

Веснік

Брэсцкага ўніверсітэта

Галоўны рэдактар:
А.М. Сендзер

Намеснік галоўнага рэдактара:
С.А. Марзан

Міжнародны савет
А.А. Афонін (Расія)
В.А. Несцяроўскі (Украіна)
А. Юўка (Польшча)

Рэдакцыйная калегія:

Н.С. Ступень
(адказны рэдактар)
С.В. Арцёменка
М.А. Багдасараў
А.М. Вітчанка
А.А. Волчак
В.Я. Гайдук
А.Л. Гулевіч
М.П. Жыгар
А.А. Махнач
А.В. Мацвееў
У.У. Салтанаў
Я.К. Яловічава
М.П. Ярчак

Пасведчанне аб рэгістрацыі
ў Міністэрстве інфармацыі
Рэспублікі Беларусь
№ 1339 ад 28 красавіка 2010 г.

Адрас рэдакцыі:
224665, г. Брэст,
бульвар Касманаўтаў, 21
тэл.: 21-72-07
e-mail: vesnik@brsu.brest.by

Часопіс «Веснік Брэсцкага
ўніверсітэта» выдаецца
з снежня 1997 года

Серыя 5

ХІМІЯ

БІЯЛОГІЯ

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

НАВУКОВА-ТЭАРЭТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выходзіць два разы ў год

Заснавальнік – Установа адукацыі
«Брэсцкі дзяржаўны ўніверсітэт імя А.С. Пушкіна»

№ 1 / 2015

У адпаведнасці з загадам Вышэйшай атэстацыйнай камісіі
Рэспублікі Беларусь № 81 ад 20.03.2015 г. часопіс «Веснік
Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі»
ўключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь
для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў
па біялагічных, геаграфічных і геалага-мінэралагічных навуках

ЗМЕСТ

БІЯЛОГІЯ

Бедункова О.А. К вопросу эколого-токсикологических оценок поверхностных вод	5
Левковская М.В. Особенности повреждения сосновых насаждений в результате проведения механизированных рубок ухода с использованием агрегатных лесозаготовительных машин	14
Саваневский Н.К., Хомич Г.Е., Саваневская Е.Н. Сердечно-сосудистые реакции на постуральные пробы у девушек с дистонусом периферических кровеносных сосудов	19
Солодовников И.А., Плискевич Е.С. Видовой состав мирмекофильных жесткокрылых в гнездах <i>Formica exsecta</i> Nylander, 1846 (INSECTA, COLEOPTERA) на территории Белорусского Поозерья	25
Шкуратова Н.В. Сравнительно-анатомический анализ стеблей некоторых клеверов	33

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

Антипова О.С. Качество среды жизнедеятельности населения: современное состояние проблемы и методические подходы к оценке	39
Галкин А.Н. Возможность применения принципа Ле-Шателье – Брауна для изучения инженерно-геологических процессов, происходящих при функционировании литотехнических систем	49
Десятник В.В., Зюзук Ф.В. Особенности мелового палеорельефа междуречья Стоход – Горынь	57
Заруцкий С.А. Трансформация этнического состава и структуры населения Брестской области в XX – начале XXI столетий	63
Клименко А.Н. Корреляционные зависимости содержания тяжелых металлов в поверхностных водах и представителях ихтиофауны гидроэкосистем различных типов	71
Кошлякова Т.А. Изменение химического состава питьевой воды в бюветах г. Киева в процессе эксплуатации	77
Матвеев А.В. Влияние геоактивных зон на геоэкологическую обстановку	82
Михайлов В.А., Чепиль П.М., Гладун М.В. Перспективы промышленной нефтеносности сланцевых формаций северно-западного сектора Днепровско-Донецкой впадины	92
Михальчук Н.В. Возможный механизм формирования карбонатных отложений в мелководных водоемах западной части Белорусского Полесья	102



Vesnik

of Brest University

Editor-in-chief:

A.N. Sender

Deputy Editor-in-chief:

S.A. Marzan

International Board:

A.A. Afonin (Russia)

V.A. Nestyarovski (Ukraine)

A. Juvka (Poland)

Editorial Board:

N.S. Stupen

(managing editor)

S.V. Artsemenka

M.A. Bagdasarav

A.M. Vitshanka

A.A. Volchek

V.E. Gajduk

A.L. Gulevich

M.P. Zhigar

A.A. Mahnach

A.V. Matveev

V.V. Saltanav

Y.K. Yalovichava

M.P. Yarchak

Registration Certificate
by Ministry of Information
of the Republic of Belarus
№ 1339 from April 28, 2010

Editorial Office:

224665, Brest,

Boulevard Cosmonauts, 21

tel.: 21-72-07

e-mail: vesnik@brsu.brest.by

Published since December 1997

Series 5

CHEMISTRY

BIOLOGY

SCIENCES ABOUT EARTH

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL

Issued two times a year

Founder – Educational institution
«Brest state university named after A.S. Pushkin»

№ 1 / 2015

According to the order of Supreme Certification Commission
of the Republic of Belarus № 81 from March 20, 2015,
the journal «Vesnik of Brest University. Series 5. Chemistry. Biology.
Sciences about Earth» was included to the List of scientific editions
of the Republic of Belarus for publication of the results of scientific research
in biological, geographical and geological-mineralogical sciences

INDEX

BIOLOGY

Bedunkova O.A. The Ecological and Toxicological Assessment of Surface Water.....	5
Levkovskaya M.V. Fetures of Damage of Trees as a Result of the Thinning in Pine Forests With Using Aggregate Forest Machines and Mechanisms	14
Savaneuski N.K., Khomich G.E., Savaneuskaya E.N. Cardiovascular Responses to Postural Tests by Young Weman with Peripheral Blood Vessels Dystone.....	19
Solodovnikov I.A., Pliskevich E.S. Myrmecophilous Coleoptera Species Composition (Insecta, Coleoptera) ant Formica Exsecta in Belarus Lakeland.....	25
Shkuratova N.V. Comparative Anatomical Analysis of the Stems of Some Clovers	33

SCIENES ON EARTH

Antipova O.S. The Quality of the Population Living Environment: Modern State of the Problem and Methodological Approaches to the Assessment.....	39
Galkin A.N. The Possibility of Applying the Principle of Le Chatelier – Braun for Studying Engineering-Geological Processes Occurring During the Operation of Litotechnical Systems.	49
Desiatnyk V.V., Zuzuk F.V. Special Features of Cretaceous Paleorelief Interfluve Stohod – Goryn	57
Zarutski S.A. The Transformation of the Ethnic Composition and Structure of the Population of the Brest Region in XX – Early XXI Centuries.....	63
Klimenko A.N. Correlation of Heavy Metals in Surface Waters and Representatives of Ichthyofauna of Hydroekosistems of Different Types.....	71
Koshliakova T.A. Potable Water Chemical Composition Changes In Kyiv Well-Rooms During Exploitation	77
Matveyev A.V. Influence of Geoactive Zones on the Geoecological Situation	82
Mykhailov V., Chepil P., Gladun M. The Perspectives of Shale Oil of the North-Western Part of the Dnieper-Donetsk Depression	92
Michalchuk N. The Possible Mechanism of Carbonate Sediments Formation in Shallow Ponds of the Western Belarusian Polesie.....	102

О.А. Бедункова

канд. с.-х. наук, доц. каф. экологии

Национального университета водного хозяйства и природопользования
(Ровно, Украина)

К ВОПРОСУ ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Проведена оценка общего экологического состояния поверхностных вод рек, бассейны которых расположены в пределах Западно-Полесского региона Украины. Результаты сравниваются с качественными характеристиками уровней их токсического загрязнения в период 2009–2013 гг. Токсикологические характеристики рек свидетельствуют о высоком содержании в их поверхностных водах токсических веществ, кратность превышения ПДК которых составляла от 2 до 10, причем общее экологическое состояние воды характеризуется как «хорошее» и «удовлетворительное». Отличия результатов оценок расцениваются как необходимость разработки унифицированной методики, которая позволит получать адекватные эколого-токсикологические характеристики поверхностных вод.

В последние десятилетия обязательной составной частью гидроэкологической оценки воздействия человека на водоемы является эколого-токсикологическая характеристика. Это обусловлено тем, что именно гидросистемы чаще всего являются маршрутами распространения загрязнений и их аккумуляции, поскольку в пределах бассейнов водных объектов замыкается круговорот веществ, т.е. реализуется большинство балансов. Вследствие увеличения содержания вредных веществ или примесей как неорганической (тяжелые металлы, минеральные соли, кислоты, щелочи и другие вредные вещества), так и органической природы (нефть и нефтепродукты, органические растворители, СПАВ, пестициды, фенолы и др.) происходит изменение естественных химических свойств воды и нормального функционирования самой гидросистемы [1].

С появлением токсических веществ вода приобретает отрицательные свойства. Процесс интоксикации распространяется на донные отложения, прибрежные почвы, взвеси и водные организмы, которые накапливают токсичные вещества в органах и тканях [2]. Кроме того, вещества, которые попадают в гидросферу (от простых элементов до сложных химических соединений), взаимодействуя между собой, усиливают токсическое действие друг друга (синергизм) или суммируют его (аддитивность) [3]. Именно поэтому существующие государственные нормы качества воды в различных отраслях природопользования строгойше регламентируют наличие токсичных веществ.

Анализ литературных источников по оценкам токсичности поверхностных вод свидетельствует, что наиболее распространенный в настоящее время подход базируется на сопоставлении результатов химического состава с соответствующими нормативными показателями. Так, после массовой гибели угря европейского в гидроекосистемах озера Черное Большое эколого-токсикологические исследования сводились к определению содержания нефтепродуктов и тяжелых металлов в воде и донных отложениях. При этом было установлено, что содержание нефтепродуктов в озерной воде превышало предельно допустимые концентрации (для водоемов рыбохозяйственного назначения) в 2,8–8,0 раз, причем более высокие концентрации элементов фиксировались в придонных слоях воды и мелководьях [4].

Определение особенностей гидроэкологического состояния бассейна реки Ингулец, которая испытывает регулярные воздействия высокоминерализованных промышленных сточных вод, также сводилось к сравнению гидрохимических показателей по-

верхностных вод с требованиями, которые предъявляются к водоемам рыбохозяйственного назначения. Качество воды в створах наблюдений оценивалось в пределах II–IV классов с соответствующей характеристикой по степени чистоты от «достаточно чистая» до «грязная» [5].

Для оценки гидроэкосистемы р. Прут в пределах Карпатского национального природного парка нормативами качества также были приняты предельно допустимые концентрации (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного назначения. Была разработана градация оценки гидроэкологического потенциала и состояния гидроэкосистемы р. Прут на основании превышения фактических значений концентраций веществ в воде относительно допустимых с делением результата на количество использованных показателей [6].

Достаточно интересным, на наш взгляд, является исследование зависимости между обобщенным показателем уровня загрязненности воды и ее токсическими свойствами [7]. Здесь сравниваются фактические значения концентраций с установленными нормативами для воды водных объектов рыбохозяйственного назначения в Днепропетровской и Запорожской областях. На основе полученных данных авторы рассчитали коэффициенты загрязненности воды. Одновременно в тех же пробах воды определяли наличие или отсутствие острой летальной токсичности методами биоиндикации. Сопоставление уровней загрязненности и токсичности показало, что только в 7 пробах (23,3% от общего количества проб воды) результаты оценки их качества по обоим показателям совпадали. Так, все отобранные пробы воды были распределены на три группы. Первая группа характеризовалась высоким уровнем токсичности по сравнению с уровнем загрязненности воды (от 3 до 20 раз); во второй группе проб отмечались практически одинаковые уровни токсичности и загрязненности воды; в третьей группе наблюдалась закономерность в превышении уровня загрязненности воды над уровнем токсичности (от 3 до 18 раз).

Нельзя обойти вниманием и подходы теоретической токсикометрии при оценках состояния поверхностных вод. Напомним, что она является разделом токсикологии, который разрабатывает и совершенствует методы количественной оценки токсичности химических веществ. Именно благодаря методам токсикометрии было установлено, что вещества, содержащиеся в воде в концентрациях, в 1,5–2 раза превышающих ПДК, можно считать факторами малой интенсивности, которые в результате длительного поступления (пребывания) в поверхностных водах оказывают на биоту неспецифическое (хроническое) влияние [2; 3].

Итак, в современных эколого-токсикологических исследованиях поверхностных вод неизменными остаются именно методы с использованием нормированных значений загрязняющих веществ. Без сомнения, такой подход является полностью оправданным. Однако существует мнение об «унифицированности» значений ПДК, которые не учитывают индивидуальных гео- и гидрохимических особенностей водоемов [5; 8] (речь идет о фоновых концентрациях веществ) и тем самым могут быть причиной необъективных результатов оценок. Альтернативой здесь выступает использование оптимальных и допустимых экологических нормативов качества поверхностных вод для отдельных регионов [8] или проведения гидроэкологического районирования бассейнов водоемов, учитывая особенности формирования их гидрохимического режима [9].

Подобные разработки, несмотря на свою актуальность, крайне малочисленны, поскольку нуждаются в тщательной проработке многолетних данных гидролого-гидрохимических наблюдений и не нормированы соответствующими руководящими документами. Это в определенной степени отражается на результатах современных оценок качества поверхностных вод, которые проводят исключительно по гидрохимическим параметрам, опираясь на общепринятые ПДК [10]. Кроме того, большинство исследо-

вателей приходят к выводу об отсутствии до настоящего времени единой достаточно полной и сбалансированной комплексной методики оценки качества воды, которая удовлетворяла бы требованиям экологов и токсикологов, основанной на современных методах формализации, лишенной профессионального субъективизма используемых критериев, технологической для широкого использования и принятой на достаточно авторитетном законодательном уровне.

Для проведения анализа эколого-токсикологических характеристик мы воспользовались несколькими методиками оценки качества поверхностных вод по их гидрохимическим параметрам, которые позволяют как получить представление об общем экологическом состоянии воды, так и оценить исключительно ее токсические свойства.

Экологическая оценка качества поверхностных вод проводилась согласно общепринятой в Украине методике [11], которая на основе единых критериев позволяет сопоставлять качество воды на отдельных участках водных объектов. Суть методики заключается в установлении категории качества воды и экологического индекса (I_e), который является средним значением трех блочных индексов:

$$I_e = \sum \{I_1, I_2, I_3\} / 3, \quad (1)$$

где I_1 – индекс содержания компонентов солевого состава; I_2 – индекс трофосапробиологических (санитарно-гигиенических) показателей; I_3 – индекс специфических показателей токсического и радиационного воздействия.

Качественную оценку общего экологического состояния поверхностных вод исследуемых рек проводили по методике «Комплексной экспертной оценки экосистем бассейнов рек» И.В. Гриба и Н.А. Клименко [12], которая разработана на основе оценки качества поверхностных вод по трем блокам гидрохимических характеристик и позволяет получить представление о качественном состоянии всей водной экосистемы.

Оценку содержания токсичных веществ проводили по коэффициенту загрязнения согласно Руководящему нормативному документу Украины 211.1.1.106 – 2003:

$$V_{ijn} = \begin{cases} \frac{C_{ijn}}{ПДК_i}, & \text{если } ПДК_i \text{ нарушено } (C_{ijn} > ПДК_i) \\ I, & \text{если } ПДК_i \text{ удовлетворяет } (C_{ijn} \leq ПДК_i), \end{cases} \quad (2)$$

где i – порядковый номер и общее количество контролируемых показателей; j – порядковый номер и общее количество пунктов (створов) наблюдений; n – порядковый номер и общее количество измерений i -го показателя в j -м пункте (створе) за период времени, которое анализируют; p – общее число измерений i -го показателя во всех пунктах (створах) наблюдений.

Согласно данной методике, полученные числовые значения позволяют оценить состояние воды по уровням загрязненности с соответствующей градацией. Коэффициент загрязнения (K_3) является обобщенным критерием оценки поверхностных вод и характеризует уровень загрязненности по определенному набору показателей, к которым могут быть отнесены сугубо специфические вещества токсического действия [13].

Для непосредственной эколого-токсикологической характеристики, мы воспользовались методикой Л.П. Брагинского [14], который в соответствии с традиционными принципами гидробиологической классификации выделяет уровни токсического загрязнения (УТЗ) как водных экосистем и поверхностных вод в частности. Принцип оценки

содержания токсикантов в воде, к которым методика относит отдельно фториды и все тяжелые металлы, кроме меди, состоит в суммации концентраций, нормированных по ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения [15]:

$$PTZ = \sum C_i / ПДК_i \quad (3)$$

где C_i – фактическое значение содержания токсичных веществ в поверхностных водах; ПДК $_i$ – нормированное значение соответствующего показателя.

Целью представленной статьи является анализ современных эколого-токсикологических характеристик поверхностных вод рек, которые протекают по территории Ровенской области (Западно-Полесский регион Украины). Все бассейны находятся в пределах одной геохимической провинции, но имеют разную площадь водосбора. Так, площадь бассейна р. Горынь составляет 27 700 км², длина реки 659 км; р. Случ – соответственно 13 900 км² и 451 км; р. Замчиско – 336 км² и 40 км; р. Устья – 762 км² и 68 км. Бассейны рек испытывают различные уровни воздействия сельскохозяйственного освоения, урбанизации и промышленности.

Такой выбор объектов исследований обусловлен возможностью как применения одних методик оценки их общего экологического состояния, так и оценки уровней токсического загрязнения их поверхностных вод. Гидрохимические режимы рек анализировались согласно данным 2009–2012 гг. по створам наблюдений, входящих в программу мониторинга Ровенской областной экологической инспекции. Отметим, что для рек Горынь и Случ были выбраны только те створы, которые с точки зрения эколого-токсикологической оценки являются наиболее показательными, т.е. подвержены существенной антропогенной нагрузке.

В таблице 1 представлены результаты оценки гидрохимических характеристик по створам с определением экологического индекса поверхностных вод по средним значениям показателей и качественной характеристикой состояния водной экосистемы для каждой реки. Данные свидетельствуют о преимущественно третьем классе качества поверхностных вод рек за период наблюдений. Исключением являются только воды р. Случ, которые относятся ко второму классу качества.

Также второй класс качества был определен в 2012 г. для р. Замчиско, однако это значение не может считаться абсолютно верным, поскольку количество гидрохимических показателей в программе мониторинга было значительно сокращено. При этом характеристика качества поверхностных вод рек в большинстве случаев является «удовлетворительной», кроме р. Случ, качество воды которой в период наблюдений оценено как «хорошее», а в 2012 г. как «эталонное». Последний факт мы также объясняем сокращением программы мониторинга поверхностных вод.

Состояние водных экосистем характеризовалось «выпадением особо чувствительных видов» для рек Горынь и Устья (2009–2012 гг.) и р. Замчиско (2009 – 2011 гг.). Для реки Случ было выявлено «расшатывание экосистемы» в 2009–2011 гг. и «нормальные синтетические сукцессии» в 2012 г.

Теоретическое соотношение полученных результатов оценки общего экологического состояния поверхностных вод с уровнем антропогенной нагрузки на бассейны рек (отдельные участки) можно считать вполне закономерным. Однако данные 2012 г. свидетельствуют не об улучшении качества вод, а всего лишь о неполном наборе гидрохимических показателей, необходимых для подобных оценок, что явилось следствием сокращения программы мониторинга.

Таблица 1. – Результаты общей экологической оценки качества поверхностных вод Западно-Полесского региона Украины

Река	Показатель	Год			
		2009	2010	2011	2012
Горынь	<i>Ie</i>	4,77	4,88	3,56	5,05
	Класс качества воды	III			
	Характеристика качества воды	удовлетворительное			
	Состояние водной экосистемы	выпадение особо чувствительных видов			
Случ	<i>Ie</i>	2,45	2,32	2,50	0,92
	Класс качества воды	II			I
	Характеристика качества воды	хорошее			эталонное
	Состояние водной экосистемы	расшатывание экосистемы			нормальные синтетические сукцессии
Устья	<i>Ie</i>	6,11	6,61	3,97	2,27
	Класс качества воды	III			II
	Характеристика качества воды	удовлетворительное			удовлетворительное
	Состояние водной экосистемы	выпадение особо чувствительных видов			
Замчиско	<i>Ie</i>	4,03	4,18	3,72	1,98
	Класс качества воды	III			II
	Характеристика качества воды	удовлетворительное			хорошее
	Состояние водной экосистемы	выпадение особо чувствительных видов			расшатывание экосистемы

Расчеты коэффициента загрязнения (КЗ) воды рек по содержанию токсических веществ проводились в соответствии с нормативами качества воды для водоемов рыбохозяйственного назначения (таблица 2). Величина КЗ характеризует кратность превышения нормативов в долях ПДК. Особенностью методики [13] является наличие данных систематических наблюдений по всем контролируемым показателям. При этом особенно внимательно необходимо контролировать наличие данных по тем показателям, которые в наибольшей степени превышают ПДК, как правило, это нефтепродукты, фенолы и т.п.

Для сопоставления полученных значений КЗ рек мы использовали одни наборы показателей качества их поверхностных вод из блока специфических веществ токсического и радиационного воздействия: железо, марганец, медь, цинк, фтор, хром, никель, свинец, кадмий, нефтепродукты. Анализ величин КЗ, представленных в таблице 2, позволяет заметить отсутствие их значительных колебаний по каждому водному объекту.

Это, согласно методике, свидетельствует о правильном подборе показателей и адекватных результатах оценки.

Таблица 2. – Результаты оценки качества поверхностных вод по коэффициенту загрязнения

Река	2009 г.		2010 г.		2011 г.		2012 г.	
	КЗ	Характеристика	КЗ	Характеристика	КЗ	Характеристика	КЗ	Характеристика
Горынь	3,41	умеренно загрязненная	5,62	грязная	4,88	умеренно загрязненная	4,9	умеренно загрязненная
Устья	4,7	умеренно загрязненная	6,02	грязная	5,17	грязная	–	–
Случ	2,72	умеренно загрязненная	4,06	умеренно загрязненная	4,16	умеренно загрязненная	–	–
Замчиско	4,95	умеренно загрязненная	6,66	грязная	5,17	грязная	–	–

Так, в период наблюдений р. Горынь характеристика поверхностных вод сохранялась на уровне «умеренно загрязненная» с колебаниями значений КЗ от 3,41 до 4,9, за исключением 2010 г., когда она характеризовалась как «грязная», с величиной КЗ 5,62. Река Случ сохраняла характеристику поверхностных вод как «умеренно загрязненная» с колебаниями значений КЗ от 2,72 до 4,16 на протяжении 2009–2011 гг.

Поверхностные воды р. Устья сменили свою характеристику с «умеренно загрязненной» в 2009 г. до «грязной» в 2010–2011 гг. Значения КЗ колебались соответственно от 4,7 до 6,02–5,17. Аналогичная смена характеристик была присуща и поверхностным водам р. Замчиско при соответствующих колебаниях КЗ от 4,95 до 6,66–5,17. Заметим, что КЗ для 2012 г. не оценивались для рек Устья, Случ и Замчиско по причине отсутствия полного набора показателей, необходимых для проведения расчетов.

Сопоставление полученных результатов, представленных в таблицах 1–2, предусмотрено методикой оценки поверхностных вод по величине КЗ [13, с. 19], а именно: при обобщении проводимых оценок и классификации поверхностных вод с помощью блоковых и интегральных (экологических) индексов. Так, при сопоставлении общей характеристики качества воды (таблица 1) и характеристики по КЗ (таблица 2) становятся заметными отличия для р. Случ: «хорошее» качество поверхностных вод при характеристике КЗ как «умеренно загрязненные». Для рек Горынь, Устья и Замчиско характеристика по КЗ в пределах «умеренно загрязненной» и «грязной» в большей степени сопоставима с характеристикой качества поверхностных вод – «удовлетворительное». Подобное сопоставление, скорее, является условным, поскольку в первом случае речь идет об общем экологическом состоянии поверхностных вод, включая блок компонентов солевого состава, трофо-сапробиологические (санитарно-гигиенические) показатели и специфические показатели токсического и радиационного действия, а во втором используются исключительно показатели токсического действия. Это приводит к выводу о влиянии на общее экологическое состояние поверхностных вод р. Случ именно блока специфических веществ токсического действия.

С целью получения более полной характеристики уровня загрязненности поверхностных вод рек Западно-Полесского региона Украины мы воспользовались методикой Л.П. Брагинского [14], которая дает градацию токсичности вод, подобно системе сапробности. Результаты проведенной оценки представлены в таблице 3.

Из представленных в таблице 3 результатов следует, что за годы наблюдений поверхностные воды р. Горынь характеризовались как гипер- и политоксичные по содержанию меди и других тяжелых металлов, а также поли- и мезотоксичные по содержанию фторидов. Воды рек Устья и Замчиско по содержанию меди характеризовались

как гипертоксичные; по остальным тяжелым металлам – преимущественно как политоксичные; по фторидам – как мезотоксичные. Воды р. Случ характеризовались как гипертоксичные по содержанию тяжелых металлов (за исключением 2012 г.); по содержанию меди как политоксичные; по содержанию фторидов как олиго- (2009, 2012 гг.) и мезотоксичные-бета (2010–2011 гг.).

Таблица 3. – Результаты оценки уровней токсического загрязнения поверхностных вод рек Западно-Полесского региона Украины

Уровень токсичности		Характеристика реки по годам наблюдений															
		Горынь				Случ				Устья				Замчиско			
		2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012
Медь	Олиготоксичность																
	Мезотоксичность-бета																
	Мезотоксичность-альфа																
	Политоксичность	+				+	+	+									
	Гипертоксичность		+	+	+									+	+	+	
Тяжелые металлы	Олиготоксичность																
	Мезотоксичность-бета																
	Мезотоксичность-альфа																
	Политоксичность			+	+				+				+			+	
	Гипертоксичность	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+		+
Фториды	Олиготоксичность					+			+								
	Мезотоксичность-бета						+	+									
	Мезотоксичность-альфа		+								+	+		+		+	
	Политоксичность	+		+	+										+		
	Гипертоксичность																

Анализ полученных характеристик поверхностных вод исследуемых рек позволяет заметить некоторые различия между оценкой общего экологического состояния и уровнем токсичности. В частности, поверхностные воды р. Случ, характеризуясь хорошим общим экологическим состоянием, имели достаточно высокие уровни токсичности. Уровни токсичности воды рек Устья и Замчиско относились в большинстве случаев к гипертоксичным (за исключением фторидов) при их характеристике общего экологического состояния как удовлетворительные. Поли- и мезотоксичность-альфа р. Горынь в определенной степени приближает результаты к характеристике общего экологического состояния ее поверхностных вод.

В целом результаты проведенных нами оценок свидетельствуют о высоком содержании токсических веществ в поверхностных водах рек, кратность превышения ПДК которых для рек Горынь и Случ в основном составляла от 2 до 5, для рек Устья и Замчиско от 2 до 10.

В период исследований состояние поверхностных вод рек характеризовалось преимущественно как «хорошее» и «удовлетворительное», а уровни их токсичности как гипертоксичные по тяжелым металлам и меди и политоксичные по фторидам. Ука-

занные уровни характеризуют состояние поверхностных вод исследованных рек как «очень грязные» и «грязные». Такое расхождение результатов, без сомнения, объясняется особенностями использованных методик оценки, первые две из которых усредняют кратность превышения ПДК, третья оценивает ее отдельно, только по специфическим веществам.

Подобные несоответствия также отмечены рядом исследователей, которые занимаются эколого-токсикологической оценкой качества поверхностных вод. При этом в качестве решения вопроса предлагается использовать методики, которые, кроме определения кратности превышения ПДК, включают определение повторяемости случаев превышения нормативных значений [16], либо дополнять оценку гидрохимических показателей рядом гидробиологических [10] и микробиологических [17], или исходить из особенностей гидрологического режима, климатических, почвенных условий водосбора, а также вида водопользования [18].

Таким образом, очевидным остается факт необходимости разработки практической и универсальной системы оценки качества природных вод, которая, помимо уровней химического загрязнения вод, одновременно позволяла бы охарактеризовать эколого-токсикологическое состояние водного объекта, а также получить представление о состоянии всей водной экосистемы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майстренко, В. Н. Экологический мониторинг суперэкоотоксикантов / В. Н. Майстренко, Р. З. Хамитов, Г. К. Будников. – М. : Химия, 1996. – 320 с.
2. Филенко, О. Ф. Основы водной токсикологии / О. Ф. Филенко, И. В. Михеева. – М. : Колос, 2007. – 144 с.
3. Метелев, В. В. Водная токсикология / В. В. Метелев, А. И. Канаев, Н. Г. Дзасохова. – М. : Колос, 1971. – 247 с.
4. Ситник, Ю. М. Гидроэкология озерных экосистем Украины. Шацкие озера. Экологическая токсикология: озеро Черное Большое (обзор) / Ю. М. Ситник [и др.] // Вестн. Житомир. гос. ун-та имени И. Франко. – 2007. – Вып. 35. – Ч. 2 – С. 232–235.
5. Кравчинский, Р. Л. О гидроэкологическом районировании бассейна р. Ингулец / Р. Л. Кравчинский, В. К. Хильчевский // Гидрология, гидрохимия и гидроэкология. – 2011. – Т. 1 (22). – С. 43–51.
6. Архипова, Л. М. Гидроэкологический потенциал поверхностных вод Карпатского национального природного парка / Л. М. Архипова // Науч. вестн. НЛТУ Украины : сб. науч.-техн. работ. – 2011. – Вып. 21.3. – С. 74–79.
7. Крайнюков, О. Н. Исследование зависимости между обобщенным показателем уровня загрязненности воды и ее токсическими свойствами / О. Н. Крайнюков / III Всеукраинский съезд экологов с международным участием «Экология/Ecology», 6–9 сент. 2011 г. : сб. науч. ст. – Винница : ВНТУ, 2011. – Т. 1. – С. 207–209.
8. Клименко, Н. А. Экологические нормативы качества воды рек Ровенской области: методология, результаты / Н. А. Клименко, В. И. Мельник // Вестн. Ровен. гос. техн. ун-та. – Ровно. – 2000. – Вып. 4 (6). – С. 30–36.
9. Шлычков, А. П. Использование коэффициента стока загрязняющих веществ для оценки состояния рек / А. П. Шлычков, Г. Н. Жданова, О. Г. Яковлева // Мониторинг. – 1996. – № 2. – С. 23–27.
10. Шитиков, В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

11. Романенко, В. Д. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод по відповідним категоріям / В. Д. Романенко [и др.]. – Киев : СИМВОЛ–Т, 1998. – 28 с.
12. Гриб, И. В. Экспертная оценка токсических загрязнений пресноводных экосистем / И. В. Гриб, Ф. Я. Комаровский // Гидробиол. журн. – 1990. – Т. 26, № 12. – С. 65–71.
13. Организация и осуществление наблюдений за загрязнением поверхностных вод: КНД 211.1.1.106-2003 / Нормативные директивные правовые документы в системе Минприроды (Официальное изд.). – Киев, 2003. – 70 с.
14. Брагинский, Л. П. Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровням токсической загрязненности / Л. П. Брагинский // Гидробиол. журн. – 1985. – Т. 21, № 6. – С. 65–74.
15. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М. : ВНИИРО, 1999. – 304 с.
16. Ковальчук, Л. А. Вероятностно-статистическое оценивание качества поверхностных вод по категориям / Л. А. Ковальчук, Н. Н. Осадчая, В. И. Осадчий // Науч. труды УкрНИГМИ. – 2008. – Вып. 257. – С. 162–175.
17. Головки, Т. В. Пространственно-временная характеристика бактериопланктона верхней части Каневского водохранилища / Т. В. Головки, Л. И. Багнюк // Гидробиол. журн. – 2009. – Т. 45, № 4. – С. 73–81.
18. Коненко, А. Д. Гидрохимическая типизация водосборов рек Украинской ССР / А. Д. Коненко, Н. М. Кузьменко // Гидробиол. журн. – 1972. – Т. VIII, № 1. – С. 5–16.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 09.02.2015

Bedunkova O.A. The Ecological and Toxicological Assessment of Surface Water

An assessment of the overall environmental condition of surface waters of rivers, swimming pools which are located within the West Polissya Region of Ukraine. The results are compared with the quality characteristics of their level of toxic pollution in the period 2009–2013. Toxicological characteristics of rivers show high contents in the surface water of toxic substances, the multiplicity of exceeding the MPC which ranged from 2 to 10, and the General environmental condition of the water is described as «good» and «satisfactory». Differences of evaluation results is seen as a need to develop a standardized methodology that will provide adequate environmental and toxicological characteristics of surface waters.

УДК [582.475:630*243]+632.931

М.В. Левковская*преподаватель каф. ботаники и экологии**Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина***ОСОБЕННОСТИ ПОВРЕЖДЕНИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ
В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РУБОК УХОДА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГРЕГАТНЫХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН**

Приведены результаты исследований санитарного состояния чистых и смешанных сосновых насаждений, пройденных рубками ухода различной давности. Изучен характер, тип, размеры и локализация повреждений древостоя. Выявлены особенности влияния механизмов и технологий лесозаготовок при проведении рубок ухода на состояние оставляемой части деревьев.

Введение

Рубки ухода за лесом являются важнейшим лесохозяйственным мероприятием, направленным на выращивание хозяйственно-ценных, высокопродуктивных, устойчивых насаждений. На современном этапе развития лесозаготовительной отрасли наблюдается увеличение объемов заготовки сортиментов с использованием высокопроизводительных машинных комплексов в составе харвестера (валочно-сучкорезно-раскряжевой машины) и форвардера (погрузочно-транспортной машины) [1–5].

При проведении подобных рубок ухода остающаяся часть насаждения получает те или иные повреждения, которые могут в дальнейшем оказать влияние на санитарное состояние и устойчивость древостоев, причем чувствительность к повреждениям у разных древесных пород различна. На вероятность заражения деревьев, распространение гнилей оказывает влияние ряд факторов, важнейшими из которых являются место локализации повреждений и их размеры. Наиболее опасны повреждения корневой шейки и корней, а из размеров ран на первом месте стоит площадь раны, на втором – ее ширина. Глубина раны оказывает меньшее влияние [4].

Существенны такие повреждения, которые вызывают заметные изменения в приросте древостоев и его сортиментной структуре. Количество повреждений и их характер зависят от породы, возраста и полноты насаждения, свойств эдафотопы, климатических условий, применяемой техники и технологии работ, качества их выполнения и т.д.

Повреждения в лесу вследствие применения машин и механизмов следует разделить на три группы: 1) видимые механические повреждения ствола и корней (срыв коры, порезы, обдиры с углублением в древесину стволов или корней); 2) изменения структуры почвы (повреждение почвенного покрова, уплотнение почвы, образование колеи); 3) невидимые повреждения деревьев (сдавливание ствола и корней, обрыв корешков и др.) [5].

Материалы (объекты) и методы исследования

Для анализа влияния лесозаготовительной техники на санитарное состояние древостоев после рубок ухода в сосняках Барановичского, Ивацевичского, Пружанского и Малоритского лесхозов Брестского ГПЛХО в 2012 г. заложено 12 пробных площадей (ПП) размером 0,5 га. Объектами исследований служили чистые и смешанные сосновые насаждения различных типов леса (с. мшистый, с. орляковый, с. кисличный, с. черничный, с. вересковый, с. лишайниковый), в которых были проведены механизированные рубки ухода различной давности. Продолжительность послерубочного периода варьирует от 1 года до 7 лет. Закладку пробных площадей, определение лесоводственно-таксационных показателей насаждений осуществляли в соответствии с общепринятыми

методиками и существующими нормативами. Таксационная характеристика древостоев приведена в таблице 1.

Таблица 1. – Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений

Пробная площадь	Тип леса	Состав древостоя	Возраст, лет	Бонитет	Средняя H, м	Средний D, см	Полнота	Запас, м ³ /га	Количество деревьев, шт./га
1	С. мшистый	10С+Б	55	II	17,1	17,1	0,89	230	1 120
2	С. мшистый	10С	65	I	23,6	28,8	0,91	343	680
3	С. кисличн.	10С+Е	38	IA	21,6	23,6	0,78	267	624
4	С. орляк.	8С2Б	42	IA	21,8	22,8	0,81	281	710
5	С. орляк.	10С+Б	55	IA	22,7	25,9	0,61	220	411
6	С лишайн.	10С	58	III	14,7	16,2	0,71	158	924
7	С. вереск.	10С	52	III	22,1	16,3	0,88	306	1 140
8	С. мшистый	10С+Б	59	I	20,8	24	0,66	213	503
9	С. черничн.	10С+Б+Е+Ос	65	I	19,4	20,1	0,81	243	520
10	С. мшистый	10С	50	I	21,5	23,1	0,83	288	718
11	С. мшистый	10С+Б	25	II	12,4	12,8	0,78	135	1 344
12	С. орляк.	10С	40	IA	19	21,8	0,79	232	732

Пробные площади в таблицах 1–3 расположены в порядке проведения рубок ухода с 2005 по 2012 гг. При этом применяли следующий комплекс основных технологических средств в виде:

- 1) харвестера Valtra X120, форвардера Valtra X120 или погрузочно-транспортной машины МПТ 461.1 (ПП 4);
- 2) харвестера Амкодор 2551, бензиномоторных пил Stihl или Husqvarna, погрузочно-транспортной машины МПТ 461.1, изготовленной на базе МТЗ-82 (ПП 1, 3, 5, 8, 12);
- 3) харвестера Valmet 911, форвардера Valmet 911 (ПП 2);
- 4) харвестера Vimek 404, форвардера Vimek 608 или погрузочно-транспортной машины МПТ 461.1 (ПП 6, 7, 9–11).

Применяемые технологии рубок ухода предусматривают прокладку технологических коридоров шириной 3–4 м для форвардеров со средним расстоянием между ними 15–30 м. Таким образом, рубки ухода осуществляли по узкопосечным технологиям. Трелевку осуществляли сортиментами с использованием форвардеров (Valtra X120, Vimek 608), погрузочно-транспортной машины МПТ 461.1, изготовленной на базе трактора МТЗ-82. Порубочные остатки в большинстве случаев частично складировали в кучи для перегнивания и (или) остальную часть сжигали.

В ходе исследований определяли долю поврежденных деревьев от количества деревьев, оставляемых на доращивание; место повреждения: отдельные корни, корневые шейки, комлевые части ствола на высоте 0,3–1,0 м и более 2 м; удаленность деревьев от трелевочного волока, вид (срыв коры с повреждением или без повреждения древесины) и размер повреждений. Учитывали повреждения, площадь которых превышала 10 см². Таким образом, на всех пробных площадях определены:

- 1) местонахождение поврежденного дерева по отношению к оси и началу технологического коридора;
- 2) высота повреждения (от корневой шейки);
- 3) размеры повреждений (длина, ширина, глубина).

Результаты и их обсуждение

Выявлены следующие категории видимых повреждений ствола с разрушением древесины и без: ошмыг ствола, слом сучьев, обдир коры и порезы ствола, ветвей. Около 50% всех повреждений приходится на деревья, растущие на расстоянии от трелевочного волока до 7 м. Доля поврежденных деревьев в сосняках варьирует от 1,9% до 14,1% (таблица 2).

Таблица 2. – Распределение повреждений деревьев по размерам

Пробная площадь	Год рубки	Интенсивность рубки, %	Доля повреждений, %	Распределение повреждений по их размерам, %					
				Площадь повреждений, см ²					
				10–30	31–50	51–100	101–200	201–300	Более 300
1	2005	11	1,9	15,4	7,7	23,1	38,5	–	15,3
2	2007	25	4,3	30	10	30	20	10	–
3	2009	12	2,3	25	–	25	50	–	–
4	2010	20	7,1	62,5	28,1	9,4	–	–	–
5	2010	15	5,6	–	100	–	–	–	–
6	2011	29	14,1	41,4	15,5	27,6	13,8	–	1,7
7	2011	12	10,7	33	18,2	31,8	10,2	2,3	4,5
8	2011	30	11	20	20	20	30	–	10
9	2011	30	7,2	9,5	14,3	9,5	23,8	4,8	38,1
10	2012	15	4,5	4,8	28,6	33,3	19	14,3	–
11	2012	25	5,4	55,2	20,7	20,7	3,4	–	–
12	2012	20	9,8	43,1	19,6	27,4	7,8	2,1	–

В таблице 2 приведено процентное распределение повреждений по их размерам. Основная доля повреждений при заготовке леса приходится на повреждения размером до 100 см² и 200 см² (соответственно 73,4% и 91,4%).

Количество повреждений, оставленных при механизированных лесозаготовках 2011–2012 гг., выше данного показателя предыдущих лет, т.е. уменьшается при увеличении давности рубки (таблицы 2, 3). Это объясняется тем, что в древесине сосны гниль развивается значительно менее интенсивно, чем в лиственных породах, а часто нанесенные стволам раны зарастают.

Таблица 3. – Распределение повреждений по различным частям деревьев, %

Пробная площадь	Год рубки	Распределение повреждений	Место повреждения			Тип повреждения
			Корневая шейка	Комлевая часть на высоте 0,3–1,0 м	Комлевая часть на высоте более 1 м	
1	2005	1,9	9	82	9	Обдир коры – 54,5 Ошмыг ствола – 45,5
2	2007	4,3	16,7	83,3	–	Обдир коры – 41,7 Ошмыг ствола – 34,9 Порез ствола – 16,7
3	2009	2,3	–	33,3	66,7	Обдир коры – 100

Продолжение таблицы 3

4	2010	7,1	40,6	25	34,4	Обдир коры – 96,5 Ошмыг ствола – 3,5
5	2010	5,6	–	83,3	16,7	Обдир коры – 83,3 Порез ствола – 16,7
6	2011	14,1	15,4	56,9	27,7	Обдир коры – 95,5 Ошмыг ствола – 1,5 Порез ствола – 3
7	2011	10,7	18	65,6	16,4	Обдир коры – 85,2 Ошмыг ствола – 6,6 Порез ствола – 8,2
8	2011	11	60	20	20	Обдир коры – 90 Порез ствола – 10
9	2011	7,2	28,5	28,5	43	Обдир коры – 71,8 Ошмыг ствола – 18,2
10	2012	4,5	37,5	56,3	6,2	Обдир коры – 87,4 Ошмыг ствола – 6,3 Порез ствола – 6,3
11	2012	5,4	30	70	–	Обдир коры – 100
12	2012	9,8	27,8	59,2	13	Обдир коры – 96,3 Ошмыг ствола – 1,85 Порез ствола – 1,85

Интенсивность рубок ухода в исследуемых сосновых насаждениях слабая (11–20%) и умеренная (21–30%). При увеличении интенсивности отмечено повышение повреждаемости оставляемой части древостоя. Повреждаемость деревьев сосны обыкновенной при рубке составила в среднем 7,0%, ели обыкновенной – 2,3%, березы повислой – 0,7%, что отвечает требованиям сохранения древостоя [6], причем это повреждение, не приводящие к прекращению роста и усыханию дерева.

Сосновые насаждения, в которых проведены рубки ухода до выпадения снега, характеризуются большим количеством повреждений (ПП 2, 5, 6–9, 11, 12). На многих участках, где рубки ухода проводились при значительной глубине снега, было отмечено меньшее количество поврежденных деревьев (ПП 1, 3, 4, 10).

