. С другой стороны, отношение M/A для фононов часто намного больше, а именно, $\sim 1 \text{ нм}^{-2}$, так что их отношение в уравнении (63) всего ~ 0.1 или даже меньше. Однако, у электронов средняя длина пробега больше, благодаря чему в наилучших термоэлектриках $ZT \sim 1$. В настоящее время представляется, что наиболее многообещающий путь по улучшению ZT заключается в подавлении средней длины пробега для фононов, не затрагивая при этом поведение электронов (т. наз. PGEC / Phonon-Glass-Electron Crystals [13, 14]).

Уже длительное время не удастся выйти за пределы $ZT \sim 1 - 3$. Эксперты утверждают, что термоэлектрики с $ZT \sim 4 - 10$ обеспечили бы существенный прогресс в решении прикладных задач. Надежды возлагают на наноструктурированные материалы. Так это или не так покажут только экспериментальные исследования.

Настоящая работа явилась результатом посещения мною курсов лекций «Fundamentals of Nanoelectronics, Part I: Basic Concepts» и «Fundamentals of Nanoelectronics, Part II: Quantum Models», прочитанных он-лайн в январе – апреле 2012 года проф. С.Датта (Supriyo Datta) в рамках инициативы Purdue University / nanoHUB-U [www.nanohub.org/u].

Список литературы

1. Кругляк Ю.О., Кругляк Н.Ю., Стрѣха М.В. Уроки нанoeлектроніки: виникнення струму, формулювання закону Ома і моди провідності в концепції «знизу – вгору» // Sensor Electronics and Microsystem Technologies. – 2012. – V. 3(9), N 4. – P. 5 – 29.

2. *Datta Supriyo*. Lessons from Nanoelectronics: A New Perspective on Transport. – Hackensack, New Jersey: World Scientific Publishing Company. – 2012. – pp. 473.
3. *Baheti K., Malen J.A., Doak P., Reddy P., Sung-Yeon Jang., Tilley T.D., Majumdar A., Segalman R.A.* Probing the Chemistry of Molecular Heterojunctions Using Thermoelectricity // *Nano Letters*. – 2008. – V. 8, N 2. – P. 715 – 719.
4. *Анатычук Л.И.* Термоэлементы и термоэлектрические устройства. – Киев: Наукова думка, 1979. – 768 с.
5. *Sears F.W., Salinger G.L.* Thermodynamics, Kinetic Theory, and Statistical Thermodynamics. – Boston: Addison-Wesley. – 1975. – pp. 331 – 336, 355 – 361.
6. *Kubo R.* Statistical-Mechanical Theory of Irreversible Processes.I. General Theory and Simple Applications to Magnetic and Conduction Problems // *J.Phys.Soc. Japan*. – 1957. – V. 12. – P. 570 – 586.
7. *Onsager L.* Reciprocal Relations in Irreversible Processes. I // *Phys. Rev.* – 1931. – V. 37, N 4. – P. 405 – 426.
8. *Ашкрофт Н., Мермин Н.* Физика твердого тела, тома 1 и 2. – М: Мир, 1979.
9. *Hopkins Patrick E., Duda John C., Norris Pamela M.* Anharmonic Phonon Interactions at Interfaces and Contributions to Thermal Boundary Conductance // *J. Heat Transfer*. – 2011. – V. 133. – P. 062401/1 – 11.
10. *Chen G.* Thermal conductivity and ballistic-phonon transport in the cross-plane direction of superlattices // *Phys. Rev. B*. – 1998. – V. 57. – P. 14958 – 14973.
11. *Chiu H.-Y., Deshpande V. V., Postma H. W. Ch., Lau C. N., Mikó C., Forró L., Bockrath M.* Ballistic Phonon Thermal Transport in Multi-Walled Carbon Nanotubes // *Phys. Rev. Letts*. – 2005. – V. 95. – P. 226101.
12. *Zuckerman Neil, Lukes Jennifer R.* Atomistic Visualization of ballistic phonon transport // *Proceedings of ASME-JSME Thermal Engineering Summer Heat Transfer Conference, Vancouver, Canada*. – 2007. – N. 32674. – P. 825 – 833.
13. *Nolas G. S., Morelli D.T., Tritt Terry M.* SKUTTERUDITES: A Phonon-Glass-Electron Crystal Approach to Advanced Thermoelectric Energy Conversion Applications // *Ann. Rev. Mater. Sci.* – 1999. – V. 29. – P. 89 – 116.
14. *Min Gao, Rowe D.M.* A serious limitation to the phonon glass electron crystal (PGEC) approach to improved thermoelectric materials // *J. Mater. Sci. Lett.* – 1999. – V. 18, N 16. – P. 1305 – 1306.

Уроки наноелектроніки. 4. Термоелектричні явища в концепції «знизу – вгору».

Кругляк Ю.О., Глушков О. В.

В рамках концепції «знизу – вгору» наноелектроніки розглядаються термоелектричні явища Зеебека і Пельтьє, показники якості і оптимізація термоелектриків, балістичний та дифузійний транспорт фононів і його роль в теплопровідності.

Ключові слова: *нанofізика, наноелектроніка, молекулярна електроніка, знизу-вгору, термоелектричні явища, Зеебек, Пельтьє, термоелектрик, транспорт фононів, теплопровідність.*

Lessons of nanoelectronics. 4. Thermoelectric phenomena in «bottom - up» approach.

Kruglyak Yu.A., Glushkov A.V.

Thermoelectric phenomena of Seebeck and Peltier, quality indicators and thermoelectric optimization, ballistic and diffusive phonon heat current are discussed in the frame of the «bottom – up» approach of modern nanoelectronics.