При анализе механизированных лесозаготовок 2012 г. выявлено, что наименьшая повреждаемость деревьев сосны (4,5%) наблюдается при проведении рубки в зимний период (ПП 10). В весенне-летний период (апрель–май) по сравнению с зимой интенсивность повреждения как корневой, так и стволовой части выше в 1,2–2,2 раза. В весенне-летний период, когда прочность коры минимальна, возникает опасность ее обдира [6]. При проведении лесозаготовительных работ зимой мерзлая почва и снег надежно предохраняют корни, комлеву часть дерева от повреждений.

Невысокий процент поврежденных деревьев отмечен при осуществлении рубок ухода по линейно-пасечной технологии (ПП 11 – сплошное удаление каждого пятого ряда). При применении полностью механизированных систем (харвестер + форвардер) большая часть повреждений наносится стволам оставленных на доращивание деревьев. Причинами возникновения отмеченных повреждений являются, в первую очередь, нарушение технологии рубок вследствие недостаточной квалификации работников, труднодоступное для обработки расположение подлежащего обработке дерева, узость волока и т.д. [7]. Процентное распределение повреждений с разрушением древесины по различным частям деревьев показано в таблице 3. Как видно из приведенных данных, значительная доля повреждений приходится на корневую шейку и комлеву часть дерева на высоте 0,3–1,0 м. Наибольшее количество повреждений на пробных площадях

сортиментной заготовки приходится на ошмыги стволов. В большинстве случаев (40–100%) повреждалась только кора.

Заключение

Производство лесозаготовительных работ при проведении рубок ухода неизбежно связано с влиянием на лесную среду, в том числе и на оставляемую часть деревьев. Это влияние в различной мере зависит от сезона проведения работ, применяемых технологий лесозаготовок, интенсивности рубки, исходных лесоводственно-таксационных характеристик древостоя. Наиболее значительные повреждения наблюдаются в непосредственной близости от волоков при трелевке и несоблюдении направления валки. Машины и механизмы, применяемые при валке леса, наносят меньше существенных повреждений древостою в зимний период, т.к. мерзлая почва и снег надежно предохраняют корни, комлеву часть дерева от повреждений. Количество повреждений, оставленных при механизированных лесозаготовках в сосняках, уменьшается при увеличении давности рубки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоренчик, А. С. Анализ технологических схем разработки лесосек на рубках промежуточного пользования с применением малогабаритной техники / А. С. Федоренчик, М. Е. Семенюк // Труды БГТУ. Сер. II. Лесн. и деревообработ. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 3–8.
2. Игутов, В. Е. Механизация рубок промежуточного пользования / В. Е. Игутов. – М. : ВНИИЦлесресурс, 1994. – 40 с.
3. Гринченко, В. В. Передовая технология и организация рубок ухода за лесом на базе комплексной механизации работ : учеб. пособие / В. В. Гринченко. – Пушкино : Гослесхоз СССР, 1981. – 93 с.
4. Федоренчик, А. С. Харвестеры : учеб. пособие для студ-тов вузов / А. С. Федоренчик, И. В. Турлай. – Минск : БГТУ, 2002. – 172 с.
5. Атрохин, В. Г. Рубки ухода и промежуточное лесопользование / В. Г. Атрохин, И. К. Иевинь. – М. : Агропромиздат, 1985. – 255 с.
6. Устойчивое лесопользование и лесопользование. Рубки промежуточного пользования. Требования к технологиям : СТБ 1361–2002. – Введ. 09.12.2002. – Минск : Госстандарт, 2003. – 9 с.
7. Федоренчик, А. С. Экологические особенности проектирования и использования лесной техники / А. С. Федоренчик // Актуальные вопросы стратегии развития лесного хозяйства Беларуси : материалы респ. науч.- практ. семинара, пос. Ждановичи, Минский р-н, 10 апр. 2012 г. / М-во лес. хоз-ва Респ. Беларусь ; Респ. Центр повышения квалификации рук. работников и специалистов лес. хоз-ва, – Минск : В.И.З.А. ГРУПП, 2012. – С. 79–87.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 27.02.2015

Levkovskaya M.V. Fetures of Damage of Trees as a Result of the Thinning in Pine Forests With Using Aggregate Forest Machines and Mechanisms

The project includes the results of the study of the sanitary condition of pure and mixed pine forestry, passed by mechanized thinning of various limitations. We describe the nature and location of damage. Influence of mechanisms and technologies of timber cutting on left part of trees is investigated on areas, where is carried out of thinning. It is established, the general damageability of a left part of trees at carrying out of thinning of leaving in a greater degree depends on initial relative completeness, age of pine, intensity of carrying out of thinning of leaving.

УДК 612.014

Н.К. Саваневский¹, Г.Е. Хомич², Е.Н. Саваневская³

¹канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

²канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

³студент биологического факультета
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ РЕАКЦИИ НА ПОСТУРАЛЬНЫЕ ПРОБЫ У ДЕВУШЕК С ДИСТОНУСОМ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

У девушек, имеющих диагноз вегето-сосудистая дистония, при изменении положения тела в пространстве кровеносные сосуды нижних конечностей практически не участвуют в компенсаторном антигравитационном перераспределении крови.

Введение

В организме человека деятельность всех внутренних органов контролируется вегетативной нервной системой (ВНС), включающей симпатический и парасимпатический отделы. Симпатические и парасимпатические влияния оказывают почти всегда противоположное действие на работу органов. В норме эти влияния уравновешенны, но как только нарушается равновесие между ними, возникает дисбаланс в работе, что может привести к развитию вегето-сосудистой дистонии (ВСД).

Вегетативная нервная система, иннервирующая весь организм, тесно взаимодействует с кровеносными сосудами, также густо имеющимися в любом органе человека. Большинство вегетативных эффектов в организме осуществляется через изменение тонуса мелких и крупных кровеносных сосудов, кровообращения как в целом, так и в отдельных тканях и органах. Поэтому дисфункция ВНС, как правило, сопровождается нарушением адекватности сосудистого тонуса в ответ на предъявляемые нагрузки и перегрузки внутренней и внешней среды [1; 2].

Нарушение вегетативной регуляции приводит к развитию синдрома ВСД. Исследование реакции со стороны тонуса мелких и крупных кровеносных сосудов, частоты пульса, кровяного давления на внешние нагрузки у молодых людей с ВСД имеет существенное значение для оптимизации их жизнедеятельности. Обнаружено [3; 4], что гемодинамический фон во многом определяет направленность и выраженность ответных реакций кровеносной системы на ортостатические и антиортостатические нагрузки.

Объект и методика исследований

В данной работе проведено сравнительное исследование основных показателей вегетативной регуляции кровообращения и гемодинамических характеристик у девушек с разным тонусом мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей. Согласно медицинскому диагнозу, у одной из девушек наблюдалась ВСД. Ее вегетативные и гемодинамические показатели в состоянии покоя при ортостатической и антиортостатической пробах сравнивались с такими же показателями у другой девушки, не имевшей жалоб на сердечно-сосудистую систему и по фоновым значениям тонуса сосудов ног близкой к показателям девушки с ВСД.

В качестве функциональной дозированной нагрузки на кровеносную систему применялись 5-минутная ортостатическая проба, а также перевод тела обследуемой

в положение вниз головой под углом 30° к горизонту (антиортостатическая проба) и нахождение ее в этом положении в течение 1 минуты.

По методике А.А. Астахова [5] на полифункциональном мониторе кровенаполнения «Кентавр-1» импедансометрическим способом с каждым ударом пульса измерялись гемодинамические показатели сердечно-сосудистой системы, в том числе амплитуда револны большого пальца ноги (АРП), амплитуда револны голени (АРГ), амплитуда револны легких (АРЛ), частота сердечных сокращений (ЧСС) и систолическое артериальное давление (САД). Также рассчитывались вариационный размах кардиоинтервалов (ΔX), мода кардиоинтервалов (M_o), амплитуда моды ($A M_o$), индекс вегетативного равновесия (ИВР), вегетативный показатель ритма (ВПР), индекс напряжения регуляторных систем Баевского (ИН), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР) и показатель двойного произведения (ДП), или индекс Робинсона.

Обследуемая девушка во время эксперимента помещалась на электродное одеяло, закрепленное на поворотном столе. Ее фиксировали к крышке поворотного стола, которая могла поворачиваться на 90° в вертикальной плоскости. Электроды накладывались на спину, грудь, плечевые и бедренные отделы конечностей, на голень и большой палец правой ноги. Электрическое сопротивление, или импеданс, тканей между электродами измерялось с помощью реографа Р4-02. С четырех каналов реографа сигналы поступали в монитор кровенаполнения «Кентавр-1», где производилась их автоматическая компьютерная обработка. Статистическую обработку результатов проводили по t -критерию Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение

При переходе из горизонтального положения в вертикальное циркулирующая кровь под действием гравитационных сил устремляется в нижние части тела, что уменьшает кровоснабжение органов, расположенных в верхней половине тела. Однако резкого уменьшения кровотока не наблюдается в основном в связи с сужением сосудов (вазоконстрикцией), учащением частоты сердцебиений в результате нейроэндокринных реакций [6].

Известно [5; 7], что по величине АРП можно судить о тоне и, соответственно, о кровенаполнении мелких кровеносных сосудов, по АРГ – крупных кровеносных сосудов нижних конечностей, а по АРЛ – о тоне и кровенаполнении сосудов легких. Было установлено, что у девушки, не имевшей жалоб на состояния сердечно-сосудистой системы (1-я испытуемая), в горизонтальном положении в состоянии покоя средняя АРП равнялась 21,3 мОм, АРГ – 30,9 мОм (таблица 1). Пассивный перевод испытуемой в вертикальное положение вызывал на 1–2 минутах ортостаза достоверное уменьшение значений АРП в 4,6 раза, а АРГ в 3,0 раза, что свидетельствовало о резком сужении микро- и макрососудов. На 4–5 минутах нахождения в вертикальном положении вазоконстрикция слегка уменьшалась, однако показатели АРП были в ортостазе ниже, чем в горизонтальном положении, на 1–2 минутах в 3,6 раза, а АРГ – в 2,8 раза.

Полученные данные свидетельствуют, что компенсаторные антигравитационные реакции мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей у 1-й испытуемой осуществляются адекватно, препятствуют оттоку крови от головы и сердца, обеспечивая тем самым нормальное кровоснабжение верхней половины тела. При этом в кровеносных сосудах легких отмечались фазные сосудодвигательные реакции, о чем судили по изменениям АРЛ.

По-иному реагировали сосуды у девушки с ВСД (2-я испытуемая). Было установлено, что в горизонтальном положении в состоянии покоя у девушки с ВСД средняя АРП равнялась 17,0 мОм, а АРГ – 28,6 мОм (таблица 2). Во время нахождения 2-й испытуемой в вертикальном положении происходило не компенсаторное сужение крове-

носных сосудов нижних конечностей, а их растяжение притекающей кровью, приливающей к ногам вследствие гравитации. Об этом судили по величинам АРП и АРГ. Так, на 1–2 минутах ортостаза наблюдалось достоверное увеличение значений АРП и АРГ, соответственно на 32,9% и 35,0%, а на 4–5 минутах – в 3,3 раза и в 8,5 раза. Отсутствие компенсаторных сосудосуживающих реакций вследствие недостаточного тонуса кровеносных сосудов характерно для людей, страдающих одной из разновидностей ВСД. Достоверного изменения тонуса кровеносных сосудов легких не обнаруживалось, о чем свидетельствовали показатели АРЛ.

Таблица 1. – Изменения АРП, АРГ, АРЛ, ЧСС, САД, Мо, АМо, ΔХ, ИВР, ВПР, ИН, ПАПР и ДП при различных положениях в пространстве девушки с нормальным статусом вегето-сосудистой регуляции

Показатели	Горизонтальное положение (фон перед ортостазом)	1–2-я минуты ортостаза	4–5-я минуты ортостаза	Горизонтальное положение (фон перед антиортостазом)	Нахождение в антиортостазе
АРП, мОм	21,3±0,11	4,6±0,26	6,0±0,50	24,4±0,14	33,0±0,58
АРГ, мОм	30,9±0,14	10,4±0,32	11,1±0,30	32,3±0,17	41,7±0,47
АРЛ, мОм	555,0±9,84	536,0±13,26	679,1±11,36	608,9±5,53	668,5±9,79
ЧСС, уд/мин	74,9±0,39	94,8±0,63	98,6±0,40	67,9±0,43	69,9±0,71
САД, мм рт. ст.	118,9±0,47	152,5±0,94	152,9±0,62	113,1±0,54	56,0±1,32
Мо, с	0,77	0,63	0,61	0,85	0,86
АМо, %	12	11	14	14	10,3
ΔХ, с	0,15	0,14	0,08	0,16	0,20
ИВР	80,0	76,9	175,0	87,5	51,5
ВПР	0,26	0,23	0,17	0,20	0,20
ПАПР	15,6	17,6	23,1	16,5	12,0
ИН	51,9	61,5	144,4	51,5	29,9
ДП	89,1	144,6	150,8	76,8	39,1

При переходе человека из вертикального в горизонтальное положение гидростатическое давление крови в нижней половине тела снижается. Происходит перераспределение крови между нижней и верхней половиной тела. Кровенаполнение ног снижается на 30–40%. Уменьшается и содержание крови в нижней половине туловища. Кровенаполнение мозга напротив увеличивается на 20%. Значительно облегчается и усиливается венозный возврат крови из нижней половины тела, на 20–40% возрастает минутный объем кровообращения, увеличивается кровенаполнение верхней половины туловища и снижается нагрузка на сосудистое русло нижней части тела. Помимо этого, в положении лежа происходит расслабление мышц ног, снижение тонуса мышц живота и внутрибрюшного давления, а следовательно, и давления на наружную поверхность сосудов в этих частях тела [8].

Второй применявшейся нами постуральной пробой был пассивный перевод испытуемых в положение вниз головой (антиортостаз) под углом 30° к горизонту. При выполнении односторонней антиортостатической пробы 1-й испытуемой наблюдалось компенсаторное снижение тонуса и расширение мелких и крупных кровеносных сосудов ног. На это указывало достоверное увеличение АРП с 24,4 мОм до 33,0 мОм,

или на 35,2%, а АРГ с 32,3 мОм до 41,7 мОм, или на 29,1% (таблица 1). Слегка увеличивалось кровенаполнение сосудов легких, о чем свидетельствовал рост АРЛ на 9,8%.

Противоположная картина обнаруживалась у 2-й испытуемой, страдающей ВСД. У нее в антиортостазе не происходило компенсаторного увеличения просвета мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей с целью депонирования крови и препятствия ее чрезмерному притоку к сердцу и верхней половине тела. Наоборот, наблюдалось сужение микрососудистого русла, о чем судили по уменьшению АРП с 25,3 мОм до 18,7 мОм, или на 26,1% (таблица 2). Изменение тонуса АРГ и АРЛ не было достоверным.

Таблица 2. – Изменения АРП, АРГ, АРЛ, ЧСС, САД, Мо, АМо, ΔХ, ИВР, ВПР, ИН, ПАПР и ДП при различных положениях в пространстве девушки с ВСД

Показатели	Горизонтальное положение (фон перед ортостазом)	1–2-я минуты ортостаза	4–5-я минуты ортостаза	Горизонтальное положение (фон перед антиортостазом)	Нахождение в антиортостазе
АРП, мОм	17,0±0,17	22,6±0,79	56,6±1,27	25,3±0,23	18,7±0,42
АРГ, мОм	28,6±0,22	38,6±0,91	244,2±5,66	47,3±0,54	46,9±0,64
АРЛ, мОм	594,0±21,75	508,5±34,62	591,0±23,62	522,0±21,11	554,4±21,13
ЧСС, уд/мин	65,3±0,53	70,2±0,58	75,6±0,50	58,9±0,49	60,3±0,56
САД, мм рт. ст.	105,9±0,86	132,6±0,96	116,3±4,69	104,4±0,94	31,4±2,12
Мо, с	0,98	0,88	0,81	1,07	1,05
АМо, %	11	11	11	14	16
ΔХ, с	0,25	0,2	0,14	0,21	0,21
ИВР	44,0	55,0	78,6	66,7	76,2
ВПР	0,19	0,22	0,13	0,19	0,23
ПАПР	11,2	12,5	13,6	13,1	15,2
ИН	22,4	31,3	48,5	31,2	36,3
ДП	69,2	93,1	87,9	61,5	18,9

Исследование ЧСС и САД показало наличие однонаправленных изменений у обеих испытуемых. При выполнении ортостатической пробы ЧСС и САД достоверно увеличивались. При нахождении в антиортостазе значения ЧСС достоверно не отличались от таковых в горизонтальном положении, а САД достоверно уменьшалось у 1-й испытуемой в 2 раза, а у 2-й испытуемой – в 3,3 раза (таблицы 1, 2). Менее выраженное уменьшение артериального давления у девушки с нормальным статусом вегето-сосудистой регуляции по сравнению со 2-й испытуемой обеспечивает, по-видимому, более адекватное кровоснабжение организма.

Для анализа вегетативной регуляции сердечного ритма для каждой испытуемой строилась кривая распределения кардиоинтервалов и определялись ее основные характеристики, т.е. Мо, АМо и ΔХ. Мо – это наиболее часто встречающиеся значения кардиоинтервалов. Физиологическим смыслом Мо является отражение активности функционирования гуморального канала регуляции.

АМо – это число кардиоинтервалов в процентах от их общего количества, соответствующим значению Мо. Этот показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который в основном обусловлен влиянием симпатического отдела ВНС. АМо характеризует нервный канал регуляции. Среднее значе-

ние длительности сердечного цикла обратно пропорционально ЧСС и рассматривается как показатель уровня функционирования сердечно-сосудистой системы. ΔX показывает степень вариативности значений кардиоинтервалов, отражает суммарный эффект регуляции ритма сердца вегетативной нервной системой и является показателем, преимущественно связанным с состоянием парасимпатического отдела ВНС.

Сравнение значений M_0 , AM_0 и ΔX у обеих испытуемых показало, что в состоянии покоя и при выполнении постуральных проб активность гуморального канала регуляции была выше у девушки с ВСД. Также у нее было сильнее выражено влияние симпатического отдела ВНС в положении головы вниз под углом 30° к горизонту. Как в состоянии покоя, так и при выполнении ортостатической и антиортостатической пробы значения ΔX были ниже у 1-й испытуемой, имевшей нормальный статус вегето-сосудистой регуляции (таблицы 1, 2).

Характеристикой баланса симпатических и парасимпатических влияний на синусовый сердечный ритм служат ИВР и ВПР, а ПАПР отражает соответствие между активностью симпатического отдела ВНС и уровнем функционирования синусового узла. Результаты нашего исследования показали, что при выполнении ортостатической пробы симпатические влияния на кардиоритм возрастали у обеих испытуемых. В антиортостатическом положении по сравнению с горизонтальным положением у 1-й испытуемой симпатические влияния значимо уменьшались, а у 2-й испытуемой достоверно увеличивались, о чем судили по значениям ИВР, ВПР и ПАПР (таблицы 1, 2).

Индекс напряжения регуляторных систем (индекс Баевского) характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура регуляции, показывает степень централизации в управлении сердечным ритмом. В норме, в спокойном состоянии, сердечный ритм преимущественно регулируется собственным синусовым водителем ритма и теми местными влияниями, которые поступают от симпатических и парасимпатических ганглиев, а также уровнем некоторых гормонов в крови. При этом ЧСС волнообразно меняется, разброс времени между отдельными ударами сердца достаточно велик и значения ИН низкие.

В состояниях, требующих повышенной готовности, быстроты реакции, при усилении симпатической регуляции во время психических или физических нагрузок, при стрессе и некоторых патологических состояниях к регуляции сердечного ритма подключаются более высоко организованные нервные структуры: ствол и кора головного мозга. Кардиоритм стабилизируется, уменьшается разброс длительности кардиоинтервалов, увеличивается количество одинаковых по времени интервалов, что выражается в увеличении значений ИН. В результате сравнения показателей ИН у испытуемых обнаружилось, что выполнение ортостатической пробы усиливало симпатическую регуляцию у обеих испытуемых, что выражалось в увеличении значений ИН (таблицы 1, 2). Пассивный перевод девушек с помощью поворотного стола в положение антиортостаза приводил к разнонаправленным сдвигам: у 1-й испытуемой величина ИН уменьшалась в 1,7 раза, а у 2-й испытуемой возрастала на 16,3%.

Показатель двойного произведения (ДП), или индекс Робинсона, характеризует систолическую работу сердца. Чем больше этот показатель на пике физической нагрузки, тем больше функциональная способность мышц сердца. По этому показателю косвенно можно судить о потреблении кислорода миокардом.

Результаты нашего исследования показали, что у девушки с нормальным статусом вегето-сосудистой регуляции по сравнению с испытуемой, страдающей ВСД, и в состоянии покоя в горизонтальном положении, и при выполнении ортостатической и антиортостатической проб значения ДП были достоверно выше (таблицы 1, 2). Это свидетельствует о более интенсивном потреблении кислорода сердечной мышцей и о ее лучшем функциональном состоянии.

Заклучение

Полученные результаты показывают, что у девушки с дистонусом кровеносных сосудов нижних конечностей и медицинским диагнозом вегето-сосудистая дистония неадекватно проявляются сердечно-сосудистые реакции на постральные пробы. Наиболее ярко отклонения проявляются в изменениях тонуса мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей в ортостазе и антиортостазе и в вегетативной регуляции кардиоритма в антиортостатическом положении тела испытуемой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вейн, А. М. Вегето-сосудистая дистония / А. М. Вейн, А. Д. Соловьева, О. А. Колосова. – М. : Медицина, 1981. – 309 с.
2. Кучанская, А. В. Вегето-сосудистая дистония / А. В. Кучанская. – М. : Медицина, 2001. – 268 с.
3. Осадчий, Л. И. Влияние гипотензии на реактивность артериальной системы / Л. И. Осадчий, Т. В. Балуева, И. В. Сергеев // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2000. – № 11. – С. 1521–1530.
4. Осадчий, Л. И. Сосудистые факторы ортостатических реакций системной гемодинамики / Л. И. Осадчий, Т. В. Балуева, И. В. Сергеев // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 2003. – № 3. – С. 339–346.
5. Астахов, А. А. Физиологические основы биоимпедансного мониторинга гемодинамики и анестезиологии (с помощью системы «Кентавр») / А. А. Астахов. – Челябинск, 1996. – Ч. 1, 2. – 330 с.
6. Осадчий, Л. И. Положение тела и регуляция кровообращения / Л. И. Осадчий. – Л. : Наука, 1982. – 382 с.
7. Виноградова, Т. С. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы / Т. С. Виноградова. – М. : Медицина, 1986. – 416 с.
8. Дони́на, Ж. А. Межсистемные взаимоотношения дыхания и кровообращения / Ж. А. Дони́на // Физиология человека. – 2011. – № 2. – С. 117–128.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 02.03.2015

Savaneuski N.K., Khomich G.E., Savaneuskaya E.N. Cardiovascular Responses to Postural Tests by Young Weman with Peripheral Blood Vessels Dystone

The lower extremities blood vessels by the young weman with vegetative-vascular dystonia disease practically don't participate in compensatory antigravity reallocation of blood by changing the position of the body.

УДК 595.763 (476.5)

И.А. Солодовников¹, Е.С. Плискевич²

¹канд. биол. наук, доц. каф. зоологии

Витебского государственного университета имени П.М. Машерова

²аспиран каф. зоологии

Витебского государственного университета имени П.М. Машерова

**ВИДОВОЙ СОСТАВ МИРМЕКОФИЛЬНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ
В ГНЕЗДАХ *FORMICA EXSECTA* NYLANDER, 1846 (INSECTA, COLEOPTERA)
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ**

В статье представлены результаты изучения видового состава мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *Formica exsecta* Nylander, 1846 на территории Белорусского Поозерья в течение 2000, 2012–2013 гг. Было собрано 483 экземпляра 92 видов жесткокрылых, из них 325 экземпляров 22 видов – мирмекофильные жесткокрылые. За весь период пробы брались из 12 гнезд. Доминирующее место по численности и количеству видов принадлежит семейству Staphylinidae – 208 экземпляров 42 видов, Carabidae – 25 экземпляров 12 видов, Cryptophagidae – 133 экземпляра 6 видов, Curculionidae – 18 экземпляров 9 видов. Согласно процентному соотношению групп мирмекофилов на территории Белорусского Поозерья по обилию доминирует группа симфилоидных синойков.

Введение

Более ста лет во всем мире идет изучение понятия мирмекофилия (обитание организмов совместно с муравьями в одном гнезде), а именно мирмекофильных жесткокрылых, в то время как на территории Беларуси подобные исследования начали проводиться сравнительно недавно [1–7]. В коллективной работе белорусских энтомологов О.Р. Александрович и др. [8] отмечены 55 видов жесткокрылых, отнесенных нами к мирмекофильным жесткокрылым, однако этого недостаточно для понимания характера взаимодействия мирмекофильных жесткокрылых и муравьев и оценки влияния такого сожительства на популяцию того или иного вида муравья.

Целью работы является изучение видового состава мирмекофильных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в гнездах *Formica exsecta* на территории Белорусского Поозерья.

Материал и методы

Материалом для написания данной статьи послужили собственные сборы авторов на территории Витебского, Лиозненского и Сенненского районов в 2000 и 2012–2013 гг. На рисунке 1 отмечены стационарные места сборов:

1 – суходольный луг в окрестностях д. Пуца Витебского района (пробы брались из гнезд под номерами 7 и 8);

2 – посадки сосны на суходоле в окрестностях д. Малые Калиновичи Лиозненского района (гнезда 9, 10, 12);

3 – суходольный луг и березняк в окрестностях д. Куртенки Лиозненского района (гнездо № 11);

4 – большая поляна с мезофильной растительностью в елово-широколиственном лесу с супесчанми почвами в окрестностях ж/д станции Лужки в Сенненском районе (гнезда 1–6).

В ходе изучения сообществ мирмекофильных жесткокрылых на территории Белорусского Поозерья было проанализировано 12 гнезд *F. exsecta*.

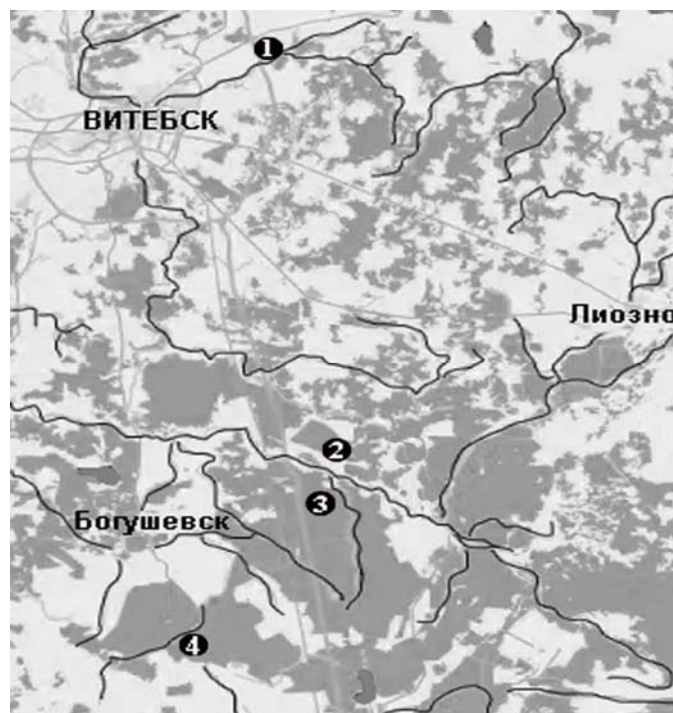


Рисунок 1. – Стационарные места сбора материала

При изучении сообществ мирмекофильных жесткокрылых применялись модифицированные почвенные ловушки (пластиковые стаканы емкостью 0,33 л с диаметром отверстия 70 мм, закрываемые стеклотканевой (или металлической) сеткой (ячейки 2×2 мм), которые размещаются непосредственно в гнезде или рядом с ним. Сетка предохраняет от попадания в ловушку муравьев, а мирмекофильные жесткокрылые малы и легко падают через сетку в ловушку. В качестве фиксирующей жидкости использовалась 9%-ная уксусная кислота в объеме до $\frac{1}{3}$ пластикового стакана. Единично применялся метод анализа проб строительного материала муравейников путем просева субстрата муравейников через колонку почвенных сит (объем взятых проб составляет приблизительно 1–2 дм³ строительного материала муравейника. При составлении списка видов были использованы таксономические и номенклатурные данные Н. Silfverberg [9–11] и О.Л. Kryzhanovskij [12] с изменениями, а также сведения из вышедших шести томов «Catalogue of Palaearctic Coleoptera» [13]. Порядок расположения семейств взят из коллективной работы Р. Bouchard [14].

Для сравнения сходства видового состава сообществ мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. exsecta* был использован кластерный анализ. В ходе вычисления применялась программа STATISTICA, кластеризация проводилась методом Варда (Ward), в качестве меры расстояния использовался процент несогласия.

Результаты и обсуждение

За весь период исследования было собрано 483 экземпляров жесткокрылых (92 вида). Доминирующее положение по численности и количеству видов принадлежит семейству Staphylinidae (208 экземпляров, 42 вида), Carabidae (25 экземпляров, 12 видов), Curculionidae (18 экземпляров, 9 видов), Cryptophagidae (133 экземпляра, 6 видов), Curculionidae (18 экземпляров, 9 видов). Из них количество мирмекофильных жесткокрылых составило 325 экземпляров 22 видов (таблица).

Таблица. – Видовой состав жесткокрылых в гнездах *F. exsecta* на территории Белорусского Поозерья

Вид	Стационары				№ гнезда*	Число, экз.
	1	2	3	4		
Сем. Carabidae						
<i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812)	–	–	–	+	5	1
<i>Trechus secalis secalis</i> (Paykull, 1790)	+	–	–	–	7	3
<i>Calathus erratus erratus</i> (Sahlberg, 1827)	–	–	–	+	4	1
<i>Calathus melanocephalus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	+	5, 7	2
<i>Synuchus vivalis vivalis</i> (Panzer, 1797)	+	–	–	–	7	1
<i>Amara bifrons</i> (Gyllenhal, 1810)	+	–	–	–	7, 8	3
<i>Ophonus puncticollis</i> (Paykull, 1798)	+	–	–	–	7, 8	3
<i>Ophonus rufibarbis</i> (Fabricius, 1792)	+	–	–	–	7	1
<i>Ophonus</i> sp.	+	–	–	–	7	2
<i>Microlestes minutulus</i> (Goeze, 1777)	+	–	–	–	7	2
<i>Badister lacertosus</i> (Sturm, 1815)	–	–	–	+	1	1
<i>Syntomus truncatellus</i> (Linnaeus, 1761)	+	–	–	–	7	5
Сем. Histeridae						
<i>Dendrophilus pygmaeus</i> ** (Linnaeus, 1758)	–	–	–	+	1, 3	11
<i>Hetaerus ferrugineus</i> (Olivier, 1759)	+	–	–	+	1, 3-8	40
Сем. Colonidae						
<i>Colon latum</i> (Kraatz, 1850)	–	–	–	+	1	1
Сем. Leiodidae						
<i>Amphicyllus globus</i> (Fabricius, 1792)	–	–	–	+	5	1
<i>Agathidium</i> sp.	–	–	–	+	1	1
<i>Leiodes rubiginosa</i> W.L.E. Schmidt, 1841	+	–	–	–	7	5
Сем. Scydmaenidae						
<i>Stenichnus</i> sp.	–	–	–	+	5	1
Сем. Staphylinidae						
<i>Rabidus tenuis</i> (Fabricius, 1792)	+	–	–	–	7	2
<i>Philonthus nitidus</i> (Fabricius, 1787)	+	–	–	–	7	1
<i>Leptacinus formicetorum</i> (Märkel, 1841)	–	–	+	+	2, 9	9
<i>Gyrophypnus</i> sp.	+	–	–	+	1, 7	2
<i>Xantholinus</i> sp.	–	–	–	+	1, 5	7
<i>Othius</i> sp.	–	–	–	+	4, 5	3
<i>Rugilus</i> sp.	–	+	–	–	11	1
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	+	–	–	+	1, 5, 7	14
<i>Anotylus</i> sp.	+	–	–	–	7	2
<i>Bolitobius</i> sp.	–	–	–	+	5	1
<i>Brachygluta fossulata</i> (Reichenbach, 1816)	–	–	–	+	3	1
<i>Mycetoporus</i> sp.	+	–	–	+	5, 7	2
<i>Ischosoma splendidum</i> (Gravenhorst, 1806)	–	–	–	+	1	1
<i>Lamprinodes saginatus</i> (Gravenhorst, 1832)	–	–	–	+	1	2
<i>Tachinus</i> sp.	–	–	–	+	4	1
<i>Aleochara laevigata</i> (Gyllenhal, 1810)	+	–	–	–	7	1
<i>Aleochara</i> sp.	+	+	–	+	4, 8, 11	5
<i>Tinotus morion</i> (Gravenhorst, 1802)	+	–	–	–	7	1
<i>Oxypoda formiceticola</i> (Märkel, 1841)	–	–	–	+	2, 5	2
<i>Oxypoda haemorrhoea</i> (Mannerheim, 1830)	–	–	–	+	1–4	15
<i>Oxypoda soror</i> (Thomson, 1855)	+	–	–	–	7	2
<i>Oxypoda</i> sp.	–	+	–	–	11	7

Продолжение таблицы

<i>Thiasophila canaliculata</i> (Mulsant & Rey, 1874)	-	+	+	+	1, 2, 11, 12	25
<i>Meotica exilis</i> (Knoch, 1806)	+	-	-	-	7	1
<i>Dinarda hagensii</i> (Wasmann, 1889)	+	-	-	+	1-5, 7, 10, 12	60
<i>Anaulacaspis nigra</i> (Gravenhorst, 1802)	-	-	-	+	1	1
<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	+	-	-	-	7	1
<i>Pella humeralis</i> (Gravenhorst, 1802)	-	-	-	+	1	1
<i>Pella</i> sp.	-	-	-	+	1	1
<i>Atheta elongatula</i> (Gravenhorst, 1802)	+	-	-	-	7	14
<i>Atheta talpa</i> (Heer, 1841)	-	-	-	+	2	1
<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	-	-	-	+	5	1
<i>Atheta gagatina</i> (Baudi, 1848)	+	-	-	+	5, 7	2
<i>Atheta palustris</i> (Kiesenwetter, 1844)	-	-	-	+	3	1
<i>Lyprocorrhe anceps</i> (Erichson, 1837)	+	-	-	+	3, 7	2
<i>Amischa analis</i> (Gravenhorst, 1802)	+	-	-	-	7	2
<i>Amischa bifoveolata</i> (Mannerheim, 1830)	+	-	-	-	7	1
<i>Pycnota paradoxa</i> (Mulsant & Rey, 1861)	+	-	-	-	7	1
<i>Gyrophaena joyi</i> (Wendeler, 1924)	+	-	-	-	7	1
<i>Oligota</i> sp.	-	+	-	-	11	1
<i>Cypha longicornis</i> (Paykull, 1800)	-	-	-	-	1, 3, 4	8
<i>Cypha tarsalis</i> (Luze, 1902)	+	-	-	-	7	1
<i>Scaphisoma</i> sp.	+	-	-	-	7	1
Сем. Lucanidae						
<i>Platycerus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	1	1
Сем. Scarabaeidae						
<i>Eucinetus haemorrhoidalis</i> (Germar, 1818)	+	-	-	-	7	1
Сем. Byrrhidae						
<i>Syncalypta</i> sp.	+	-	-	-	7	1
Сем. Monotomidae						
<i>Monotoma angusticollis</i> (Gyllenhal, 1827)	-	-	-	+	3	1
<i>Monotoma conicicollis</i> (Aubé, 1837)	-	-	-	+	1	1
Сем. Cryptophagidae						
<i>Atomaria atra</i> (Herbst, 1793)	+	-	-	+	3, 7	2
<i>Atomaria fuscata</i> (Schönherr, 1808)	-	-	-	+	1	1
<i>Atomaria kamtschatica</i> (Motschulsky, 1860)	-	-	-	+	1	1
<i>Atomaria nigrirostris</i> (Stephens, 1830)	+	-	-	+	1, 7	5
<i>Atomaria</i> sp.	+	-	-	-	7	1
<i>Hypocoprus latridoides</i> (Motschulsky, 1839)	-	-	+	-	12	123
Сем. Coccinellidae						
<i>Scymnus</i> sp.	+	-	-	-	7, 8	8
<i>Scymnus frontalis</i> (Fabricius, 1787)	+	-	-	-	7, 8	7
<i>Nephus redtenbacheri</i> (Mulsant, 1848)	-	-	-	+	1, 3	3
Сем. Lathridiidae						
<i>Corticaria</i> sp.	-	-	-	+	5	1
<i>Corticaria longicollis</i> (Zetterstedt, 1838)	+	-	-	+	7	1
<i>Corticarina minuta</i> (Fabricius, 1792)	+	-	-	-	7	2
Сем. Mordellidae						
<i>Tomoxia bucephala</i> (Costa, 1854)	-	-	-	+	1	1
Сем. Tenebrionidae						
<i>Lagria hirta</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	4	1

Окончание таблицы

Сем. Chrysomelidae						
<i>Longitarsus</i> sp.	+	-	-	-	7	2
<i>Asiolestia</i> sp.	-	-	-	-	1, 3, 5, 7	7
Сем. Curculionoidea						
<i>Notaris scirpi</i> (Fabricius, 1792)	+	-	-	-	7	1
<i>Otiorhynchus ovatus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	+	1, 3, 7	8
<i>Romualdius bifoveolatus</i> (Beck, 1817)	-	-	-	+	3	2
<i>Trachyphloeus</i> sp.	-	-	-	+	4	1
<i>Strophosoma capitatum</i> (DeGeer, 1775)	-	-	-	+	4, 5	2
<i>Trachodes hispidus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	1	1
<i>Ceutorhynchus canaliculatus</i> (Brisout de Barneville, 1869)	+	-	-	-	7	1
<i>Ceutorhynchus contractus</i> (Marsham, 1802)	+	-	-	-	7	1
<i>Orobitis cyaneus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	1	1

Примечание. * – номер гнезда, в котором обнаружен указанный вид жесткокрылого;
 ** – жирным курсивом отмечены мирмекофилы.

Согласно этологической классификации [15] обнаруженные нами виды мирмекофильных жесткокрылых были подразделены на 4 категории мирмекофилии: нейтральные синойки (*Lyprocorrhe anceps*, *Cypha longicornis*, *Lamprinodes saginatus*, *Oxypoda formiceticola*, *Oxypoda haemorrhoea*, *Atheta talpa*, *Monotoma angusticollis*, *Monotoma conicicollis*, *Corticaria longicollis*) симфилоидные синойки (*Dendrophilus pygmaeus*, *Hetaerus ferrugineus*, *Thiasophila canaliculata*, *Dinarda hagensii*, *Hypocopus latridoides*), факультативные мирмекофилы (*Leiodes rubiginosa*, *Stenus clavicornis*, *Ischosoma splendidum*, *Anaulacaspis nigra*, *Platycerus caraboides*) [16] и синехтры (*Leptacinus formicetorum*, *Drusilla canaliculata*, *Pella humeralis*) [17]. По численности преобладает группа симфилоидных синойков (рисунок 2), несмотря на то что представлена меньшим количеством видов по сравнению с группой нейтральных синойков.

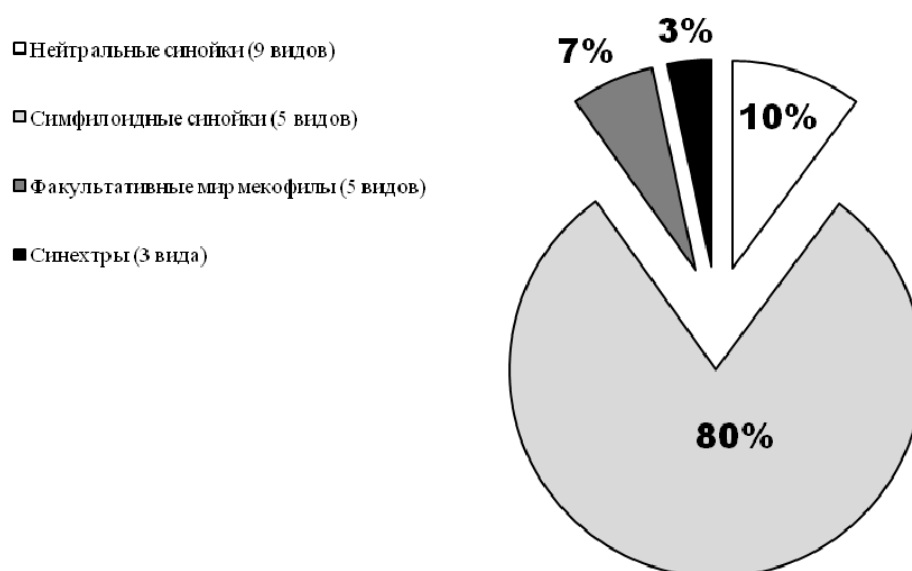


Рисунок 2. – Количественное соотношение 4 групп мирмекофилов по числу выявленных экземпляров в гнездах *Formica exsecta*

На рисунке 3 представлены данные, полученные в ходе сравнения видового состава мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. exsecta*. Использование кластерного анализа дало возможность установить степень сходства видового состава сообществ мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. exsecta* по количественным характеристикам. Сообщества мирмекофильных жесткокрылых разделились на 3 кластера. Первый кластер включает в себя комплекс мирмекофильных жесткокрылых в муравейнике № 1, что объясняется присутствием видов, не выявленных в других гнездах: *Lamprinodes saginatus*, *Monotoma conicicollis*, *Pella humeralis*, *Platycerus caraboides*, *Ischosoma splendidum*, *Anaulacaspis nigra*. Второй кластер представлен сообществами мирмекофильных жесткокрылых муравейников № 7 и 3 (выявлено 3 общих вида). Третий кластер представлен сообществами мирмекофильных жесткокрылых муравейников № 2, 4–6, 8–12. Из них наиболее идентичные оказались комплексы мирмекофилов гнезд № 6 и № 8, высокое сходство видового состава комплексов мирмекофилов выявлено между гнездами № 9–11, к ним примыкает № 12, близок также видовой состав мирмекофилов муравейников № 2 и № 5. В целом видовой состав мирмекофилов в изученных гнездах *F. exsecta* довольно различен, несмотря на сходство биотопов обитания *F. exsecta* (предпочитает открытые места в молодых древесных насаждениях, опушки и поляны в качестве мест поселения).

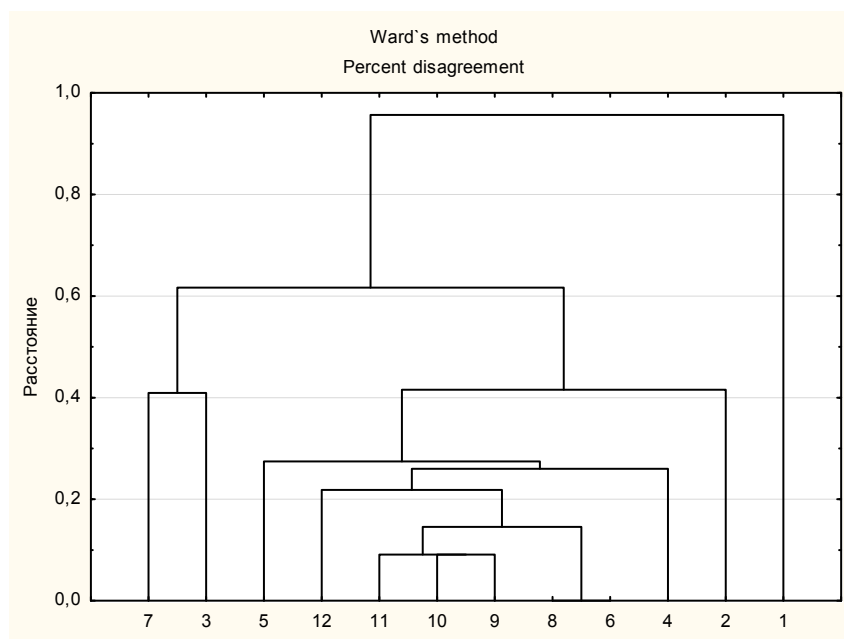


Рисунок 3. – Дендрограмма сходства сообществ мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. exsecta* Витебского, Сенненского и Лиозненского районов, %

Выводы

В ходе изучения сообществ мирмекофильных жесткокрылых на территории Белорусского Поозерья было выявлено 22 вида мирмекофильных жесткокрылых. Наиболее обычные и многочисленные виды мирмекофилов в гнездах *F. exsecta*: *Dinarda hagensii*, *Hetaerus ferrugineus*, *Oxypoda haemorrhoea*, *Thiasophila canaliculata*, *Dendrophilus pygmaeus*, а также в значительном количестве циркумпозональный вид *Hypocopus latridoides*. В целом видовой состав сообществ мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. exsecta* на исследуемой территории довольно схож и небогат в количественном соотношении в каждом муравейнике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плискевич, Е. С. Видовой состав мирмекофильных жесткокрылых в муравейниках *Formica exsecta* Сенненского района / И. А. Солодовников, Е. С. Плискевич // Образование XXI века : материалы XII (57) регион. науч.-практ. конф. студ-тов и магистрантов, Витебск, 29–30 марта 2012 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: А. П. Солодков (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2012. – С. 77–78.
2. Плискевич, Е. С. Оценка видového разнообразия мирмекофильных жесткокрылых в гнездах муравья *Formica rufa* в Белорусском Поозерье / Е. С. Плискевич // Молодость. Интеллект. Инициатива : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. студ-ов и магистрантов, Витебск, 18–19 апр. 2013 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: А. П. Солодков (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2013. – С. 124–125.
3. Плискевич, Е. С. Сообщества мирмекофильных жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) Белорусского Поозерья в гнёздах *Formica rufa* Linnaeus, 1761 / Е. С. Плискевич // Наука – образованию, производству, экономике : материалы XIX (66) регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 13–14 марта 2014 г. : в 2 т. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: И. М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2014. – Т. 1. – С. 102–104.
4. Солодовников, И. А. Видовой состав мирмекофильных жесткокрылых в гнёздах *Formica polyctena* Foerster, 1850 (Insecta, Coleoptera) Белорусского Поозерья / И. А. Солодовников, Е. С. Плискевич // Вестн. МГПУ имени И. П. Шамякина. – 2014. – № 1 (42). – С. 55–60.
5. Солодовников, И. А. Видовой состав мирмекофильных жесткокрылых в гнёздах *Formica rufa* L. (Insecta, Coleoptera) Белорусского Поозерья / И. А. Солодовников, Е. С. Плискевич // Вестн. Витеб. гос. ун-та. – 2014. – № 2 (80). – С. 45–53.
6. Солодовников, И. А. Видовой состав мирмекофильных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в гнездах муравья *Lasius niger* на территории Белорусского Поозерья / И. А. Солодовников, Е. С. Плискевич // Europejska nauka XXI powieka – 2014 : materiały X międzynarod. nauk.-prakt. konf., Przemysł, 7–15 maja 2014 roku ; red. S. Górnjak [et al.]. – Przemysł : Nauka i studia, 2014. – Vol. 25. – S. 26–28.
7. Плискевич, Е. С. Оценка видového разнообразия мирмекофильных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в гнездах муравьев *Formica rufa* и *Formica polyctena* Белорусского Поозерья / Е. С. Плискевич // Новината за напреднали наука – 2014 : материали за X междунар. науч. практ. конф., София, 17–26 май 2014 г. ; ред. М. П. Тодоров. – София : Бял ГРАД-БГ, 2014. – Т. 24. – С. 65–68.
8. Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О. Р. Александрович [и др.]. – Минск : ФФИ, 1996. – 103 с.
9. Silfverberg, H. Enumeratio coleopterorum Fennoscandiae Daniae et Baltiae / H. Silfverberg. – Helsinki : Helsingin Hyonteisvaihtoyhdistys, 1992. – 94 p.
10. Silfverberg, H. Additions and corrections to Enumeratio Coleopterorum Fennoscandiae et Daniae / H. Silfverberg // Sahlbergia, 1996. – Vol. 3. – P. 33–62.
11. Silfverberg, H. Enumeratio Coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae / H. Silfverberg // Sahlbergia, 2004. – Vol. 9. – 111 p.
12. Kryzhanovskij, O. L. A Checklist of the Ground-Beetles of Russia and Adjacent Lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae) / O. L. Kryzhanovskij [et al.] // Sofia – Moscow : Pensoft Publishers, 1995. – 271 p.
13. Catalogue of Palaearctic Coleoptera : Vol. 1–6 / Ed. by I. Löbl, A. Smetana. – Stenstrup : Apollo Books, 2003–2010. – 6 vol.
14. Bouchard, P. Family-group names in Coleoptera (Insecta) / P. Bouchard [et al.] // ZooKeys, 2011. – № 88. – P. 1–972.

15. Wheeler, W. M. *Ants, their structure, development and behavior* / W. M. Wheeler. – New York, Columbia University Press, 1910. – 663 p.

16. Pierce, N. E. The ecology and evolution of ant association in the Lycaenidae (Lepidoptera) / N. E. Pierce [et al.] // *Annu. Rev. Entomol.*, 2002. – № 47. – P. 733–771.

17. Lapeva-Gjonova, A. Ant-associated rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in Bulgaria / A. Lapeva-Gjonova, O. Ilieff // *Acta Entomologica Slovenica*, 2012. – Vol. 20 (1). – P. 73–84.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 20.02.2015

Solodovnikov I.A., Pliskevich E.S. Myrmecophilous Coleoptera Species Composition (Insecta, Coleoptera) ant Formica Exsecta in Belarus Lakeland

The article presents the results of study of the species composition of myrmecophilous beetles in the nests of Formica exsecta Nylander, 1846 in Belarusian Lakeland during 2000, 2012-2013. 483 specimens of the 92 species of beetles were collected, of which 325 specimens of 22 species - myrmecophilous beetles. Over the entire period the samples were collected from 12 nests. Dominant position of the quantity and the number of species belongs to the family Staphylinidae – 208 specimens of the 42 species, Carabidae – 25 specimens of the 12 species, Cryptophagidae – 133 specimens 6 species, Curculionidae – 18 specimens 9 species. According to the percentage of myrmecophilous groups in Belarusian Lakeland the group of symphylid synoeketes dominates by the abundance.

Авторы выражают искреннюю благодарность В.М. Коцуру (Витебский государственный университет имени П.М. Машерова) за постоянную помощь в исследованиях и совместные экспедиции по территории Витебской области. Неоценимую помощь в определении и подтверждении определений некоторых видов оказали О.Р. Александрович (Академия Поморска, Слупск, Польша), Б.А. Коротяев (Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург), Н.Б. Никитский, Ю.Г. Любарский (Зоологический музей МГУ имени М.В. Ломоносова), В.Б. Семенов (Институт медицинской паразитологии и тропической медицины имени Е.И. Марциновского, Москва), А.В. Дерунков (Научно-практический центр по биоресурсам НАН Беларуси), С.В. Салук (г. Минск), за что авторы им очень признательны.

УДК 581.84: 636.086.32

Н.В. Шкуратова

канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и экологии
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

СРАВНИТЕЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТЕБЛЕЙ НЕКОТОРЫХ КЛЕВЕРОВ

В статье рассматриваются результаты сравнительного изучения анатомии стеблей четырех видов рода *Trifolium* L. Методика работы общепринятая в анатомии растений. Установлены специфические черты анатомического строения стеблей, комплекс которых можно использовать для диагностики на уровне вида.

Введение

Анатомические признаки растений нашли широкое применение. Анатомический анализ позволяет установить закономерности и характер изменения структур в зависимости от условий обитания, используется для организации экологического мониторинга и оценки состояния окружающей среды, в разном объеме и в рамках разных таксонов применяется для уточнения таксономических границ, позволяет решать проблемы научной и криминалистической диагностики растений. Доказательством служат работы ботаников как XIX, XX столетий, так и современных ученых, которые отмечают необходимость использования в указанных направлениях анатомических признаков вегетативных и генеративных органов.

Trifolium L. – род растений семейства *Fabaceae* Lindl., насчитывающий около 250 видов, широко распространенных в умеренном и отчасти субтропическом поясах Северного полушария. Центрами видового многообразия являются преимущественно Средиземноморье, Западная Азия и Северная Америка [1].

С учетом вышесказанного нам представляется актуальным проведение исследований анатомии стеблей видов рода *Trifolium* L., естественно произрастающих в растительных сообществах Беларуси. Целью работы явилось установление специфических черт анатомического строения стеблей видов рода *Trifolium* L.

Объекты и методика исследования

В зависимости от особенностей строения цветка, типов цветков в соцветии, места созревания плодов род *Trifolium* L. подразделяют на пять подродов – *Trifolium* L., *Amoria* (C. Presl.) Hossain., *Galearia* (C. Presl.) Hossain., *Mistyllus* (C. Presl.) Hossain., *Calycotmophum* (C. Presl.) Hossain. [1]. Во флоре Республики Беларусь насчитывается 19 видов рода *Trifolium* L., относящихся к четырем из пяти известных подродов. Представители подрода *Mistyllus* (C. Presl.) Hossain. в Беларуси не встречаются. Наиболее многочисленным является подрод *Trifolium* L. Два вида занесены в Красную книгу Республики Беларусь, один вид нуждается в профилактической охране [2; 3].

В данном исследовании в качестве объектов использованы 4 вида рода *Trifolium* L., естественно произрастающих в Республике Беларусь: *Trifolium arvense* L. (подрод *Trifolium* L.), *Trifolium medium* L. (подрод *Trifolium* L.), *Trifolium montanum* L. (подрод *Amoria* (C. Presl.) Hossain.), *Trifolium repens* L. (подрод *Amoria* (C. Presl.) Hossain.).

Вид *Trifolium arvense* L. – однолетнее растение, для которого характерен безрозеточный архитектурный тип, представленный прямостоячим растением, ветвящимся по всей длине главной оси. Виды *Trifolium medium* L., *Trifolium montanum* L., *Trifolium repens* L. – многолетние поликарпические растения, представляющие сложную систему

побегов, ежегодно отмирающих после плодоношения и возобновляющихся на следующий год из перезимовавших почек, расположенных на основании отмерших побегов.

Материал для исследования собирали в окрестностях д. Томашевка и д. Орхово Брестского района в естественных фитоценозах и типичных для каждого вида местах обитания. Из зафиксированных образцов стеблей указанных видов при помощи лезвия бритвы изготавливали поперечные и продольные срезы толщиной 10–25 мкм. Срезы окрашивали регрессивным способом, поместив в спиртовые растворы сафранина (1%-ный спиртовой раствор) и нильского синего (насыщенный раствор), подвергали дегидратации в спиртах разной концентрации. На следующем этапе срезы обрабатывали карболксилолом и ксилолом, после чего помещали в канадский бальзам. Таким образом, методика изготовления постоянных препаратов была общепринятой в анатомии растений [4]. Анатомический анализ коры осуществляли на световых микроскопах Биолам Р-15, Микмед-5. Измерения структур производили с использованием винтового окуляр-микрометра МОВ-1-15.

Результаты исследования

Стебли исследованных видов характеризуются сходным строением и включают эпидерму, первичную кору и центральный цилиндр.

Эпидерма однослойная, покрыта тонким слоем кутикулы. Клетки с утолщенной наружной тангентальной стенкой у *Trifolium arvense* L. и *Trifolium medium* L. и с равномерным утолщением оболочек у *Trifolium montanum* L. и *Trifolium repens* L. Форма поперечного сечения эпидермальных клеток исследуемых видов неодинакова. У *Trifolium arvense* L. клетки ориентированы радиально, вследствие чего наружная тангентальная стенка приобретает куполообразную форму; полости клеток овальные (тангентальный размер клеток больше радиального и составляет 13–35 мкм и 17–20 мкм соответственно). У *Trifolium medium* L. тангентальный размер клеток больше или равен радиальному, полости клеток прямоугольно-квадратной формы. У *Trifolium montanum* L. и *Trifolium repens* L. клетки вытянуты в тангентальном направлении, полость клетки овальной формы. Максимальный тангентальный размер эпидермальных клеток наблюдается у *Trifolium medium* L. и *Trifolium montanum* L. и достигает 28–45 мкм.

В эпидерме исследованных видов присутствуют длинные одноклеточные, заостренные на верхушке кроющие трихомы. Помимо кроющих трихом, у *Trifolium montanum* L. также обнаружены и железистые волоски. Это многочисленные 2–3-клеточные волоски, состоящие из ножки, представляющей собой вырост эпидермальной клетки, и головки в виде шляпки с живым содержимым. В эпидерме стеблей обнаруживаются одиночные устьица.

Первичная кора включает в свой состав колленхиму и основную паренхиму. Наименьшая ширина первичной коры характерна для *Trifolium medium* L. и *Trifolium montanum* L., а максимальные размеры отмечены у *Trifolium repens* L. – до 225 мкм.

Колленхима исследованных видов различается. По характеру утолщения клеточных стенок колленхима у *Trifolium arvense* L., *Trifolium medium* L. и *Trifolium repens* L. уголкового типа, 1–2-слойная и содержит хлоропласты. В ребристом стебле *Trifolium arvense* L. колленхима занимает ребра стебля, располагается непосредственно под эпидермой и образует всего 2 слоя клеток. Стебли остальных видов ребристые лишь в верхней части, к основанию приобретают более-менее округлые очертания, поэтому колленхима расположена кольцом, подстилающим эпидерму. Клетки колленхимы *Trifolium medium* L. практически неотличимы от клеток ниже лежащей основной паренхимы. В составе первичной коры *Trifolium repens* L. более развита основная паренхима, которая состоит из овальных и вытянутых по окружности стебля клеток. В стеблях *Trifolium montanum* L. выражена колленхима пластинчатого типа, представленная

1–3 слоями клеток. Клетки колленхимы вытянуты вдоль стебля, что заметно на продольных срезах. Типы колленхимы приводятся по «Атласу ультраструктуры растительных тканей» под редакцией М.Ф. Даниловой [5, с. 222].

Основная паренхима в стеблях *Trifolium medium* L., *Trifolium montanum* L. и *Trifolium repens* L. отличается от клеток колленхимы тонкостенностью и большим диаметром клеток (в 1,5–2,5 раза больше поперечника клеток колленхимы). Они овальные, ориентированы радиально, содержат хлоропласты. Сложение ткани рыхлое, с межклетниками. В основной паренхиме стебля *Trifolium repens* L. хлоропласты отсутствуют и накапливается запасной крахмал. В составе первичной коры *Trifolium medium* L., *Trifolium montanum* L., *Trifolium repens* L. преобладает тонкостенная основная паренхима. У *Trifolium arvense* L. основная паренхима округлая – оболочка клеток равномерно утолщена; полость клеток округлая как на поперечном, так и продольном срезах; различимо множество межклетников. Ткань сложена из 4–5 слоев клеток, на ее долю приходится почти весь объем первичной коры. В нижней части стебля *Trifolium arvense* L. клетки этой ткани не содержат хлоропластов. Основная паренхима *Trifolium arvense* L. напоминает округлую колленхиму. Так как эта ткань удалена от эпидермы, располагается в более глубоких слоях стебля, ее клетки имеют более толстые первичные оболочки (одревеснение – окрашиваются сафранином), то эту ткань в стебле *Trifolium arvense* L. можно назвать колленхиматозной паренхимой [6, с. 79].

Склеренхима представлена группами механических волокон. Вопрос происхождения этих волокон спорный: указывают как на перициклическую природу волокон, следовательно, их следует рассматривать как компонент первичной коры, так и на формирование этих волокон в первичной флоэме, тогда волокна являются компонентом центрального цилиндра [7, с. 209]. Поскольку склеренхима расположена между основной паренхимой и проводящими пучками и представлена группами, которые преобразовались в механические обкладки пучков, описание этой ткани приводим ниже, характеризуя центральный цилиндр.

Центральный цилиндр развит сильнее, чем коровая часть. Для центрального цилиндра характерно пучковое строение: он образован проводящими пучками, разделенными паренхимными участками и сердцевинной. Количество проводящих пучков в разных частях стебля не одинаково: в верхних частях стеблей, имеющих выраженную ребристую поверхность, проводящие пучки располагаются в каждом из ребер, а в нижних частях стеблей с округлым очертанием пучки расположены строго по окружности. Наименьшее количество проводящих пучков обнаружено в верхних частях стебля, к основанию их количество увеличивается, что согласуется со схемой последовательного развития анатомической структуры стебля по Е. Страсбургеру [7, с. 209–210]. Наибольшее количество пучков в нижней части стебля характерно для *Trifolium montanum* L. и достигает 15 штук.

Пучки, образуя окружность, располагаются на расстоянии от 70–101 мкм у *Trifolium montanum* L. и до 337–788 мкм у *Trifolium arvense* L. друг от друга. Форма поперечного сечения проводящих пучков неодинакова в нижней части стебля: у *Trifolium medium* L. – треугольно-клиновидная, радиальные размеры больше тангентальных, а у *Trifolium arvense* L., *Trifolium montanum* L. и *Trifolium repens* L. – почти овальная, тангентальные размеры преобладают над радиальными.

Со стороны первичной коры к пучкам прилегают склеренхимные волокна, формируя механическую обкладку пучков. Форма групп волокон неодинакова: шапковидные группы охватывают пучок с наружной тангентальной поверхности и частично охватывает его по радиальной поверхности (у *Trifolium arvense* L. и *Trifolium montanum* L.); дуговидные группы располагаются на наружной тангентальной поверхности пучка и на поперечном срезе имеют наибольшую ширину в средней части, сужаясь к перифе-

рии (у *Trifolium medium* L.); лентовидные (у *Trifolium repens* L.) – на наружной тангентальной поверхности пучка и на поперечном срезе имеют одинаковую ширину в средней части и на периферии. В отличие от клеток колленхимы, стенки клеток склеренхимы равномерно утолщенные и одревесневшие. В сравнении с волокнами кольца первичных механических элементов древесного стебля покрытосеменных, полости волокон довольно широкие, содержимое отсутствует. У *Trifolium montanum* L. и *Trifolium repens* L. в клетках, прилегающих к механической обкладке, обнаружены монокристаллы оксалата кальция кубической и ромбоидной формы.

Пучки коллатеральные открытые. Ксилема обращена адаксиально, а флоэма абаксиально. Сосуды в пучках располагаются более или менее упорядоченно, просматриваются радиальные ряды, а ситовидные трубки расположены диффузно.

К. Эзау отмечает, что у стеблей клеверов вторичный рост настолько незначителен, что он является приуроченным только к проводящим пучкам [8, с. 348], что оказывается справедливым для *Trifolium arvense* L. и *Trifolium montanum* L. В стеблях *Trifolium medium* L. и *Trifolium repens* L. обнаружен межпучковый камбий, формирующий толстостенную ксилему между пучками. Пучки оказываются соединенными в сплошное кольцо межпучковыми секторами ксилемы.

Сердцевинный луч – это участок паренхимы между проводящими пучками, который называют межпучковой паренхимой. Он тянется от сердцевины до первичной коры и состоит из крупных паренхимных клеток с утолщенными оболочками.

Сердцевина занимает центральную часть стебля. Диаметр сердцевины у изученных видов варьирует: у *Trifolium arvense* L. и *Trifolium medium* L. в пределах 570–700 мкм, а у *Trifolium montanum* L. достигает вдвое больших размеров – до 1640 мкм.

Сердцевина состоит из паренхимных клеток с толстостенными оболочками у *Trifolium arvense* L., *Trifolium montanum* L., *Trifolium medium* L. и тонкостенными оболочками у *Trifolium repens* L. Клетки округлые, многоугольные. Диаметр клеток в 2–4 раза превышает диаметр паренхимных клеток первичной коры. Периферическая часть сердцевины называется перимедуллярной зоной, клетки которой более мелкие и расположены компактно. Клетки центральной части сердцевины более крупные, расположены рыхло, имеются межклетники, заметно образование сердцевинных полостей.

Обсуждение результатов и заключение

Сравнительный анализ анатомии стеблей 4 видов рода *Trifolium* L. позволил выделить ряд особенностей строения стебля, которые мы приводим в таблице.

На основании опыта диагностики ивовых по анатомическим признакам [9, с. 86] и указанных особенностей для каждого исследованного вида *Trifolium* L. установлены комплексы анатомических признаков стебля, позволяющие проводить диагностику на уровне вида:

1. *Trifolium arvense* L.: преобладание радиального размера эпидермальных клеток над тангентальным; овальная форма полости эпидермальных клеток; утолщение только наружной тангентальной оболочки эпидермальных клеток; преобладание колленхиматозной толстостенной паренхимы в составе первичной коры; уголкового типа колленхимы; приуроченность колленхимы и проводящих пучков к ребрам стебля; шапковидная форма групп склеренхимных волокон; овальная форма поперечного сечения проводящих пучков; отсутствие межпучкового камбия.

2. *Trifolium medium* L.: тангентальный размер эпидермальных клеток больше или равен радиальному; прямоуглольно-квадратная форма полости эпидермальных клеток; утолщение только наружной тангентальной оболочки эпидермальных клеток; преобладание тонкостенной основной паренхимы в составе первичной коры; уголкового типа колленхимы; основная паренхима первичной коры в виде кольца, подстилающего кол-

ленхиму стебля; дуговидная форма групп склеренхимных волокон; треугольно-клиновидная форма поперечного сечения проводящих пучков; расположение проводящих пучков по окружности стебля; наличие межпучкового камбия, формирующего элементы вторичной ксилемы.

Таблица. – Диагностические признаки стебля исследованных видов рода *Trifolium*

Ткань	Признак	<i>Tr. arvense</i>	<i>Tr. medium</i>	<i>Tr. montanum</i>	<i>Tr. repens</i>
Эпидерма	1. Утолщение наружных тангентальных стенок	+	+	-	-
	2. Утолщение стенок равномерное	-	-	+	+
	3. Полость клеток прямоугольно-квадратная	+	+	-	-
	4. Полость клеток овальная	+	-	+	+
	5. Радиальный размер клеток больше тангентального	+	-	-	-
	6. Радиальный размер меньше или равен тангентальному	-	+	-	-
	7. Радиальный размер меньше тангентального	-	-	+	+
	8. Наличие железистых волосков	-	-	+	-
Первичная кора	1. Преобладает колленхиматозная толстостенная паренхима	+	-	-	-
	2. Преобладает основная паренхима	-	+	+	+
Колленхима	1. Тип колленхимы уголкового	+	+	-	+
	2. Тип колленхимы пластинчатая	-	-	+	-
	3. Приурочена к ребрам стебля	+	-	-	-
Основная паренхима первичной коры	1. Сложение клеток плотное	+	-	-	-
	2. Хлоропласты в основной паренхиме	+	+	+	-
	3. Запасной крахмал в основной паренхиме	-	-	-	+
Проводящий цилиндр	1. Группы механических волокон шапковидные	+	-	+	-
	2. Группы механических волокон лентовидные	-	-	-	+
	3. Группы механических волокон дуговидные	-	+	-	-
	4. Кристаллоносная обкладка около групп механических волокон	-	-	+	+
	5. Поперечное сечение пучков овальное	+	-	+	+
	6. Поперечное сечение пучков треугольно-клиновидное	-	+	-	-
	7. Проводящие пучки располагаются в ребрах	+	-	-	-
	8. Проводящие пучки образуют окружность	-	+	+	+
	9. Наличие межпучкового камбия	-	+	-	+

Примечание – наличие признака обозначено знаком «+», отсутствие – знаком «-».

3. *Trifolium montanum* L.: преобладание тангентального размера эпидермальных клеток над радиальным; овальная форма полости эпидермальных клеток; равномерное утолщение оболочек эпидермальных клеток; присутствие железистых волосков в эпидерме; преобладание тонкостенной основной паренхимы в составе первичной коры; пластинчатый тип колленхимы; основная паренхима первичной коры в виде кольца, подстилающего колленхиму стебля; шапковидная форма групп склеренхимных волокон; овальная форма поперечного сечения проводящих пучков; присутствие кристаллов в паренхиме, прилегающей к группам волокон; расположение проводящих пучков по окружности стебля.

4. *Trifolium repens* L.: преобладание тангентального размера эпидермальных клеток над радиальным; овальная форма полости эпидермальных клеток; равномерное утолщение оболочек эпидермальных клеток; преобладание тонкостенной основной паренхимы в составе первичной коры; уголкового типа колленхимы; основная паренхима

первичной коры в виде кольца, подстилающего колленхиму стебля; лентовидная форма групп склеренхимных волокон; овальная форма поперечного сечения проводящих пучков; присутствие кристаллов в паренхиме, прилегающей к группам волокон; расположение проводящих пучков по окружности стебля; присутствие межпучкового камбия, формирующего элементы вторичной ксилемы.

Сравнительно-анатомический анализ стеблей 4 видов рода *Trifolium* L. позволяет сделать следующие выводы:

1. Стебли исследованных видов рода *Trifolium* L. характеризуются четким делением на эпидерму, первичную кору, центральный цилиндр. Центральный цилиндр имеет пучковое строение и включает открытые коллатеральные пучки и сердцевину с вырванной центральной полостью. Для травянистого стебля исследованных видов рода *Trifolium* L. характерна сильная паренхиматизация тканей.

2. Диагностическое значение на уровне вида имеет следующий комплекс анатомических признаков стебля *Trifolium* L.: форма эпидермальных клеток; характер утолщения оболочек эпидермальных клеток; наличие железистых волосков; характер основной паренхимы первичной коры; тип колленхимы; форма групп механических волокон; наличие кристаллоносной обкладки у групп склеренхимных волокон, сопровождающих проводящие пучки; форма поперечного сечения проводящих пучков, характер расположения проводящих пучков; наличие активного межпучкового камбия; образование сплошного кольца ксилемы.

Таким образом, установлены специфические черты анатомического строения стеблей представителей рода *Trifolium* L., комплекс которых можно использовать для диагностики на уровне вида. Расширение числа исследованных видов позволит в дальнейшем составить ключ для определения видов рода *Trifolium* L.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлев, Г. П. Порядок бобовые / Г. П. Яковлев // Жизнь растений : в 6 т. / редкол. : А. Л. Тахтаджян (гл. ред.) [и др.]. – М., 1981. – Т. 5, ч. 2. – 512 с.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Красная книга Республики Беларусь / редкол.: Л. И. Хоружик (предс.) [и др.]. – 2-е изд. – Минск : БелЭн, 2005. – 456 с.
4. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.
5. Атлас ультраструктуры растительных тканей / М. Ф. Данилова [и др.] ; под ред. М. Ф. Даниловой, Г. М. Козубовой. – Петрозаводск : Карелия, 1980. – 455 с.
6. Эзау, К. Анатомия семенных растений : в 2 кн. / К. Эзау. – М. : Мир, 1980. – Кн. 2 : Морфология цветковых растений. – 558 с.
7. Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Минск : Высш. шк., 1997. – 375 с.
8. Эзау, К. Анатомия растений / К. Эзау ; под ред. Л. В. Кудряшова. – 2-е изд. – М. : Мир, 1969. – 564 с.
9. Еремин, В. М. Сравнительная анатомия коры ивовых : монография / В. М. Еремин, Н. В. Шкуратова. – Брест : Изд-во Брест. гос. ун-та, 2007. – 196 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 13.02.2015

Shkuratova N.V. Comparative Anatomical Analysis of the Stems of Some Clovers

The data of comparative study of the anatomy of the stems of four species of the genus Trifolium L. are represented in this article. Methodic of study is traditional in anatomy of plants. The specific features of the anatomical structure of stems, a complex which can be used for diagnostic at the species level.

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

УДК 502.1(55)

О.С. Антипова

*магистр геогр. наук, преподаватель каф. географической экологии,
аспирант 2 года обучения географического факультета
Белорусского государственного университета*

КАЧЕСТВО СРЕДЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ

Статья посвящена проблеме оценки качества среды жизнедеятельности населения. Дано определение понятия и приведена структурно-логическая модель оценки среды жизнедеятельности населения. Проведен анализ литературных источников по данной теме, выделены основные направления современных исследований. На основе анализа достоинств и недостатков рассмотренных работ автором предложены методические подходы к оценке качества среды жизнедеятельности населения. Использование геоэкологической оценки, базирующейся на гуманитарно-экологическом подходе, по мнению автора, является наиболее актуальным при современных тенденциях развития общества и его взаимодействия с окружающей средой. В статье приводится перечень основных критериев оценки природно-экологических и социально-экономических условий жизнедеятельности населения.

Введение

Современный этап в развитии мировой цивилизации характеризуется нарастанием противоречий между человеческим обществом и окружающей средой. Интенсивное развитие технологий, увеличение потребностей в материалах и ресурсах пространства, наращивание производства промышленных и потребительских товаров ведет к росту антропогенного давления на окружающую среду, которая является и средой жизнедеятельности людей.

Окружающая среда обладает способностью сохранять свои естественные свойства и характер функционирования при внешних воздействиях, но каждому антропогенному воздействию или их совокупности соответствует свой предел устойчивости геосистем, преодолев который, человечество предстанет перед лицом необратимых последствий. Устойчивое развитие и достаточный уровень экологической безопасности населения территории любой размерности и функционального назначения возможны лишь при сбалансированном решении социально-экономических задач, а также сохранении благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в интересах настоящего и будущего поколений. В связи с этим проблема сохранения качества среды жизнедеятельности населения необыкновенно сложна, ее решение требует значительных усилий со стороны ученых различных специальностей. В настоящее время этим вопросам уделяется значительное внимание при проведении научных исследований не только в области геоэкологии, но и смежных с ней наук (медицинская география, экономика, демография, социология и др.).

Основная цель исследования – анализ теоретических и методических подходов к оценке качества среды жизнедеятельности населения для разработки новой методики этой оценки применительно к территории Беларуси.

Понятие «среда жизнедеятельности населения»

Разнообразие аспектов жизни человека на современном этапе развития общества определяет и многогранность понятия «среда жизнедеятельности», а также критериев оценки её качества. Необходимость комплексного подхода к изучению и оценке её ка-

чества подчеркивается уже в самом определении этого понятия. При оценке качества среды жизнедеятельности населения на любом территориальном уровне необходимо учитывать совокупность природно-экологических и социально-экономических факторов (рисунок 1).



Рисунок 1. – Структурно-логическая модель оценки среды жизнедеятельности населения

Следует отметить, что термин «среда жизнедеятельности» в научной литературе встречается довольно редко. В смежных с геоэкологией областях науки употребляются родственные ему, но обладающие несколько другой спецификой понятия. Так, например, в биологии это «среда обитания», под которой понимается совокупность конкретных абиотических и биотических условий, в которых обитает данная особь, популяция или вид, часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них прямое или косвенное воздействие [1]. В экологии распространён термин «окружающая среда», под которым понимается среда обитания и производственной деятельности человечества, включающая природную среду, в разной степени антропогенезированную, и искусственную (техногенную), включающую совокупность элементов, созданных из природных веществ, но лишенных полностью или частично саморазвития и не имеющих аналогов в природе [2]. В социально-экономических науках используется понятие «качество жизни», обозначающее оценку совокупности экономических, правовых, философских, социально-психологических, медицинских и экологических аспектов жизни человека. По мнению автора, среда жизнедеятельности – это условия среды обитания человека, формирующиеся на определенной территории под влиянием природных и социально-экономических факторов [3].

Современные исследования качества среды жизнедеятельности населения

Сложность такого объекта как среда жизнедеятельности определила разнообразие методических подходов к оценке ее качества. Анализ литературных источников по-

казал, что в настоящее время при оценке качества среды жизнедеятельности населения выделяется несколько основных направлений:

- медико-географические исследования (влияние среды жизнедеятельности на здоровье населения);
- экономические исследования качества среды жизнедеятельности (способность среды удовлетворять материальные и нематериальные потребности человека, возможность осуществления хозяйственной деятельности и отдыха);
- социально-демографические исследования (анализ влияния территориальных особенностей расселения, структуры и состава населения на качество жизни);
- комплексная оценка (учет природных и социально-экономических факторов среды).

В медико-географических исследованиях основным критерием качества среды жизнедеятельности населения является состояние здоровья людей. Поэтому основу работ составляет изучение влияния физико-географических, социально-бытовых и производственных факторов на здоровье населения.

Классические труды медико-географов А.А. Шошина и Е.И. Игнатьева были посвящены разработке географической концепции объяснения и оценки влияния факторов среды на формирование здоровья населения. Вопросы географии болезней человека с природной очаговостью рассматривались в работах Е.Л. Райх, Л.В. Максимовой, принципы и методы медико-географического районирования и картографирования разрабатывались А.А. Келлером, С.М. Малхазовой, Б.Б. Прохоровым [4]. Важную роль сыграла концепция природных предпосылок болезней Е.И. Игнатьева (1962), впоследствии развиваемая И.А. Хлебовичем (2001), и классификация болезней человека по степени и характеру их зависимости от особенностей природной среды А.П. Авцына (1959), А.Г. Воронова (1965). Наибольшее число медико-географических работ за последние 30 лет посвящено изучению связи заболеваемости населения с физико-географическими факторами среды:

- установление причинно-следственных связей между изменениями условий жизни (комфортность климата, водность территории и др.) и здоровьем населения (Л.П. Сорокина (1995), А.А. Исаев (2001), Л.И. Эльпинер (2002), А.Н. Витченко (2005), И.В. Архипова (2006), Erik R. Peterson (2008), Н. Frumkin (2008), J. Hess (2008), С.С. Андреев (2009), М.Г. Сухова (2009), И.А. Телеш (2011), С.В. Ткачук (2012), J.N. Tuttle (2012) и др.);
- связь заболеваемости с загрязнением окружающей среды (И.Н. Горбатова (1991), А.М. Сердюк (1996), Я.И. Звизняцковский (1996), Ю.Ф. Казнин (1997), Е.М. Суглобова (1997), И.В. Голубев (1997), А.Е. Шаповалов (2008), И.А. Застенская (2010), В.П. Филонов (2012), Т.Е. Науменко (2012), Linda S. Birnbaum (2012) и др.);
- природные факторы, повышающие или понижающие риск возникновения конкретных заболеваний (Е.Д. Здзярская (1983), И.Б. Савваитова (1983), И.А. Харитонов (1993), А.С. Мансуров (1996), С.М. Соколов (2007), J. Stephen Morrison (2014), Philip Nieburg (2014) и др.).

Основу комплексных медико-географических исследований составляет изучение влияния физико-географических, социально-экономических и медико-санитарных факторов на здоровье населения (С.И. Белов, (1990); Б.Б. Прохоров, (1996); Е.И. Акимова, (1998); С.А. Куролап, (1999); И.А. Хлебович, (2000); С.М. Малхазова, (2001); О.И. Бардueva, (2001); В.С. Аношко и др., (2002); А.О. Cliff, P. Hagggett, (2004); Ю.А. Шакирова, (2006); W.V. Arden, (2008); Т.В. Ватлина, (2012); Б.В. Шкуринский, (2014)).

Экономический подход при оценке качества среды жизнедеятельности отличается тем, что наиболее важными считаются экономические характеристики жизнедеятельности населения.

тельности. В меньшей степени учитываются социальная свобода и защищенность личности. Что же касается природно-экологических характеристик среды, то они практически не берутся во внимание. Необходимо отметить, что в экономических работах понятие «качество среды жизнедеятельности» практически не встречается, а чаще всего заменено на «качество жизни».

Первоначально отождествление благосостояния населения и качества жизни, абсолютизации экономических ценностей сформировались уже в работах таких классиков, как А. Смит, Д. Рикардо. Проблемам качества жизни посвящены также работы видных зарубежных теоретиков и практиков в области качества: Э. Деминга, Дж. Джурана, А. Фейгенбаума, Т. Тагути и др. [5]. В ходе дальнейших исследований появилось несколько систем оценки качества – от очень широких, включающих в себя практически все составляющие представлений современного человека о системе жизненных ценностей (гуманизация общества, экология, демографическая ситуация, возможность самореализации, мирное сосуществование, моральное здоровье общества, возможность получения образования и т.д.), до достаточно узких, основывающихся прежде всего на уровне материального благосостояния населения.

Современные исследователи качества жизни считают необходимым рассматривать данную категорию как системную целостность, которая выражается через сложную структуру взаимосвязей ее составляющих: качество природной среды, качество здоровья популяции, качество образования, качество культуры [6]. Однако на первый план выходят экономические характеристики: условия существования, уровень развития и степень удовлетворения всего комплекса потребностей и интересов людей [5].

Исследованиями проблемы качества жизни населения занимаются представители различных наук: А.В. Гличев (2000), А. Toffler (2001), С.А. Айвазян (2002), Н.К. Соколовский (2002), О.С. Шимова (2003), В.В. Дробышева (2004), Б.И. Герасимов (2004), Б.В. Бойцов (2007), Ю.В. Крянев (2007), Л.В. Козловская (2010), А.И. Зеленков (2011), М.В. Воронина (2012), Г.В. Ридевский (2013), И.Д. Рыбкина (2013) и др.

В последнее десятилетие наиболее масштабные исследования по изучению качества жизни с экономических позиций проводят крупные научно-исследовательские учреждения и различные международные организации: Британский аналитический центр «The Legatum Institute» (Nathan Gamester, Solne Dengler, Joana Alfaiate), экспертная группа проекта «The Social Progress Imperative» (Michael E. Porter, Scott Stern, Michael Green), неправительственная организация HelpAge International (Mark Gorman, Charles Knox-Vydmannov, Jane Scobie) [7–9].

Социально-демографические исследования. Переход к постиндустриальному обществу сопровождается всё большим вниманием к нематериальным аспектам качества жизни при обеспеченности таковыми. Эти тенденции нашли своё отражение и в исследованиях качества жизни и среды жизнедеятельности и наиболее ярко проявляются в социально-демографических исследованиях.

Происхождение концепции «качества жизни» связывают с зарубежной, и прежде всего американской, социологией, где она получила развитие в 60-х гг. XX в. По мнению Дж. Форрестера, автора концепции качества жизни, эта категория в современном обществе определяется уровнем стрессовых ситуаций, плотностью населения, качеством питания и уровнем загрязнения окружающей среды. В работе Л. Леви, Л. Андерсон «Народонаселение, окружающая среда и качество жизни» (1979) проводится изучение взаимосвязей между плотностью населения, миграцией, а также между индивидуальными и групповыми характеристиками населения, с одной стороны, и качеством жизни, определяемым взаимодействующими факторами окружающей среды – с другой [10].

В этом исследовании высказывается предположение, что условия физической среды обитания населения сами по себе менее важны, чем условия социальной среды

(общая концепция психосоциальной обусловленности ухудшения здоровья). Подчеркивается определяющая роль процессов урбанизации и её последствий (скученность, высокий уровень концентрации и быстрое изменение плотности населения, миграции) в формировании качества жизни. Также отмечается, что при изучении окружающей среды и качества жизни должны быть учтены и оценки субъективного характера (уровень удовлетворенности человека ростом благосостояния или качества жизни; соответствие потребностей и возможностей индивидуума его способностям и нуждам в понимании самого индивидуума). Так, например, А. Кэмпбэл и Ф. Конверс (A. Campbell and F. Converse, (1970)) под качеством жизни подразумевали оценку совокупности условий физического, умственного и социального благополучия, как их понимают отдельные индивидуумы и их группы, включая понимание таких состояний, как счастье, удовлетворение и удовольствие.

Анализ современных западных теорий качества жизни, представленный в статье Р.М. Нугаева и М.А. Нугаева [11], выявляет основные из них, которые в целом определили становление концепции качества жизни. В частности, отмечается работа Л. Джефферса и Д. Добоса (L.W. Jeffers and J. Dobos (1995)), в которой понятие «качество жизни» используется при рассмотрении эффективности федеральных социальных программ. Концепция «качества жизни» получила также развитие в психологии и в социальной психологии, которые акцентировали внимание на аффективных и когнитивных компонентах рассматриваемого явления (A. Abbey and F. Andrews, (1985)) [12].

Демографические исследования качества жизни, в особенности посвященные изучению старения населения отдельных регионов (Keisuke Nakashima, (2011); Richard Jackson, (2013)), проблемам молодежи (Nicole Goldin, (2015)) и планированию семьи (Janet Fleischman, (2013)) широко проводятся в Центре стратегических и международных исследований в Вашингтоне (CSIS) [13].

Социально-демографические исследования проводятся и на территории СНГ. Изучением территориальной концентрации населения и проблем, с ней связанных, занимались такие ученые, как Б.Ц. Урланис (1974), Е.В. Андреева (1990), Ю.Л. Пивоваров (1996), А.И. Трейвиш (2001), П.М. Полян (2014) и другие. Применительно к целям геоэкологической оценки концентрацию населения в городах рассматривали М.П. Ратанова (1992), Г.И. Гладкевич (1993), А.В. Антипова (2011).

Н.А. Чермных в своих работах высказывал мнение о том, что социальные условия среды являются определяющими в процессах адаптации человека в любой экологической среде, поскольку они участвуют в трансформации воздействия природных факторов. Социологический анализ качества жизни населения проводят в своих работах Н.А. Бородулина и В.С. Тикунов (1998), Л.А. Кривоносова (2006), А.М. Нагимова (2010) и др.

Изучению пространственной дифференциации среды жизнедеятельности населения на основе оценки его демографической структуры, природных и природно-антропогенных факторов посвящены работы белорусских исследователей А.А. Ракова (2005), К.К. Красовского (2006), Б.А. Манак (2007), Е.А. Антиповой (2008), А.В. Неверова (2014). Вопросы моделирования демографического развития и изучения социодинамики занимают Л.П. Шахотько (2009) и П.Г. Никитенко (2010).

Комплексная оценка среды жизнедеятельности. Комплексное исследование подразумевает изучение объекта с учетом разнообразных факторов, определяющих его функционирование, динамику и эволюцию. Сложность учета разнообразных факторов определяет немногочисленность попыток действительно комплексной оценки среды жизнедеятельности населения. Среди них можно отметить работы последних лет, выполненные М.Б. Ивановой [14], А.Г. Базаровой [15], Л.Г. Лобковской [16], Ю.А. Хазиахметовой [17], И.Д. Рыбкиной [18], В.Н. Веселовой [19], И.Е. Салякиным [20].