Keywords: *nanophysics, nanoelectronics, molecular electronics, bottom-up, thermoelectric phenomena, Seebeck, Peltier, thermoelectric. phonon current, thermal conductivity.*

*Надійшла до редакції 10.09.2012
Прийнята до публікації 28.03.2013*

**N-(4-НИТРОФЕНИЛ)ИЗОНАФТАЛИМИД. СТРОЕНИЕ ПРОДУКТОВ
АЦИЛИРОВАНИЯ АНИЛИНОВ 1,8-НАФТАЛОИЛХЛОРИДОМ**

Установлено, что продуктом взаимодействия 1,8-нафтоилхлорида с 4-нитроанилином является N-(4-нитрофенил)изонафталимида, а не соответствующий нафталимида симметричного строения, как считалось ранее.

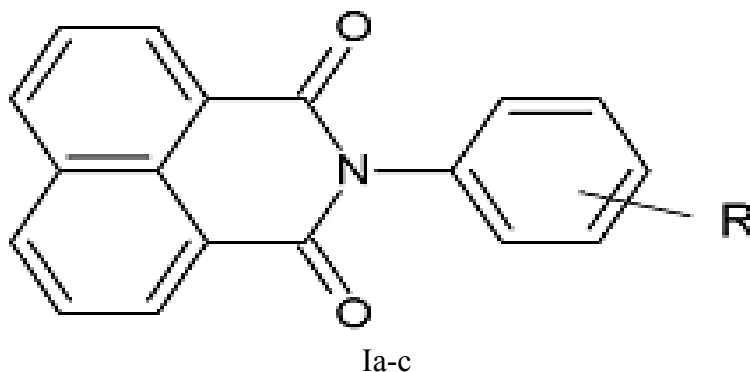
Ключевые слова: N-(4-нитрофенил)изонафталимида, имиды, изоимиды, краун-эфир.

Введение.

Согласно современным представлениям, О-ацилимидааты, в том числе изоимиды (II), представляют собой высокоэнергетическую, кинетически выгодную промежуточную структуру при ацилировании аминов производными карбоновых кислот и являются предшественниками в синтезе термодинамически более стабильных имидов (I) [1,2]. Существование О-ацилимидаатного интермедиата в обсуждаемой реакции обосновывается образованием нитрилов и триаминаминов в качестве побочных продуктов.

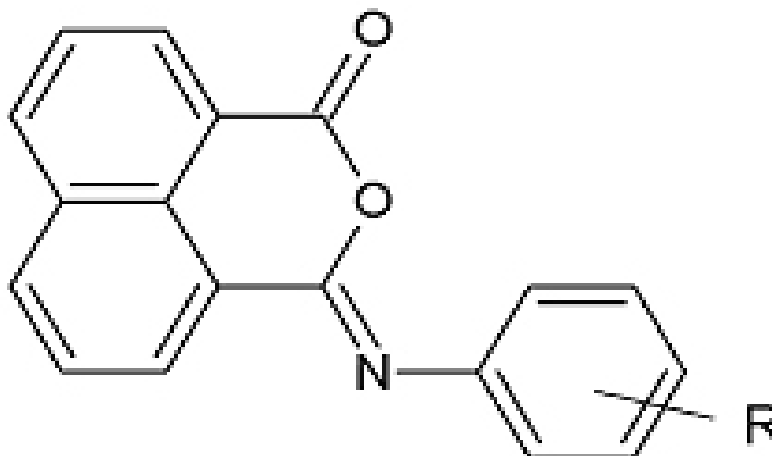
Проблема синтеза соединений (II) и тем самым прямого доказательства первичности О-ацилимидаата сформулирована в руководстве [1] и обусловлена “легко происходящей О–N перегруппировкой”. Перегруппировка происходит самопроизвольно, либо под действием основных катализаторов, либо при нагревании. Отмечено также, что О-ацилимидаат выделяют лишь “в исключительных случаях” [1].

По данным [3, 4], при взаимодействии 1,8-нафтоилхлорида с первичными аминами образуются N-замещенные нафталимиды симметричного строения типа I. Позднее в работах [5, 6] показано, что при использовании 1,8-нафтоилхлорида и 1,8-нафталинового ангидрида в реакции с первичными алифатическими и ароматическими аминами образуются два различных ряда имидов, имеющих характерные для каждого ряда константы и физико-химические характеристики, в то время как при правильности выводов работ [3,4] продукты должны быть одинаковы. При этом соединения, полученные из 1,8-нафтоилхлорида, в работах [5,6] отнесены к N-замещенным изонафталимидам типа II (рис. 2), а полученные из 1,8-нафталинового ангидрида N-замещенным нафталимидам типа I (рис. 1). С учетом данных о строении продуктов взаимодействия аналога 1,8-нафтоилхлорида – фталоилхлорида с аминами [7-9], выводы работ [3,4] также не представляются бесспорными, поскольку в рассматриваемом случае возможно также ожидать образование изомерных N-фенилизонафталимидов (IIa-c) асимметричного строения.



где: a = H, b = 4-NO₂, c = 3-NO₂

Рис. 1 – Структура N-замещенных нафталимидов (I).



IIa-c

где: a = H, b = 4-NO₂, c = 3-NO₂

Рис. 2 – Структура N-замещенных изонафталимидов (II).

Материалы и методы их исследования.

Исходные соединения использовали в виде коммерческих образцов, (фирмы Acros) без дополнительной очистки. Контроль за протеканием реакции и индивидуальностью синтезированного соединения осуществляли ТСХ на пластинах “Silufol UV-254”; элюирование в системе ацетон:гексан = 1:10 с проявлением в УФ свете и нингидрином. ИК спектр получен на приборе “Perkin-Elmer 580B в таблетках с бромидом калия (KBr). Масс-спектр получен на приборе МАТ 112 при ионизирующем напряжении 70 эВ с прямым вводом образца в источник; температура испарения образца 20-70°C, температура ионизационной камеры 220-230°C. Термогравиграмма N-(4-нитрофенил)изонафталимида записана на приборе “Derivatograph Q-1500” в температурном интервале 20-250°C в платиновом тигле со скоростью нагрева 5 град/мин, ДТА – 500 мкВ, ДТГ – 2,5 мВ.