Однако даже в приведенных выше работах при всестороннем учете природных и антропогенных факторов отмечается выделение того или иного аспекта оценки. Так, например, в работе В.Н. Веселовой проводится оценка взаимосвязей геоэкологических и социальных параметров жизнедеятельности населения, но в качестве приоритетных геоэкологических рассматриваются гидроклиматические параметры. В исследовании Л.Г. Лобковской проводится сопоставление геоэкологической оценки среды с восприятием её состояния населением, в связи с чем значительное внимание уделяется социологическим методам исследований.

В работе М.Б. Ивановой при территориальном анализе социально-экономических условий жизнедеятельности населения помимо хозяйственной освоенности территории учитывалось лишь загрязнение водного и воздушного бассейнов, а также состояние здоровья населения. И.Е. Салякин при изучении комфортности проживания населения рассматривал природно-антропогенные факторы с точки зрения рекреационного и эстетического состояния, а также антропогенной нагрузки, не учитывая способности среды к поддержанию равновесия и самовосстановлению, которые детерминируются разнообразием природных условий.

В Беларуси различными аспектами комплексных исследований качества окружающей среды занимаются Г.И. Марцинкевич, А.Н. Витченко, М.Н. Брилевский, Н.В. Гагина, И.И. Счастливая, В.А. Бакарасов, М.И. Струк и др. Геоэкологическое направление изучения урбанизированных территорий представлены в работах Л.В. Елизаровой, В.С. Хомича, С.В. Какареки, Т.И. Кухарчик, Л.А. Кравчук и др.

Наиболее комплексная и объективная оценка качества окружающей среды представлена в работе [21]. В данном исследовании проводится оценка геоэкологического потенциала (совокупность природно-ресурсного, природно-экологического и социально-экономического потенциалов) и геоэкологического риска (уровень антропогенного воздействия, природно-экологический и социально-экономический риски) территории. Всего в этой работе было использовано 30 комплексных и 6 агрегированных показателей, отражающих качество окружающей среды природно-хозяйственных геосистем.

Важной особенностью современных зарубежных исследований в области оценки качества среды жизнедеятельности населения является стремление вывести интегральный показатель качества жизни, учитывающий разнообразные стороны жизнедеятельности. В настоящее время существует множество международных индексов качества жизни. Каждый из них обладает своей спецификой (критерии оценки, набор показателей, методика расчета и др.), однако большинство из них используется для сравнения уровня общественного развития или его отдельных составляющих между странами или регионами и на основе анализа полученных результатов создается модель пространственно-временной дифференциации качества среды жизнедеятельности населения.

Методические подходы к оценке качества среды жизнедеятельности населения

Учитывая сложность изучения проблемы взаимодействия природы и общества, а также на основе анализа достоинств и недостатков перечисленных выше исследований в этой области, наиболее обоснованным представляется использование для проведения оценки качества среды жизнедеятельности населения гуманитарно-экологического подхода. Он представляет собой совокупность взглядов и действий, выражающихся в уважении достоинства и прав человека, его ценности как личности, заботе о благе людей, их всестороннем развитии, создании благоприятных для человека условий среды жизнедеятельности с учетом экологических ограничений [24].

Наиболее известные и общепринятые международные индексы качества жизни представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Международные индексы качества жизни [22; 23]

Название (рус.; англ.)	Разработчик, год	Основные критерии и показатели оценки
Индекс человеческого развития (ИЧР); Human Development Index (HDI)	Экспертная группа в рамках Программы развития ООН (ПРООН/ UNDP), 1990	На уровне страны ИЧР представляет собой среднее геометрическое 3 нормализованных индексов, отражающих достижения по каждому измерению: <i>здоровье и долголетие</i> (ожидаемая продолжительность жизни (ОПЖ)); <i>уровень образованности</i> (средняя и ожидаемая продолжительность обучения); <i>уровень жизни</i> (валовый национальный доход в расчете на душу населения по паритету покупательной способности (ППС), долл.).
Индекс качества жизни по версии «Economist Intelligence Unit»; Quality of life index	Компания «Economist Intelligence Unit», 2005	Учитывает 9 факторов качества жизни: <i>здоровье</i> (ОПЖ); <i>семейная жизнь</i> (уровень разводов на 1 тыс. чел.); <i>общественная жизнь</i> ; <i>материальное благополучие</i> (ВВП на душу населения по ППС); <i>политическая стабильность и безопасность</i> ; <i>климат и география</i> (географическая широта); <i>гарантия работы</i> (уровень безработицы, %); <i>политическая свобода</i> (средний индекс политической и гражданской свободы); <i>гендерное равенство</i> (отношение средней зарплаты мужчин и женщин).
Индекс процветания стран мира Института Legatum; The Legatum Prosperity Index	Британский аналитический центр «The Legatum Institute», 2006	Составляется на основе 79 показателей, объединенных в 8 категорий, которые отражают различные аспекты жизни общества и параметры общественного благосостояния: экономика, предпринимательство, управление, образование, здравоохранение, безопасность, личные свободы, социальный капитал. Рейтинг каждой страны определяется путем вычисления средневзвешенного значения указанных индикаторов.
Индекс экологической эффективности; The Environmental Performance Index (EPI)	Центр экологической политики и права при Йельском университете, 2006	Составляется на основе 20 показателей в 9 категориях, которые объединяются в 2 группы: <i>жизнеспособность экосистемы</i> (водные ресурсы, сельское хозяйство, леса, рыбное хозяйство, биоразнообразие и среда обитания, изменение климата и энергетика) и <i>экологическое здоровье</i> (воздействие на здоровье, качество воздуха, вода и санитария).
Индекс качества жизни по версии «International Living»; Quality of Life Index	Журнал «International Living», 2009	Включает в себя 9 субиндексов: стоимость проживания (15%), инфраструктура (10%), экономические показатели (15%), уровень свободы (10%), риск и безопасность (10%), состояние окружающей среды (10%), здравоохранение (10%), досуг и культура (10%), климатические условия (10%). Максимальный балл по каждому – 100.
Индекс социального развития; The Social Progress Index	Экспертная группа проекта «The Social Progress Imperative», 2013	Учитывает 3 блока критериев: <i>базовые человеческие потребности</i> (доступность пищи, воды, базовой медицины, жилья и личная безопасность); <i>основы благополучия</i> (доступность базового образования, информации и связи, охрана здоровья, устойчивость экосистем); <i>возможности</i> (личные права, свобода и выбор, толерантность, интеграция, доступность высшего образования).
Индекс качества жизни и благополучия пожилых людей; Global AgeWath Index	Неправительственная организация Help Age International, 2013	Рассчитывается на основе 13 показателей, объединенных в 4 группы: <i>материальная безопасность</i> (пенсионное обеспечение, уровень бедности пожилых людей, относительное благосостояние, ВВП на душу населения); <i>состояние здоровья</i> (ОПЖ в 60 лет, ожидаемая продолжительность здоровой жизни, относительное психологическое благополучие); <i>возможности</i> (занятость и образовательный уровень); <i>благоприятные условия</i> (социальные связи, физическая безопасность, гражданская свобода, доступ к общественному транспорту). По каждой группе выставляется оценка в баллах от 1 до 100.

Геоэкологическая оценка, базирующаяся на данном подходе, позволяет проанализировать влияние природно-экологических и социально-экономических факторов среды жизнедеятельности на качество жизни населения. Несмотря на наличие в пределах СНГ близких по тематике работ, геоэкологическая оценка среды жизнедеятельности населения на территории Беларуси не проводилась. Нами предлагаются следующие методические подходы к её оценке.

Для объективной оценки *природно-экологических условий* жизнедеятельности населения необходимо учитывать показатели, отражающие качество всех компонентов природной среды. Для характеристики *естественного состояния природных компонентов* анализируются геолого-геоморфологические условия, комфортность климата, водообеспеченность территории, биологическое разнообразие, плодородие почв и сохранность природных геосистем. Для характеристики *антропогенно обусловленных нарушений природной среды* используются данные о загрязнении атмосферного воздуха, водопотреблении и загрязнении вод, объемах внесения удобрений, нарушении земель, обращении с отходами, шумовом и радиоактивном загрязнении территории.

В качестве критериев качества *социально-экономических условий* среды жизнедеятельности выступают данные о:

- *благополучия и занятости населения* (доходы и расходы, обеспеченность жильем, гарантия работы);
- *социально-демографической ситуации и территориальной организации общества* (продолжительность жизни, демографическая ситуация, образование и культурное развитие, система расселения);
- *медико-географической ситуации* (физическое и душевное здоровье населения, уровень здравоохранения, санитарно-гигиеническая обстановка).

Согласно принципу сопоставимости и равнозначности, возможность сравнения частных показателей достигается путем приведения системы показателей к единым градациям оценки (чаще всего баллам), а равнозначность (равновесность) всех показателей геоэкологической оценки может выражаться через нормированные баллы и введение коэффициентов значимости. Для оценки качества среды жизнедеятельности рекомендуется 5-балльная шкала («5» – оптимальный показатель, «1» – наименее благоприятный).

В результате анализа существующих методик для процедуры взвешивания показателей в данном исследовании был выбран метод экспертных оценок. Коэффициент значимости показателей (F), отражающий вклад каждого фактора в интегральный показатель качества среды жизнедеятельности населения, определяется на основе анализа литературных источников и собственных исследований автора с использованием метода весовых коэффициентов и изменяется в соответствии с возрастанием уровня значимости от 2 до 5. Применение предложенной методики позволит соотнести показатели, измеряемые в разных единицах, и определить внутрирегиональную значимость каждого фактора. Далее для каждой территориальной единицы исследования составляются (рассчитываются) частные и интегральные показатели, характеризующие различные аспекты жизнедеятельности населения. При этом происходит поэтапное «сжатие» информации от оценки частных характеристик к оценке блоков природно-экологических и социально-экономических условий и далее к интегральной геоэкологической оценке качества среды жизнедеятельности населения.

Выводы

Значительный объем исследований в области оценки качества среды жизнедеятельности населения, выполненных учеными многих стран и различных отраслей науки, доказывает актуальность изучения этой проблемы для территории Беларуси. Несмотря на многообразие предметных подходов к оценке качества среды жизнедеятель-

ности населения, в настоящее время, в особенности за рубежом, отчетливо прослеживается тенденция к комплексным исследованиям данной проблемы и поиску интегральных ин-дексов качества жизни. Геоэкологическая оценка, посредством которой осуществляется анализ влияния природных и социально-экономических факторов среды жизнедеятельности с учетом экологических ограничений, оптимально подходит для изучения качества среды жизнедеятельности населения и открывает широкие перспективы для использования результатов данной оценки в целях оптимизации взаимодействия природы и человеческого общества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Среда обитания // Биол. энцикл. словарь / глав. ред. М. С. Гиляров. – М. : Сов. энцикл., 1986. – С. 603.
2. Витченко, А. Н. Геоэкологическая оценка качества окружающей среды Беларуси / А. Н. Витченко // Региональные проблемы экологии: пути решения: материалы IV Междунар. симпозиума, 21–23 нояб. 2007 г. : в 3 т. / Полоцкий гос. ун-т. – Полоцк, 2007. – С. 145–147.
3. Антипова, О. С. Оценка качества среды жизнедеятельности населения: геоэкологический подход / О. С. Антипова // Природопользование: состояние и перспективы развития : материалы науч. конф. молодых ученых, Минск, 26–27 марта 2014 г. / редкол.: А. К. Карабанов (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2014. – С. 12–14.
4. Максимова, Л. В. Современная отечественная медицинская география: этапы развития / Л. В. Максимова // Известия РГО. – 2001. – Т. 133, вып. 2. – С. 20–31.
5. Дробышева, В. В. Интегральная оценка качества жизни населения региона : монография / В. В. Дробышева, Б. И. Герасимов. – Тамбов : Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2004. – 108 с.
6. Бойцов, Б. В. Качество: принципы, структура, управление / Б. В. Бойцов [и др.]. – М. : АПК, 1997. – 250 с.
7. The Legatum Prosperity Index: methodology [Electronic resource] // Legatum Institute. – London : Legatum Institute Foundation, 2014. – Mode of access: <http://www.prosperity.com/#!/methodology>. – Date of access: 04.02.2015.
8. Social Progress Index [Electronic resource] // Social Progress Imperative, 2015. – Mode of access: <http://www.socialprogressimperative.org/data/spi>. – Date of access: 04.02.2015.
9. Global AgeWatch Index 2014 [Electronic resource] // HelpAge International. – London, 2014. – Mode of access: <http://www.helpage.org/global-agewatch>. – Date of access: 04.02.2015.
10. Леви, Л. Народонаселение, окружающая среда и качество жизни / Л. Леви, Л. Андерсон. – М. : Экономика, 1979. – 144 с.
11. Нугаев, Р. М. Качество жизни в трудах социологов США / Р. М. Нугаев, М. А. Нугаев // Социол. исследования. – 2003. – № 6. – С. 100–105.
12. Abbey, A. Modeling the psychological determinants of life quality / A. Abbey, F. Andrews // Social Indicators Research. – 1985. – Vol. 16. – P. 1–34.
13. CSIS's programs and initiatives work [Electronic resource] // Center for Strategic and International Studies (CSIS). – Washington : CSIS, 2015. – Mode of access: <http://csis.org>. – Date of access: 09.02.2015.
14. Иванова, М. Б. Социально-экологические условия жизнедеятельности населения Пермской области : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.02 / М. Б. Иванова; Перм. гос.ун-т. – Пермь, 2000. – 24 с.

15. Базарова, А. Г. Территориальная дифференциация качества жизни населения Республики Бурятия : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.24 / А. Г. Базарова; Байкал. ин-т природопользования СО РАН. – Улан-Удэ, 2001. – 18 с.

16. Лобковская, Л. Г. Геоэкологическая оценка и восприятие населением окружающей среды: на примере Zubovo-Полянского района Республики Мордовия : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.36 / Л. Г. Лобковская; Ин-т географии РАН. – М., 2004. – 24 с.

17. Хазиахметова, Ю. А. Комплексная геоэкологическая оценка и картографирование территории: на примере Республики Татарстан : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.36 / Ю. А. Хазиахметова; Ин-т экологии природных систем АН Республики Татарстан. – Казань, 2005. – 24 с.

18. Рыбкина, И. Д. Оценка экологической опасности в системах расселения Алтайского края : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.36 / И. Д. Рыбкина; Ин-т вод. и экол. проблем СО РАН. – Барнаул, 2005. – 18 с.

19. Веселова, В. Н. Геоэкологические факторы территориальной дифференциации жизнедеятельности населения Восточной Сибири : автореф. ... канд. геогр. наук : 25.00.36 / В. Н. Веселова; Ин-т геогр. имени В. Б. Сочавы СО РАН. – Иркутск, 2010. – 23 с.

20. Салякин, И. Е. Оценка комфортности проживания населения на территории региона: на примере Владимирской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / И. Е. Салякин; Владимир. гос. ун-т. – Владимир, 2011. – 23 с.

21. Брилевский, М. Н. Геоэкологическая оценка качества окружающей среды Минской области /М. Н. Брилевский [и др.] // Природно-хозяйственные регионы Беларуси : монография / под науч. ред. А. Н. Витченко. – Минск : БГПУ, 2005. – С. 148–169.

22. International Living's Quality of Life Index 2010 [Electronic resource] // International Living. – Mode of access: <http://internationalliving.com/2010/02/learn-scores-quality>. – Date of access: 15.01.2015.

23. Гуманитарная энциклопедия [Электронный ресурс] // Центр гуманитарных технологий. – Режим доступа: <http://gtmarket.ru/encyclopedia>. – Дата доступа: 18.01.2015.

24. Витченко, А. Н. Геоэкология – научное направление и учебная дисциплина / А. Н. Витченко // Вестн. Бел. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2001. – № 3. – С. 91–96.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 13.04.2015

Antipova O.S. The Quality of the Population Living Environment: Modern State of the Problem and Methodological Approaches to the Assessment

The article deals with the problem of quality of the population living environment. The definition of concept and the structural-logical model of the assessment of «population living environment» are given. Various methodological approaches to assessment of population living environment quality are considered. Based on the analysis of the positive and negative aspects of research in this area guidelines for assessment are given. Using geoecological assessment, based on humanitarian and ecological approach is recognized the most relevant for the current trends in development of society and its interaction with the environment. The article provides the list of main criteria for evaluating natural-ecological and socio-economic conditions of population life activity.

УДК 624.131 (476)

А.Н. Галкин

*канд. геол.-минерал. наук, доц. каф. географии
Витебского государственного университета имени П.М. Машерова*

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПА ЛЕ-ШАТЕЛЬЕ – БРАУНА
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ,
ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ
ЛИТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

В статье на основе данных мониторинговых исследований литотехнических систем локального и регионального уровней обоснована возможность применения принципа Ле-Шателье – Брауна для изучения инженерно-геологических процессов, происходящих в области взаимодействия технической и геологической составляющих этих систем.

Изучение процессов, происходящих в верхних горизонтах литосферы в связи с инженерной деятельностью человека, традиционно считается одной из главных научных задач инженерной геологии. При этом предметами исследований все чаще выступают *литотехнические системы (ЛТС)*, под которыми понимают *любые комбинации из технических устройств или технических продуктов их использования и литосферного блока любой размерности, элементы которых взаимодействуют друг с другом и объединяются единством выполняемой социально-экономической функции*. В инженерной геологии они изучаются с целью обеспечения устойчивого функционирования инженерных сооружений либо инженерно-хозяйственной деятельности человека в целом [1].

По уровню организации выделяют *элементарные, локальные, региональные и глобальные ЛТС* [2]. *Элементарная ЛТС* состоит из отдельного технического объекта (сооружения) и взаимодействующей с ним области литосферы, называемой сферой взаимодействия или областью влияния. *Локальная ЛТС* представляет собой пространственно-временную совокупность элементарных ЛТС, сферы взаимодействия которых граничат или пересекаются. *Региональная и глобальная ЛТС* представляют собой пространственно-временные совокупности подсистем соответствующего более низкого иерархического уровня, выделяемые в пределах конкретного региона или планеты в целом (глобальный уровень).

В силу искусственного происхождения ЛТС принадлежат к подмножеству управляемых и регулируемых систем. Вследствие этого они приобретают свойство организованности, из которого в свою очередь вытекают другие свойства ЛТС, в частности, сохранение или восстановление своей структуры и функций при воздействии внешних факторов – устойчивость. Устойчивость характеризует способность ЛТС при техногенном воздействии определенного типа и интенсивности сохранять неизменными состав, структуру и состояние или изменять их в пределах, не нарушающих функционирования ЛТС. Основными критериями оценки устойчивости являются параметры и показатели состава, структуры и состояния геологической и технической подсистем ЛТС, изменение которых под влиянием техногенных воздействий приводит к возникновению или активизации различных инженерно-геологических процессов. Нередко эти изменения (или развитие инженерно-геологических процессов) сопровождаются причинением геологической среде некоторого ущерба [3]. Это связано с тем, что компенсационные механизмы в геологической среде уже не способны удержать ее в прежнем состоянии, и она утрачивает свойство стабильности из-за перестройки своей структуры и изменений параметров. Выбор направления этих изменений осуществляется, главным образом, для сохранения устойчивого состояния геологической среды, причем из ограниченного чи-

сла альтернатив. Чаще всего необходимость выбора альтернативного состояния возникает при выходе геологической среды на так называемый «режим с обострением», который может завершаться критическими и катастрофическими ситуациями [4].

Один из наиболее общих механизмов сохранения системой устойчивости связан с так называемым принципом Ле-Шателье – Брауна, в соответствии с которым система препятствует любому изменению своего состояния, вызванному как внешним воздействием, так и внутренними процессами, или, другими словами, любое изменение состояния системы, вызванное как внешними, так и внутренними причинами, порождает в системе процессы, направленные на то, чтобы уменьшить это изменение [5].

Установленный в области термодинамического равновесия в различных науках этот принцип трактуется по-разному. Так, например, в статистической физике принцип рассматривается для термодинамически замкнутой системы, находящейся в равновесии, в которой соблюдается правило максимума энтропии [6]. Выполнение принципа Ле-Шателье – Брауна в данном случае является следствием указанных условий.

ЛТС или любая ее подсистема с точки зрения термодинамики не является замкнутой системой. Поэтому говорить о необходимости выполнения принципа Ле-Шателье – Брауна в указанном выше смысле здесь не приходится. Однако для ЛТС его применение может быть полезным не в качестве правила, а в качестве свойства, выполнение или невыполнение которого характеризует способность системы ослаблять оказываемое на нее воздействие при условии, что его интенсивность не превосходит некоторой критической величины. Особенно эффективно применение принципа Ле-Шателье – Брауна для исследования ЛТС, которые функционируют длительное время (десятки и сотни лет).

В подтверждение всего вышесказанного приведем результаты многолетних мониторинговых исследований литотехнических систем локального и регионального уровней: ЛТС «Гомельский химический завод» и ЛТС «Водозаборы подземных вод Гомеля», которые иллюстрируют и доказывают применение принципа Ле-Шателье – Брауна для изучения и оценки инженерно-геологических процессов, происходящих в области взаимодействия технической и геологической составляющих этих ЛТС.

Локальная литотехническая система «Гомельский химзавод» функционирует с 1966 г., специализируется на выпуске фосфорных удобрений. Негативным следствием ее работы явилось образование больших отвалов фосфогипса. Их складирование производится на открытый грунт без всяких защитных мероприятий. В настоящее время отвалы занимают площадь более 64 га, их высота превышает 100 м, а масса достигла 20 млн т. В их солевом составе 97,0–97,2% составляет гипс ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), а 2,8–3,0% приходится на фосфаты железа и алюминия, ортофосфорную кислоту, фторсиликаты калия и натрия, фториды кальция [7].

Складирование отходов производства, размещение производственных зданий и сооружений вызвали существенные изменения геологической среды, выразившиеся в сульфатном, фосфатном и фторидном загрязнении грунтов и подземных вод, подъеме уровня грунтовых вод и, как следствие этого, в подтоплении и заболачивании исследуемой территории и прилегающих к ней земель [8].

Изучение масштабов загрязнения геологической среды территории химзавода началось в 1981 г., когда Белорусским научно-исследовательским геолого-разведочным институтом был оборудован створ из 5 наблюдательных скважин на грунтовый водоносный горизонт. В 1984 г. Белорусской гидрогеологической экспедицией были пробурены еще 3 скважины на грунтовый и 1 на палеогеновый водоносные горизонты [9]. Целенаправленные работы по созданию мониторинга геологической среды в районе химзавода стали проводиться с 1986 г. научным коллективом Гомельского госуниверситета имени Ф. Скорины при непосредственном участии автора, когда была организо-

вана специальная режимная сеть, состоящая в настоящее время из 70 скважин, оборудованных на грунтовый (36 скважин) и межпластовые среднеплейстоценовый (22 скважины) и палеогеновый (13 скважин) водоносные горизонты [8].

Многолетние режимные наблюдения за химическим составом подземных вод на территории химзавода позволили проследить динамику их загрязнения. Анализ карт загрязнения грунтового водоносного горизонта сульфатами, являющимися наиболее консервативным из элементов-загрязнителей в районе химзавода, за последние 30 лет свидетельствует о сокращении ореола загрязнения грунтовых вод и снижении концентрации сульфат-иона в них (рисунок 1), несмотря на то, что масса отвалов ежегодно увеличивается на 300 тыс. т фосфогипса.

Причиной этих изменений, как показали исследования, послужили процессы засоления грунтов и заболачивание и связанные с ними явления, проявившиеся в формировании литогеохимических и гидрогеохимических барьеров в компонентах геологической среды. Среди таких явлений следует отметить впервые доказанное экспериментальным путем для рассматриваемой ЛТС появление в грунтовых водах сероводорода в значительных концентрациях ($C(H_2S\uparrow)$ до 48,4 мг/дм³) и образование в грунтах под отвалами новых минеральных соединений (преимущественно гипса) [10; 11]. Последнее подтвердилось в ходе проведения полевых изысканий: под отвалами на глубине 0,5 м был выявлен слой супесчаного грунта повышенной прочности и весьма низкой водопроницаемостью мощностью 0,3 м, сформированный, как показали результаты исследований, за счет новообразований на геохимическом барьере на участках контрастного изменения кислотности вод [11].

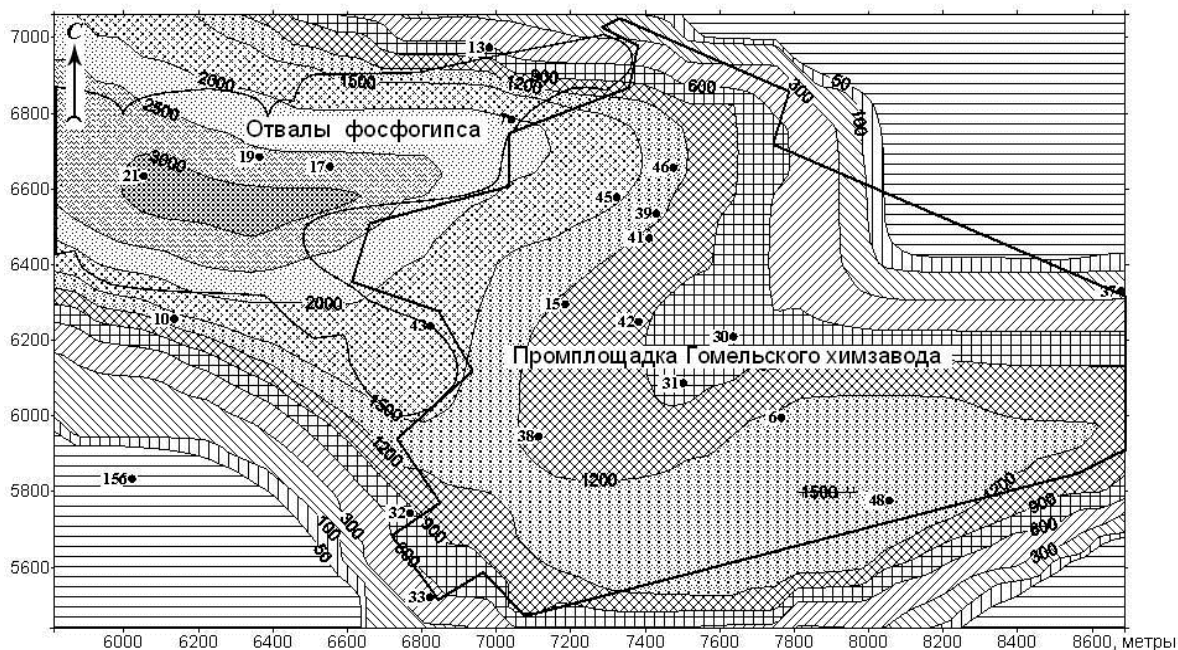
Данный пример иллюстрирует ситуацию, когда в геологической подсистеме ЛТС, находящейся вблизи «режима с обострением», возникают новые инженерно-геологические процессы и явления, способные снизить оказываемое на нее воздействие (повышение концентрации сульфатов в подземных водах) со стороны складированных отходов химического производства, т.е. проявляется принцип Ле-Шателье – Брауна.

Другой пример – *региональная литотехническая система «Водозаборы подземных вод Гомеля»*. Это довольно сложная литотехническая система, занимающая площадь более 350 км² (в границах депрессионной воронки) и включающая в себя 5 групповых водозаборов со сроком эксплуатации от 25–30 до 50–70 лет и более, несколько десятков ведомственных одиночных скважин [8], в совокупности составляющих техническую подсистему, и комплекс мезо-кайнозойских отложений, формирующих зону активного водообмена (до глубины 150–180 м) и составляющих геологическую подсистему данной ЛТС (рисунок 2).

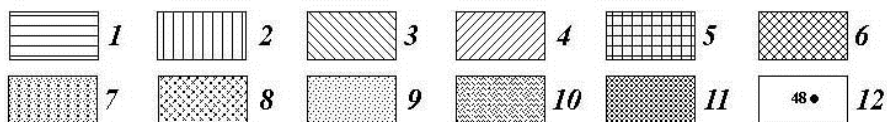
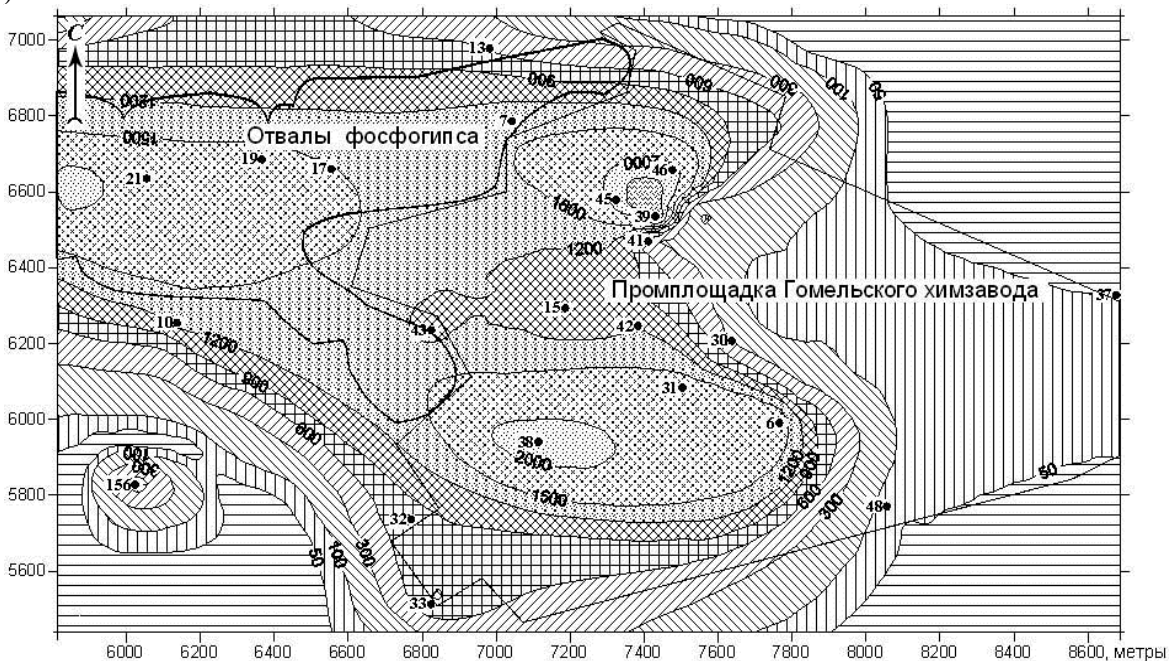
Из опыта изучения подобных систем известно, что их функционирование часто приводит к проявлению ряда негативных процессов и явлений, выражающихся в снижении уровней подземных вод, образовании глубоких воронок депрессии и, как следствие, оседании земной поверхности, истощении ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод, изменении направленности взаимосвязи подземных и поверхностных вод, оказывающем большое влияние на качество подземных вод при эксплуатации [12].

В то же время многолетние мониторинговые исследования на водозаборах Гомеля по 99 наблюдательным скважинам, оборудованным на грунтовый (в различных генетических типах четвертичных отложений), среднеплейстоценовый, палеогеновый, среднесеноманский-маастрихтский, аптский-нижнесеноманский, оксфордский-валанжинский (верхнеюрский) водоносные горизонты и комплексы [7], позволили нам установить ранее не изученное для рассматриваемой ЛТС явление, суть которого выражается в следующем.

а)

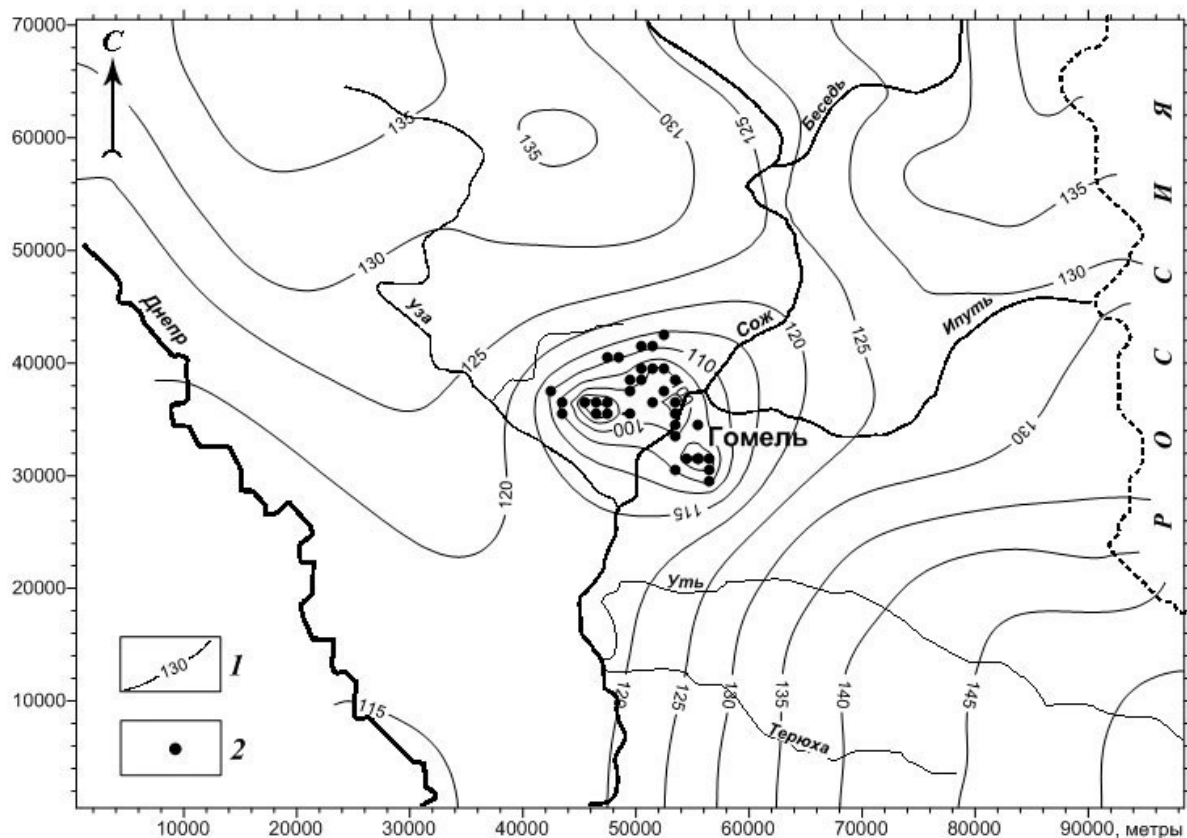


б)



Концентрация сульфат-иона, мг/дм³: 1 – <50; 2 – 50–100; 3 – 100–300; 4 – 300–500; 5 – 500–1 000; 6 – 1 000–1 500; 7 – 1 500–2 000; 8 – 2 000–2 500; 9 – 2 500–3 000; 10 – 3 000–4 000; 11 – >4 000. 12 – наблюдательная скважина и ее номер

Рисунок 1. – Содержание сульфат-иона в грунтовых водах на территории Гомельского химического завода по состоянию на а) 1995 г. и б) 2005 г. [8]



1 – гидроизоэпезы; 2 – водозаборные скважины или группы скважин

Рисунок 2. – Карта гидроизоэпез верхнеюрско-нижнесеноманского водоносного комплекса в условиях работы водозаборов Гомеля (водоотбор 2000 г.) [8]

В работе [13] была выполнена оценка влияния водозаборов Гомеля на уровеньный режим, речной сток и структуру баланса подземных вод. Исследования выполнялись с помощью автоматизированной информационной системы постоянно действующих моделей геологической среды юго-востока Беларуси [14] в стационарной постановке при среднегодовой производительности водозаборов в 1991 г. и неизменной во времени величине инфильтрационного питания. В задачи исследований ставились следующие вопросы: 1) как влияют водозаборы на уровеньный режим подземных вод, 2) происходит ли питание подземных вод непосредственно из поверхностных водисточников и 3) какова доля последних в балансовой структуре эксплуатационных запасов подземных вод?

Результаты решения задач в изложенной постановке приведены в таблицах 1 и 2. Сравнение структуры баланса подземных и поверхностных вод Гомельского региона в естественных (таблица 1) и нарушенных эксплуатацией (таблица 2) условиях показывает, что при работе водозаборов подземный сток в реки сокращается с 507 168 до 428 842 м³/сут, т.е. на 78 326 м³/сут (84% от суммарного водоотбора). Фильтрация воды из рек в грунтовый водоносный горизонт составляет 15 005,3 м³/сут (16% от суммарного водоотбора). Расчетные понижения уровней подземных вод в грунтовом водоносном горизонте на участках водозаборов достигают 2,5–6,0 м [13].

Однако режимные наблюдения позволили установить, что снижение уровней грунтовых вод в зоне влияния водозаборов Гомеля не превышает 1 м. Более того, по результатам наблюдений на отдельных участках уровни грунтовых вод не только не снижались, но даже отмечался их подъем [13].

Таблица 1. – Структура баланса подземных и поверхностных вод зоны влияния водозаборов Гомеля в естественных условиях (стационарный режим фильтрации, м³/сут) [13]

Водоносный горизонт	Реки	Расход подземных вод через	
		подошву горизонта	кровлю горизонта
Грунтовый	0,0	+554 447,0	+874 416,0
	-507 168,0	-554 446,0	-367 247,0
Среднеплейстоценовый	0,0	+337 120,0	+554 446,0
	0,0	-337 120,0	-554 447,0
Палеогеновый	0,0	+220 379,0	+337 120,0
	0,0	-220 379,0	-337 120,0
Среднесеноманский-маастрихтский	0,0	+67 175,0	+220 379,0
	0,0	-67 175,0	-220 379,0
Аптский-нижнесеноманский	0,0	+36 522,0	+67 175,0
	0,0	-36 522,0	-67 175,0
Оксфордский-валанжинский	0,0	0,0	+36 522,0
	0,0	0,0	-36 522,0

Примечание: «+» указывает на приток в водоносный горизонт; «-» – на отток из водоносного горизонта.

Таблица 2. – Структура баланса подземных и поверхностных вод при среднегодовой производительности водозаборов Гомеля, м³/сут [13]

Водоносный горизонт	Реки	Водозаборы Q=const	Расход подземных вод через	
			подошву горизонта	кровлю горизонта
Грунтовый	+15 005,3	0,0	+496 031,0	+874 416,0
	-42 8842,0	0,0	-589 362,0	-367 247,0
Среднеплейстоценовый	0,0	0,0	+283 953,0	+589 362,0
	0,0	0,0	-377 284,0	-496 031,0
Палеогеновый	0,0	0,0	+180 422,0	+377 284,0
	0,0	-11 600,0	-262 153,0	-283 953,0
Среднесеноманский-маастрихтский	0,0	0,0	+51 671,3	+262 153,0
	0,0	-40 231,0	-93 171,3	-180 422,0
Аптский-нижнесеноманский	0,0	0,0	+42 522,7	+93 171,3
	0,0	-41 491,0	-42 524,8	-51 671,3
Оксфордский-валанжинский	0,0	0,0	0,0	+42 524,8
	0,0	0,0	0,0	-42 522,7

Очевидно, что в процессе эксплуатации водозаборов происходит существенное увеличение питания подземных вод как за счет сокращения испарения с урвеной поверхности, так и за счет роста интенсивности инфильтрационного питания в процессе формирования воронки депрессии в грунтовом водоносном горизонте и соответствующего роста емкости зоны аэрации.

Изложенные выше факты позволяют полагать, что значительная часть эксплуатационных запасов подземных вод компенсируется за счет усиления результирующей величины инфильтрационного питания при снижении депрессионной поверхности грунтовых вод. Для количественной оценки данного фактора было выполнено моделирование работы гомельских водозаборов при их фактической производительности в 1991 г. с учетом зависимости результирующей величины инфильтрационного питания от глубины залегания депрессионной поверхности грунтовых вод [13].

После подбора вида зависимости результирующей величины интенсивности инфильтрационного питания от глубины залегания грунтовых вод (в качестве критерия согласования использованы модельные и фактические напоры грунтовых вод) было установлено, что суммарный водоотбор при функционировании ЛТС «Водозаборы подземных вод Гомеля» обеспечивается за счет дополнительного инфильтрационного питания (54%) от суммарного дебита водозаборов, сокращения испарения грунтовых вод через зону аэрации (21%), сокращения подземного стока в реки (24%), притока из поверхностных водоисточников (до 1%) (таблица 3).

Таблица 3. – Структура баланса подземных и поверхностных вод при среднегодовой производительности водозаборов Гомеля (м³/сут) с учетом зависимости инфильтрационного питания от глубины залегания грунтовых вод [13]

Водоносный горизонт	Реки	Водозаборы Q=const	Расход подземных вод через	
			подошву горизонта	кровлю горизонта
Грунтовый	+700,4	0,0	+419 244,0	+774 299,0
	-469 704,0	0,0	-515 366,0	-209 174,0
Среднеплейстоценовый	0,0	0,0	+248 754,0	+515 366,0
	0,0	0,0	-344 875,0	-419 244,0
Палеогеновый	0,0	0,0	+148205,0	+344 875,0
	0,0	-11 600,0	-232 735,0	-248 754,0
Среднесеноманский- маастрихтский	0,0	0,0	+7 386,4	+232 735,0
	0,0	-40 231,0	-51 674,3	-148 205,0
Аптский-нижнесеноманский	0,0	0,0	+29 993,0	+51 674,3
	0,0	-44 266,0	-30 002,6	-7 386,4
Оксфордский-валанжинский	0,0	0,0	0,0	+30 002,6
	0,0	0,0	0,0	-29 993,0

Выявленные закономерности формирования условий питания и разгрузки подземных вод в процессе их эксплуатации водозаборными сооружениями представляют собой не что иное, как проявление принципа Ле-Шателье – Брауна. Поэтому применительно к литотехническим системам указанный принцип можно сформулировать следующим образом: *в ЛТС, функционирующей длительное время в режиме, когда геологическая подсистема или ее отдельные компоненты подвержены значительному, но не превышающему технологического уровня воздействию со стороны технического объекта, возникают и активизируются новые инженерно-геологические процессы, ослабляющие результат этого воздействия.*

В заключение отметим, что использование данных мониторинга литотехнических систем различного уровня организации создает реальную доказательную базу применимости принципа Ле-Шателье – Брауна для изучения и оценки инженерно-геологических процессов, которые происходят или могут происходить в области взаимодействия технической и геологической подсистем ЛТС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимов, В. Т. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза / В. Т. Трофимов [и др.] ; под ред. В. Т. Трофимова. – М. : Ноосфера, 2006. – 720 с.
2. Королев, В. А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем : учеб. пособие / В. А. Королев ; под ред. В. Т. Трофимова. – М. : КДУ, 2007. – 416 с.

3. Галкин, А. Н. Особенности возникновения новых природных (геологических) процессов при функционировании литотехнических систем / А. Н. Галкин, И. А. Красовская // Наука – образованию, производству, экономике : материалы XVI (63) регион. науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 16–17 марта 2011 г. : в 2 т. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: А. П. Солодков (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2011. – Т. 1. – С. 95–97.
4. Режимы с обострением. Эволюция идеи: законы коэволюции сложных структур / Под ред. Г. Г. Малинецкого. – М. : Наука, 1998. – 255 с.
5. Форрестер, Дж. Мирская динамика : пер. с англ. / Дж. Форрестер. – М. : АСТ ; СПб. : Terra Fantastica, 2003. – 379 с.
6. Глаголев, К. В. Физическая термодинамика : учеб. пособие / К. В. Глаголев, А. Н. Морозов. – 2-е изд., испр. – М. : МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2007. – 272 с.
7. Коцур, В. В. Гидрогеохимия зоны интенсивного водообмена территории Гомельского химического завода / В. В. Коцур // Літасфера. – 2000. – № 13. – С. 93–100.
8. Жогло, В. Г. Мониторинг подземных вод на водозаборах и экологически опасных объектах юго-востока Беларуси / В. Г. Жогло, А. Н. Галкин. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2008. – 161 с.
9. Жогло, В. Г. Опыт ведения мониторинга подземных вод в зоне влияния Гомельского химзавода : обзор / В. Г. Жогло, А. Ф. Акулевич, В. В. Коцур / Бел. науч.-исслед. центр «Экология». – Минск, 1997. – 41 с.
10. Галкин, А. Н. Сероводородное загрязнение подземных вод в районе Гомельского химического завода / А. Н. Галкин, С. Г. Степин, В. Г. Жогло // Инженерные изыскания. – 2009. – № 10. – С. 6–8.
11. Цыганкова, Т. А. Изменение физических свойств покровных отложений территории влияния Гомельского химического завода в процессе техногенеза / Т. А. Цыганкова // Літасфера. – 2009. – № 30. – С. 134–138.
12. Ковалевский, В. С. Исследования режима подземных вод в связи с их эксплуатацией / В. С. Ковалевский. – М. : Недра, 1986. – 198 с.
13. Галкин, А. Н. Об изменении условий питания и разгрузки подземных вод при их эксплуатации (на примере юго-востока Беларуси) / А. Н. Галкин, В. Г. Жогло, А. В. Ковалева // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2010. – № 2. – С. 115–128.
14. Жогло, В. Г. Система численных геофильтрационных моделей верхнего этажа гидrolитосферы юго-востока Республики Беларусь / В. Г. Жогло. – Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2001. – 176 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 16.04.2015

Galkin A.N. The Possibility of Applying the Principle of Le Chatelier – Braun for Studying Engineering-Geological Processes Occurring During the Operation of Litotechnical Systems

On the basis of the data of monitoring studies litotechnical systems of local and regional basis to justify application of the principle of Le Chatelier – Braun for studying engineering-geological processes occurring in the interaction of technical and geological components of these systems.

УДК 551.4:553.75(282)

В.В. Десятник¹, Ф.В. Зузук²¹аспирант географического факультета

Восточноевропейского национального университета имени Леси Украинки

²д-р геол. наук, профессор, зав. каф. географии

Восточноевропейского национального университета имени Леси Украинки

(Луцк, Украина)

**ОСОБЕННОСТИ МЕЛОВОГО ПАЛЕОРЕЛЬЕФА
МЕЖДУРЕЧЬЯ СТОХОД – ГОРЫНЬ**

Рассмотрены морфологические особенности палеорельефа поверхности меловых отложений междуручья Стоход – Горынь. Впервые разработана региональная картосхема палеорельефа меловых сложенных исследуемой территории. Анализ последнего дает возможность выделить три его гипсометрических уровня: 100–130, 130–150, 15–180 м. Установлено, что границы гипсометрических уровней совпадают с зонами тектонических нарушений. В зонах тектонических разломов и неотектонических нарушений, где гипсометрическая поверхность коренных пород находится на уровне 55–80 м., чаще наблюдаются участки с полностью эродированными меловыми отложениями, вероятно, это вызвано линейной и боковой эрозией водно-гляциальных потоков плейстоценовых оледенений. Имеются локальные выходы на меловую поверхность домезозойских кристаллических пород. Поверхность мела также характеризуется локальными палеопонижениями, сформировавшимися благодаря эрозионным процессам в период континентального режима.

Введение

Исследования палеорельефа меловых отложений междуручья Стоход – Горынь имеют большое научно-теоретическое и практическое значение для познания закономерностей формирования современного рельефа, поскольку карбонатные образования на исследуемой территории присутствуют практически повсеместно. Меловой рельеф имеет косвенное влияние на современный. Основными факторами, сформировавшими современный рельеф Волынского Полесья, были водно-ледниковые потоки и гляциогенные процессы плейстоценовых оледенений. Длительная остановка трансгрессирующих масс льда была вызвана блоковыми поднятиями меловых отложений на юге исследуемого региона. Собственно, задержка трансгрессии вызвала быстрый рост мощности дистальной части ледового покрова, что привело, соответственно, к росту изостатического давления ледяной массы на субстрат, активизацию разломов и формирование своеобразных гляцигенных форм рельефа [2].

Анализ исследований по этой проблеме

Несмотря на повсеместное распространение меловых отложений на Волынском Полесье, существует лишь несколько работ, посвященных исследованию мелового палеорельефа, и эти работы имеют эпизодический характер. Сюда следует отнести исследования И.И. Залесского и П. Гожики [2], которые частично раскрывают влияние плейстоценовых оледенений на трансформацию мелового палеорельефа. Ю.Ф. Векличем [1] были обнаружены локальные впадины в меловом рельефе, интерполированные как карстовые образования. Несколько подробнее проблема рассматривается М.В. Криницкой [3], исследовавшей меловой палеорельеф с целью выявления впадин благоприятных для аккумуляции янтаря. Известны также публикации о палеофлористических и фаунистических особенностях меловых отложений и созданных на их основе стратиграфических схем [4; 5]. Таким образом, осуществление обобщающих работ по реконструкции мелового палеорельефа и выделение на его поверхности основных морфологических особенностей является актуальным.

Формулировка цели и задач статьи

Целью работы является комплексное изучение поверхности мелового палеорельефа территории междуречья Стоход – Горынь. Для этого необходимо:

- 1) осуществить анализ и обобщение соответствующей интерпретации геолого-геофизической информации и материалов исследований верхнемеловых отложений территории междуречья;
- 2) разработать картосхему поверхности мелового палеорельефа междуречья Стоход – Горынь и провести анализ его основных морфологических особенностей;
- 3) выявить особенности взаимосвязи участков эродированного мелового рельефа с зонами тектонических нарушений.

Материал и методы

При написании статьи использовался метод сравнительного анализа и картографического моделирования. Исходным материалом служили результаты геологического бурения междуречья Стоход – Горынь за 1951–2013 гг.

Результаты и их обсуждение

Поверхность мелового палеорельефа (рисунок 1) междуречья Стоход – Горынь отличается сложным строением и незначительным уклоном поверхности (около 6°) с северо-запада на северо-восток. Отложения мелового возраста развиты практически повсеместно, лишь в районе сел Полицы, Степангород и г. Кузнецовск мел местами смыт, здесь на дочетвертичную поверхность выходят домезозойские породы. Последние сформированы базальтами (юго-западная часть территории), габбро и габбродолеритами Владимирецкой интрузии (центрально-восточная часть территории) и другими магматическими или метаморфическими породами, фиксирующимися в домезозойских эрозионных срезках, расположенных прерывистой полосой с юго-запада на северо-восток вдоль Горинской тектонической зоны [3]. Абсолютные отметки меловой поверхности изменяются в достаточно широком диапазоне: от 195–180 м в районе Маневич до 110–95 м в долине р. Припять. Диапазон перепада абсолютных отметок составляет 85–90 м. Исключением являются участки эродированного мелового рельефа с углублениями в палеогидросетке, в зонах разрывных тектонических нарушений, долинах ледникового выпахивания и водно-ледникового размыва, где гипсометрическая поверхность коренных пород находится на уровне 55–80 м.

Построенная палеогеографическая карта мелового рельефа позволяет выделить три палеогеоморфологических уровня (рисунок 2). Первый уровень мелового рельефа распространен от государственной границы с Беларусью до линии Любешов – Перекалье – Степангород – Дубровица и практически совпадает с границами Полесской седловины (рисунок 3). Абсолютная отметка меловых отложений находится на уровне 100–130 м, и только в зоне линейных разломов прослеживается ряд углублений и котловин, где отметка меловой поверхности опускается до 80–90 м. Вблизи с. Степангород имеются отдельные «окна», где на поверхность выходят домезозойские образования.

Второй уровень мелового палеорельефа отмечается гипсометрическим положением поверхности на уровне 130–150 м. Его южная граница проходит в субширотном направлении от с. Большой Обзыр – пгт. Владимирец – с. Городец. Второй уровень совпадает с Североукраинской горстовой зоной и ограничен с севера и юга широтными и субширотными линейными тектоническими разломами и разрывными нарушениями (рисунок 3). В районе с. Кухотская Воля фиксируется почти двадцать небольших по размерам локальных впадин с абсолютными отметками меловой поверхности на уровне 80–100 м. Они интерпретируются исследователями [1; 3] как карстовые образования, сформировавшиеся в процессе эрозии в период континентального режима.

Также стоит отметить палеозападину вблизи с. Перекалье (рисунок 4), которая тяготеет к I палеогеоморфологическому уровню, где прослеживается самое низкое залегание меловых образований на исследуемой территории, что не превышает 54 м.

В долине Стохода, вблизи сел Большой Обзыр и Рудка Червинская выявлен ряд палеодепрессий, где меловые отложения находятся на уровне 70–80 м или вообще отсутствуют. Палеодепрессии рассекаются тектоническими разломами Стоход-Могилевской зоны.

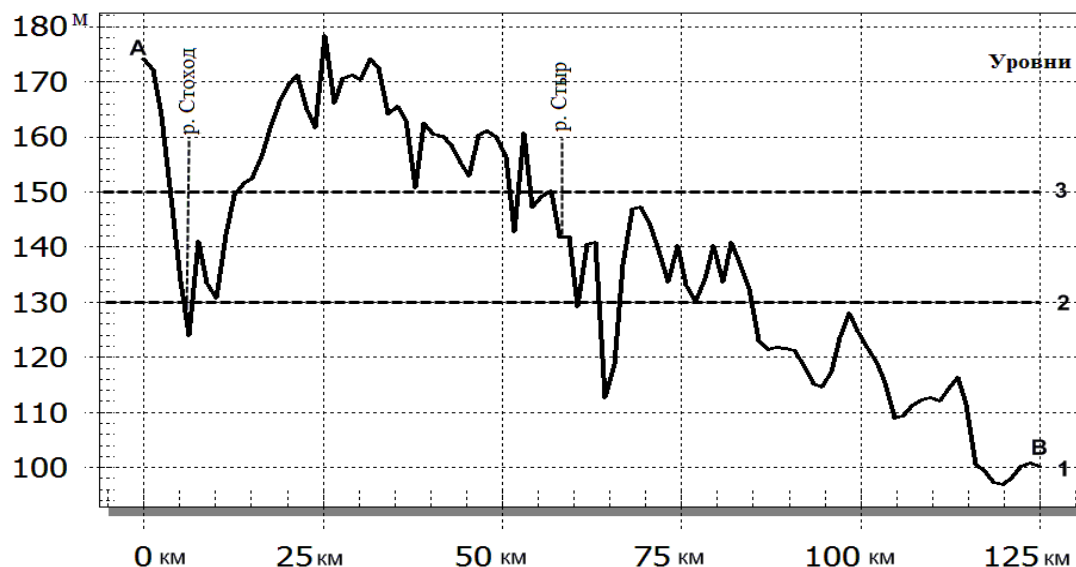


Рисунок 2. – Субмеридиональный гипсометрический профиль АВ (междуречье Стоход – Горынь)

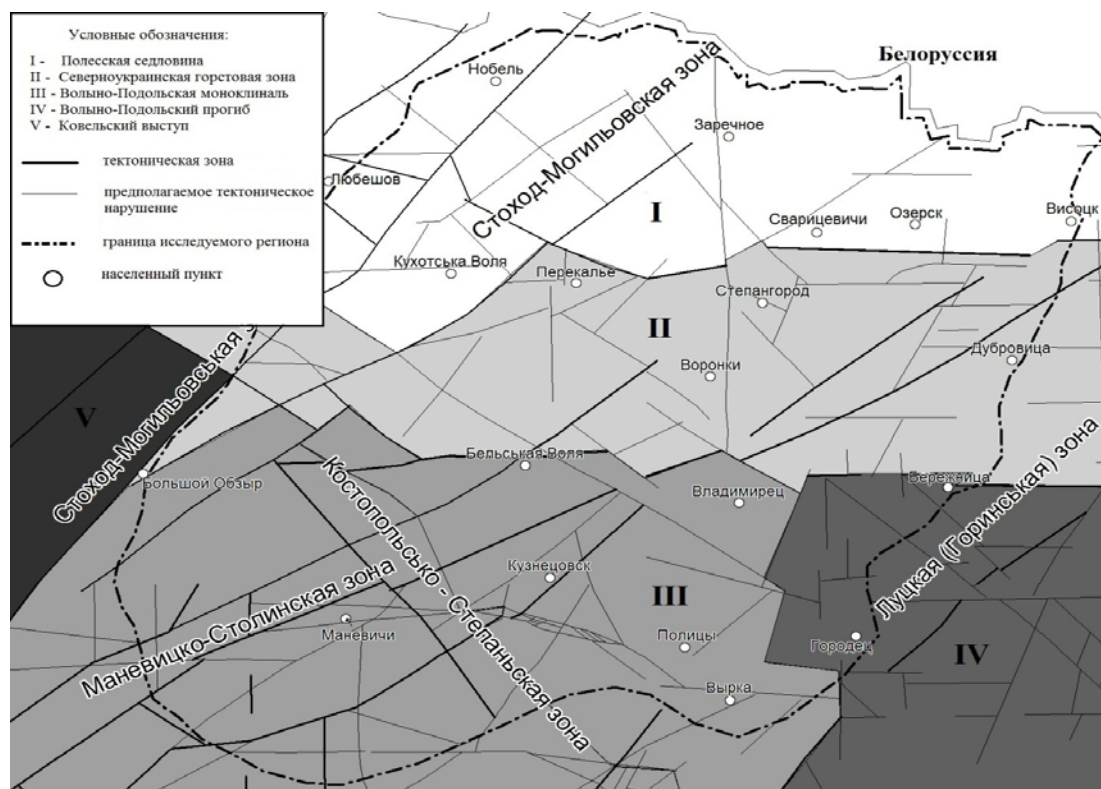


Рисунок 3. – Схема тектонического районирования по С. С. Круглову [6]

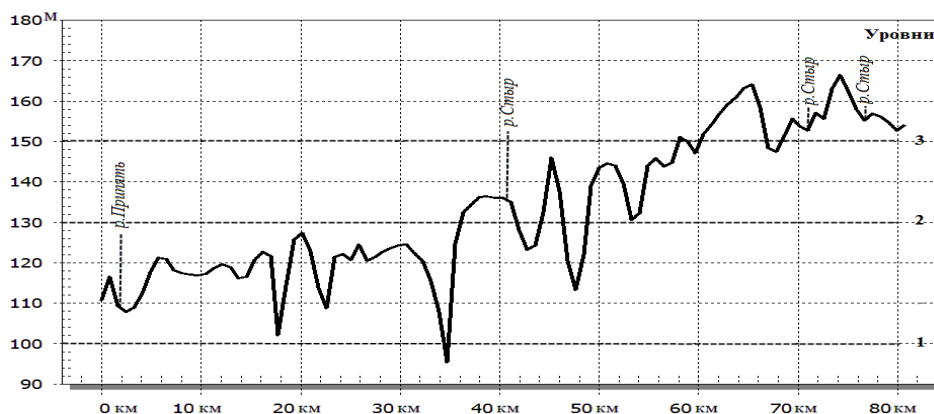
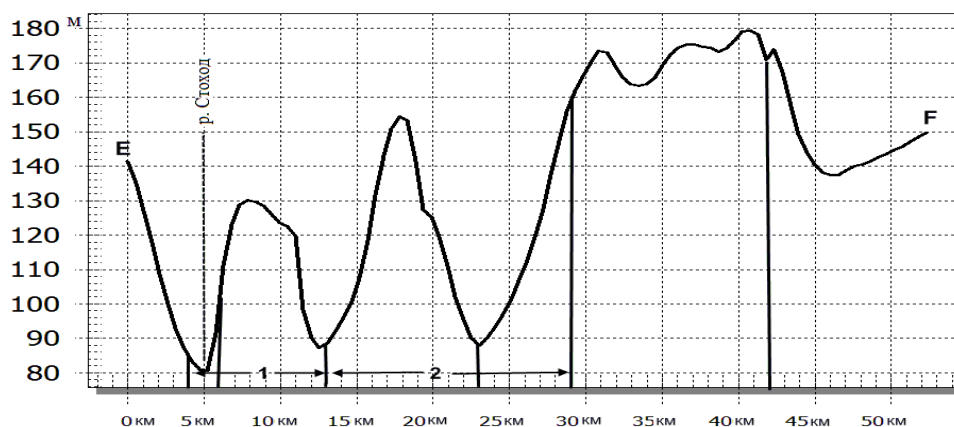


Рисунок 4. – Гипсометрический профиль CD в направлении с. Морочное – г. Кузнецовск

Эродированность меловых отложений может свидетельствовать о возможном влиянии тектонических разломов на формирование переуглублений в меловой поверхности.

Третий палеогеоморфологический уровень пространственно совпадает с Волыно-Подольской моноклиналью. Южная граница исследуемого региона проходит вдоль р. Чапелька, левого притока второго порядка р. Горынь. Именно в этом районе мел практически выходит на дневную поверхность или перекрывается четвертичными отложениями мощностью 1,5–5 м. Абсолютные отметки поверхности меловых отложений определены на уровне 150–180 м. Отличительным признаком третьего уровня является наличие значительного количества зон тектонических разломов, проходящих в субширотном и в субмеридиональном направлениях. Зоны разбивают меловую толщу на отдельные блоки с различным палеорельефом. Линии разломов практически совпадают с крупнейшими переуглублениями.

Северо-западнее пгт. Маневичи прослеживается ряд палеозападин, где уровень меловой поверхности опускается до 80–90 м. Палеозападины пересекают Стоход-Могилевская и Маневицко-Столинская зоны разломов (рисунок 5). Рядом находится палеоподнятия, где уровень поверхности меловых отложений достигает 180–194 м. Вблизи с. Полицы, г. Кузнецовск и пгт. Владимирец имеется значительное количество участков, где отложения мела полностью эродированные. В этом регионе антропогенный покров перекрывает базальтовые образования, тяготеющие к зонам вероятных тектонических нарушений Костопольско-Степанской зоны разломов.



Примечание. – Зоны разломов: 1– Стоход-Могилевская; 2– Маневицко-Столинская

Рисунок 5. – Гипсометрический профиль (EF)

Выводы

1 Карбонатные меловые отложения фиксируются практически повсеместно на исследуемой территории, кроме отдельных глубоко эродированных «окон», и косвенно влияют на современный рельеф.

2 Установлено, что границы палеогеоморфологических уровней мелового рельефа практически совпадают с зонами тектонических нарушений.

3 Результаты палеогеографических исследований морфологических особенностей мелового палеорельефа дают возможность сформировать целостное представление о его особенностях и глубине залегания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геоморфологічний, текстурний та палеогеографічний аналіз бурштиноносного регіону [Фондові матеріали УкрДГРІ] / відпов. викон. Ю. М. Веклич. – Київ, 2012. – С. 22.

2. Залеський, І. І. Основні риси плейстоценового рельєфу Волинського Полісся / І. І. Залеський, П. Ф. Гожик // Матеріали XIII укр.-пол. семінару «Гляціал і перигляціал Волинського Полісся», Шацьк, 11–15 верес. 2005 р. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2005. – С. 14–38.

3. Криницька, М. В. Вплив характеру поведінки докайнозойської поверхні та карстових процесів на формування покладів бурштину Рівненського Полісся / М. В. Криницька, В. А. Нестеровський // Зб. наук. праць ІГН НАНУ. – 2010. – Вип. 3. – С. 271–275.

4. Пастернак, С. І. Волино-Поділля у Крейдовому періоді / С. І. Пастернак, Ю. М. Сеньковський, В. І. Гаврилишин. – Київ : Наук. думка, 1987. – 258 с.

5. Стратиграфічний кодекс України / відп. ред. П. Ф. Гожик. – 2-е вид. – Київ, 2012. – 66 с.

6. Тектонічна карта України [Карты] / Пояснювальна записка, ч. I. за ред. Д. С. Гурського, С. С. Круглова. – 1 : 1 000 000. – Київ : УкрДГРІ, 2007. – С. 96.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 26.03.2015

Desiatnyk V.V., Zuzuk F.V. Special Features of Cretaceous Paleorelief Interfluve Stokhod - Goryn

The morphological features of the surface of the Cretaceous deposits paleorelief interfluves Stokhod – Goryn were considered. It was the first time when a map scheme of a regional paleorelief Upper Cretaceous study area was created. The analysis of the last one gives us a possibility to identify three hypsometric levels: 100–130, 130–150, 150–180. The borders of the hypsometric levels were identical with the zones of tectonic disturbances. In the zones of tectonic faults and neotectonic violations where hypsometric surface bedrock is at the level of 55–80 m, there are often areas with a fully eroded chalk, probably this is due to the linear and lateral erosion of the water-glacial streams pleistocene glaciations. In the process of constructing, maps were found of their local outlets on the Upper Cretaceous surface of the pre-Mesozoic crystalline rocks. The Upper Cretaceous surface also gives a characteristic of the local paleo-cavity formed due to erosion processes during continental regime.

УДК 911:3

С.А. Заруцкий*канд. геогр. наук, доц. каф. социально-экономической географии и туризма
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина***ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭТНИЧЕСКОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ
НАСЕЛЕНИЯ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ В XX – НАЧАЛЕ XXI СТОЛЕТИЙ**

В статье рассматриваются основные тенденции изменения этнического состава и структуры населения Брестской области по материалам переписей населения за период 1897–2009 гг. Определены условия и факторы трансформации этнической структуры населения, представлена периодизация этнической истории населения региона. Выявлены современные внутрорегиональные различия и проведена типология административных районов Брестской области по особенностям этнической структуры населения.

Брестская область как объект этногеографических исследований имеет высокую степень актуальности в результате уникальности своего приграничного географического положения. Республика Беларусь, а следовательно, и Брестская область – это географический центр Европы, общеевропейский перекресток, что оказало специфическое влияние на динамику исторического развития региона. Население исследуемого региона в различные исторические периоды частично или полностью входило в состав различных политико-территориальных образований и развивалось в разных по характеру социально-экономических и политических условиях, что обусловило формирование уникального приграничного сообщества, с достаточно сложным этническим, лингвистическим и конфессиональным составом населения.

Формирование этнического состава населения исследуемой территории – сложный интегральный процесс, который во многом определялся влиянием исторических, политических и социально-экономических факторов развития региона. Каждый из выделенных периодов этнической истории области характеризуется особыми условиями, специфическими чертами и тенденциями формирования этнического состава и структуры населения (таблица).

Процесс формирования белорусской народности как языкового и экономико-территориального сообщества начался в XIII в. и завершился в XV в. в контексте формирования территории Великого Княжества Литовского (ВКЛ) при объединении Древней Литвы с Полоцкой, Туровско-Пинской, Новогрудской, а позже и Берестейской землями. Это способствовало консолидации племенных союзов, проживающих на территории данных княжеств и образованию белорусской народности [1]. С укреплением социально-экономического и политического устройства ВКЛ начинается процесс проникновения на территорию исследуемого региона представителей инородных этнических групп. Одними из первых массовых переселенцев были татары, которые появились в конце XIV в. как наёмные военные в борьбе с тевтонами. Татарские переселенцы вплоть до начала XX в. сохраняли свою социально-племенную организацию, обычаи, обряды и праздники. Большую часть татар составляли военнотатары, которые юридически приравнивались к шляхетскому сословию. Массовая миграция евреев началась в конце XV в. при Казимире Великом. Евреи селились в основном в городах, отдельными кварталами. Вместе с еврейскими переселенцами здесь оседал значительный капитал, который способствовал торгово-экономическому развитию городов [2].

Таблица. – Основные периоды формирования этнического состава и структуры населения Брестской области

Период	Хронологические рамки	Основные характеристики
Индоевропейский (балто-славянский)	3–2 тыс. лет до н.э. – IX в. н.э.	Вхождение территории региона в ареал формирования балтского метаэтнического сообщества. Миграция на исследуемую территорию славян и последующий процесс миксации славян и балтов с преобладанием славянской доминанты.
Существование первых политических образований	IX – XIII в. н.э.	Вхождение территории региона в ареалы формирования племенных союзов дреговичей, волынян, бужан и ятвягов.
ВКЛ	1316–1569 гг.	Вхождение территории региона с ее автохтонным населением в ареал этногенеза единого белорусского этноса. Начало процесса заселения городов региона евреями и татарами.
Речь Посполитая	1569–1795 гг.	Активное заселение территории региона поляками, евреями.
Период колониального господства Российской империи	1795–1897 гг.	Активное переселение в регион русских и украинцев.
Первые российские и советские переписи населения	1897–1921 гг.	По результатам первых переписей населения в этнической структуре населения региона большинство составляют белорусы, которые в основном проживают в сельской местности. В городской местности в основном проживают евреи (более 50% населения городов), поляки и русские.
Активная польская колонизация «Восточных окраин»	1921–1939 гг.	Значительное увеличение в этнической структуре численности поляков и сокращение численности русских и татар.
Вторая мировая война	1939–1945 гг.	В результате военных действий население региона сократилось на 30%. Уничтожено 80% евреев от довоенной численности. Сокращение числа поляков на 70%. Этническая структура региона приобретает моноэтнический характер.
Вхождение территории области в состав БССР	1945–1989 гг.	Белорусы доминируют в городской и сельской местности, наблюдается тенденция увеличения их численности от переписи к переписи. Значительное сокращение в этнической структуре численности евреев, поляков. Увеличение численности русских, украинцев, а также других представителей национально-территориальных образований СССР (армян, азербайджанцев, молдаван, литовцев и т.д.)
Современный период: регион в составе Республики Беларусь	1989 г. – по настоящее время	Сокращение в этнической структуре численности большинства этнических меньшинств. Сохранение тенденций к полной моноэтнизации этнической структуры региона.

Массовое проникновение поляков началось после подписания Люблинской унии (1569 г). Этот процесс шёл не только за счёт переселения поляков, но и за счёт «ополячивания» местного населения. Основными мигрантами были поляки помещичьего со-

словия, которые в тот период получили большие земельные наделы. После третьего раздела Речи Посполитой и присоединения территории исследуемого региона к Российской империи начался процесс притока значительного числа русских эмигрантов. Русские переселенцы в основном занимали ключевые посты в аппарате царской администрации, составляли основу военных гарнизонов и духовенства [1; 2].

По результатам проведения первой Всероссийской переписи населения 1897 г. основными этническими группами, проживающими на территории исследуемого региона, были белорусы, поляки, евреи, украинцы (более 90% общей численности населения). Этническая структура населения имела полиэтничный характер. Доля титульного этноса (белорусов) не превышала 70%, проживали они в основном в сельской местности и отличались низким уровнем этнической самоидентификации. Большинство городского населения было представлено евреями (более 50% населения городских поселений), значительная часть поляков, русских и татар.

В то время территория современной Брестской области входила в состав Брестского, Кобринского, Пружанского, Слонимского поветов Гродненской губернии и Пинского повета Минской губернии. В вышеперечисленных поветах проживали 999,1 тыс. человек, среди которых белорусский язык в качестве разговорного использовали только 465 тыс. человек (47% от всего населения). Такое низкое количество белорусскоязычного населения связано с тем, что 80% населения Кобринского повета и 65% населения Брестского повета использовали в качестве разговорного западно-полесский диалект белорусского языка, который, в виду своей специфичности, ученые того времени относили к украинскому языку. В остальных поветах доля белорусскоязычного населения составляла более 70% (Пинский повет – 74%, Пружанский повет – 75%, Слонимский повет – 81%) [3]. Согласно самоопределению населения по религиозной принадлежности, в этих поветах Гродненской и Минской губерний проживали 760,7 тыс. (76% от общей численности населения) белорусов, русских и украинцев православного вероисповедания, 168,4 тыс. (17%) иудеев, 63,8 тыс. поляков и белорусов римско-католического вероисповедания (6,3%), 6,2 тыс. представителей других конфессий (0,6%) [4].

За период первых российских и советских переписей (1897–1921 гг.) этнический состав и структура населения исследуемого региона не претерпели значительных структурных изменений.

После подписания в марте 1921 г. Рижского мирного договора, территория Западной Беларуси вошла в состав польского государства, что оказало влияние на изменение этнической структуры населения исследуемого региона. Период активной польской колонизации «Восточных окраин» в контексте этнической истории региона характеризуется значительным увеличением численности польского населения, уменьшением численности русских, которые в основном мигрировали в восточные районы Беларуси. Увеличение поляков шло за счёт проводимой польскими властями национальной политики окатоличивания и ополячивания этнических белорусов и переселения т.н. «осадников» – бывших военных, которые при выходе в отставку получали от государства земельные наделы. По данным П. Эберхардта, за отмеченный период на территорию Полесского воеводства переселились около 90 тыс. поляков [5, с. 45].

Период второй мировой войны (1939–1944 гг.) характеризуется значительным изменением этнической структуры населения исследуемого региона в результате ведения военных действий на территории региона и последующей национальной политики оккупационных властей. За данный период на фоне сокращения общей численности населения на 30,8% было уничтожено в результате геноцида 80% евреев региона, более 50 тыс. белорусской молодёжи вывезено на работы в Германию. После присоединения Западной Беларуси в состав БССР в результате национальной политики советских властей по отношению к польской диаспоре в 1939–1940 гг. и 1945 г. с территории региона

было депортировано в Польшу и выселено в Западную Сибирь около 50 тыс. поляков (70% польского населения проживающего на территории региона) [5]. Таким образом, за отмеченный период в этнической структуре населения региона произошло значительное сокращение доли представителей нетитульных этнических групп, и в первую очередь крупнейших из них – евреев и поляков, что привело к упрощению этнической структуры населения региона и переходу к моноэтническому типу этнической структуры (доля титульного этноса более 80%).

Наиболее точно проследить динамику изменения этнической структуры региона во второй половине XX в. – начале XXI в. позволяют переписи населения Брестской области 1959–2009 гг. [6; 7]. Согласно переписи населения 1959 г., в Брестской области проживали 1 180 тыс. чел., среди которых численность белорусов (титульной национальности) составляла 1 013,9 тыс. чел. (85,9%), русских – 88,1 тыс. чел. (7,5%), поляков – 41,9 тыс. чел. (3,5%), украинцев – 25,7 тыс. чел. (2,2%), евреев – 6,0 тыс. чел. (0,5%), численность других национальностей – 4,4 тыс. чел. (0,4%) [6].

Анализ динамики численности основных национальностей, проживающих на территории Брестской области, за период с 1959 г. по 1989 г. показывает незначительное сокращение доли белорусов в этнической структуре региона с 86% до 83%, при росте абсолютной численности на 18% за счет увеличения численности представителей крупнейших национальностей СССР на 100 тыс. чел. Также продолжился процесс сокращения численности исторически проживающих в регионе поляков на 25% и евреев на 45%. Увеличение численности русских, украинцев и представителей других национальностей СССР в Брестской области происходило в контексте привлечения экономически активного населения в производственную сферу для восстановления разрушенного войной народного хозяйства СССР и формирования новых его элементов. Так, за период 1959–1989 гг. прирост русских в регионе составил 58 тыс. чел. (65%), численность украинцев возросла более чем в 2 раза – на 35 тыс. чел. (135%). Этнический состав населения Брестской области также пополнился представителями более 80 национальностей, самыми многочисленными из которых являлись молдаване, армяне, азербайджанцы, литовцы, чуваша, мордва.

Сокращение исторически проживавших на территории Брестской области поляков с 1959 г. по 1989 г. на 10 тыс. чел. (25%) связано в первую очередь с потерей этнической самоидентификации и особенно ее религиозной составляющей, а также в результате планомерной эмиграции представителей данного этноса в Польшу. Массовый отток евреев с территории региона начался в 1967 г. после издания Указа Президиума Верховного Совета СССР, разрешившего легальный выезд на постоянное проживание в Израиль при наличии приглашения зарубежных родственников. С 1967 г. по 1989 г. численность евреев в регионе в результате эмиграции в Израиль сократилась в 2 раза.

В послевоенный период в Брестской области белорусский этнос являлся доминирующим в городской и сельской местности. Однако существовали большие диспропорции удельного веса белорусов в этнической структуре городского и сельского населения. Так, по переписи 1959 г. доля белорусов в этнической структуре сельского населения составляла 92,8%, в этнической структуре городского населения – только 64,1%. Таковую разницу в процентном соотношении титульной национальности в этнической структуре городского и сельского населения региона обусловили миграционные процессы, в результате которых представители нетитульного этноса начиная с начала XX в. предпочитали селиться в основном в городской местности. За период 1959–1989 гг. в Брестской области произошло увеличение доли белорусов в этнической структуре городского населения до 76,2% и сокращение в этнической структуре сельского населения до 91,3%, что связано с развитием процесса урбанизации в регионе, где в этническом плане именно белорусы были основными переселенцами из села в город. Если

в 1959 г. в городских населенных пунктах области проживало 18% от общей численности белорусов региона, то в 1989 г. их число уже составляло 52%. В 1989 г. в регионе к типично «городскому этносу» традиционно относились евреи (97% проживали в городской местности), высокий уровень городского населения имели русские (86%), татары (86%), украинцы (68%), средний уровень – поляки (57%).

В современный период вхождения (1989–2009 гг.) территории Брестской области в состав Республики Беларусь в условиях сложившегося кризиса экономики, снижения уровня жизни, депопуляции населения, а также образования суверенного государства на основе белорусской народности, наблюдается процесс монотизации этнической структуры населения в результате сокращения численности представителей большинства нетитульных этнических групп. Доля белорусов в этнической структуре населения региона увеличилась с 83% до 88%, городского населения – с 76% до 86%, в этнической структуре сельского населения осталась неизменной (91%). С 1989 г. по 1999 г. численность белорусов в области увеличилась на 63 тыс. чел. (5%) при отрицательном естественном приросте населения региона за счет ассимиляции представителей этнических меньшинств путем межнациональных браков, а также эмиграции на территорию региона представителей данной национальности из районов Беларуси, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС и из стран СНГ, в частности, из Казахстана. С 1999 г. по 2009 г. численность белорусов в регионе в условиях депопуляции населения сократилась на 29,2 тыс. чел. (2,3%).

За период 1989–2009 гг. общая численность представителей этнических меньшинств, проживающих в регионе, сократилась с 249 тыс. чел. до 168 тыс. чел. на 81 тыс. чел. (67%). Основной причиной оттока представителей нетитульного этноса с 1989 г. по 1999 г. являлись сложные экономические условия в регионе после распада СССР и неуверенность в дальнейшем своём существовании в социально-экономической среде нового независимого государства. С 1999 г. по 2009 г. основной причиной сокращения численности национальных меньшинств является потеря этнической самоидентификации в пользу белорусского этноса. За период 1989–2009 гг. численность русских сократилась на 38,5%, украинцев – на 34%, поляков – на 44,6%, евреев – на 82%.

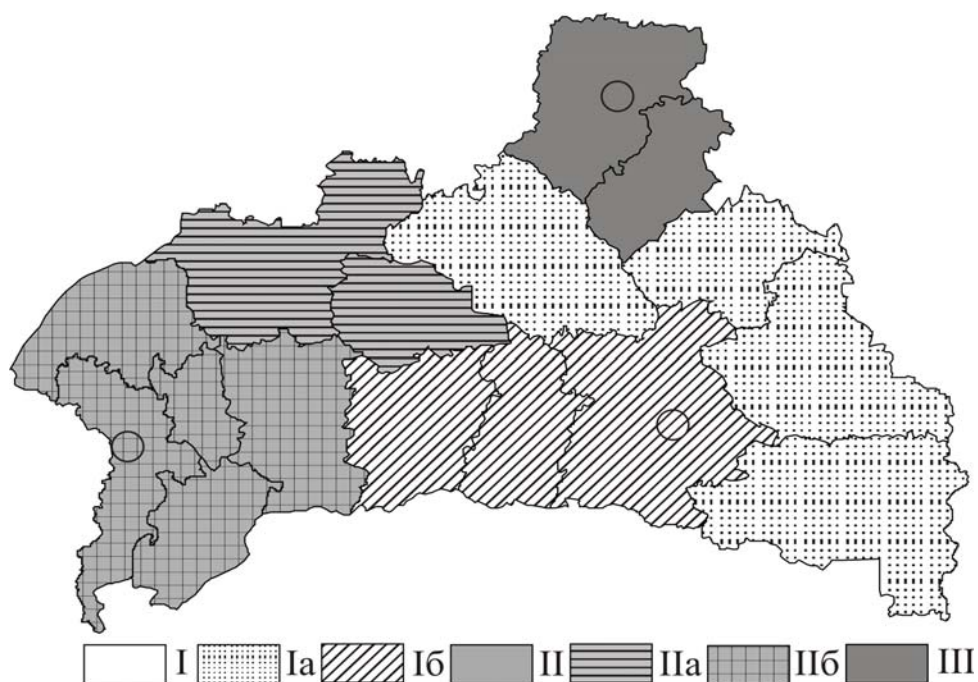
Согласно переписи населения 2009 г., в Брестской области проживают представители 122 национальностей, среди которых только 20 национальностей имеет численность представителей более 100 человек. Численность белорусов (титульной национальности) составляет 1 233,4 тыс. человек (88%). К числу крупнейших этнических групп, представители которых исторически проживают на территории Брестской области, относятся: русские (89,7 тыс. чел.; 6,4%), украинцы (40,1 тыс. чел.; 2,9%), поляки (17,2 тыс. чел.; 1,3%), евреи (0,6 тыс. чел.; 0,04%), татары (0,7 тыс. чел.; 0,05%). Численность других национальностей составляет 19,2 тыс. чел. (1,4%) [7].

По переписи населения 2009 г. доминирующим этносом в этнической структуре населения всех административных районов и городов областного подчинения Брестской области являются белорусы (более 82%). Представители коренного этноса как доминирующего определяют общую географическую картину размещения, расселения и демографического состояния населения в регионе. Второй по численности этнической группой в Брестской области являются русские (89,6 тыс. чел.). Они являются наиболее урбанизированным этносом в регионе после евреев (82% русских проживают в городских поселениях). 64% представителей данной национальности проживают в городах областного подчинения, относительно высокий уровень их концентрации имеют также наиболее урбанизированные районы региона. Третьей по численности этнической группой в области являются украинцы (40 тыс. чел.). Они являются второй по численности национальностью в этнической структуре приграничных с Польшей и Украиной Каменецком, Малоритском, Дрогичинском и Ивановском районах. 68% предста-

вителей данной национальности проживают в г. Бресте и 6 районах, образующих непрерывный ареал с высокой концентрацией украинцев в западной части области. Украинцы являются наименее урбанизированной национальностью среди не коренных этносов в регионе (62%). Поляки – четвертая по численности этническая группа в Брестской области (17,6 тыс. чел.), 64% из них являются городскими жителями. Около 50% всех поляков в регионе проживает в г. Барановичи, Барановичском и Ляховичском районах. В сельской местности этих районов они являются второй по численности национальностью. Евреи в настоящее время относятся к малочисленным этническим группам, которые исторически проживают на территории Брестской области (570 чел.). 87% их численности проживает в городах областного подчинения.

Выделение группы «другие национальности» достаточно условное. К этой группе относятся представители всех остальных малочисленных (менее 1 000 человек) некоренных этнических групп, которые проживают на территории исследуемого региона. Самыми многочисленными национальностями (более 500 человек) из данной группы являются армяне, цыгане, татары, азербайджанцы. По переписи населения 2009 г. в регионе проживает 19,8 тыс. представителей группы «другие национальности», 76% из них проживает в городах областного подчинения.

По процентному соотношению численности основных этнических групп и расчетам индекса этнической мозаичности Б.М. Эккеля (ИЭМ) с учетом дополнительных этногеографических показателей (коэффициент территориальной концентрации, индекс территориальной локализации основных национальностей) на территории Брестской области выделяются 3 типа районов, которые по принципу территориальной близости объединены в 3 этнотерриториальные зоны (рисунок).



Этнотерриториальные зоны: I – Полесская, Ia – Ивацевичско-Столинская подзона, Ib – Дрогичинско-Пинская подзона; II – Прибужская, IIa – Пружанско-Березовская подзона, IIb – Брестско-Кобринская подзона; III – Предполесская.

Рисунок. – Этнотерриториальные зоны и подзоны Брестской области по особенностям этнической структуры населения (на 2009 г.)

I. Полесская моноэтническая этнотерриториальная зона включает г. Пинск и Ивацевичский, Ганцевичский, Лунинецкий, Пинский, Столинский, Дрогичинский, Ивановский районы с моноэтническим типом этнической структуры населения ($I_{ЭМ} > 0,2$), расположенных в восточной (полесской) части региона. В этих районах сложилась моноэтническая структура городского населения ($I_{ЭМ} > 0,2$) с долей белорусов более 90% и моноэтническая структура сельского населения ($I_{ЭМ} > 0,1$) с долей белорусов более 95%. По численности крупнейшей нетитульной национальности в этнической структуре населения административные районы формируют две подзоны: 1) *Ивацевичско-Столинскую* (Ивацевичский, Ганцевичский, Лунинецкий и Столинский районы), где второй по численности национальностью в этнической структуре городского и сельского населения являются русские (1–5%); 2) *Дрогичинско-Пинскую* (г. Пинск, Дрогичинский, Ивановский, Пинский районы) с преобладанием среди нетитульных национальностей в этнической структуре городского населения русских (2–6%), сельского населения – украинцев (2–3%).

II. Прибужская этнотерриториальная зона включает г. Брест, Пружанский, Березовский, Каменецкий, Брестский, Малоритский, Жабинковский, Кобринский районы, в которых по уровню этнической мозаичности сложился переходный от моноэтнического к полиэтническому тип структуры городского и сельского населения ($I_{ЭМ} \approx 0,2-0,4$) с долей национальных меньшинств 10–20%. В этих районах наблюдается высокий удельный вес в этнической структуре русского (4–11%) и украинского (2–7%) населения. В данной зоне проживают 60% русских, 71% украинцев, 46% представителей группы «другие национальности» от общего числа в регионе. Согласно современной концепции «этноконтактных зон», Прибужская этнотерриториальная зона является слабовыраженной белорусско-русско-украинской этноконтактной зоной. По соотношению численности основных нетитульных национальностей в этнической структуре населения административные районы формируют две подзоны: *Пружанско-Березовскую* (Пружанский и Березовский районы), где второй по численности национальностью в этнической структуре городского и сельского населения являются русские (5–7%); и *Брестско-Кобринскую* (г. Брест, Каменецкий, Брестский, Малоритский, Жабинковский, Кобринский районы) с преобладанием среди нетитульных национальностей в этнической структуре городского населения русских (6–11%), сельского населения – украинцев (7–10%).