N-фенилнафталимид (Ia) получали по данным [2], взаимодействием 0,01 моль 1,8-нафталевого ангидрида с 0,06-0,07 моль анилина при 150°C в течение 2 часов. Выход 75 %, бесцветные кристаллы с Т. пл. 201-202°C (из метанола). Найдено = C(79.13%) H(4.15%) N(5.18%). C₁₈H₁₁NO₂. Вычислено = C (79.11%) H (4.06%) N(5.13%). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1705 (C=O - симм), 1665 (C=O - асимм). Молекулярный ион (M⁺): 273 а.е.м.

N-(4-нитрофенил)нафталимид (Ib) получали аналогично, взаимодействием 0,01 моль 1,8-нафталевого ангидрида с 0,01 моль 4-нитроанилина в 150 мл уксусной кислоты при 130°C в течение 4 часов. Выход 78 %, бесцветные кристаллы с Т. пл. 275-276°C (из уксусной кислоты). Найдено = C(67.87%) H(3.10%) N(8.85%). C₁₈H₁₀N₂O₄. Вычислено = C(67.92%) H(3.17%) N(8.80%). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1715 (C=O - симм), 1680 (C=O - асимм). Молекулярный ион (M⁺): 318 а.е.м.

N-(3-нитрофенил)нафталимид (Ic) получали по данным [2], взаимодействием 0,01 моль 1,8-нафталевого ангидрида с 0,01 моль 3-нитроанилина в 100 мл уксусной кислоты при 130°C в течение 4 часов. Выход 65 %, бесцветные кристаллы с Т. пл. 273-274°C (из укс. ангидрида). Найдено = C(67.87%) H(3.10%) N(8.85%). C₁₈H₁₀N₂O₄. Вычислено = C(67.92%) H(3.17%) N(8.80%) . ИК спектр, ν , см⁻¹: 1725 (C=O - симм), 1690 (C=O - асимм). Молекулярный ион (M⁺): 318 а.е.м.

N-фенилизонафталимид (IIa) получали по данным [3], взаимодействием 1,8-нафтоилхлорида с анилином в диэтиловом эфире. Выход 75 %, желтые кристаллы с Т. пл. 162-163°C (из бензола). Найдено = C(79.13%) H(4.15%) N(5.18%). $C_{18}H_{11}NO_2$. Вычислено = C(79.11%) H(4.06%) N(5.13%) . ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1770 (C=O), 1680 (C=N), 1080 (C-O-C). Молекулярный ион (M^+): 273 а.е.м.

N-(4-нитрофенил)изонафталимид (IIb) получали как по данным [4], взаимодействием эквимольных количеств 1,8-нафтоилхлорида с 4-нитроанилином в кипящем бензоле (выход 50%), так и по модифицированной методике.

К 0,01 моль 1,8-нафтоилхлорида, растворенного в 100 мл бензола, при перемешивании приливали 1000 мл бензольного раствора 0,015 моль 4-нитроанилина и 0,03 моль пиридина. Реакционную смесь выдерживали 20 мин. и промывали 200 мл 3 %-ной соляной кислоты, 3 x 200 мл воды, бензол отгоняли, изонафталимид (IIb) выделяли кристаллизацией. Выход 95 %, желтые кристаллы с Т. пл. 262-263°C (из ацетона). Образец термостабилен до 280-285°C. Найдено = C(67.87%) H(3.10%) N(8.85%). $C_{18}H_{10}N_2O_4$. Вычислено = C(67.92%) H(3.17%) N(8.80%). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1770 (C=O), 1665 (C=N), 1050 (C-O-C). Молекулярный ион (M^+): 318 а.е.м.

N-(3-нитрофенил)изонафталимид (IIc) получали взаимодействием эквимольных количеств 1,8-нафтоилхлорида с 3-нитроанилином в кипящем бензоле. Выход 45 %, желтые кристаллы с Т. пл. 220-221°C (из ацетона). Найдено = C(67.94%) H(3.16%) N(8.81%). $C_{18}H_{10}N_2O_4$. Вычислено = C(67.92%) H(3.17%) N(8.80%). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1760 (C=O), 1680 (C=N), 1050 (C-O-C). Молекулярный ион (M^+): 318 а.е.м.

Результаты исследования и их анализ.

Для выяснения вопроса строения продуктов ацилирования анилинов 1,8-нафтоилхлоридом, мы воспроизвели эксперимент работ [3,4], а также получили имидазы встречным синтезом из нафталевого ангидрида и анилинов согласно [2]. Вещества, полученные по методам [3,4] и [2], имеют одинаковую брутто-формулу, соответствующую как структурам (Ia-с), так и структурам (IIa-с), но разные физико-химические характеристики. Так, соединения, полученные согласно [2], белого цвета; в ИК спектрах присутствуют две полосы поглощения при 1705-1725 и 1665-1690 cm^{-1} . Вещества, синтезированные по методам [3,4], желтого цвета, в ИК спектрах имеются две интенсивные полосы поглощения при 1760-1770 и 1665-1680 cm^{-1} . Сдвиг полос поглощения в ИК спектрах желтых соединений в более коротковолновую область, согласно общему правилу [2], позволяет отнести их к изоимидазной структуре (IIa-с), а соединения, полученные по [2] – к структуре (Ia-с). С предложенным отнесением, по аналогии с N-фенилизонафталимидом и N-фенилфталимидом [2,7], согласуется различие в температурах плавления и окраске рассматриваемых соединений.

Для однозначного решения вопроса о строении продукта взаимодействия 1,8-нафтоилхлорида с 4-нитроанилином была определена его молекулярная структура. Строение N-(4-нитрофенил)изонафталимиды (IIb) и его упаковка в кристалле представлены на рисунках 1 и 2 соответственно.

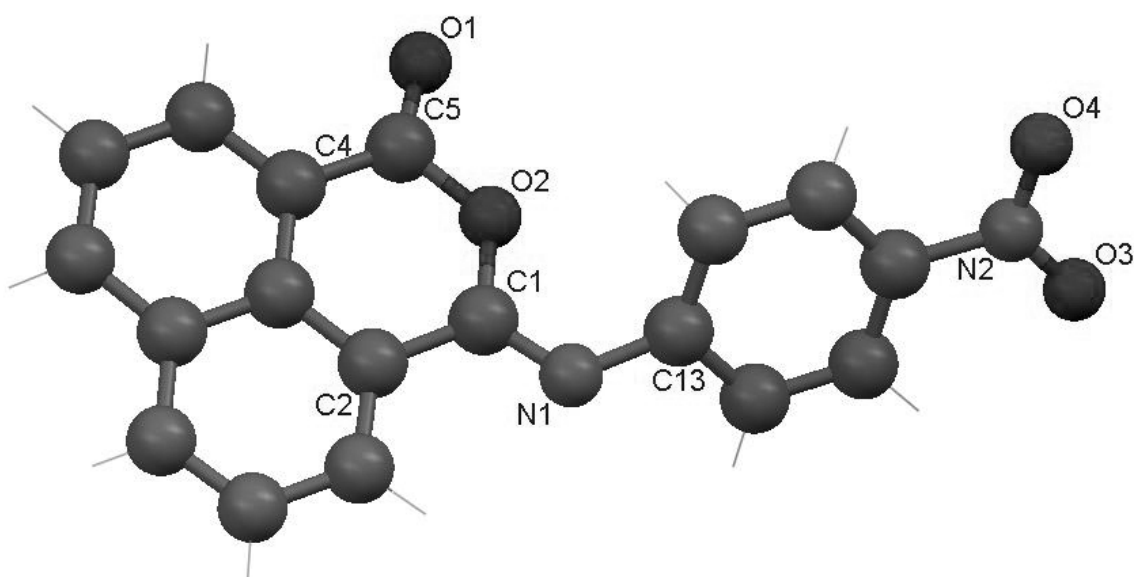


Рис. 3. – Пространственное строение N-(4-нитрофенил)изонафталимида (IIb)

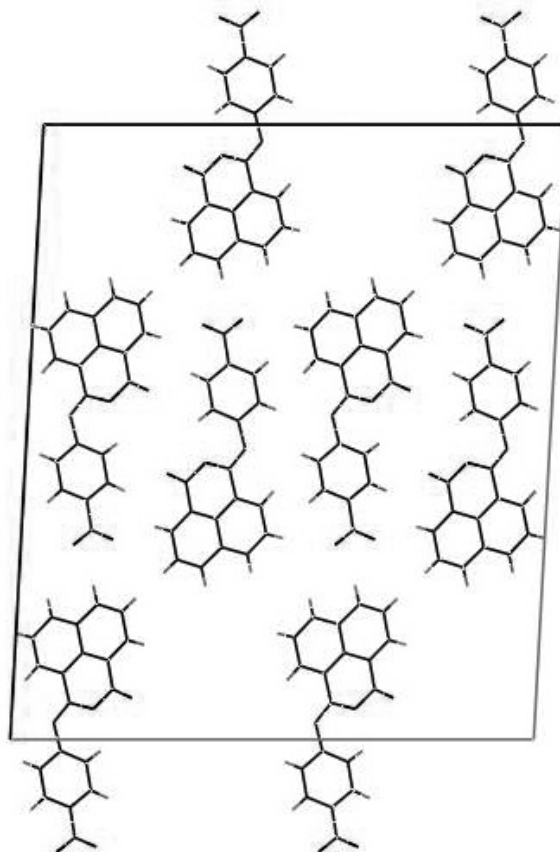


Рис. 4 – Упаковка N-(4-нитрофенил)изонафталимида (IIb) в кристалле

В гетероциклической изоимидной системе N-(4-нитрофенил)изонафталимида (IIb) расстояния O^2-C^5 и C^4-C^5 близки к одинарным связям k равны 1,37 и 1,46 Å соответственно. Угол при O^2 ($C^5-O^2-C^1$) составляет 125° . Длина связи в карбонильной группе C^5-O^1 составляет 1,20 Å. Совокупность этих данных указывает на незначительную степень делокализации электронной плотности в гетероцикле.

Фрагмент $C^{13}-N^1-C^1-C^2$ знаходиться в одній площині з основним остовом молекули. Відстані C^1-N^1 і N^1-C^{13} , рівні 1,26 і 1,41 Å, вказують на подвійний і одинарний характер зв'язів відповідно. 4-Нитрофенільний заміситель і основний остов молекули ізофталиміда (IIb) знаходяться в анти-положенні відносно подвійної зв'язу C^1-N^1 .

Висновки. Продукти ацилювання анілінів 1,8-нафтоїлхлоридом мають будову *N*-замещених ізофталимідів, а не відповідних нафталімідів симетричного будови. *N*-(4-Нитрофеніл)ізофталимід є, по-видимому, одним з найбільш термоустойчивих *O*-ацилімідатів. Дані про будову продуктів взаємодії 1,8-нафтоїлхлориду з амінами можуть бути взяті при синтезі барвників і люмінофорів по [10], а також модифікованих краун-етерів.