III. Предполесская этнотерриториальная зона включает г. Барановичи, Барановичский и Ляховичский районы, расположенных в северной части региона на предполесских равнинах, в которых по уровню этнической мозаичности сложился переходный от моноэтнического к полиэтническому тип этнической структуры городского и сельского населения ($I_{ЭМ} \approx 0,2-0,4$) с долей национальных меньшинств 12–18%. В этой зоне проживают 49% всех поляков и 22% русских от общей численности в регионе. В этнической структуре городского населения данных районов вторым по численности после белорусов являются русские (5–10%), среди сельского населения – поляки (6–7%). По характеру межэтнического взаимодействия Предполесская этнотерриториальная зона является слабовыраженной белорусско-польской этноконтактной зоной.

Изучение динамики численности основных национальностей за период 1959–2009 гг. по районам и городам областного подчинения Брестской области указывает на упрощение уровня этнической мозаичности во всех административно-территориальных образованиях региона за счет сокращения численности крупнейших национальных меньшинств. В районах предполесской белорусско-польской этноконтактной зоны с 1959 г. по 2009 г. численность поляков сократилась более чем в 2 раза в Барановичском и Ляховичском районах, в г. Барановичи – на 30%; численность русских с 1959 г. по 1989 г. выросла в районах на 10%, в г. Барановичи – на 78%, с 1989 г. по 2009 г. их число сократилось на 35%. За период 1989–2009 гг. активно формировалась Прибужская этноконтактная зона за счет высокого уровня роста по районам численности русских на 50–80% (г. Брест – 110%), украинцев – в 1,2–4 раза. С 1989 г. по 2009 г. наблю-

дается сокращение в районах данной зоны числа русских на 20–40%, украинцев на 15–35%. В районах полесской моноэтнической зоны с 1959 г. по 1989 г. приток русских составил 2–10 % в районах Дрогичинско-Пинской подзоны, 35% – в районах Ивацевичско-Столинской подзоны; численность украинцев возросла в 2–3 раза. С 1989 г. по 2009 г. в районах Дрогичинско-Пинской подзоны произошло сокращение числа русских на 25% (г. Пинск – 50%), украинцев на 10–35%; в районах Ивацевичско-Столинской подзоны отток русских составил 40–60%, украинцев – 40–70%.

Таким образом, за период проведения переписей населения с 1897 г. по 2009 г. этническая структура населения Брестской области эволюционировала из полиэтнического типа в моноэтнический тип за счет сокращения исторически проживающих на территории региона представителей еврейского и польского этноса. Кардинальное изменение состояния этнической структуры населения Брестской области произошло в годы Второй мировой войны, когда было уничтожено 80% евреев и репатрировано 70% поляков, проживавших в регионе. В послевоенный период на фоне пополнения этнического состава населения региона выходцами из национально-территориальных образований СССР процесс монотизации этнической структуры региона продолжился. В настоящее время Брестская область по национальному составу является моноэтническим или одноплеменным регионом с незначительным представительством этнических меньшинств (до 20%).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пичета, В. И. Белоруссия и Литва XV–XVI вв. / В. И. Пичета. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 808 с.
2. Цітоў, В. С. Этнаграфічная спадчына. Беларусь: краіна і людзі / В. С. Цітоў. – Мінск : Беларусь, 2001. – 208 с.
3. Первая всеобщая перепись населения Российской Империи 1897 г. Распределение населения по родному языку и уездам 50 губерний Европейской России [Электронный ресурс] / Демоскоп Weekly. – Режим доступа: http://demoscope.ru/weekly/ssp/rus_lan_97_uezd.php. – Дата доступа: 24.10.2014.
4. Первая всеобщая перепись населения Российской Империи 1897 г. Распределение населения по вероисповеданиям и регионам [Электронный ресурс] / Демоскоп Weekly. – Режим доступа: http://demoscope.ru/weekly/ssp/rus_rel_97.php. – Дата доступа: 24.10.2014.
5. Эбэрхардт, П. Дэмаграфічная сітуацыя на Беларусі 1897–1989 / П. Эбэрхардт. – Брест : Бел. Фонд Сороса, 1997. – 282 с.
6. Национальный состав населения Брестской области : стат. сб. – Брест : Брест. обл. управление стат., 2001. – 362 с.
7. Национальный состав населения: Брестская область : стат. бюл. по результатам переписи населения в Респ. Беларусь 2009 г. / под ред. В. И. Зиновского [Электронный ресурс] / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/homep/ru/perepic/2009/itogi1.php>. – Дата доступа: 25.10.2014.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 14.01.2015

Zarutski S.A. The Transformation of the Ethnic Composition and Structure of the Population of the Brest Region in XX – Early XXI Centuries

The article discusses the main trends affecting the ethnic composition and structure of the population of the Brest region based on population censuses for the period 1897–2009. The conditions and factors of transformation of the ethnic structure of the population are defined by the author. Periodization of ethnic history in the region is represented in the article. Current intraregional differences and typology of administrative districts of Brest region on the specifics of the ethnic structure of the population are identified there.

УДК 549.281: 502.7

А.Н. Клименко

канд. техн. наук, доц. каф. экологии

*Национального университета водного хозяйства и природопользования
(Ровно, Украина)*

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ И ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ ИХТИОФАУНЫ ГИДРОЭКОСИСТЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Проведено количественное описание и сравнительный анализ влияния качества поверхностных вод на формирование качества рыбы через корреляционные связи между содержанием тяжелых металлов в воде гидроэкосистем различных типов и распределением их содержания в тканях представителей верхушки трофической цепи их ихтиофауны.

Согласно Концепции Украинской Государственной целевой экономической программы развития рыбного хозяйства на 2012–2016 гг., загрязнение воды и, как следствие, истощение запасов водных живых ресурсов является одним из главных фактов необходимости внедрения научных подходов мониторинга состояния рыбного населения и изучения возможностей воспроизведения их природных популяций [1]. Отечественные гидроэкологические исследования подтверждают, что за последние десятилетия качество воды во внутренних водоемах ухудшилась с 1–2 до 3–5 классов [2–5]. Это повлияло как на качественный состав рыбного населения в целом, так и на количественные показатели экологических групп рыб [6–8]. Так, только в реках Украины в начале 1990-х гг. вылавливали 30–40 тыс. т рыбы в год, а на данный момент всего 6–7 тыс. т [8]. В гидроэкосистемах внутренних водоемов стали редкими обычные виды: плотва, щука, лещ, сом, чехонь и т.д., остались более приспособленные к новым условиям карась, окунь, ряд сорных рыб-вселенцев [6].

Чувствительность реакций рыб на качество водной среды объясняется тем, что ихтиофауна является верхушкой трофических связей и, следовательно, важным звеном в непрерывном круговороте микро- и макроэлементов автохтонного и аллохтонного происхождения. Именно поэтому фиксации изменений биологических, физиолого-биохимических и эколого-токсикологических параметров отдельных видов позволяют прогнозировать последствия антропогенного воздействия на водные экосистемы. Ряд ученых считают, что в контроле качества рыбы при мониторинге химического и биологического состояния гидроэкосистем наибольший интерес представляют металлы. Являясь неотъемлемыми компонентами природных вод, вследствие постоянного накопления в окружающей среде, они несут значительную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических проявлений (свинец, кадмий, цинк, медь, кобальт, никель, марганец и некоторые др.) [9; 10].

Анализ результатов известных исследований позволяет обобщить основные особенности влияния на организм рыб тяжелых металлов: 1) степень накопления тяжелых металлов в тканях рыб зависит от химической среды, типа водоема, функционального состояния организма и характера пищевых цепочек; 2) тяжелые металлы могут быть причиной интоксикации рыбы только при избыточном их поступлении в водоемы, поскольку в определенных дозах необходимы живому организму для обеспечения нормального прохождения физиологических и биохимических процессов; 3) распределение металлов в организмах рыб характеризуется неоднородностью, зависит от физико-химических свойств самих элементов и функциональных особенностей органов и тканей. Следовательно, выявление связей между загрязнением поверхностных вод тяже-

лыми металлами и ихтиофауной гидроэкосистем является достаточно сложной задачей в силу целого ряда обстоятельств, что затрудняет получение адекватных оценок антропогенной нагрузки и экологического состояния водоемов, разработки и планирования ведения их мониторинга. Одновременно это усиливает значение научных разработок по количественному описанию процессов влияния качества поверхностных вод на качественные характеристики рыбного населения гидроэкосистем различного типа. Это позволит определять экологический резерв и критические нагрузки последних, а также прогнозировать возможность воспроизведения природных ихтиопопуляций. Кроме того, из проведенного нами анализа проблемы было выяснено, что малоизученной остается ситуация влияния качества поверхностных вод на качество рыбы в т.н. фоновых гидроэкосистемах, где антропогенная нагрузка, несмотря на относительно невысокие уровни, имеет длительный кумулятивный характер.

Большинство ученых считают, что решение вопросов мониторинга гидроэкосистем не может обходиться без математического описания закономерностей процессов, которые происходят в водоемах [11; 12]. По мнению В.Д. Романенко, получение универсальной математической модели антропогенной нагрузки на гидроэкосистемы в ближайший период невозможно, учитывая многосторонность и сложность процессов, которые имеют место на площади водосбора, недостаточной изученности хода продукционно-деструкционных процессов и, особенно, трансформации многочисленных загрязняющих веществ [13]. Опыт экологического моделирования гидроэкосистем различного типа доказывает, что наибольшей прогностической ценностью отмечаются модели средней степени сложности. При этом, как подчеркивают А.М. Догановский и Е. В. Иванова, математическое моделирование и прогнозирование необходимо проводить только по ограниченному числу наиболее исследованных факторов [14]. Независимо от выбора степени сложности модели процессу математического моделирования предшествует корреляционный анализ, в ходе которого по величине коэффициента корреляции (r) и соответствующего знака при нем между вероятными величинами X и Y определяют оптимальное сочетание взаимосвязанных факторов, степень и направление связи между ними [15].

Целью наших исследований были количественное описание и сравнительный анализ влияния качества поверхностных вод [16] на формирование качества рыбы через корреляционные связи между содержанием тяжелых металлов в воде гидроэкосистем различных типов и распределением их содержания в тканях представителей верхушки трофической цепи ихтиофауны. При установлении корреляционных зависимостей мы использовали результаты трехлетних наблюдений за параметрами качества поверхностных вод и результаты определения содержания тяжелых металлов (ТМ) в тканях организмов рыб, находящихся на верхушке трофических цепей в соответствующих гидроэкосистемах.

Определение содержания ТМ в воде и тканях рыб проводили способом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС), методом экспресс-анализа согласно стандартам и нормативным документам с помощью прибора СЕМИ-600 (Украина) в лаборатории кафедры экологии Национального университета водного хозяйства и природопользования (Ровно, Украина). Тесноту корреляционных связей определяли с помощью ПЭВМ, используя пакет программы Microsoft Office Excel. Для обобщения результатов выполненных расчетов устанавливали погрешности коэффициентов корреляции между факторами, которые оценивали по критерию Стюдента для величины вероятности 95%.

Силу корреляционной связи между параметрами определяли согласно шкале Чеддака [15]: если $r = 1$, то связь функциональная; если $0,9 \leq r < 0,99$ – связь очень тесная; если $0,7 \leq r < 0,9$ – связь тесная; если $0,5 \leq r < 0,7$ – связь заметная; если $0,3 \leq r < 0,5$ – связь умеренная; $0,1 \leq r < 0,3$ – связь слабая; если $r < 0,1$ – связь отсутствует.

Определение содержания тяжелых металлов в воде, гидробионтах и донных отложениях проводилось в трех водоемах, которые находятся в одной климатической зоне, однако имеют различный трофический статус и уровень антропогенной нагрузки. Так, *малая река Замчиско*, которая является типичной для зоны Полесья Украины и представлена экосистемой лотического типа (проточная), имеет преимущественно III класс качества воды с высокой категорией в классификации по блоку показателей специфического действия, в частности, по таким элементам, как цинк (6 категория), марганец (7 категория) и медь (7 категория). Трофо-сапробиологические показатели качества воды реки проявляют в основном альфа- и бета-мезосапробность.

Лентическая экосистема «Озеро Белое» относится ко II классу качества поверхностных вод, однако блок специфических веществ токсического действия здесь соответствует 7 категории по содержанию меди, 6 категории по содержанию цинка и 5 категории по содержанию железа. Трофо-сапробиологический блок характеризует его олиготрофный статус, что объясняется особенностями питания озера и позволяет отнести его именно к фоновой гидроэкосистеме, где в поверхностные воды поступают тяжелые металлы антропогенного происхождения.

Экосистема комбинированного типа «Водоем-охладитель Хмельницкой атомной электростанции» характеризуется V классом качества поверхностных вод, где определяющим также оказался блок специфических веществ токсического действия, а именно содержание меди (7 категория), железа (5 категория), цезия-137 (3 категория). Сапробность воды колеблется между альфа-мезосапробностью и полисапробностью с преобладанием последней.

В таблице представлены результаты определения коэффициентов корреляции между содержанием тяжелых металлов в поверхностных водах исследуемых гидроэкосистем и их распределением в тканях организмов рыб. В частности, верхушку трофических цепей представляют щука обыкновенная (*Esox lucius*) для р. Замчиско и водоема-охладителя ХАЭС и угорь европейский (*Anguila Anguila*) для оз. Белое.

Таблица. – Корреляционные зависимости между содержанием тяжелых металлов в воде гидроэкосистем различных типов и тканях организма рыб

Параметры содержания	р. Замчиско				Водоем-охладитель				оз. Белое			
	Cu	Zn	Mn	Cd	Cu	Zn	Mn	Cd	Cu	Zn	Mn	Cd
Чешуя	0,17	0,32	0,22	0,1	0,15	0,47	0,47	0,13	0,13	0,47	0,77	0,13
Кожа	0,38	0,21	0,51	0,13	0,43	0,13	0,40	0,43	0,23	0,13	0,43	0,23
Жабры	0,82	0,59	0,57	0,47	0,79	0,48	0,69	0,59	0,59	0,48	0,89	0,59
Печень	0,72	0,47	0,88	0,82	0,65	0,51	0,71	0,61	0,61	0,51	0,91	0,61
Мышцы	0,17	0,21	0,19	0,14	0,22	0,32	0,25	0,12	0,32	0,32	0,21	0,32
Позвоночная кость	0,78	0,47	0,32	0,44	0,86	0,63	0,55	0,56	0,56	0,63	0,65	0,56

В данной таблице выделены коэффициенты, значения которых характеризовали тесноту связи между изучаемыми параметрами в диапазоне «связь умеренная» – «связь очень тесная». Следует отметить прямую связь всех зависимостей, что означает возрастание значений одного показателя от возрастания значений второго.

Так, в гидроэкосистеме лотического типа, которую представляет р. Замчиско, корреляционные связи имели самую высокую тесноту между содержанием меди в воде для трех типов тканей, а именно: 0,82 – жабры; 0,72 – печень; 0,78 – позвоночная кость. Между зависимостями содержания марганца в воде и тканях *Esox lucius* также отмечена достаточно тесная связь для трех типов ткани: 0,51 – кожа; 0,57 – жабры; 0,88 – печень. Несколько ниже здесь оказались корреляционные зависимости содержания цинка

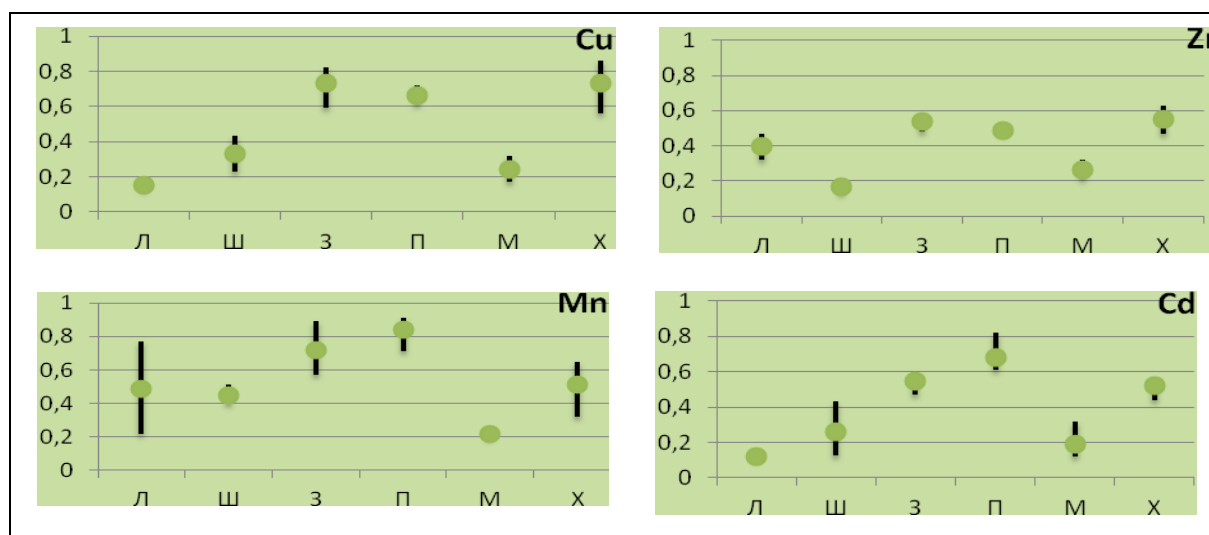
в исследуемых параметрах, хотя их связь тоже была тесная: 0,59 – жабры; 0,47 – печень и позвоночная кость.

В гидроэкосистеме комбинированного типа, которую представляет *водоем-охладитель ХАЭС*, теснота связи между исследуемыми параметрами была заметной для всех элементов тяжелых металлов. В частности, содержание марганца в воде влияло на его содержание в четырех типах тканей *Esox lucius*: 0,71 – печень; 0,69 – жабры; 0,55 – позвоночная кость; 0,47 – чешуя. Заметной была теснота связи для меди, цинка, кадмия и трех типов тканей рыбы: 0,79; 0,48; 0,59 – жабры; 0,65; 0,51; 0,61 – печень, 0,86; 0,63; 0,55 – позвоночная кость соответственно.

В *лентической гидроэкосистеме оз. Белое*, которая нами выбрана в качестве фоновой с длительным кумулятивным эффектом, теснота связей была похожа на распределение зависимостей параметров в гидроэкосистеме комбинированного типа. Так, содержание марганца в воде здесь наиболее заметно коррелировало с его содержанием в четырех типах тканей *Anguila Anguila*: 0,91 – печень; 0,89 – жабры; 0,77 – чешуя; 0,65 – позвоночная кость. Содержание меди, цинка и кадмия в поверхностных водах проявляли тесноту связи в трех типах тканей, соответственно: 0,59; 0,48; 0,59 – жабры; 0,61; 0,51; 0,61 – печень; 0,56; 0,63; 0,56 – позвоночная кость.

Полученные зависимости доказывают существование прямого влияния качества поверхностных вод на качество верхушки трофических цепей гидроэкосистем, что особенно четко прослеживается в экосистемах лентического и комбинированного типов. Понижение тесноты корреляционных связей для элементов можно обобщить следующим образом: лентическая гидроэкосистема: Cu – Mn – Zn – Cd; лентическая: Mn – Cu – Zn – Cd; комбинированная: Mn – Cu – Zn – Cd.

На рисунке в виде диаграмм представлены результаты проведенного анализа относительно способности отдельных элементов тяжелых металлов накапливаться в органах и тканях рыб. На диаграммах указаны средние значения и диапазон распределения корреляционных связей между исследуемыми параметрами.



Ч – чешуя; К – кожа, Ж – жабры; П – печень, М – мышцы; Пк – позвоночная кость

Рисунок. – Распределение колебаний коэффициентов корреляции зависимостей содержания тяжелых металлов в поверхностных водах гидроэкосистем и тканях рыб

Здесь четко прослеживается связь между содержанием всех четырех элементов в воде и их содержанием в жабрах, печени и позвоночной кости исследуемых видов

рыб. В частности, среди исследуемых гидроэкосистем высокими оказались значения коэффициентов корреляции между содержанием в воде и тканях печени марганца (0,71–0,91). Тесную связь проявили также зависимости содержания в воде и позвоночной кости (0,56–0,86), в воде и жабрах (0,73–0,82) меди.

Тесноту корреляционных связей тяжелых металлов (в порядке убывания) между исследуемыми параметрами влияния качества воды гидроэкосистем различных типов на формирование качества их рыбного населения можно обобщить следующим образом: Cu: П – Ж – Пк – Ч – К – М; Zn: Пк – Ж – П – Ч – М – К; Mn: П – Ж – Пк – Ч – К – М; Cd: П – Ж – Пк – К – М – Ч.

Полученные зависимости в целом достаточно полно отвечают особенностям тканей рыб к способности аккумуляции элементов тяжелых металлов, о чем говорится в специальной токсикологической литературе [17]. Однако однозначно судить о соотношении тяжелых металлов в организмах рыб и поверхностных водах мы не осмеливаемся, поскольку, помимо биохимических особенностей тканей, на восприятие организмом макро- и микроэлементов автохтонного и аллохтонного происхождения влияют также множество общих и частных факторов. Поэтому полученные на основании ограниченного количества факторов результаты можно сформулировать как тенденции влияния качества воды на качество рыбного населения, а именно:

1. В гидроэкосистемах различных типов существуют определенные различия между чувствительностью верхушки трофических цепей и содержанием тяжелых металлов в поверхностных водах:

- а) лотическая гидроэкосистема: $Cu > Mn > Zn > Cd$;
- б) лентическая гидроэкосистема: $Mn > Cu > Zn > Cd$;
- в) комбинированная гидроэкосистема: $Mn > Cu > Zn \geq Cd$.

2. Качество воды гидроэкосистем различных типов способно формировать качество рыбного населения по содержанию элементов тяжелых металлов:

- а) Cu: печень > жабры > позвоночная кость > чешуя > кожа > мышцы;
- б) Zn: позвоночная кость > жабры > печень > чешуя > мышцы > кожа;
- в) Mn: печень > жабры > позвоночная кость > чешуя > кожа > мышцы;
- г) Cd: печень > жабры > позвоночная кость > кожа > мышцы > чешуя.

Подобные зависимости могут иметь прогностическую ценность в мониторинге гидроэкосистем различных типов и обосновании альтернативных водоохранных мероприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Про схвалення Концепції Державної цільової економічної програми розвитку рибного господарства на 2012–2016 роки : розпорядження, Концепція від 05.10.2011 № 1003-р. / Кабінет Міністрів України. – К. : КМУ, 2011. – 7 с.
2. Клименко, Н. А. Экологические нормативы качества воды рек Ровенской области: методология, результаты / Н. А. Клименко, В. И. Мельник // Вестн. Ровен. гос. техн. ун-та : сб. науч. тр. – Ровно. – 2000. – Вып. 4 (6). – С. 30–36.
3. Васенко, А. Г. Анализ методологических подходов к оценке качества поверхностных вод / А. Г. Васенко, А. А. Верниченко, Д. Ю. Верниченко-Цветков // Вода: химия и экология. – 2013. – № 10. – С. 46–51.
4. Набиванец, Б. И. Аналитическая химия поверхностных вод : монография / Б. И. Набиванец [и др.] – К. : Наукова думка, 2007. – 456 с.
5. Клименко, Н. А. Экологическое состояние украинской части Еврорегиона «Буг» : монография / Н. А. Клименко, Н. М. Вознюк. – Ровно : НУВГП, 2007. – 203 с.
6. Гринжевский, Н. В. Аквакультура Украины (организационно-экономические

аспекты) / Н. В. Гринжевский. – Луганск : Свободная Украина, 1998. – 364 с.

7. Мальцев, В. И. Особенности ихтиофаунистического комплекса водоемов и водотоков Украины. Исследования и мониторинг малых рек : практ. пособие / В. И. Мальцев. – Киев ; Хмельницкий ; Бережаны ; Сумы ; Чернигов, 2005. – 215 с.

8. Бедункова, О. А. Оценка состояния водной экосистемы малой реки по характеристикам ихтиопопуляций / О. А. Бедункова, С. М. Шепелюк // материалы междунар. науч.-прак. конф. «Сбалансированное природо-пользование: современный взгляд, тенденции и перспективы». – Херсон : Колос, 2010. – С. 19–22.

9. Запорожец, О. А. Некоторые методологические аспекты определения сосуществующих форм тяжелых металлов в природных водах / О. А. Запорожец, Р. П. Линник // Тез. докл. Всерос. конф. «Актуальные проблемы аналитической химии». – М., 2002. – С. 28–29.

10. Пилипенко, Ю. В. Миграционные пути распространения ионов тяжелых металлов в органах и тканях рыб-биомелиораторов в условиях малых водохранилищ / Ю. В. Пилипенко, О. А. Бедункова, Е. Ю. Пилипенко // Вестн. Нац. ун-та водн. хоз-ва и природопользования. – 2007. – Вып. 2 (38). – С. 313–318.

11. Меншуткин, В. В. Имитационное моделирование водных экологических систем / В. В. Меншуткин. – СПб. : Наука, 1993. – 160 с.

12. Щепетова, В. А. Математическое моделирование как метод прогнозирования изменения состояния водных экосистем на примере Пензенского водохранилища / В. А. Щепетова, В. В. Кузина // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8, ч. 6. – С. 1373–1377.

13. Романенко, В. Д. Основы гидроэкологии : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. Д. Романенко. – Киев : Генеза, 2004. – 664 с.

14. Догановский, А. М. Исследование возможностей оценки динамики биопродуктивности озер по ограниченному числу абиотических факторов (на примере Ладожского, Большие Чаны и других): расчетные гидрологические характеристики / А. М. Догановский, Е. В. Иванова // Сб. науч. тр. (междуведом.) Ленингр. гидромет. ин-та. – 1991. – Вып. 110. – С. 86–94.

15. Виленкин, С. Я. Статистические методы исследования / С. Я. Виленкин. – М. : Сов. радио, 1967. – 421 с.

16. Романенко, В. Д. Методика экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям / В. Д. Романенко [и др.]. – К. : Символ-Т, 1998. – 28 с.

17. Метелев, В. В. Водная токсикология / В. В. Метелев, А. И. Канаев, Н. Г. Дза-soхова. – М. : Колос, 1971 – 247 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 12.03.2015

Klimenko A.N. Correlation of Heavy Metals in Surface Waters and Representatives of Ichthyofauna of Hydroekosistems of Different Types

A quantitative description and comparative analysis of the influence of surface water quality in shaping the quality of fish through the correlations between the content of heavy metals in water hydroekosistems of various types and the distribution of their content in the tissues of the top food chain of fish fauna

УДК 556.31(477-25):543.3:549.091.4–032.2

Т.А. Кошлякова

*инженер II категории отдела биогеохимии
Института геохимии окружающей среды НАН Украины (Киев)*

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В БЮВЕТАХ Г. КИЕВА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Статья посвящена исследованию проблемы изменения химического состава подземных вод в бюветах г. Киева в процессе эксплуатации в сторону ухудшения их качества на примере сеноман-келловейского водоносного комплекса. При помощи геоинформационной системы MapInfo Professional был создан слой бюветных скважин с атрибутивной таблицей, содержащей данные об основных показателях химического состава подземных вод; выполнена типизация территории г. Киева в соответствии с геолого-геоморфологическим строением. Проведена математико-статистическая обработка данных химического анализа воды для таких показателей, как общая минерализация и содержание аммония с использованием непараметрического критерия Манна – Уитни. Было выявлено, что техногенный фактор является значимым в процессе формирования химического состава воды в бюветных скважинах.

Введение

Подземные воды являются одним из главных источников питьевой воды для г. Киева. Водопроводная вода киевлян на 75,9% – подготовленная речная и на 24,1% – подземная. Учитывая изношенность труб, по которым вода поступает в дома потребителей, ее качество является неблагоприятным для питьевого водоснабжения [1]. Начиная с 1997 г. в Киеве была создана широкая сеть бюветных комплексов с целью обеспечения населения столицы Украины чистой подземной питьевой водой. Численность бюветов постоянно наращивалась. По состоянию на август–сентябрь 2011 г. в эту сеть входило 182 бюветных комплекса. Из них 92 эксплуатировало водоносный комплекс в отложениях иваницкой свиты средней и верхней юры и загоревской, журавинской, буромской свит нижнего и верхнего мела (далее – сеноман-келловейский водоносный комплекс). Глубина залегания данного водоносного комплекса составляет 65–175 м. Остальные 90 бюветов использовали воду из водоносного горизонта в отложениях орельской свиты байосского яруса средней юры (глубина залегания 170–315 м), а также смешанную воду из вышеуказанных водоносного горизонта и комплекса.

Однако в процессе длительной эксплуатации возникла проблема ненадлежащего обслуживания бюветных комплексов. В частности, нередко работы по чистке трубопроводов и замене насосов выполняются не в полном объеме. Иногда это приводит к вынужденному закрытию отдельных бюветов. Так, в августе 2013 г. после проверки санитарно-эпидемиологической станции в Киеве было закрыто 16 бюветов, так как в них было зафиксировано превышение допустимого содержания железа, марганца, хлоридов и кишечной палочки. При этом подчеркивалось, что причиной неудовлетворительного качества воды является состояние труб, по которым она подается. В некоторых бюветах была превышена норма колиформ (бактерий, по которым судят о содержании патогенной микрофлоры) [2]. Ключевыми факторами, влияющими на качество бюветной воды, помимо состояния труб, специалисты считают рельеф и место расположения бюветного комплекса. Это связано с неоднородностью геологического строения территории г. Киева.

Целью исследования было выявление тенденций и закономерностей, а также возможных причин изменения химического состава подземных вод сеноман-келловейского водоносного комплекса в бюветах г. Киева по таким ключевым показателям, как минерализация и содержание аммония.

Методика исследования

На первом этапе работы в среде ГИС MapInfo Professional был создан слой бюветных скважин с атрибутивной таблицей, содержащей данные об основных показателях химического состава подземных вод (рисунок 1).

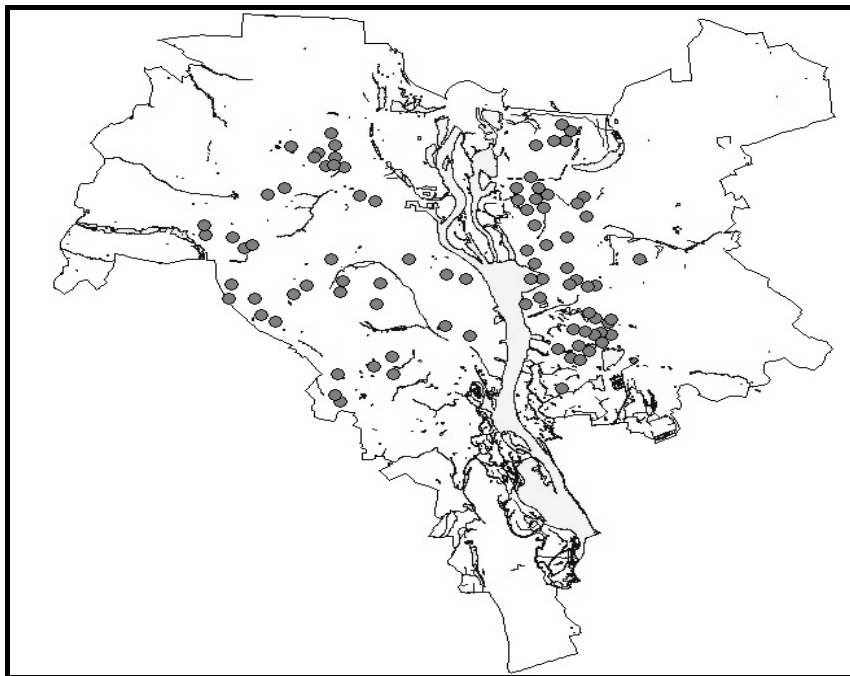
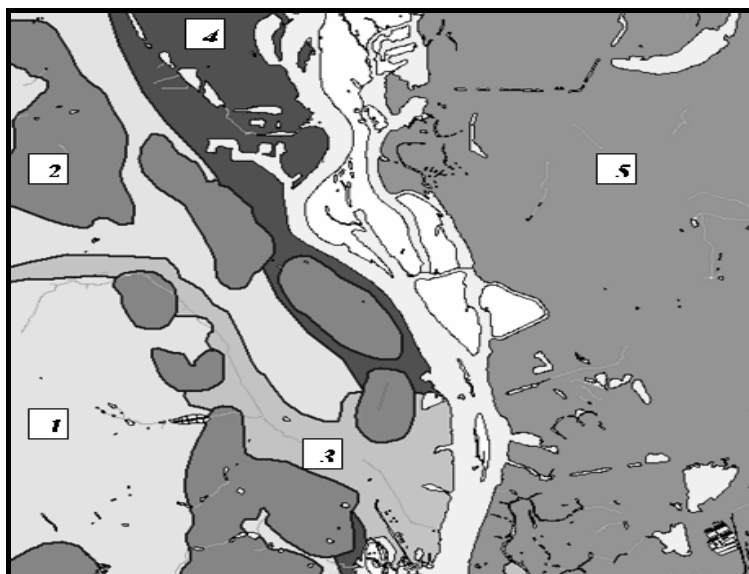


Рисунок 1. – Карта-схема расположения бюветных скважин на сеноман-келловейском водоносном комплексе в пределах г. Киева

На втором этапе была выполнена типизация г. Киева в соответствии с геолого-геоморфологическими особенностями территории (рисунок 2).



1 – равнинная часть Приднепровской возвышенности; 2 – лессовые останцы Приднепровской возвышенности; 3 – долины малых рек; 4 – долина р. Днепр; 5 – часть Приднепровской низменности

Рисунок 2. – Типизация территории г. Киева по геолого-геоморфологическим признакам

Далее для каждого выделенного типа были сформированы выборки с результатами химического анализа воды с целью дальнейшей математико-статистической обра-

ботки. Следует отметить, что для математических расчетов также использовались данные о химическом составе подземных вод исследуемого водоносного комплекса, взятые из паспортов эксплуатационных скважин на 2003 г.

Также выборки с данными о бюетных скважинах были разделены для двух периодов времени (2003 и 2011 гг.). При помощи программы AtteStat с использованием непараметрического критерия Манна – Уитни была выполнена проверка принадлежности выборок к одной генеральной совокупности по таким показателям химического состава подземных вод, как минерализация и содержание аммония [3]. Для отдельных типов территории г. Киева расчеты не были выполнены из-за малого количества данных. Результаты представлены в таблицах 1, 2.

В ходе исследований было выявлено, что в 2003 г. во всех выделенных типах показатель аммония в бюетных скважинах превышал аналогичные значения в эксплуатационных скважинах (и по среднему, и по медиане). Вместе с тем по величине минерализации разницы между выборками нет (за исключением части Приднепровской низменности, где этот показатель больше в бюетных скважинах, чем в эксплуатационных: среднее значение в бюетных скважинах – 389,6 мг/дм³, медиана – 392 мг/дм³; среднее значение в эксплуатационных скважинах – 349,3 мг/дм³, медиана – 332 мг/дм³).

Непосредственно в бюетных скважинах через 8 лет эксплуатации (с 2003 г. по 2011 г.) фиксируются следующие изменения. Минерализация возросла в пределах лессовых останцев Приднепровской возвышенности (по среднему с 335,1 мг/дм³ до 360,5 мг/дм³ и по медиане с 339 мг/дм³ до 352 мг/дм³). В остальных типах этот показатель остался неизменным. Что же касается аммония, то по всем выделенным типам наблюдается уменьшение его концентрации как по среднему, так и по медиане.

Таблица 1. – Результаты анализа по установлению принадлежности выборок к одной генеральной совокупности при помощи непараметрического критерия Манна – Уитни (бюетные и эксплуатационные скважины; 2003 г.)

Показатель химического состава подземных вод	Тип территории г. Киева, выделенный по геолого-геоморфологическому признаку								
	Равнинная часть Приднепровской возвышенности			Долина р. Днепр			Часть Приднепровской низменности		
Минерализация	T_a	T_{1-a}	T	T_a	T_{1-a}	T	T_a	T_{1-a}	T
	46,2	121,8	102	4	20	20	96,25	218,75	237
	Одинаковые генеральные совокупности						Разные генеральные совокупности		
Аммоний	T_a	T_{1-a}	T	T_a	T_{1-a}	T	T_a	T_{1-a}	T
	77	175	180	11	37	42	110,25	239,75	302
	Разные генеральные совокупности								

Примечание – T_a – нижний критический предел; T_{1-a} – верхний критический предел; T – расчетное значение критерия Манна – Уитни.

Таблица 2. – Результаты анализа по установлению принадлежности выборок к одной генеральной совокупности при помощи непараметрического критерия Манна-Уитни (бюетные скважины; 2003 и 2011 гг.)

Показатель химического состава подземных вод	Тип территории г. Киева, выделенный по геолого-геоморфологическому признаку			
	Равнинная часть Приднепровской возвышенности	Лессовые останцы Приднепровской возвышенности	Долины малых рек	Часть Приднепровской низменности

Продолжение таблицы 2

Минерализация	T _a	T _{1-a}	T	T _a	T _{1-a}	T	T _a	T _{1-a}	T	T _a	T _{1-a}	T
		243,25	456,75	396,5	34	83	92	2	13	12	559,48	1050,53
	Одинаковые генеральные совокупности			Разные генеральные совокупности			Одинаковые генеральные совокупности					
Аммоний	T _a	T _{1-a}	T	T _a	T _{1-a}	T	T _a	T _{1-a}	T	T _a	T _{1-a}	T
	243,25	456,75	617,5	34	83	101	2	13	15	559,48	1050,53	1370
	Разные генеральные совокупности											

Заключение

В результате проведенного исследования было установлено, что химический состав подземных вод сеноман-келловейского водоносного комплекса по таким показателям, как минерализация и содержание аммония, отличается в эксплуатационных и бюветных скважинах. Это явление можно объяснить отсутствием постоянного промывного режима в бюветной скважине, в связи с чем происходит застой воды. Данное явление приводит к тому, что химический состав подземных вод становится отличным от природного (в частности, повышается концентрация аммония).

Однако при сравнении результатов анализа химического состава воды в самих бюветах (выполненных с разницей в 8 лет) оказалось, что концентрация аммония уменьшилась. В то же время минерализация возросла в пределах лессовых останцев Приднепровской возвышенности.

Возрастание минерализации может быть объяснено неудовлетворительным техническим состоянием скважин, в результате чего возрастает содержание марганца и железа, что влияет на показатель общей минерализации. Уменьшение содержания аммония можно объяснить тем, что в процессе эксплуатации бюветной скважины в подземные воды попадает кислород из атмосферного воздуха. В результате, по мнению автора, происходит процесс автотрофной нитрификации, при котором бактерии используют энергию окисления неорганических веществ. При этом происходит окисление аммония и преобразование его в нитрат. В результате концентрация аммония в подземных водах уменьшается в условиях высокого содержания кислорода. Этому также могут способствовать определенные виды микроорганизмов [4].

Таким образом, в результате исследования было выявлено, что техногенный фактор играет важную роль в процессе формирования химического состава воды в бюветных скважинах. Нарушения при строительстве бюветных комплексов, ненадлежащее их обслуживание, отсутствие постоянного промывного режима в процессе эксплуатации скважин приводят к изменению природного химического состава подземных вод в сторону ухудшения их качества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптація сучасних інформаційних технологій аналізу динаміки підземних вод для оцінки експлуатаційних ресурсів Київського родовища // Практичне відпрацювання методики оцінки та прогнозу зміни складних гідрогеологічних та інженерно-геологічних процесів : звіт по інноваційному проекту (заключ.) / ІГН НАН України ; наук. керівник НДР В. Шестопапов. – К., 2009. – Розд. 1. – С. 1–131.
2. Рейтинг чистых и грязных бюветов Киева: инфографика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.bigmir.net/capital/739722-Rejting-chistyh-i-grjaznyh-bjuvetov-Kieva-INFOGRAFIKA>. – Дата доступа: 14. 08.2013.

3. Кошляков, О. Є. Застосування методів математичної статистики з метою виявлення динаміки змін якості питних підземних вод м. Києва / О. Є. Кошляков, Т. О. Кошлякова // Современные проблемы геологических наук : сб. науч. тр., посвященный 155-летию со дня рождения акад. Павла Аполлоновича Тутковского. – Київ ; Олевск, 2013. – С. 304–309.

4. Рудько, Г. І. Гідрогеохімія : підручник / Г. І. Рудько. – Київ : ВПЦ «Київський університет», 2007. – 255 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 24.02.2015

Koshliakova T.A. Potable Water Chemical Composition Changes In Kyiv Well-Rooms During Exploitation

The article is devoted to analysis of Kyiv well-rooms groundwater chemical composition changes problem during exploitation towards the erosion of its quality by the example of senoman-kellovey groundwater complex. By means of MapInfo Professional geoinformational system the layer of well-rooms with attributive table, containing data about groundwater chemical composition main factors, has been created; Kyiv city typification according to the territory geological-geomorphological characteristics has been implemented. Water chemical analysis results mathematical-statistical processing has been done for such factors as total mineralization and ammonium by non-parametric Mann-Witney criterion using. It was revealed that technogenic factor serves as significant in well-rooms groundwater chemical composition formation process.

УДК 551.1/4:502.313 (476)

А.В. Матвеев

*д-р геол.-минерал. наук, проф., акад. НАН Беларуси,
главный научный сотрудник лаборатории геодинамики и палеогеографии
Института природопользования НАН Беларуси*

ВЛИЯНИЕ ГЕОАКТИВНЫХ ЗОН НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ

Показано, что геоактивные зоны (разломы, топо- и космолинеаменты, некоторые погребенные долины и ледниковые ложбины) обуславливают формирование в покровных отложениях геохимических аномалий (повышенных концентраций Ni, V, Y, Cu, Ti, Co, радона и др.) и аномалий физических полей Земли. В этих зонах возрастают скорости вертикальных движений земной коры до 20–40 мм/год, иногда заметно проявляются горизонтальные движения (до 40–50 мм/год), увеличивается на 1–2 балла интенсивность сейсмических процессов, происходит подъем к земной поверхности минерализованных вод. Все это негативно сказывается на среде обитания человека, работе электронного оборудования, коррелируется с возрастанием в геоактивных зонах заболеваемости населения, древесной растительности, различного рода аварий.

При оценках экологической обстановки любого региона и ее влияния на здоровье населения необходимо учитывать комплекс факторов природного, техногенного и социального характера. При этом, по данным Всемирной организации здравоохранения, вклад природной составляющей и развитие различных заболеваний оценивается от 20–30% до 55% [1]. Особенно значительное воздействие на здоровье населения и геоэкологическую обстановку в целом оказывают участки геологических неоднородностей земной коры – зоны разломов, топо- и космолинеаментов, погребенные долины и ледниковые ложбины, т.е. так называемые геоактивные зоны.