Список литературы

1. *Общая органическая химия* / Под ред. Бартона Д. и Оллиса У.Д. – М.: Химия, 1983. – Т.4, – 728 с.
2. Hargreaves M.K., Pritchard J.G., Dave H.R. Cyclic carboxylic monoimides // *Chem. Rev.* – 1970. – V.70, N 4. – P.439-469.
3. Mason F. Derivatives of 1:8-naphthalic acid. Part I. The preparation and properties of 1:8-naphthalyl chloride // *J. Chem. Soc.* – 1924. – V.125, N 10. – P.2116-2119.
4. Хотинский Е.С., Мацкевич Р.М. Синтез аминифенилимидов нафталевой кислоты // Труды научн.-исслед. ин-та химии Харьк. ун-та. – 1951. – Т.9. – С.53-57.
5. Ганин Э.В., Макаров В.Ф., Никитин В.И. *N*-Фенилизофталимид. О структуре продукта взаимодействия 1,8-нафтоїлхлориду с анилином // Химия гетероцикл. соединений. – 1985. – № 8. – С.1114-1115.
6. Ганин Э.В., Макаров В.Ф., Никитин В.И. *N*-Замещенные изофталимиды. Особенности образования и взаимодействия с аминами // Журн. органич. химии. – 1985. – Т.21, № 11. – С.2415-2423.
7. 1,2-Диизофталимидозтан. Рентгеноструктурное доказательство строения продукта ацилирования 1,2-диаминоэтана фталоїлхлоридом / Ю.А.Симонов, Э.В.Ганин, В.Е.Заводник, В.Ф.Макаров // Химия гетероцикл. соединений. – 1987. – № 10. – С.1320-1323.
8. Jones P.J. Crystal structure of 1,8-diphthalisoimidonaphthalene, $C_{26}H_{14}N_2O_4$ // *Zeitschrift für Kristallographie*. – 1993. – Bd. 208 – S. 341-343.
9. Guirado A., Zapata A., Arellano C.R. The Reaction of Phthalidylidene Dichloride with Primary Amines. Synthesis and X-Ray Molecular Structure of *N*-Substituted Phthalisoimides // *Tetrahedron*. – 1997. – Vol. 53, No. 14. – PP. 5305-5324.
10. Дашевский М.М. Аценафтен. – М.: Химия. – 1966. – 460 с.

***N*-(4-нітрофеніл)ізофталімід. Будова продуктів ацилювання анілінів 1,8-нафтоїлхлоридом**
Ганін Е.В., Горліченко М.Г., Васильєва М.Г., Шевченко С.В.

Продуктом взаємодії 1,8-нафтоїлхлориду з 4-нітроаніліном є *N*-(4-нітрофеніл)ізофталімід, а не відповідний нафталімід симетричної будови, як вважалося раніше.

Ключові слова: *N*-(4-нітрофеніл)ізофталімід, іміди, ізоіміди, краун-етери.

***N*-(4-nitrophenyl)isonaphthalimide. The structure of products of acylation of anilines by 1,8-naphthaloylchloride.** Ganin E.V., Gorlichenko M.G., Vasileva M.G., Shevchenko S.V.

The product of interaction 1,8-naphthaloylchloride with 4-nitroaniline is *N*-(4-nitrophenyl)isonaphthalimide, but not similar naphthalimide of a symmetric structure, as was assumed earlier.

Key words: *N*-(4-nitrophenyl)isonaphthalimide, imides, isoimides, crown-ethers.

УДК 34

І.Ю.Кушніренко, к.пол.н.

Одеський державний екологічний університет

ФОРМУВАННЯ ЗАСАД СТАНОВЛЕННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАВ НАЦІОНАЛЬНИХ МЕНШИН В УКРАЇНІ

Проведено аналіз процесів формування національних та міжнародно-правових норм, які регулюють права національних меншин, визначено двоїстість сучасного стану правових засад захисту прав національних меншин, запропоновано шлях ліквідації недоліків етнонаціональної політики.

Ключові слова: національні меншини, етнонаціональна політика, міжетнічні відносини.

У державному регулюванні міжетнічних відносин значна роль належить зміцненню та вдосконаленню соціальних норм, правової бази та соціального механізму здійснення прав національних меншин, що сприяє реалізації міжетнічної толерантності в політичному процесі сучасної України. У зв'язку з наявністю у складі населення України ряду етнічних груп, окремих проблем у відносинах між ними, а також виходячи із загального стану мовного і культурного буття як української нації, так і інших національностей, Українська держава спрямовує свою етнонаціональну політику на розв'язання таких проблем, як: 1) гармонізація міжетнічних відносин, досягнення міжнаціональної злагоди, утвердження в міжетнічних стосунках атмосфери толерантності, дружби, високої взаємної довіри, поваги до мов, культур, традицій, звичаїв релігій; 2) правове забезпечення рівних можливостей для участі громадян, незалежно від їх національності, в усіх сферах матеріального і духовного життя, в управлінні державними і громадськими справами; зміцнення гарантій, які виключали би прояви націонал-екстремізму, дискримінацію громадян за національною, релігійною або мовною ознакою; 3) відродження українського етносу, забезпечення етнокультурної самобутності української нації, її динамічного відтворення, піклування про національно-культурні потреби українців за рубежом; 4) відродження духовного життя національних меншин на принципах національно-територіальної автономії, захист їх етнічної, культурної, мовної та релігійної самобутності; 5) відновлення прав депортованого за радянських часів кримськотатарського народу та інших національних меншин, здійснення заходів щодо їх правової, політичної, соціально-культурної реабілітації [1].

Традиція дбайливого ставлення до прав національних меншин в Україні має глибоке коріння. Україна є унітарною державою, де цивільні права визначаються на основі громадянства, а не за приналежністю до певної етнічної групи. Захист прав національних меншин може здійснюватися лише на теренах поваги прав окремих індивідів. Таким чином, всі питання, пов'язані з духовним та культурним життям інших народів, що проживають на території України, вимагають високого рівня турботи про них не тільки на місцевому чи регіональному, а й державному рівні. Україна, як суб'єкт міжнародного права і рівноправний учасник міжнародного спілкування, ратифікувала переважну більшість конвенцій та угод у сфері захисту прав людини. З урахуванням цього державна етнополітика України здійснюється також відповідно до Загальної декларації прав людини, Міжнародного пакту про громадянські та політичні права і Факультативного протоколу до нього, Декларації 47-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН про права осіб, які належать до

національних або етнічних, релігійних і мовних меншин, Документа Копенгагенської наради Конференції з питань людського виміру НБСЄ, Гаазьких рекомендацій з прав національних меншин на освіту, Ословських рекомендацій щодо мовних прав національних меншин та інших міжнародних документів.