Факторы, обуславливающие влияние геоактивных зон на геоэкологическую обстановку

Возможные неблагоприятные последствия воздействия линейных структур на человека и биосферу в целом в литературе объясняются различными причинами, в том числе формированием в их пределах геохимических и геофизических аномалий [2–5]. Для подтверждения этого вывода автором проанализированы особенности проявления геоактивных зон применительно к территории Беларуси в составе покровных отложений, подземных вод, физических полях Земли, интенсивности современных движений земной коры и состоянием древесной растительности.

Эти работы проводились с использованием опубликованных материалов [3; 6–14], а также в рамках выполнения следующих проектов Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований: «Эколого-геохимическая оценка ландшафтов Полесья Украины и Беларуси с целью охраны здоровья (X05K–032)»; «Разработать геохимические критерии влияния зон тектонических нарушений на экологическую обстановку в Беларуси и Украине» (X07K–044); «Выявить и проанализировать геохимические особенности четвертичных отложений Беларуси, влияющие на геоэкологическую обстановку» (X10–022). Собранные по тематике этих проектов материалы позволили сделать вывод о том, что геоактивным зонам в покровных отложениях (почвах) отвечают повышенные содержания Ni, V, Y, Cu, Ti, Co, реже – Cr, Zr, Co, Mn, Yb, еще реже – Pb, В, Nb, Be. При этом коэффициенты концентрации элементов (отношение содержания элемента в пробе к кларку соответствующего генетического типа отложений) чаще всего варьируют в интервале 1,1–2,5. В формирующихся геохимических аномалиях в большинстве случаев количества отдельных элементов не достигают предельно допустимых концентраций (ПДК). Однако местами содержание Ni, Cr, V, Mn, Pb может

приближаться и изредка даже превышать этот показатель. Так, в некоторых геоактивных зонах количество Ni составляет до 70 г/т (севернее г. Житковичи, восточнее г.п. Логишин), Cr – до 65–100 г/т и более (севернее г. Калинковичи, севернее г. Слуцк, западнее г.п. Туров), V – до 100 г/т и более (западнее г.п. Туров, восточнее г. Кобрин, восточнее г.п. Логишин), Mn – до 3 кг/т и более (восточнее г.п. Логишин, западнее г.п. Туров, юго-восточнее г. Светлогорск), Pb – до 30–40 г/т (южнее г. Борисов, севернее г. Береза, юго-восточнее г. Светлогорск).

Повышение концентраций отдельных элементов, минералов и соединений в геоактивных зонах отмечают и другие белорусские исследователи. В частности, В.А. Кузнецов с соавторами [15] установили, что в зонах разрывных нарушений и на ограниченных ими поднимающихся блоках земной коры накапливаются Ca, Mg, Fe, Ti, Zr, Mn, Ni, V, B, иногда Pb. К близкому выводу приводят и результаты изучения особенностей состава аллювия в долинах Днепра, Ясельды, Случи, Друти и Цны на участках пересечения с зонами различных линейных структур. Установлено, что в этих зонах в аллювии в 1,5–2 раза и более возрастает содержание тяжелых минералов (плотность более $2,89 \text{ г/см}^3$) – циркона, гранатов, амфиболов, ильменита, лейкоксена, рутила и др.

Помимо перечисленных элементов и минералов в геоактивных зонах могут формироваться повышенные концентрации радионуклидов. Так, с дизъюнктивами иногда увязываются контуры загрязненных площадей, появившихся в результате аварии на Чернобыльской АЭС [14]. Наглядно это проявляется на территории Воложинского грабена, где участки с загрязнением более 1 Ки/км^2 в субмеридиональном направлении контролируются Першайским и Ивенецким линейными разрывными нарушениями, а с севера и юга соответственно ограничиваются Ошмянским и Налибокским разломами. По данным [15], с линейными структурами, ограничивающими блоки земной коры, связывается также вторичное загрязнение радиоцезием аллювиальных отложений в долине Днепра, Сожа и, вероятно, других рек, дренирующих территории с повышенным содержанием чернобыльских радионуклидов.

И наконец, необходимо отметить, что в зонах разломов в покровных отложениях формируются аномальные концентрации радона, которые могут превышать фоновые значения в 2–5 раз. Хорошее подтверждение связи радоновых аномалий с разрывными структурами получено при выполнении специальных исследований по Солигорскому району, на территории Воложинского грабена и Центрально-Оршанского горста (измерения при совместных работах проводились специалистами Института радиологии Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и Геофизической экспедиции ГП «НПЦ по геологии»). Из полученных материалов [6; 7] следует, что в пределах Воложинского грабена наиболее четко в распределении концентраций рассматриваемого газа проявляются оба проникающих в чехол региональных разлома (Налибокский и Ошмянский). Удельная активность радона в почвенном воздухе составляет до 80–100 Бк/кг (фоновые значения не превышают 40 Бк/кг). В ряде случаев увеличение концентраций радона (до 60–70 Бк/кг) отмечается над разломами, которые по геологическим данным считаются непроницаемыми в чехол. Почти такая же картина выявлена и по результатам работ в левобережной части Днепра, где подавляющее большинство выделенных радоновых аномалий (до $17\text{--}18 \cdot 10^3 \text{ Бк/м}^3$ при фоновых содержаниях $3\text{--}6 \cdot 10^3 \text{ Бк/м}^3$) тяготеет к разрывным нарушениям.

Важность учета этих данных для прогноза (оценок) геоэкологической обстановки определяется тем, что коэффициент корреляции между концентрацией радона в почвенном воздухе и в жилых помещениях иногда достигает 0,8 [16]. При этом следует иметь в виду, что дозу облучения, принятую у нас в стране за предельно допустимую, можно получить при содержании радона в воздухе жилых помещений в количестве

51 Бк/м³ и нахождения там в течение 8 часов ежедневно, а при постоянном нахождении достаточно 17 Бк/м³ [17]. Проведенные В.А. Лазиным и В.Н. Морозовым исследования [17] показали, что в ряде помещений на территории Гомельской области объемная активность радона достигает следующих величин: подвал лабораторного корпуса Института радиологии – 780±143 Бк/м³; подвал жилого дома в пос. Новая Жизнь – 370±75 Бк/м³; подвал жилого дома в пос. Гомсельмаша 400±81 Бк/м³ и т.д. [17]. Несомненно, что часть повышенных концентраций радона в этих помещениях связана с зонами разрывных нарушений. Свой вклад вносят также горные породы в основании зданий, строительные материалы, атмосферный воздух, вода и др.

Формирование в геоактивных зонах на территории Беларуси аномалий физических полей Земли и активизация в их пределах тектонических движений является хорошо известным фактом [12; 13; 18], поэтому эта проблема в статье подробно не рассматривается. Следует только подчеркнуть, что в характеризуемых зонах возрастают скорости современных вертикальных движений до 20–40 мм/год, проявляются горизонтальные смещения земной коры до 40–50 мм/год, возрастает на 1–2 балла возможное проявление сейсмических процессов, может происходить подъем минерализованных вод, а в ряду случаев они даже образуют выходы на земную поверхность [11]. Кроме того, по мнению Р.Г. Гарецкого, Г.И. Каратаева [3; 9; 10], в зонах разломов постоянно происходят своеобразные электромагнитные бури, так как здесь непрерывно протекают встречные электромагнитные потоки – проникновение в литосферу внешнего электромагнитного поля Земли и вторичного индуктивного поля, формирующегося в электропроводящих слоях и выходящего на поверхность. При попадании человека в такие зоны его магнитное поле аномально возбуждается, что воздействует на функционирование внутренних органов, нарушая их физиологию.

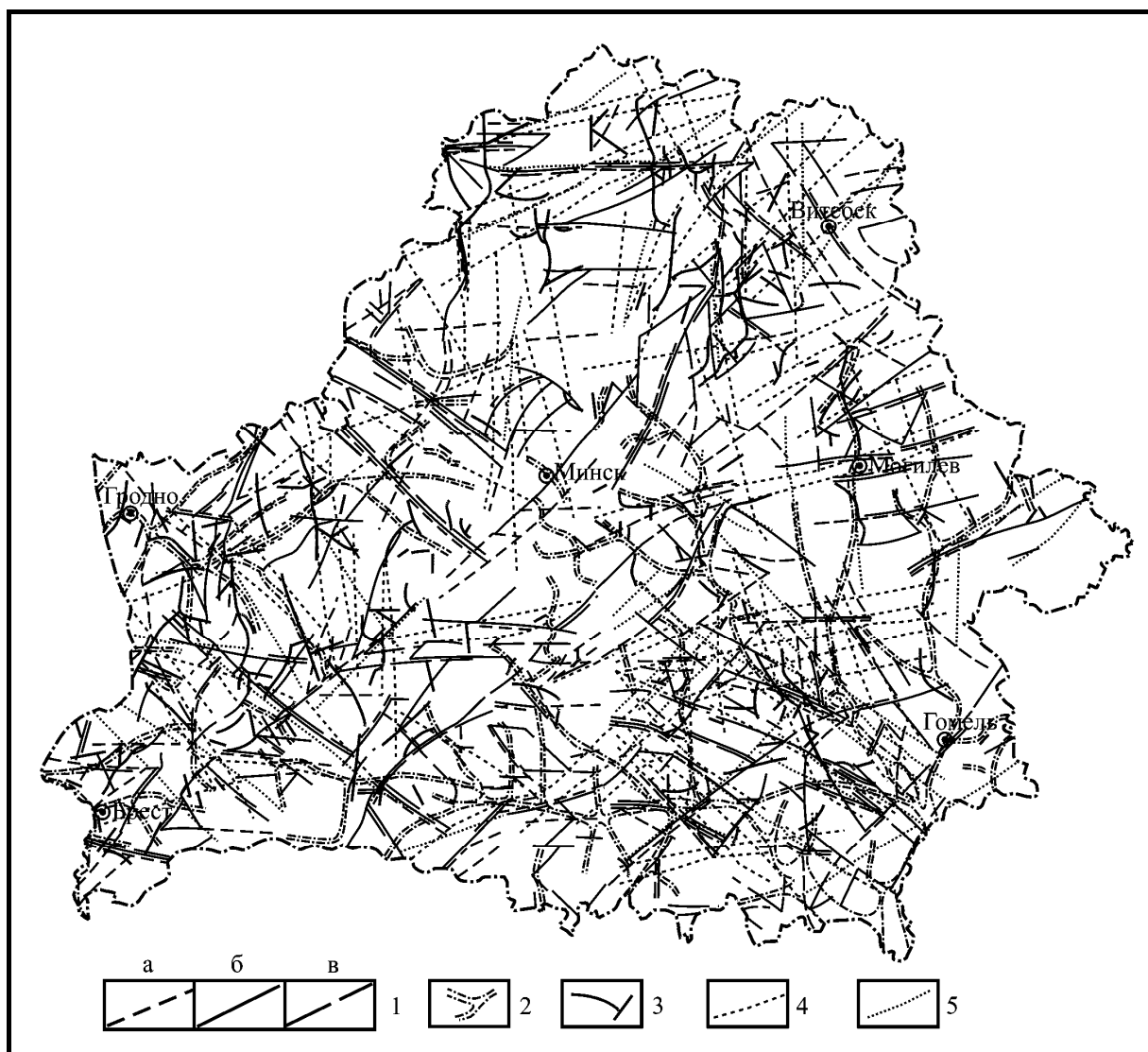
Таким образом, проведенные исследования на ключевых участках и обобщение литературных данных показали, что в геоактивных зонах формируются аномалии состава покровных отложений, электромагнитного поля, повышенные концентрации радона в почвенном воздухе. На этих территориях отмечаются более высокое залегание минерализованных подземных вод, проявления сейсмических процессов, увеличение скоростей современных вертикальных и горизонтальных движений земной коры, что и предопределяет влияние этих структур на экологическую обстановку.

Для того чтобы конкретизировать возможное воздействие геоактивных зон на экологическую обстановку, автором выполнена корреляция специально составленной схемы подобных структур (рисунок) со схемами распространения на территории Беларуси ряда заболеваний (онкологических, органов дыхания, кровообращения [19; 20]), со статистическими данными по здоровью населения по отдельным областям, районам и населенным пунктам [21–24, 25–27], с материалами по изучению состояния древесной растительности на ключевых участках по локализации наиболее тяжелых дорожно-транспортных происшествий. Проведенные сопоставления позволили охарактеризовать влияние геоактивных зон на среду обитания человека, здоровье населения и состояние лесной растительности.

Влияние геоактивных зон на среду обитания человека

Участки наиболее активного проявления современных движений, приуроченные к геоактивным зонам, заметно влияют на условия проживания и работы человека. В этом плане необходимо прежде всего подчеркнуть воздействие вертикальных и горизонтальных движений земной коры, ее сотрясаемости (сейсмичности) на целостность жилых и иных сооружений. Правда, в связи с тем, что территория страны расположена в пределах древней платформы, последствия тектонических движений проявляются не столь

часто и не в таких масштабах, как в зонах альпийского орогенеза, но тем не менее этот фактор необходимо учитывать, особенно при размещении крупных инженерных сооружений, аварии на которых могут иметь тяжелые последствия. В первую очередь опасность представляют зоны сочленения различных блоков земной коры, особенно если они разделяются активными на современном этапе разломами. Эти блоки могут двигаться с разной и достаточно большой скоростью (до нескольких десятков мм/год), причем знак перемещения обычно меняется от года к году и чаще. При определенных условиях на таких площадях может постепенно происходить снижение прочности промышленных и других конструкций, а возможно, и их разрушение.



1 – разрывные нарушения, проявившие активность в позднеплейстоцен-голоценовое (а), поздне-среднеплейстоценовое (б) и раннеплейстоценовое время (в);
 2 – погребенные речные долины;
 3 – погребенные ледниковые ложбины;
 4 – наиболее протяженные космолинеаменты;
 5 – наиболее протяженные тополинеаменты

Рисунок. – Геоактивные зоны на территории Беларуси

Еще более серьезную опасность представляют быстрые вертикальные и горизонтальные смещения при землетрясениях, интенсивность которых по расчетам специалистов для нашего региона в основном не превышает 5–6 баллов [8; 28]. Но уже и при такой балльности сейсмические процессы способны наносить повреждение зданиям, в грунтах могут появляться трещины, изменяется дебит источников и уровни воды в колодцах. Все это следует учитывать при строительстве различных сооружений, особенно АЭС, ГЭС, подземных хранилищ газа, химических заводов и др. При сооружении подобных объектов для избежания нарушений работы должны вестись из расчета возможного увеличения силы сейсмических толчков до 7 баллов. Вероятность проявления процессов такой интенсивности подтверждается тем, что при землетрясении 1887 г. в Борисове во многих домах разбились стекла, а при землетрясении 1908 г. в Островском районе раздавался сильный грохот, звон стекол, возникало впечатление, что рушатся дома, животные падали на колени, возникла трещина в земле протяженностью до 1 км.

Небольшая сотрясаемость земной поверхности может вызываться и некоторыми другими глубинными процессами. Так, в юго-западной части Минска отмечалось дрожание одного из многоэтажных зданий, которое сопровождалось постоянным звоном посуды и др. Проведенные геофизиками бывшего Института геологических наук НАН Беларуси исследования показали, что, скорее всего, причиной этого является движение подземных вод по погребенной долине или ложбине, над которой построено здание.

Еще одно неблагоприятное последствие движений по зонам разрывных нарушений (геоактивным зонам) связано с установленными поднятиями минерализованных растворов, что заметно ухудшает не только качество питьевых вод, но и может вызывать засоление почв, так как иногда эти воды достигают земной поверхности. Так, в долинах Припяти (дд. Валовск, Черноцкое, Конковичи Петриковского района, дд. Аравичи, Новопокровское, Ломачи Хойникского района) и Днепра (д. Остров Речицкого района), а также Уборти, Словечны, Желони отмечены выходы вод с минерализацией до 2,0–6,7 г/л [11]. Кроме того, необходимо отметить, что процессы в зонах разрывных нарушений способны вызывать сбои в работе электронных приборов примерно так же, как во время сильных магнитных бурь на территории Беларуси и России неоднократно отказывали семафорные системы, что создавало серьезные сложности для работы железнодорожного транспорта [3; 10].

Исследователями отмечается связь с зонами разломов различных аварий, увеличение числа пожаров, дорожно-транспортных происшествий. В частности, по наблюдениям в Санкт-Петербурге в зонах разломов возрастает количество автомобильных аварий от 30 до 1 000% [4]. Этой проблеме специальное внимание уделил и автор статьи. Статистика дорожно-транспортных происшествий с тяжелыми последствиями на дорогах Беларуси нами была получена из публикаций И. Козлик под рубрикой «Опасные дороги Беларуси» в «Комсомольской правде в Белоруссии» (от 11–13, 16, 17, 23, 30 июня и 1 июля 2009 г.). В этих публикациях приводятся данные за 2007–2009 гг. по участкам транспортных магистралей, где чаще всего происходят аварии с тяжелыми последствиями, дана четкая привязка положения этих участков.

Всего описано около 220 таких участков, которые в основном имеют протяженность 0,1–1,0 км. Причины аварий, конечно, могут быть разными: близость остановок электричек, дачных участков, перекрестки с интенсивным движением и транспорта и пешеходов и т.д. Однако в значительном числе случаев (не менее 70%) аварийные участки совпадают с геоактивными зонами, а учитывая, что детальность работ, по результатам которых выделены эти зоны, существенно различается в разных районах Беларуси, можно предположить, что этот процент несомненно возрастет при последующих геолого-геофизических работах. Из этого следует, что одной из причин повышенной аварийности на дорогах является пересечение ими зон разрывных нарушений, что

приводит к неадекватным реакциям водителей (их физических полей) на геофизические аномалии, существующие на этих участках.

Влияние геоактивных зон на древесную растительность

По материалам исследований, выполненных в районе Санкт-Петербурга, Пермского края, Западной Сибири, оз. Байкал и некоторых других регионов России [4; 29], установлено, что в геоактивных зонах хорошо развиваются ива, ольха, осина, дуб, ясень, вяз, но береза, липа, хвойные болеют (появляются наросты, уродливые формы – морфозы, довольно часто происходит раздвоение – дихотомия стволов, деревья чаще поражаются молниями, ломаются ветром), плохо развиваются яблони, сливы, груши, смородина, малина и др.

Известны определенные данные и о влиянии геоактивных зон на растительность Беларуси. В частности, Ю.М. Обуховский [30] обобщил материалы о возможности использования аномалий в строении растительного покрова, проявляющихся на высотных аэро- и космоматериалах, для дешифрирования некоторых структурных особенностей территории, в том числе и геоактивных зон (разломов, линеаментов, погребенных долин). Для этих целей им рекомендуется учитывать выделяющиеся по дистанционным материалам изменения плотности растительных сообществ, прямолинейные урочища еловых кустарниково-зеленомошных лесов, цепочки болотной и осоково-разнотравной луговой растительности, фрагменты грабово-еловых кисличных лесов, ложбинные черноольшанники и др. Интересные материалы получены о влиянии разломов на восстановление растительного покрова в этапы после отступления ледниковых покровов. В зонах разрывных нарушений ранее, чем на других территориях региона, появлялись ольха, липа, орешник, дуб.

Для уточнения выводов о возможном влиянии геоактивных зон на древесную растительность на территории региона изучено 8 ключевых участков, которые выбраны таким образом, что часть из них приурочена к геоактивным зонам, а другая расположена вне этих зон. Выявление особенностей древесной растительности проводилось на ключевых участках размером 100 × 100 м. На этих участках подсчитывалось общее количество и доля поврежденных деревьев. Последние представлены формами с раздвоенными, изогнутыми, сухими стволами, с различными наростами, раздувами, ободранной корой, обширными трещинами в коре. Результаты подсчетов приведены в таблице.

Таблица. – Характеристика древесной растительности на территории ключевых участков

Участок	Преобладающий состав растительности	Общее количество стволов	Количество поврежденных форм, %
1	Ель, сосна	1 030	15
2	Сосна, ель	2 020	30
3	Ель, сосна	1 960	20
4	Сосна, ель, дуб, береза	1 840	29
5	Сосна, береза, дуб	2 210	25
6	Сосна, береза	1 200	10
7	Сосна, ель, береза	1 120	17
8	Сосна, ель, дуб	1 160	50

Из данных таблицы следует, что в геоактивных зонах содержание поврежденных стволов древесной растительности возрастает в 1,4–5,0 раз по сравнению с прилегающими территориями. Эти цифры примерно отвечают данным, полученным по другим регионам. Например, в парках Санкт-Петербурга деформированных деревьев в геоактивных зонах в 2–5 раз больше, чем вне этих зон [4].

Следует отметить еще одну особенность древесной растительности на проанализированных ключевых участках: только в геоактивных зонах в составе леса в значительных количествах встречаются дубы.

Корреляция геоактивных зон с данными по заболеваемости населения

С учетом того, что собранные материалы по заболеваемости населения чаще представлены в обобщенном виде по областям, реже районам и еще реже по отдельным населенным пунктам, с целью выявления влияния геоактивных зон на заболеваемость населения использовано два подхода. Во-первых, наиболее общие данные по распространению болезней сопоставлялись с распределением плотности геоактивных зон; а во-вторых, материалы по отдельным населенным пунктам (районам, площадям) сравнивались с конкретными структурами.

Подобные корреляции позволили установить следующее. Повышенные значения плотности геоактивных зон характерны для Гомельской области ($0,2-0,3 \text{ км/км}^2$), минимальные ($0,1-0,2 \text{ км/км}^2$) – для Минской и Могилевской областей. С этими показателями установлена определенная корреляция распространения ряда заболеваний. В частности, в Гомельской области чаще, чем в других регионах страны, распространены психические расстройства у населения (до 1 398 заболеваний на 100 тыс. жителей), туберкулез (52), болезни крови и кроветворных органов (720), общая заболеваемость (1 455 100), новообразования (5 898 случаев на 100 тыс. жителей) [19]. В целом хронические болезни установлены у 43% населения. В противоположность этому для Минской и Могилевской областей относительно понижен уровень психических расстройств (842 случая на 100 тыс. жителей), болезней нервной системы (около 2 600), крови и кроветворных органов (407), реже отмечаются новообразования (около 5 100), относительно понижена общая заболеваемость (1 151 600). В целом хронические болезни выявлены у 36–38% от всего обследованного населения [19].

Конечно, будет не совсем корректно однозначно увязывать повышенную или пониженную заболеваемость только с плотностью геоактивных зон. Однако тот факт, что определенные корреляции между этими показателями существуют, подтверждают исследования на более ограниченных по площади территориях. Например, многие показанные на схеме [19] площади пониженной онкологической заболеваемости (менее 924 на 100 тыс. жителей): Браславский район, участок между гг. Молодечно и Вилейка, южная часть Волковысского района, Слуцкий, Жабинковский, Ганцевичский, Чечерский, Солигорский районы – характеризуются и минимальными значениями плотности геоактивных зон ($0,05-0,15 \text{ км/км}^2$).

На корреляцию распространения определенных болезней и плотности геоактивных зон указывают также данные по Воложинскому и Столбцовскому районам [25]. Территория Воложинского района пересекается 5 суперрегиональными и региональными разрывными нарушениями, а также серией локальных геоактивных структур. На площади Столбцовского района выделен 1 суперрегиональный разлом и несколько локальных структур. В 1989 г. в Воложинском районе зарегистрировано 173 случая заболеваний злокачественными новообразованиями, в Столбцовском – 145, в 1999 г. эти показатели составили соответственно 166 и 150 при примерно равной численности населения.

Достаточно интересные материалы получены при сопоставлении отдельных геоактивных зон и повышенных очагов распространения различных болезней. Так, общая заболеваемость населения в геоактивных зонах, которые пересекают Калинковичский, Жлобинский, Ветковский и Ельский районы Гомельской области, варьирует в интервале 827 900–1 069 200 случаев на 100 тыс. жителей. Вне геоактивных зон (Добрушский, Буда-Кошелевский, Кормянский, Наровлянский, Лельчицкий районы) аналогичный показатель составляет 510 100–707 100 [21]. Близкие данные получены и по территории

Гродненской области, где в геоактивных зонах (Берестовицкий, Кореличский районы) общая заболеваемость на 100 тыс. жителей составила 134 238–144 326, а вне зон (Воронский, Щучинский районы) – 105 966–112 065 [22]. Выявлены различия и в уровне инвалидности населения, который в геоактивных зонах (Свислочский, Берестовицкий районы) достигает 949–1 034 человек на 100 тыс. жителей, а вне зон (Сморгонский, Слонимский, Мостовский районы) – 572–670 человек.

Установлена определенная корреляция геоактивных зон и площадей повышенного распространения некоторых других заболеваний населения. Например, в Борисове и Минске, расположенных в зонах подобных структур, количество заболеваний органов дыхания у населения в 1997–1999 гг. в пересчете на 100 тыс. жителей соответственно составило 61,9 тыс. и 61,6 тыс., в то время как на прилегающих территориях (вне зон) эти показатели были заметно ниже: соответственно 33–40 тыс. и 40–50 тыс. [20]. В таких городах, как Пинск и Полоцк, находящихся вне геоактивных зон, заболеваемость в этот же период составила 38,8 тыс. и 45,2 тыс., на смежных территориях она была примерно такой же: 25–33 тыс. и 33–40 тыс. В г. Гродно, расположенном вне геоактивных зон, болезни органов дыхания установлены на уровне 11 170 на 100 тыс. жителей. В Глуске (геоактивная зона) и Быхове (вне зоны) эти показатели составили соответственно 26 100 и 18 150. Болезни системы кровообращения у населения г. Гродно характеризуется цифрой 22 780 на 100 тыс. жителей, а в расположенном в геоактивной зоне г. Свислочь – 30 000.

Разнообразные материалы по влиянию геоактивных структур на развитие определенных заболеваний получены по территории г. Гомеля [31]. На площади этого населенного пункта выделена достаточно густая сеть подобных структур. С юго-запада в направлении на северо-восток примерно по центру города проходит Лоевский региональный разлом. Он пересекается также почти в центре города субмеридиональным Урицким разломом. Кроме этих достаточно протяженных разрывных нарушений, по геолого-геофизическим данным выделено еще 9 локальных дизъюнктивов, погребенных долин и ложбин. Очевидно, с этим связан тот факт, что уровень онкологических заболеваний взрослого населения Гомеля в 1,5 раза превышают соответствующий показатель по области в целом и в 3 раза по Гомельскому району. Подобным же образом разнится распространение и ряда других заболеваний: болезни нервной системы в городе отмечаются чаще в 1,2 раза, чем в области, и в 3,5 раза, чем в районе, болезни кроветворной системы соответственно чаще в 1,7 и 1,9 раза, болезни костно-мышечной системы – в 1,7 раза и др.

Таким образом, приведенные выше данные показывают, что в геоактивных зонах заметно повышена заболеваемость населения. Например, частота проявления болезней органов дыхания возрастает в 1,5–2,3 раза, крови и кроветворных органов – в 1,3–1,9 раз, нервной системы – в 1,2–3,0 раза, костно-мышечной системы – в 1,7 раз, увеличивается число психических расстройств (в 1,7 раза), онкологических больных (в 1,2–3,0 раза), в 1,3–1,7 раза выше общая заболеваемость населения, в 1,5 раза – инвалидность и т.д. Все это позволяет однозначно относить геоактивные зоны к числу геопатогенных территорий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губин, В. Н. Геоэкология Минского региона / В. Н. Губин [и др.]. – Минск, 2005. – 116 с.
2. Введение в медицинскую геологию : в 2 т / под ред. Г. И. Рудько, О. М. Адаменко. – Киев, 2010.

3. Гарецкий, Р. Г. Основные проблемы экологической геологии / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // *Геоэкология*. – 1995. – № 1. – С. 28–35.
4. Геопатогенные зоны – миф или реальность / Е. К. Мельников [и др.]. – СПб., 1993. – 48 с.
5. Медицинская геология: состояние и перспективы / под ред. И. Ф. Вольфсона. – М., 2010. – 218 с.
6. Автушко, М. И. Концентрация радона в приповерхностных грунтах на территории Солигорского геодинамического полигона / М. И. Автушко, А. В. Матвеев // *Літасфера*. – 2010. – № 2 (32). – С. 98–103.
7. Автушко, М. И. Проявление линейных нарушений в концентрациях радона в покровных отложениях на территории Воложинского грабена / М. И. Автушко, А. В. Матвеев, Л. А. Нечипоренко // *Доклады АН Беларуси*. – 1996. – Т. 40, № 6. – С. 92–94.
8. Айзберг, Р. Е. Сейсмоструктура Беларуси и Прибалтики / Р. Е. Айзберг [и др.] // *Літасфера*. – 1997. – № 7. – С. 5–18.
9. Гарецкий, Р. Г. О постановке геолого-геофизических исследований в геопатогенных зонах / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // *Літасфера*. – 2012. – № 2 (37). – С. 83–94.
10. Гарецкий, Р. Г. Тектонофизическая модель геопатогенных зон литосферы Беларуси / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // *Проблемы водных ресурсов, геотермии и геоэкологии : материалы междунар. науч. конф.* – Минск, 2005. – Т. 2. – С. 232–234.
11. Кудельский, А. В. Гидрогеология / А. В. Кудельский // *Геология Беларуси*. – Минск, 2001. – С. 635–652.
12. Разломы земной коры Беларуси / под ред. Р. Е. Айзберга. – Минск, 2007. – 372 с.
13. Матвеев, А. В. Линеаменты территории Беларуси / А. В. Матвеев, Л. А. Нечипоренко. – Минск, 2001. – 124 с.
14. Тяшкевич, И. А. Геолого-геодинамические аспекты изучения радионуклидного загрязнения в результате аварии на Чернобыльской АЭС / И. А. Тяшкевич [и др.] // *Современные геологические процессы : тезисы докладов*. – Минск, 1997. – С. 46–47.
15. Кузнецов, В. А. Новые данные о строении и развитии долины р. Сож в голоцене / В. А. Кузнецов, С. Н. Веремчук, А. С. Глаз // *Доклады НАН Беларуси*. – 2000. – Т. 44, № 4. – С. 87–90.
16. Яковлева, В. С. Методы измерения плотности потока радона и торона с поверхности пористых материалов / В. С. Яковлева. – Томск, 2011. – 174 с.
17. Лазин, В. А. Методика регистрации радона в воздухе жилых помещений с помощью угольных сорбентов / В. А. Лазин, В. Н. Морозов // *Проблемы радиологии загрязненных территорий*. – Минск, 2001. – Вып. 1. – С. 221–225.
18. *Геология Беларуси* / под ред. А. С. Махнача, Р. Г. Гарецкого, А. В. Матвеева. – Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
19. Аношка, В. С. Комплекснае медыка-геаграфічнае раянаванне / В. С. Аношка [і інш.]. – 1 : 3 000 000 // *Нацыянальны атлас Беларусі*. – Мінск, 2002. – С. 167.
20. Казлова, Т. А. Захворванні органаў дыхання. / Т. А. Казлова, М. М. Піліпцэвіч, Р. М. Чысценка. – 1 : 4 000 000 // *Нацыянальны атлас Беларусі*. – Мінск, 2002. – С. 168.
21. *Здоровье населения и окружающая среда Гомельской области в 2012 г.* – Гомель, 2013. – 61 с.
22. *Здоровье населения и окружающая среда Гродненской области в 2012 г.* – Гродно, 2013. – 110 с.
23. *Здравоохранение в Республике Беларусь : офиц. сб. за 2011 г.* – Минск, 2012. – 304 с.
24. *Злокачественные новообразования в Беларуси 2001–2010* / под ред. О. И. Суконко, М. М. Сачек. – Минск, 2011. – 221 с.

25. Лаптенюк, С. А. Роль геодинамічных фактараў у экалогіі чалавека / С. А. Лаптенюк // Праблемы геалогіі і поіскаў палезных іскопаемых : матэрыялы VII універсітэцкіх геалогічных чтэнняў. – Мінск, 2013. – С. 130–132.

26. Лаптенюк, С. А. Аналіз дынамікі працэсаў з іспользаваўнем аналітычных характэрыстык вазвратных паслядоўнасьцяў / С. А. Лаптенюк, С. А. Вайцюк // Вопросы арганізацыі і інфарматызацыі здравоахранення. – 2012. – № 1. – С. 67–70.

27. Матвеев, А. В. Влияние геохимических аномалий в зонах разломов на заболеваемость населения / А. В. Матвеев, В. Е. Бордон // Природопользование. – 2009. – № 16. – С. 64–70.

28. Боборыкин, А. М. Землетрясения Беларуси и Прибалтики / А. М. Боборыкин [и др.] // Современное состояние сейсмических наблюдений и их обобщений. – Минск, 1993. – С. 29–39.

29. Бузыкин, А. И. Анализ структуры древесных ценозов / А. И. Бузыкин [и др.]. – Новосибирск, 1985. – 94 с.

30. Обуховский, Ю. М. Ландшафтная индикация : учеб. пособие / Ю. М. Обуховский. – Минск, 2008. – 255 с.

31. Красовская, И. А. Оценка состояния эколого-геологических условий урбанизированных территорий / И. А. Красовская, А. Н. Галкин. – Витебск, 2007. – 165 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 20.05.2015

Matveyev A.V. Influence of Geoactive Zones on the Geoecological Situation

It is shown that geoactive zones (faults, topo- and kosmolineament, some buried valleys and glacial hollows) cause formation in covering deposits of geochemical anomalies (the increased concentration of Ni, V, Y, Cu, Ti, Co, Rn, etc.) and anomalies of physical fields of Earth. Speeds of vertical earth movements to 20–40 mm/year increase in these zones, the horizontal movements sometimes are considerably shown (to 40–50 mm/year), intensity of seismic processes increases by 1–2 points, there is a rise to a terrestrial surface of the mineralized waters. All this negatively affects on environments, work of the electronic equipment, is correlated with increase in geoactive zones of disease of the population, wood vegetation, different accidents.

УДК 622.324:553.983

В.А. Михайлов¹, П.М. Чепиль², М.В. Гладун³¹*д-р геол. наук, проф., декан геологического факультета,
зав. каф. геологии месторождений полезных ископаемых**Киевского национального университета имени Т. Шевченко*²*канд. геол.-минер. наук, зав. отделом НАК «Нефтегаз Украины»*³*аспирант каф. геологии нефти и газа**Киевского национального университета имени Т. Шевченко,
инженер ДП «Наука-Нефтегаз»*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ НЕФТЕНОСНОСТИ СЛАНЦЕВЫХ ФОРМАЦИЙ СЕВЕРНО-ЗАПАДНОГО СЕКТОРА ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

В статье на основе оригинальных исследований природных комплексов северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины рассмотрен вопрос перспективности ее палеозойских отложений на т.н. «сланцевую нефть», залежи которой известны в некоторых сланцевых бассейнах мира (формация Баккен бассейна Уиллистоун в США, Парижский бассейн во Франции, баженовская свита в Сибири), на конкретных нефтегазоносных площадях определены перспективные интервалы, показана возможность продолжения перспективных структур и толщ на территорию Республики Беларусь.

Постановка проблемы

В последнее время в мире кроме проблемы сланцевого газа, добычу которого уже 7 лет осуществляет США, часто дискутируется проблема сланцевой нефти, добыча которой уже началась в палеозойской формации Баккен сланцевого бассейна Уиллистоун в США [22–25]. В Украине к комплексам, перспективным в отношении залежей нефти нетрадиционного типа, могут относиться палеозойские сланцы северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) и Предобруджинского прогиба, меловые отложения и олигоцен-нижнемиоценовая майкопская серия Причерноморской впадины, менилитовая свита олигоцена Карпат. Среди них наибольший интерес представляют девонские и карбоновые сланцы северо-западного сектора ДДВ, особенно в районах, которые граничат с Республикой Беларусь. Анализ их строения, структуры, состава, характера разреза, обогащения органическим веществом (ОВ), степени термической обработки, структурно-текстурных особенностей сланцевых пород и других характеристик являются актуальными и необходимыми для обоснования перспектив их нетрадиционной нефтеносности. Эти вопросы очень важны и для специалистов Республики Беларусь, на территорию которой продолжают эти отложения.

Анализ предыдущих исследований

Геологическому строению и нефтеносности ДДВ посвящено большое количество научных публикаций и отчетов [1–8; 12; 13; 18]. Достаточно широко в отечественной литературе изложена проблема сланцевого газа [9–11; 16; 17; 20; 21], в то время как проблеме сланцевой нефти посвящено только несколько статей [14; 19]. В работе [15] были рассмотрены основные особенности строения северо-западного сектора ДДВ и признаки нефтеносности породных комплексов, которые проявлены во многих скважинах района.

Главной целью статьи является анализ перспективности черносланцевых комплексов северо-западного сектора ДДВ в отношении поисков отложений нефти, связанных со сланцевыми (флишевыми) толщами.

Фактический материал и методика исследования

Нами проведены исследования, включающие анализ материалов бурения, геофизических исследований скважин, данных сейсморазведки, изучение и опробование керн на скважин, изучение вещественного состава, петрофизических свойств сланцев, их минерального и петрографического состава, определения состава ОВ, степени его катагенетических преобразований, закономерности распределения $C_{орг.}$, изучения форм нахождения и компонентного состава углеводородов, анализ возможностей геофизических методов для предварительной оценки потенциального значения сланцевых формаций как источника углеводородов. Эти исследования были проведены на следующих объектах (скважинах) северо-западного сектора ДДВ:

- 1) *приосевая зона*: Нежинская-338; Щуровская-10; Артюховская-13; Рудовская-5;
- 2) *северный борт – северная прибортовая зона*: Северо-Загорьевская-1; Хорольская-398; Южно-Афанасиевская-5, -10, -11;
- 3) *северная прибортовая зона*: Борзнянская-303; Кинашевская-6; Ушнянская-1; Борковская-15;
- 4) *западная прибортовая зона*: Ведельцевская-3, -5; Пакульская-227; Олешнянская-2.

На основе мирового опыта были приняты следующие критерии выделения перспективных на сланцевую нефть комплексов: литологический состав (преобладание черносланцевых толщ), значительная мощность (не менее 15–30 м), значительное площадное распространение (сотни км²), сравнительно небольшие глубины залегания (не более 2–4 км), повышенное содержание ОВ (не менее 1%) и $C_{орг.}$ (более 1%), достаточно высокая степень термической переработки (R_o не менее 0,8–1,0), низкая пористость (2–7%), наличие прямых признаков нефтеносности и т.д.

Особенности геологического строения северо-западной части ДДВ

В структуре северо-западного сектора ДДВ выделяют приосевую, южную и северную прибортовые зоны; северный и южный борта. Структура осадочного комплекса осложнена выступами фундамента (Брусиловско-Кошелевский, Чемерский, Лосиновский, Монастырищенско-Августовский, Дорогинский, Леляковский, Макиевско-Гнединцевский, Талалаевский, Великобубновский, Гайворонский), солянокупольными структурами (Парафеевская, Иваницкая, Буромская, Ивангородская, Омбишевская, Дмитриевская, Кропивнянская, Нежинская, Рябушинская и др.) и рядом межкупольных депрессий (мульд) (Нежинская, Гужевская, Дмитриевская и др.).

Традиционно для палеозоя ДДВ здесь выделяют три основных структурно-стратиграфических комплекса: среднедевонский платформенный, верхнедевонский рифовой, карбон-нижнепермский миогеосинклинальный.

Девонские отложения, как правило, не выходят за границы краевых разломов, размещаясь в пределах грабена. В их составе часто выделяют подсолевой, нижний соленосный, межсолевой, верхний соленосный и надсолевой комплексы. По палеонтологическим данным в составе комплексов выделяют аналоги региональных горизонтов Восточно-Европейской платформы (ВЕП), а также многочисленные местные стратиграфические подразделения. В девонских отложениях открыты небольшие залежи тяжелой нефти (Бахмацкое, Холмское, Тванское), промышленная нефтеносность установлена на Ядутовской площади (северная прибортовая зона). В ряде структур (Грибоворуднянская, Борковская, Ивашкинская, Седневская) зафиксированы проявления углеводородов. В то же время территория имеет большие перспективы для выявления углеводородов в нетрадиционных коллекторах – глинистых породах, обогащенных ОВ. В ее границах выделяются следующие формации:

1) *глинисто-карбонатная подсолевая* (коррелируется с семилукским горизонтом франского яруса ВЕП): известняки с прослоями аргиллитов в нижней части, пестроцветные туфогенные породы; мощность формации – до 60 м;

2) *глинистая и терригенно-глинистая межсолевая* (коррелируется с задонским и елецким горизонтами франского яруса ВЕП): аргиллиты с прослоями алевролитов и известняков;

3) *озерско-хованская терригенно-глинистая*: образовалась в субконтинентальных условиях, обогащена рассеянным ОВ растительного происхождения.

Почти все месторождения углеводородов северо-западного сектора ДДВ сосредоточены в карбонатных отложениях, среди которых выделяют такие формации:

1) *турнейско-нижневизейская угленосная*: аргиллиты, алевролиты с прослоями песчаников, слоями каменного угля; мощность – около 100 м, бывает до 300–350 м;

2) *кремнисто-карбонатная (рудовские слои)*: черные кремнистые мергели и силициты, обогащенные ОВ сапропелевого состава; мощность отложений – 40–50 м;

3) *глинистая (солоховская свита, XIIa Микрофаунистический горизонт)*: чередование аргиллитов и алевролитов темно-серых и черных мощностью до 700 м; в прибрежных зонах – карбонаты мошковой свиты;

4) *сероцветная слабоугленосная (андрияшевская, перекопская, васильковская, луценковская свиты)*: аргиллиты, угленосные прослойки; мощность – до 600 м;

5) *параллическая слабоугленосная верхнебашкирская-московская*: аргиллиты; мощность – 600–1 500 м.

Результаты исследований

В результате исследований выделены перспективные породные комплексы, определен состав ОВ, степень его термического преобразования, выделены конкретные интервалы, перспективные на поиски сланцевой нефти. Перспективные породные комплексы представлены преимущественно аргиллитами, сланцами и черными сланцами, развитыми на разных уровнях стратиграфического разреза девона и карбона северо-западного сектора ДДВ (рисунок 1).



Рисунок 1. – Образец 90XP. Черный сланец.
Св. Хорольская-398, инт. 2641–2657

Основные типы пород:

1. *Черные сланцы и аргиллиты* (шлифы 61НЖ, 64НЖ, 74ЩР–76ЩР, 77АР, 78АР). Характеризируются пелитовой и фитопелитовой структурой, слоистой и сланцеватой текстурой; сложены глинисто-гидроslюдистой массой преимущественно каолинитового состава криптокристаллической структуры коричнево-бурого цвета, обогащенной растительным равномерно рассеянным детритом (до 35–40%), на фоне которой выделяются пятнистые скопления угловатых обломков кварца, полевого шпата, мусковита, единичных зерен хлорита; присутствуют обломки (0,15–0,2 мм) криноидей, часто присутствует глобулярный пирит; тип мацерал: витринит, колодетринит, колотеленит, иногда встречаются остатки битума (рисунки 2–5).

2. *Алевро-аргиллиты* (шлифы 63НЖ, 68БР, 69БР). Имеют алевропелитовую структуру, текстуру взмучивания и сланцеватую; сложены обломками (30–40%) кварца и гидратированной слюды размером до 0,03 мм в глинистом цементе с примесью углистого материала, пиритизированного растительного детрита (5–7%).