Найважливішим міжнародно-правовим документом у сфері захисту прав національних меншин для всіх європейських країн і зокрема для України є Рамкова конвенція про захист національних меншин. Великий крок до впровадження міжнародних стандартів у сфері забезпечення прав національних меншин зробила Україна, ратифікувавши 15 березня 2003 р. Європейську хартію регіональних мов або мов меншин.

Основні засади етнонаціональної культури (на той час ще майбутньої) незалежної держави викладені в Декларації про державний суверенітет України від 16 липня 1990 р. та в Декларації прав національностей України від 1 листопада 1991 р. Отже, вже перші політико-правові документи держави, що набувала незалежність, звертали увагу на поліетнічний склад населення та визнавали права національностей — етнічних груп — як окремі права. І що особливо важливо, ці документи визнавали перевагу загальнолюдських цінностей та пріоритет загальновизнаних норм міжнародного права перед нормами внутрішньодержавного права.

Прагнучи реалізувати Декларацію прав національностей України, виходячи із життєвих інтересів української нації та всіх національностей у справі розбудови незалежної демократичної держави, визнаючи нерозривність прав людини і прав національностей, дотримуючись міжнародних зобов'язань щодо національних меншин, Верховна Рада України прийняла Закон України «Про національні меншини в Україні» (25 червня 1992 р.). Правове забезпечення державної етнополітики щодо захисту національних меншин в Україні знайшло свого правового забезпечення в Конституції України, прийнятій 28 червня 1996 року.

Питанням захисту прав національних меншин приділено значну увагу в договорах про основи добросусідства і співробітництва з країнами-сусідками та з іншими країнами євразійського континенту. В угодах стверджуються зобов'язання держав у виконанні положень Статуту Організації Об'єднаних Націй, а також дотриманні міжнародних стандартів у галузі прав людини, закріплених у Загальній декларації прав людини, Міжнародних пактах про права людини та інших основоположних документах Організації Об'єднаних Націй.

Саме такий зміст законодавства та етнополітики України дає підстави міжнародним та вітчизняним експертам високо оцінювати демократичність правового регулювання у цій сфері суспільних відносин в Україні та відповідність його міжнародним стандартам.

Але все ж таки про наявність проблем у процесі подальшого вдосконалення законодавства із захисту прав національних меншин свідчить той факт, що починаючи з 1992 р. всі спроби прийняти нові спеціальні закони або внести зміни до чинних у цій сфері документів зазнавали поразки. Свідченням цього є багаторічне зволікання із прийняттям Верховною Радою України законопроектів «Про внесення змін до Закону України «Про національні меншини в Україні», «Про Концепцію державної етнонаціональної політики України», «Про реабілітацію та забезпечення прав осіб із числа національних меншин, що зазнали репресій та були депортовані з території України» та інших нормативно-правових актів у цій сфері.

Вітчизняні та зарубіжні фахівці з питань національних меншин, досліджуючи та аналізуючи Закон України «Про національні меншини в Україні» та застосування його норм на практиці, зазначають існування ряду недоліків, пов'язаних як із рамковим характером цього документа, так і з недосконалістю окремих його положень.

Так, наприклад, відповідно до положень ст. 6 Закону України «Про національні меншини в Україні» центральним органом державної виконавчої влади у сфері міжнаціональних відносин було визначено Міністерство у справах національностей України [2]. Указом Президента України від 26 квітня 1993 р. було створено Міністерство у справах національностей та міграції, що, на думку фахівців, означало суттєве порушення закону. Наступними порушеннями наведеної статті закону, уявляється, стали: ліквідація цього міністерства в 1995 р. та створення на його базі Державного комітету України з тією ж назвою; остаточна ліквідація у 1999 р. цього відомства як центрального органу виконавчої влади із частковою передачею його функцій Міністерству юстиції України; низка прямих чи опосередкованих змін у функціях і структурі цих відомств, які відбувалися протягом 1993 — 2012 рр. на підставі актів Президента України та Кабінету Міністрів України. Реорганізаційними поступами останніх років були: ліквідація у 2010 році Державного комітету у справах національностей та релігій та передача його функцій до компетенції Міністерства культури України, а також створення Комітету Верховної Ради України з питань прав людини, національних меншин і міжнаціональних відносин, який функціонує до теперішнього часу.

Як уже зазначалося, ці положення можна визначити, і тим самим виправити помилки та недоробки, шляхом прийняття Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про національні меншини в Україні». Проект однойменного закону був прийнятий 11 липня 2007 р. Державним комітетом у справах національностей та релігій але подальшого ходу цей законопроект, на жаль, не зазнав.

У Проекті Закону в ч. 1 ст. 8 вже не конкретизується центральний орган державної виконавчої влади у сфері міжнаціональних відносин у вигляді Міністерства у справах національностей України, а мова йде про те, що «формування та реалізацію державної політики у сфері міжнаціональних відносин здійснює спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади» [3].

Що стосується мовних прав, то Закон України «Про національні меншини в Україні» (1992) не тільки уточнює, а й певною мірою звужує їх порівняно з положеннями Декларації прав національностей України. Таким звуженням прав, на думку вітчизняних дослідників В. Мармазова та І. Піляєва, зокрема є: заміна вимоги щодо «компактного проживання» вимогою становити «більшість населення»; заміна формулювання «вільне користування рідними мовами у всіх сферах суспільного життя» формулюванням «користування у роботі державних органів, громадських об'єднань, а також підприємств, установ і організацій»; підкреслення вищого статусу державної мови шляхом заміни формулювання «нарівні з державною українською мовою» на формулювання «поряд з державною українською мовою» [4]. Необхідно зазначити, що Проект Закону ніяк не вирішує такого звуження мовних прав національних меншин, залишаючи цю статтю Закону без змін, що, уявляється, є великою прогалиною у законодавстві, оскільки питання залишається відкритим.

Ще більш ускладнює застосування положень закону, тобто захист прав національних меншин, нечітке, як уявляється, визначення у нормативному тексті ст. 3 самих адресатів, бенефіціаріїв прав національних меншин. До національних меншин, як зазначено в законі, належать групи громадян України, які не є українцями за національністю, виявляють почуття національного самоусвідомлення та спільності між собою. Таке визначення, на думку М. Шульги, «з одного боку, є дуже демократичним, а з іншого — дуже широким. Адже воно не містить ані нижніх, ані верхніх кількісних обмежень, ані часового критерію проживання на даній території, ані якихось іще обмежень. І це дозволяє заявляти про свою належність до національної меншості будь-якій групі (навіть тій, що складається із двох осіб) не укр..аїнців буквально на наступний день після прийняття ними українського

громадянства» [5]. Аналізуючи цю норму закону, В. Мармазов та І. Піляєв слушно зазначають, що в законодавстві України досі не передбачено жодної чіткої правової процедури національного самовизначення громадян і що «почуття національного усвідомлення та спільності між собою» є досить суб'єктивним, тож фактично це ставить проблему визначення національних меншин у залежність від позиції виконавчої влади [6].

Проект Закону дещо видозмінив визначення «національних меншин», але не врахував усіх недоліків попереднього визначення у Законі «Про національні меншини в Україні». Частина 1 ст. 1 Проекту Закону визнає національними меншинами громадян України, які не є українцями за національністю, постійно проживають на її території, чисельність яких менша, ніж чисельність українців, відрізняються мовою, культурою, звичаями та релігією, виявляють почуття національного самоусвідомлення та спільності між собою, бажання зберігати і розвивати власну етнокультурну самобутність.

Непослідовність законодавця, неузгодженість окремих законодавчих актів призвели до того, що деякі норми Закону України «Про національні меншини в Україні», тобто проголошені в ньому окремі права, так і залишилися тільки деклараціями. До таких нічим не підкріплених декларацій закону належать, на наш погляд, норма частини 2 статті 14, яка проголошує, що національні громадські об'єднання мають право висувати своїх кандидатів у депутати на виборах органів державної влади, та стаття 9, відповідно до якої громадяни України, які належать до національних меншин, мають право обиратися або призначатися на рівних умовах на будь-які посади до органів законодавчої, виконавчої, судової влади місцевого й регіонального рівнів тощо.

Непослідовний розвиток законодавства справляє негативний вплив на національні меншини. Про це свідчить факт відсутності в усіх нових редакціях Закону України «Про вибори народних депутатів України» (2001-2011 рр.) нормативного тексту статті 7 Закону України «Про вибори народних депутатів України» (1997 р.) [7], що був спрямований на сприяння забезпеченню парламентського представництва меншин, які проживають компактно, шляхом обов'язкового включення місцевостей, у яких мешкають окремі національні меншини, в межі одного виборчого округу; а якщо кількість виборців, що належать до національної меншини, була більшою, ніж це потрібно для формування одного виборчого округу, то округи мали формуватися таким чином, щоб хоча б в одному з них виборці, які належать до національних меншин, становили більшість від загальної кількості виборців у виборчому окрузі. Отже, цілком ймовірно вважати факт припинення дії вищезазначеної норми як порушення конституційного принципу неприпустимості звуження змісту та обсягу існуючих прав і свобод (ч.3 ст. 22 Конституції України 1996 р.) [8].

Відсутні в законодавстві України також і спеціальні норми, спрямовані на вирівнювання можливостей представників національних меншин з представниками титульної нації щодо їх доступу до обіймання посад в інших органах державної влади та місцевого самоврядування. Отже, можемо констатувати, що в чинному законодавстві України сьогодні відсутні будь-які спеціальні положення щодо сприяння забезпеченню як парламентського представництва національних меншин, так і їх представництва у місцевих органах влади. А це означає, що відповідні положення статей 9 та 14 закону залишаються деклараціями, що не створюють належних умов для реалізації і захисту проголошених у них прав. Тобто йдеться про те, що в Україні фактично не забезпечені законодавчі умови захисту та практичної реалізації головних політичних прав національних меншин - права на політичне представництво та права на участь в управлінні державними і громадськими справами, незважаючи на їх проголошення як у Декларації прав національностей, так і в Законі України «Про національні меншини в Україні».

Прикладом невідомості норми через відсутність її тлумачення та чіткого визначення механізмів реалізації залишаються положення статті 16 закону, покликаних визначити відповідальність держави щодо фінансової підтримки системи культури та освіти національних меншин. Ця норма закону стверджує, що у державному бюджеті України передбачаються спеціальні асигнування для розвитку національних меншин. Практично це вимагає наявності окремої статті бюджету, спрямованої на розвиток національних меншин. Але й у цьому положенні, як і в деяких інших, залишається невизначеним, яка ж частка бюджету може бути виділена на розвиток національних меншин, яким чином і в яких напрямках повинні використовуватися ці кошти. Щодо прийнятого Проекту Закону, то він теж не вирішує цього питання, залишаючи статтю у такій само редакції. Але цю проблему частково вирішують Постанови ВРУ, КМУ, Накази міністерств.

Багаторічне зволікання із прийняттям Верховною Радою України законопроекту «Про Концепцію державної етнонаціональної політики України» підтверджується інформацією Міністерства юстиції України про виконання постанови Верховної Ради України «Про спеціальну доповідь Уповноваженого Верховної Ради України з прав людини «Стан дотримання країною європейських стандартів з прав і свобод людини» та «Про щорічну доповідь Уповноваженого Верховної Ради України про стан дотримання та захисту прав і свобод людини в Україні». 29 червня 2011 року Міністерство юстиції надіслало до Міністерства закордонних справ підготовлену за участю зацікавлених органів державної влади 7-му періодичну доповідь України про виконання Міжнародного пакту з громадянських та політичних прав для передачі на розгляд Комітету ООН з прав людини.

З 15 жовтня по 2 листопада 2012 року тривала робота 106-й сесії ООН з прав людини, де попередньо було розглянуто 7-му періодичну доповідь України в рамках підготовки до захисту доповіді, яка орієнтовно відбудеться у 2013 році. У доповіді повідомлялося, що «на виконання Указу Президента України В.Ф. Януковича «Про додаткові заходи з облаштування кримських татар, інших осіб, депортованих за національною ознакою, та їх нащадків, які повернулися чи повертаються на постійне місце проживання в Україну» від 14 травня 2010 року № 615/2010, на виконання домовленостей, досягнутих під час робочого візиту Президента України до Французької Республіки для участі у другій сесії Парламентської асамблеї Ради Європи та за результатами зустрічей з керівництвом Ради Європи 27 квітня 2010 р. (доручення Президента України від 30 квітня 2010 р. № 1-1/806), і відповідних доручень Уряду Міністерством культури розроблено проект Закону України «Про Концепцію державної етнонаціональної політики України». Зазначений законопроект на даний час знаходиться на погодженні із заінтересованими органами, після чого його буде надіслано до Міністерства юстиції для проведення правової експертизи та в установленому порядку подано до Кабінету Міністрів України для наступного внесення на розгляд Верховної Ради України» [9].

Аналізуючи вищезазначену доповідь можна зробити висновок про сталість та зволікання у прийнятті законопроекту, про дуже сповільнене просування цієї справи до логічного кінцевого результату. Проведений огляд нормативно-правової бази вітчизняного законодавства щодо захисту прав національних меншин дає підстави зробити висновок про двоїстість сучасного стану правових засад та організаційних умов захисту прав національних меншин в Україні. Ця двоїстість проявляється, зокрема, у тому, що, з одного боку, в нормах і положеннях політико-правових і юридичних актів України відбиті практично всі права національних меншин, передбачені міжнародно-правовими документами, але, з іншого боку, деякі з них не мають механізмів реалізації, а інші протягом багатьох років не виконуються або виконуються органами державної влади лише

частково. Найбільш чітко така двоїстість простежується у підходах до колективних прав. За визнання їх на рівні декларативних норм спостерігаються значні складнощі (як правового, так і політичного характеру) у їх практичній реалізації. Це стосується передусім питань реалізації права на представництво в органах влади та права на самоврядування.

Отже, можна зробити ряд висновків, які матимуть практичне значення для ліквідації існуючих недоліків у діючому законодавстві України з досліджуваних питань: існує нагальна потреба в розробці цілісного національного законодавства, в основу якого має бути покладена Концепція державної етнонаціональної політики в Україні, роботу над якою необхідно не тільки відновити, а й якомога швидше закінчити; обов'язковим першочерговим завданням має стати прийняття Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про національні меншини в Україні»; при створенні нових законів та законодавчих актів у галузі етнополітики бажано детально вивчати й використовувати досвід інших європейських країн і сучасні тенденції міжнародного права; ефективність та успішність вирішення цих проблем значною мірою залежатиме від установа не лише задекларованої, а й реальної співпраці офіційних суб'єктів законодавчої ініціативи з широким колом науковців, незалежних експертів, неурядових організацій, у першу чергу створених самими меншинами.

Список літератури

1. Шелест Д., Юрченко М. Політико-правові основи етнодержавотворення в Україні. — Одеса: Астропринт, 1999. — С. 93 - 94.
2. Про національні меншини в Україні: Закон України від 25 червня 1992 року № 2494-ХІІ // Відомості Верховної Ради України. — 1992. — № 36. — С. 529.
3. Про внесення змін до Закону України «Про національні меншини в Україні» (проект) від 11 липня 2007 року // <http://www.scnm.gov.ua/control/uk/index/> Офіційний сайт Державного комітету України у справах національностей та релігій.
4. Мармазов В.Є., Піляєв І.С. Україна в політико-правовому просторі Ради Європи: досвід і проблеми. — К.: Вентурі, 1999. — С. 132.
5. Шульга М.О. Міжнародний досвід захисту прав національних меншин // Права людини в Україні: Інформаційно-аналітичний бюлетень Українсько-американського бюро захисту прав людини. - К.: Вентурі, 1998. — Вип. 21. — С. 132.
6. Мармазов В.Є., Піляєв І.С. Україна в політико-правовому просторі Ради Європи: досвід і проблеми. — К.: Вентурі, 1999. — С. 133.
7. Про вибори народних депутатів України: Закон України від 29 вересня 1997 року № 541/97 // Вісник Верховної Ради України. — 1997. - № 43. - С. 280.
8. Конституція України: Прийнята на п'ятій сесії ВРУ 28. 06. 1996 р. // Вісник Верховної Ради України. - 1996. - № 30. - С. 141.
9. Інформація Міністерства юстиції України про виконання постанови Верховної Ради України «Про спеціальну доповідь Уповноваженого ВРУ з прав людини «Стан дотримання країною європейських стандартів з прав і свобод людини» та «Про щорічну доповідь Уповноваженого ВРУ про стан дотримання та захисту прав і свобод людини»//<http://kompravlud.rada.gov.ua/kompravlud/control/uk/publish/article>

Формирование основ становления и обеспечения прав национальных меньшинств в Украине.

Кушніренко І.Ю.

Проведен анализ процессов формирования национальных и международно-правовых норм, регулирующих права национальных меньшинств, определена двойственность современного положения правовых основ защиты прав национальных меньшинств, предложены пути ликвидации недостатков этнонациональной политики.

Ключевые слова: национальные меньшинства, этнонациональная политика, межэтнические отношения.

Formation of the bases of establishment and maintenance of the rights of national minorities in the Ukraine. Kushnirenko I.U.

The analysis of the processes of the formation of the national and international-legal norms, which regulate the rights of national minorities, is carried out, the duality of the contemporary position of the lawful bases of the protection of the rights of national minorities is determined, are proposed the ways of the liquidation of deficiencies in the ethnic national policy.

Keywords: national minorities, ethnic national politics, the interethnic of relation.