Рисунок 2. – Черный сланец, обогащенный органическим веществом (шлиф 61НЖ), ×10

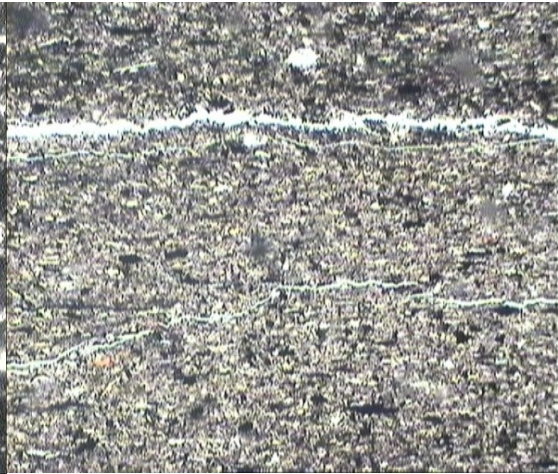


Рисунок 3. – Черный сланец, обогащенный растительным детритом (шлиф 78АР), ×4

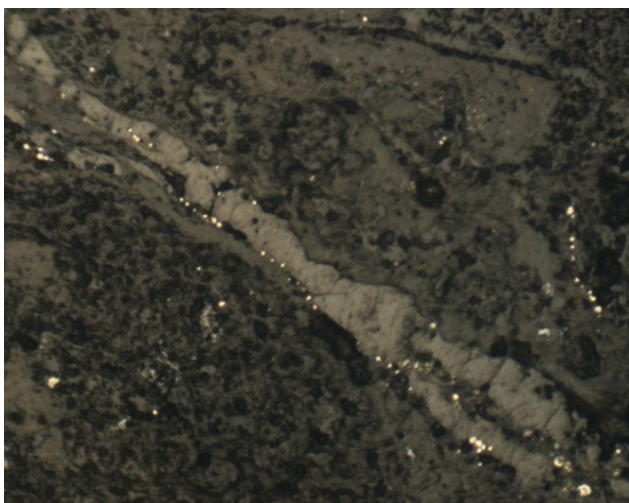


Рисунок 4. – Витродетринит с вкрапленностью пирита (аншлиф 84БК)

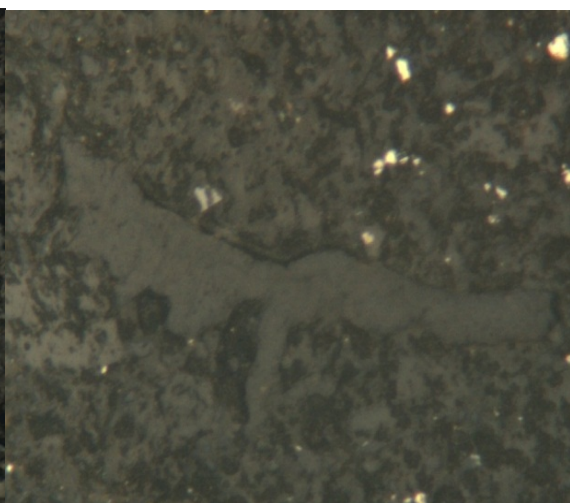


Рисунок 5. – Битум в ассоциации с вкрапленностью пирита (аншлиф 85БК)

3. *Алевролиты* (шлифы 60НЖ, 65НЖ). С фитоалевритовой мелкозернистой структурой, тонко-линзовидной слоистой текстурой, сложены обломками размером 0,01–0,025 и 0,025–0,1 мм (до 80%) кварца (20–40%), полевого шпата (до 40%), биотита (до 10%), граната (до 1%), растительного детрита (20–40%), а также землистых агрегатов карбонатов крипнокристаллической структуры (30–35%), микрочешуйчатых агрегатов хлорита, глинисто-гидрослюдистых агрегатов, обломков микрокристаллического кремнезема, удлиненных лейст мусковита (1–2%) в поровом и базальном углисто-карбонатном и гидрослюдистом (хлорит-гидрослюдистом) цементе; растительный детрит мелкий, алевритового размера, бурого и черного цвета, равномерно распределенный по породе; выделяется трещиноватость трех типов: 1) короткие непротяженные вдоль напластования или под острым углом к нему, шириной 0,001–0,002 мм, длиной 0,5–5,0 мм, выполненные гидрослюдой (трещины усыхания); 2) вдоль напластования шириной 0,025–0,040 мм; 3) расположенные под большим углом по отношению к напластованию, часто сильно разветвленные (рисунки 6, 7).

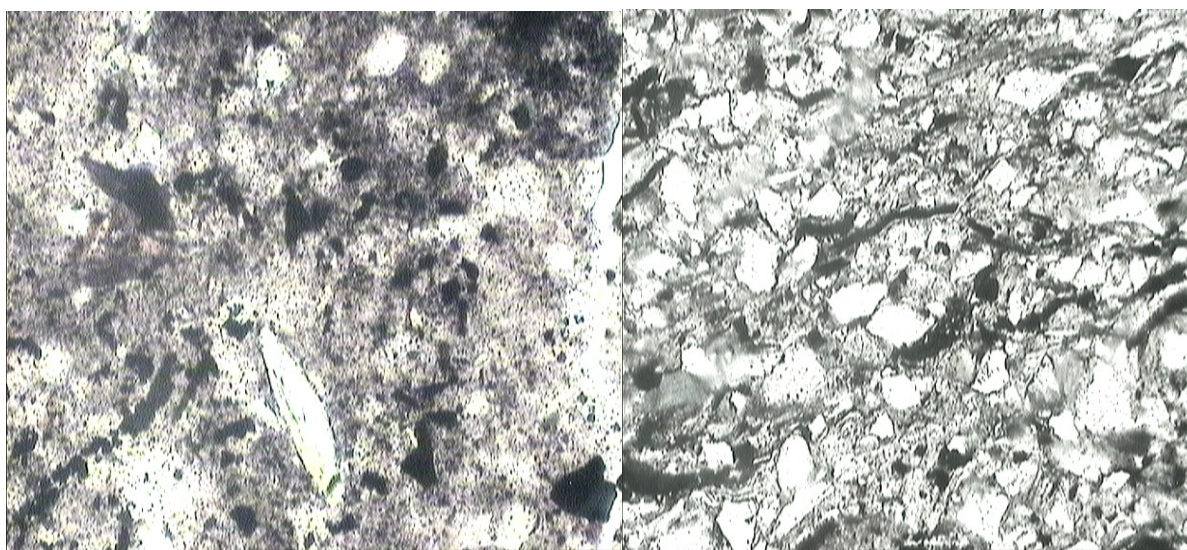


Рисунок 6. – Алевролит, обогащенный растительным детритом (шлиф 63НЖ), ×10

Рисунок 7. – Алевролит с растительным детритом (шлиф 65НЖ), ×4

4. *Известковистые алевролиты и мергели* (шлифы 62НЖ, 66НЖ, 68БР, 69БР). Структура алевропелитовая и алевропсаммитовая, текстура органогенно-детритовая, часто слоистая, порода сложена обломками (0,05–4,00 мм) фауны (криноидей, фузулид и др.) в поровом карбонатном цементе (до 10–15%); растительный детрит присутствует в небольшом количестве (до 1%).

Результаты изучения геохимических особенностей пород, содержания $C_{орг.}$ и других компонентов, термического анализа пород, определения отражательной способности витринита представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1. – Геохимические особенности пород северо-западного сектора ДДВ

Скважина	Проба	Интервал	Индекс	Порода	$C_{орг.}, \%$	$H_2O, \%$	$U \cdot 10^{-4}, \%$
Приосевая зона							
Нежинская-338	60НЖ	2799–2815	C_{1s}	Аргиллит	3,21	2,25	4,8
	61НЖ	3075–3090	C_{1v_2}	Аргиллит	7,60	1,49	15,3
	63НЖ	3136	C_{1v_2}	Алевролит	6,76	2,14	5,6
	64НЖ	3138	C_{1v_2}	Аргиллит	8,00	2,27	5,3
	65НЖ	3190–3199	C_{1v_2}	Алевролит	3,17	2,26	2,8
	66НЖ	3235–3242	C_{1v_2}	Алевролит	1,35	0,41	3,0
	67НЖ	3235–3242	C_{1v_2}	Аргиллит	16,63	2,70	11,2

Продолжение таблицы 1

Щуров- ская-10	75ЩР	3179–3186	C _{1v}	Песчаник	2,31	1,06	3,0
	74ЩР	3225–3232	C _{1v}	Аргиллит	3,32	1,53	5,1
Артюхов- ская-13	78АР	4268–4270	C _{1v2}	Аргиллит	6,13	1,31	4,3
	77АР	4302–4309	C _{1v2}	Аргиллит	7,77	1,57	4,5
Рудовская-5	101РД	5042–5044	C _{1v}	Аргиллит	6,41	0,65	3,6
Северный борт – северная прибортовая зона							
Хороль- ская-398	92ХР	2430–2444	C _{1s}	Аргиллит	3,01	0,81	3,6
	91ХР	2579–2591	C _{1v}	Аргиллит	4,16	0,82	3,5
	90ХР	2641–2657	C _{1v}	Аргиллит	5,53	0,89	7,9
Южно- Афанасьев- ская-5	94АФ	2939–2947	C _{1s}	Аргиллит	2,99	<0,05	4,2
	95АФ	3098–3106	C _{1v}	Аргиллит	4,03	<0,05	5,2
	93АФ	3310–3313	C _{1v}	Аргиллит	5,02	0,11	5,3
Южно- Афанасиев- ская-10	98АФ	2797–2809	C _{1s}	Аргиллит	4,18	0,36	4,2
	96АФ	3056–3068	C _{1v}	Аргиллит	3,95	1,06	3,4
	97АФ	3068–3080	C _{1v}	Аргиллит	4,44	0,64	5,5
Южно- Афанасиев- ская-11	99АФ	2889–2900	C _{1s}	Аргиллит	3,54	1,20	3,4
	100АФ	3175–3180	C _{1v}	Аргиллит	4,80	0,64	3,3
Северная прибортовая зона							
Борзнян- ская-303	68БР	2967–2972	D _{3fm}	Аргиллит	–	–	–
	69БР	2996–3003	D _{3fm}	Аргиллит	1,35	0,43	1,9
Кинашев- ская-6	72БР	1979–1982	D _{3fm}	Черный сланец	40,37	4,18	22,2
	71БР	2128–2137	D _{3fm}	Аргиллит	4,43	3,00	3,6
	73БР	2208–2218	D _{3fm}	Алевролит	1,20	0,86	3,6
Ушнянская-1	89УШ	2177–2192	D _{3fm}	Алевролит	1,51	1,15	1,8
	87УШ	2565–2575	D _{3fm}	Аргиллит	2,79	0,66	2,3
	88УШ	2577–2591	D _{3fm}	Аргиллит	2,64	0,64	2,1
Борков- ская-15	84БК	2787–2797,3	D _{3fm}	Аргиллит	1,08	0,49	1,1
	83БК	2827,6–2838	D _{3fm}	Аргиллит	1,15	1,07	2,8
	82БК	2902,8–2915	D _{3fm}	Аргиллит	1,39	1,18	1,8
	81БК	3016–3021	D _{3fm}	Аргиллит	1,72	1,18	2,8
	85БК	3756–3767	D _{3fm}	Аргиллит	2,04	0,09	2,2
Западная прибортовая зона							
Олешнян- ская-2	86БК	2620–2630	D ₂	Аргиллит	1,53	0,99	3,7

Таблица 2.– Результаты термического анализа пород северо-западного сектора ДДВ

Проба	Интервал	Индекс	Порода	<120°C	120–300°C	300–390°C	390–550°C	ТОС, %
Приосевая зона								
Скважина Нежинская-338								
60НЖ	2807–2815	C _{1s}	Аргиллит	0,80948	1,56745	0,19618	2,7488	4,51243
62НЖ	3132	C _{1v2}	Алевролит	0,04313	0,08979	0,05595	0,71391	0,85965
63НЖ	3136	C _{1v2}	Алевролит	2,03944	0,78995	0,39856	4,29682	5,48533
64НЖ	3138	C _{1v2}	Аргиллит	0,94053	1,17661	0,41043	3,21533	4,80237
65НЖ	3190–3199	C _{1v2}	Алевролит	1,83503	0,84335	0,22787	2,70471	3,77593
66НЖ	3235–3242	C _{1v2}	Алевролит	0,05034	0,21732	0,07466	1,12358	1,41556
67НЖ	3235–3242	C _{1v2}	Аргиллит	2,50894	1,60914	0,78269	6,52026	8,91209
Скважина Щуровская-10								
75ЩР	3179–3186	C _{1v}	Песчаник	0,48502	0,37807	0,24388	2,63938	3,26133
74ЩР	3225–3232	C _{1v}	Аргиллит	1,16176	0,55213	0,3055	3,65293	4,51056

Продолжение таблицы 2

Скважина Аргюховская-13								
78АР	4268–4270	C _{1v2}	Аргиллит	0,48257	0,56341	0,19133	3,47464	4,22938
77АР	4302–4309	C _{1v2}	Аргиллит	0,87047	0,54154	0,27004	3,41936	4,23094
Северный борт – северная прибортовая зона								
Скважина Хорольская-338								
92ХР	2430–2444	C _{1s}	Аргиллит	0,55974	0,92171	0,60037	3,59221	5,11429
91ХР	2579–2591	C _{1v}	Аргиллит	1,33266	0,91575	0,60529	4,09238	5,61342
Скважина Южно-Афанасьевская-5								
93АФ	3310–3313	C _{1v}	Аргиллит	1,23056	0,96802	0,58037	3,34895	4,89734
Скважина Южно-Афанасьевская -10								
96АФ	3056–3068	C _{1v}	Аргиллит	1,19322	0,67195	0,51472	2,89293	4,07960
97АФ	3068–3080	C _{1v}	Аргиллит	1,50523	2,07115	0,51613	3,34486	5,93214
Северная прибортовая зона								
Скважина Борзнянская-303								
68БР	2967–2972	D _{3fm}	Аргиллит	0,91629	1,61699	0,48527	2,17265	4,27491
69БР	2996–3003	D _{3fm}	Аргиллит	0,29882	0,10619	0,11476	1,53143	1,75238
70БР	3397–3404	D _{3fm}	Аргиллит	0,5825	1,0952	0,26858	2,51808	3,88118
Скважина Кинашевская-6								
71БР	2128–2137	D _{3fm}	Аргиллит	0,79198	0,59624	0,12336	1,4101	2,12978
73БР	2208–2218	D _{3fm}	Алевролит	0,06596	0,38891	0,17649	1,68443	2,24983
Скважина Ушнянская-1								
89УШ	2177–2192	D _{3fm}	Алевролит	1,48941	1,79369	0,40087	2,7253	4,91986
87УШ	2565–2575	D _{3fm}	Аргиллит	0,90951	1,76804	0,44157	2,32894	4,53855
Скважина Борковская-15								
83БК	2827,6–2838	D _{3fm}	Аргиллит	1,53818	1,44762	0,62042	3,3196	5,38764
Западная прибортовая зона								
Скважина Олешнянская-2								
86БК	2620–2630	D ₂	Аргиллит	1,20379	0,45665	0,25518	2,61867	3,33050

Таблица 3. – Результаты измерения отражательной способности витринита пород северо-западного сектора ДДВ

Скважина	Проба	Интервал	Индекс	Порода	Количество замеров	Среднее
Приосевая зона						
Нежинская-338	60НЖ	2807–2815	C _{1s}	Черные аргиллиты	13	1,98
	65НЖ	3138	C _{1v2}	Аргиллит	23	1,15
Щуровская -10	76ЩР	3173–3179	C _{1v}	Аргиллит	23	1,15
	75ЩР	3179–3186	C _{1v}	Песчаник	13	1,10
Аргюховская-13	78АР	4268–4270	C _{1v2}	Аргиллит	10	1,70
	77АР	4302–4309	C _{1v2}	Аргиллит	16	0,95
Рудовская-3	101РД	5042–5044	C _{1v}	Аргиллит	37	1,47
Северный борт и прибортовая зона						
Хорольская-338	92ХР	2430–2444	C _{1s}	Аргиллит	27	1.46
	90ХР	2641–2657	C _{1v}	Аргиллит	33	0.70
Южно-Афанасьевская-5	94АФ	2939–2947	C _{1s}	Аргиллит	32	1.00
	95АФ	3098–3106	C _{1v}	Аргиллит	31	1.08
	93АФ	3310–3313	C _{1v}	Аргиллит	29	1.21
Южно-Афанасьевская-10	98АФ	2797–2809	C _{1s}	Аргиллит	34	0.95
	96АФ	3056–3068	C _{1v}	Аргиллит	43	1.05
	97АФ	3068–3080	C _{1v}	Аргиллит	46	1.03

Продолжение таблицы 3

Южно-Афанасьевская-11	99АФ	2889–2900	C _{1s}	Аргиллит	37	1.08
	100АФ	3175–3180	C _{1v}	Аргиллит	46	1.06
Северная прибортовая зона						
Ушнянская-1	89УШ	2177–2192	D _{3fm}	Алевролит	51	0,80
Борковская-15	84БК	2787–2797,3	D _{3fm}	Аргиллит	30	0.76
	83БК	2827,6–2838	D _{3fm}	Аргиллит	21	1.07
	81БК	3016–3021	D _{3fm}	Аргиллит	25	1.11
	85БК	3756–3767	D _{3fm}	Аргиллит	4	1.10

Из полученных результатов видно, что в северо-западном секторе ДДВ широко развиты сланцевые комплексы, которые характеризуются высоким содержанием ОВ (R_o 0,8–1,9), имеют прямые признаки нефтеносности, т.е. соответствуют критериям, присущим породам известных сланцевых бассейнов мира с промышленной нефтеносностью нетрадиционного типа. Это свидетельствует о высокой перспективности северо-западного сектора ДДВ в отношении залежей сланцевой нефти. Анализ материалов бурения и переинтерпретация материалов геофизических исследований скважин дали возможность выделить конкретные интервалы на конкретных объектах этой части ДДВ.

Выводы

В северо-западной части ДДВ выделен ряд породных комплексов и площадей, перспективных в отношении залежей сланцевой нефти, среди которых особо нужно выделить такие:

1) визейская толща черных углефицированных аргиллитов Нежинской площади (осевая зона), которая на глубине 4 268–4 309 м вскрыта скважиной Артюховская-13 (мощность 41 м; содержание ОВ – 4,23%, $C_{орг.}$ – 6,13–7,77%, R_o – 0,95–1,70; пористость – 0,7–2,2%);

2) серпуховская толща аргиллитов Хорольской площади (северный борт – северная прибортовая зона), которая на глубине 2 885–3 068 м вскрыта скважинами Афанасьевская-5, -11 (мощность 42–183 м; содержание $C_{орг.}$ – 2,99–3,54%, R_o 1,00–1,08; пористость – 8,0–8,2);

3) визейская толща аргиллитов Хорольской площади (северный борт – северная прибортовая зона), которая на глубине 2 636–3 376 м вскрыта скважинами Хорольская-398, Афанасьевская-5, -10 (мощность 42–115 м; содержание ОВ – 4,08–5,93%, $C_{орг.}$ – 3,5–5,53%, R_o –1,03–1,74; пористость – 10,5%);

4) фаменская толща аргиллитов Кинашевской площади (северная прибортовая зона), которая на глубине 2 102–3 019 м вскрыта скважинами Борзнянская-303, Кинашевская-6, Ушнянская-1, Борковская-15 (мощность 23–124 м, содержание ОВ – 1,75–5,39%, $C_{орг.}$ – 1,15–4,43%, R_o – 1,07; пористость –3,2–8,9%).

Общие ресурсы сланцевой нефти Восточного НГР по аналогии с формацией Баккен предварительно оцениваются в 2,0–2,5 млрд бар. (280–350 млн т). Вероятно, перспективные сланцевые толщи и структуры продолжают на территорию Республики Беларусь, где в Припятском прогибе известны их возрастные и породные аналоги. Это обуславливает необходимость постановки общих со специалистами Республики Беларусь тематических исследований девонских и карбоновых сланцевых формаций зоны стыка ДДВ и Припятского прогиба. В данное время предполагается, что поиск запасов сланцевой нефти и газа будет проводиться на участке №7 «Притокский» Припятского бассейна. Для поисковых работ определена территория площадью 580 км², расположенная между Золотухинским и Южно-Осташковичским нефтяными месторождениями в Гомельской области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас родовищ нефти і газу України : в 6 т. / редкол. : М. М. Іванюта [и др.]. – Львов : Центр Европы, 1998. – Т. 1. – 494 с.
2. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Методика изучения глубинных структур и нефтегазоносности / редкол.: В. К. Гавриш [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1987.
3. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Нефтегазоносность / редкол.: Б. П. Кабышев [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1989. – 170 с.
4. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Стратиграфия / редкол.: Г. И. Вакарчук [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1989. – 170 с.
5. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие / редкол.: В. К. Гавриш [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1989. – 208 с.
6. Гурский, Д. С. Сланцевый газ и проблемы энергообеспечения Украины / Д. С. Гурский [и др.] // Мінеральні ресурси України. – 2010. – № 3. – С. 3–8.
7. Лебідь, В. Облямування схилів виступів фундаменту – перспективний об'єкт пошуку вуглеводнів на Роменсько-Охтирській ділянці / В. Лебідь // Геолог України. – 2010. – № 3. – С. 49–56.
8. Лукин, А. Е. Литогеодинамические факторы нефтегазонакопления в авлакогенных бассейнах / А. Е. Лукин. – Киев : Наукова думка, 1997. – 219 с.
9. Лукин, А. Е. Концепция главных фаз нефте- и газообразования в свете современных представлений о зональности нафтидообразования / А. Е. Лукин // Геол. журн. – 2007. – № 4. – С. 17–30.
10. Лукин, А. Е. Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине. Ст. 1: Современное состояние проблемы сланцевого газа (в свете опыта освоения его ресурсов в США) / А. Е. Лукин // Геол. журн. – 2010. – № 3. – С. 17–32.
11. Лукин, А. Е. Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине. Ст. 2: Черносланцевые комплексы Украины и перспективы их газоносности в Вольно-Подоллии и Северо-Западном Причерноморье / А. Е. Лукин // Геол. журн. – 2010. – № 4. – С. 7–24.
12. Лукин, А. Е. Перспективы сланцевой газоносности Днепровско-Донецкого авлакогена / А. Е. Лукин // Геол. журн. – 2011. – № 1. – С. 21–41.
13. Лукін, О. Ю. Девон Дніпровсько-Донецького авлакогену (тектоно-седиментаційні комплекси, формації, генетичні типи відкладів та літогеодинаміка) / О. Ю. Лукін // Геол. журн. – 2006. – № 2. – С. 26–48.
14. Лукін, О. Ю. Про роль глибинних і надглибинних флюїдів у нафтогазоутворенні / О. Ю. Лукін, Ю. І. Піковський // Геол. журн. – 2004. – № 2. – С. 21–33.
15. Михайлов, В. Сланцева нафта і технології її видобутку / В. Михайлов, В. Гулій, М. Гладун // Геолог України. – 2013. – № 2. – С. 71–81.
16. Михайлов, В. А. Особенности геологического строения и перспективы нефтеносности окраинных районов северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины / В. А. Михайлов, Н. С. Дудников // Весн. Брєсц. ун-та. Сер 5. Хім. Біял. Навукі аб зямлі. – 2013. – № 2. – С. 79–84.
17. Михайлов, В. А. Перспективи газоносності сланцевих відкладів Болтиської западини / В. А. Михайлов, В. М. Загнітко, Л. С. Михайлова // Зб. наук. пр. ін-ту Тутковського. – Київ, 2011. – С. 23–29.
18. Михайлов, В. А. Перспективи нафтогазоносності імпактних структур Українського щита / В. А. Михайлов, П. М. Чепіль // Геолог України. – 2012. – № 1–2. – С. 72–82.

19. Михайлов, В. А. Перспективи відкриття в Україні нетрадиційних родовищ нафти, пов'язаних зі сланцевими і флішевими відкладами / В. А. Михайлов [та ін.] // Нафтогазова промисловість. – 2012. – № 1. – С. 55–59.
20. Михайлов, В. А. Перспективи газоносності сланцевих відкладів Дніпровсько-Донецької западини / В. А. Михайлов [та ін.] // Геолог України. – 2011. – № 2. – С. 51–58.
21. Новосилецкий, Р. М. Геогидродинамические и геохимические условия формирования залежей нефти и газа Украины / Р. М. Новосилецкий. – М. : Недра, 1975. – 228 с.
22. Andrews, A. Oil Shale: History, Incentives and Policy / A. Andrews // Congressional Research Service. – 2006.
23. Bakken: Making waves from Bismarck to Brisbane // Reservoir Solutions. – 2011. – March–May. – Vol. 14, № 1. – P. 1–8.
24. Francu, J. A study on the EU oil shale industry viewed in the light of the Estonian experience / J. Francu [et al.] // A report by EASAC to the Committee on Industry, Research and Energy of the European Parliament. – European Academies Science Advisory Council, May, 2007.
25. Exshaw / Bakken Shale Oil Resource Play. – Vecta Oil & Gas Ltd. – March, 2011.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 16.03.2015

Mykhailov V., Chepil P., Gladun M. The Perspectives of Shale Oil of the North-Western Part of the Dnieper-Donetsk Depression

Based on the original studies of natural systems in north-western part of the Dnieper-Donets basin, the article outlines the issues of so called “shale oil” occurrence potential in its Paleozoic deposits, that is recovered in certain shale basins of the world (Bakken formation in Willowstone basin in the United States, Paris basin in France, Bazhenov formation in Siberia, etc.); promising oil and gas bearing intervals are identified in specific areas, and the possibility of the continuation of prospective structures and strata in the territory of Belarus Republic is demonstrated.

УДК 911.52:551.311.234.6

Н.В. Михальчук*канд. биол. наук, доц.,**директор Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси***ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ
КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В МЕЛКОВОДНЫХ ВОДОЕМАХ
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**

Предложен механизм возможного формирования карбонатных отложений в почвах гидроморфного ряда в условиях западной части Белорусского Полесья. Показано, что их накопление могло происходить в мелководных частях водоемов приозерного типа.

Введение

Карбонатное состояние почв, источники поступления и возможные механизмы формирования карбонатов в почвах рассматривали многие исследователи [1–5]. В зависимости от геоморфологических условий территорий различают карбонатонакопление в автоморфном ряду (элювиальные ландшафты) и в гидроморфном ряду (супераквальные и субаквальные фации). В автоморфных почвах возможны несколько источников формирования их карбонатного состояния. Прежде всего, это карбонаты, унаследованные от почвообразующей породы и предыдущих стадий почвообразования. В случае бескарбонатных пород этот источник отсутствует и карбонатонакопление связано с внутрисочвенными процессами и связано жизнедеятельности живых организмов и разложению органического вещества. Выделяющаяся углекислота участвует в кристаллизации новой твердой фазы кальцита с участием ионов Ca^{2+} и биогенной CO_2 [6]. Подобный механизм образования карбонатных отложений реализуется прежде всего в степных ландшафтах.

В почвах гидроморфного ряда, развивающихся на бескарбонатных почвообразующих породах, источником карбонатов являются грунтовые воды гидрокарбонатно-кальциевой минерализации, близко расположенные к дневной поверхности [3]. В результате их испарения в жаркие сезоны года образуется так называемый «висячий» карбонатный горизонт. Однако, по мнению [7], «висячий» карбонатный горизонт может формироваться не только в почвах супераквальных ландшафтов, но и в отложениях озерных бассейнов, т.е. в субаквальных условиях.

Согласно [8], ареной максимальных количественных и качественных изменений географической среды в голоцене были сочетания субаквальных и супераквальных ландшафтов, а в роли наиболее динамичного компонента при этом выступали природные воды. При анализе торфяных месторождений, подстилаемых отложениями озерного генезиса, авторами было установлено, что в голоцене одним из регионов повышенного сосредоточения субаквальных ландшафтов было Западное Полесье. При этом преобладающее число исчезнувших в регионе водоемов озерного типа принадлежало территориям с интервалом высот 130–150 м (57 из 85-ти, или 67,1%), т.е. соответствовало гипсометрическим уровням преимущественного распространения выявленных ареалов гидрогенно-карбонатных ландшафтов (ГКЛ). Следовательно, можно предположить, что одним из характерных процессов, сопровождавших трансформацию субаквальных ландшафтов в супераквальные, было отложение карбонатных аккумуляций.

Почвы с гидрогенным накоплением карбонатных новообразований достаточно широко представлены в западной части Белорусского Полесья [4], что и предопределило цель настоящего исследования – уточнить возможный механизм их формирования в почвах гидроморфного ряда.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили на нескольких ключевых участках (КУ) 2-х модельных полигонов (МП) Брестской области: 1) «Днепробугский», Кобринский район (КУ «Остров 2», «Остров 5», «Уголаз») и 2) «Луково», Малоритский район (КУ «Высокое»). Геоморфологический «портрет» основной части территории МП «Днепробугский» и южного сектора МП «Луково» – множество ныне суходольных минеральных островов-включений площадью от 0,05 до 10,0 га и более, расположенных среди массивов низинных болот. На обоих полигонах достаточно широко представлены почвы с гидрогенным накоплением карбонатных новообразований. Морфологическое изучение таких почв проводилось в почвенных разрезах и сопровождалось отбором образцов по генетическим горизонтам для дальнейшего комплексного анализа. Конкретный набор почв для детального исследования формировался с целью анализа условий отложения карбонатов в супераквальных и субаквальных фациях с использованием ландшафтно-геохимического подхода. Определение карбонатов проводилось по методу Щербины [9], остальных соединений – по [10]. Малакологический анализ проведен в лаборатории оптимизации экосистем Государственного научного учреждения «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси» В.П. Рабчуком.

Результаты и обсуждение

Известно, что биофациальные признаки являются наиболее чутким индикатором комплекса фациальных факторов и обстановок [11]. Для восстановления условий формирования карбонатных отложений весьма информативными являются результаты малакологических исследований. Они оказываются наиболее эффективными при их проведении с учетом выяснения условий существования древних биоценозов и способствуют решению спорных вопросов палеогеографических реконструкций [12].

В литературе имеются ограниченные сведения об использовании малакологических методов для выяснения особенностей накопления карбонатов. Так, согласно Т.А. Романовой [13], присутствие в карбонатных линзах островов обломков раковинок позволяет предполагать осаждение в подводных условиях: в мелководных озерах-углублениях прибрежной полосы или в лагунных остаточных озерах, в которых подземные воды выбивались в виде небольших ключей. Хотя автор не приводит сведений о видовом составе и биотопической приуроченности выявленных форм, из контекста изложения следует, что речь идет о пресноводных моллюсках.

Результаты наших исследований фауны моллюсков из карбонатных отложений почв островных повышений оказались довольно неожиданными. В образцах, взятых со слоев карбонатной аккумуляции (глубина отбора 0,35–0,45 м) как на МП «Днепробугский», так и на МП «Луково» зафиксирован относительно бедный состав малакофауны. Так, в образце Пр 14-3 (КУ «Остров 5») выявлено два вида (*Vallonia pulchella*, *Bradybaena fruticum*), а в образце Выс 5-3 (КУ «Высокое») – 3 вида (*V. pulchella*, *B. fruticum*, *Vertigo substriata*); в обоих случаях – без явных доминантов. При этом два вида оказались общими, что подчеркивает схожесть биотопической обстановки в центральных частях «островной суши», где отбирались пробы. К периферии «Острова 5» (образец Пр 17-3) обилие увеличивается до 4-х видов; при этом зафиксировано 3 новых вида (*V. pulchella*, *Vertigo angustior*, *Zonitoides nitidus*, *Cochlicopa lubrica*) и доминирующее положение *V. pulchella*. Во всех трех образцах видовой состав репрезентирует фауну наземных моллюсков. Подобная закономерность, кажущаяся очевидной (наземные виды в наземных биотопах), имеет в данных конкретных условиях признаки парадоксальности: каким образом наземные моллюски оказались на глубине до 0,5 м в слое плотно сцементированного карбонатного пласта (что и обеспечило их сохранность), ес-

ли за основу принять испарительный сценарий его генезиса, результатом которого является внутрипрофильное окарбонирование песчаной толщи.

Возможным объяснением этого факта могла бы служить турбационная модель развития почв. В частности, процессы зоотурбации могут обеспечивать погружение археологических артефактов в условиях лесостепной зоны с поверхности почвы на глубину 0,3–0,5 м в течение около 5 тыс. лет [14]. Однако полное разрушение раковин моллюсков, оказавшихся на поверхности почвы вне консервирующего влияния известковых отложений, происходит за существенно более короткий срок – несколько десятков лет.

Логично предположить, что в отношении рассматриваемой ситуации мог быть реализован сценарий поверхностной аккумуляции карбонатов. Явления образования поверхностных карбонатных кор вследствие испарения высокоминерализованных приповерхностных грунтовых вод или неоднократной химической седиментации из высохших озер известны для районов аридного климата («шош», «каличе», «хардпен», «щечьян») [2], но вряд ли могли быть сформированы в рассматриваемых нами условиях: температурный режим наиболее жарких периодов голоцена отличался от нынешнего не более чем на 2–3°C [15].

Нами рассмотрены варианты обстановок, приведшие к формированию карбонатных отложений в лагуноподобных фациях. Так, в лагуне «Уголаз», размеры которой составляют 42 × 79 м, известковые пресноводные отложения (ИПО) залегают локальными линзами толщиной около 0,1 м под сильно разложившимся торфом мощностью от 0,3 м по периферии до 0,4 м в его центре. Они имеют рыхлое рассыпчатое сложение; содержание CaCO₃ в их верхнем слое, контактирующем с основанием торфяной залежи, достигает 79,5%, содержание CaMg(CO₃)₂ не превышает 2,5%. Нижний слой ИПО, лежащий на подстилающем торфянистом субстрате, содержит до 63,6% CaCO₃ и 4,8% CaMg(CO₃)₂. Значения pH в KCl варьируют от 7,18 до 7,33; содержание органического вещества колеблется от 1,85% до 3,82%. По-видимому, подобного рода карбонатные отложения формировались в мелких временных водоемах, куда воды могли поступать из локальных артезианских источников, расположенных на прилегающих склонах. Такому же заключению соответствуют и данные малакологического анализа известковистых отложений, константно фиксирующие присутствие как наземных, так и пресноводных видов.

В лагуноподобном понижении «Высокое», размер которого составляет 40×56 м, под 30-сантиметровым слоем сильно разложившегося торфа также обнаружены ИПО мощностью около 0,33 м. Сложение плотное, при высыхании происходит цементация материала; окраска от светло-серой в верхней части до желтовато-палевой в нижней. Значения pH нарастают вглубь профиля: от 5,76 в торфяном горизонте до 7,26–7,51 в слое ИПО и 7,83 в переходном к материнской породе горизонте В₄С. Содержание органического вещества в пределах профиля карбонатных отложений снижается от 8,74% в его верхней части до 2,02% в нижней. Содержание CaCO₃ в верхнем слое ИПО, расположенном под торфяной залежью, составляет 45,5%, содержание CaMg(CO₃)₂ – 3,6%; к середине слоя оно увеличивается соответственно до 59,1% и 5,6%, а в его основании составляет 47,7% и 2,0%. Карбонатный материал, по-видимому, в основном является продуктом химической седиментации из высохших вод. Об этом свидетельствует прежде всего его сплошное распространение в виде покрова минерального ложа. Кроме того показательно, что в составе данных отложений, как и в отложениях мела Хотиславского месторождения седиментационного генезиса, резко преобладают фракции мелкого размера; при этом фракция менее 3,41 мкм в обоих случаях составляет 35,0%.

Результаты споро-пыльцевого анализа отложений лагуны «Уголаз» позволили судить о приуроченности соответствующих осадков к SB₂ – SA₁, SA₂ этапам голоцена, а лагуны «Высокое» – к одному из этапов АТ-периода (они маркируют наиболее жаркие и засушливые временные отрезки соответствующих этапов). Однако, как известно из [16], с атлантическим периодом голоцена связаны эпохи наибольшей обводненности и соответствующей степени озёрности территории Белорусского Полесья. В свою очередь, повышение влажности климата приводило к повышению уровня озер. В результате воды заливали довольно обширные пространства, которые представляли собой широкие литорали, в связи с чем также создавались весьма благоприятные условия для пресноводного карбонатакопления. Согласно [17], этим объясняется, что на общем фоне известного сокращения пресноводного карбонатакопления в атлантическое время наблюдаются водоемы, где в это время оно протекало весьма интенсивно.

Существование обширных мелководных водоемов, в том числе приозерного типа, в ареалах современного распространения ГКЛ не вызывает сомнений. В частности, на существование такого водоема в пределах Днепробугского массива указывают линейно-вытянутые береговые песчаные гряды, окантующие его с юга по линии Дивин – Повитье – Радостово [4].

Известно, что изменения уровня озер заметны в относительно узкой прибрежной полосе [14]. Для проведения соответствующих исследований нами заложен разрез на гребне песчаной гряды в 50 м к югу от поворота на пос. Ореховский с автодороги Дивин – Повитье (отметка 153 м над уровнем моря). Установлено, что по своему генезису данная песчаная форма в основании является водно-аккумулятивным образованием и лишь верхний полутораметровый слой песка – результат эоловых наносов.

Для подэоловой толщи песчаной гряды характерно циклическое строение, причем наиболее ясно выражены 3 (возможно, 4) цикла, отраженные в пачках осадков, имеющих мощность около 0,3–0,4 м каждая. Они сложены довольно тонкими слоями наносов, которые представлены мелко-, средне- и крупнозернистыми песками, алевролитами, иногда шоколадными глинами и илистыми песками и, на наш взгляд, отвечают различным зонам озерного водоема: от прибрежной илистой полосы до песчаных отмелей и более глубоких участков. Эти циклы явились результатом колебаний уровня озерного водоема и четко зафиксированы в прибрежной, наиболее динамичной его части.

По-видимому, мелководный озерный водоем, на берегу которого располагалась исследуемая песчаная гряда, в среднем и позднем голоцене испытал по меньшей мере 3 стадии регрессии, сменявшиеся затем увеличением обводненности. Эти колебания уровня озерного водоема обуславливали в прибрежной его части смену условий и отличительных особенностей восстановительной зоны условиями и соответствующими маркерами зоны окислительной, что и наблюдается особенно отчетливо в сложении двух нижних пачек. Гипсометрические уровни, на которых расположены соответствующие отложения в разрезе песчаной гряды (примерно 148–149 м) свидетельствуют о том, что в истории развития озерного водоема были достаточно продолжительные периоды, когда вся прилегающая с севера низменность, включая и островные повышения с ГКЛ, была покрыта водой (абсолютные отметки наиболее приподнятых островов не достигают 147,0 м).

Представим себе мелководье (несколько десятков сантиметров) над массивом плоского подводного повышения, площадью несколько гектаров – первые десятки гектаров. В условиях жаркого и сухого сезона в поверхностном слое воды могло достигаться пересыщение по CaCO₃. По мнению [11], это происходило вследствие хорошей прогреваемости воды, в результате чего испаряемость становилась достаточно высокой, чтобы обеспечить концентрацию карбоната кальция (прежде всего за счет удаления CO₂) до насыщения и пересыщения. При волновых движениях воды благодаря эффекту механического встряхивания из этого поверхностного пересыщенного карбона-

том слоя мог осаждацца CaCO_3 . Динамічнасць вод (іх текучасць або хваловыя перемешчэння) памімо таго, што спосабоўвалі ўсильнаму выдзеленню CO_2 ў атмасферу, прадотвараалі або значыльна ўменьшалі працэсы частычнага абратнага растварэння выпавшага карбоната [16].

Карбонатны матэрыял мог паступаць у воды таксама з карстоўных азераў – «полескіх акон» (Луковскае, Любань і др.) – або з зон разгрузкі напорных вод і перемешчацца з водай па агульнаму ўклону паверхнасці. Паказатэльна ў гэтай сувязі, што найбольшыя крупныя масівы ГКЛ размяшчаны ў непасрэднай блізкасці ад буйных азэрных вадоемаў і ніжэй іх па ўклону месцінасці (МП «Лукова» і «Днепробуг» знаходзяцца на поўнач ад названых азераў). Накапленне карбонатных адкладаў прайсходзіла пераважна на схілах паўночнай, паўночна-западнай і паўночна-ўсходняй экспазіцыяў, г.э. згодна дамінуючым вектарам яго прывноса.

Адклады тыпу паверхнасных карбонатных карак маглі ўзнікнуць і ў працэсе высыхання паверхнасных ільватковых вод, накапывавшыхся ў лакальных паніжэннях рэльефа падводных гряд, прадстаўляючы сабой астатковыя азэркава-«лужыцкія» (возможна, болотцкія) ільваткі. Вольна верагодна, яны маюць складанае прайсходжанне і з'яўляюцца следствам чаравання працэсаў абводнення і падсыхання верхніх слаёў глебы або карбонатна-глебістага асадка. Па-відому, можа прайсходзіць таксама дастаткова інтэнсіўная садка CaCO_3 ў падводна-бярэговай зоне, асабліва пры выхадзе напорных карбонатных вод: здысь найбольш падвільна вадная сярэда, харашая прагрэваемасць (асабліва паўночных сектараў) і саотваствуючая перасыщеннасць вод карбонатом. У такіх зонах садка кальцыта маглі спосабоўваць таксама вадныя магрэфіты, патрэбляючы ўглекіслату ў працэсе фотасінтэза. Падобныя прысклоновыя карбонатныя адклады апісаны Ц.І. Мінкінай [18] на торфяным месторождэнні Тымонава ў Маскоўскай абласці. У другой рабоце таксама падчэрківаецца, што «комплекс паўночных для карбонатнагакаплення ўмоў ствараецца пераважна ў азерах са складаным строеннем котловін, дзе абшырныя адкрытыя участкі мелководдзя прэваліруюць над абмежаванымі па плошчы глыбоководнымі впадынамі. Зона карбонатнагакаплення займае ў іх участкі шырокай літоралі і адлогата субліторальнага схіла» [19, с. 63].

Весьма дынамічны і непастаянны гідралагічны рэжым найбольш мелководных і перыядычна перасыхаючых частей літоральнай зоны падобных прыозэрных вадоемаў, па-відому, абмежавала магчымасць фарміравання сабществ прэсноводных маллюскаў. Кромэ таго, абілье взвешаных мінеральных кампанентаў ў хваловых водах таксама ствараала неблагопрыятную абстаноўку для развіцця малакофауны [12]. Гэтым аб'ясняецца як поўнае адсутнасць прэсноводных форм у карбонатных гарызонтах упамянутых вышэй глеб, так і абмежаваны іх саств у некотрых адкладах.

Такім абразам, накупленне карбонатных адкладаў у Беларускім Полесье холь і падчынена агульнай ландшафтна-геаграфічнай зональнасці, но ў сваём разнаабразіі адражае цэлы рад дапаўняльных гідралагічных і геомарфалагічных ўмоў, саправаждавших трансфармацыю субаквальных ландшафтаў ў супераквальныя.

Выводы

Працэсы карбонатнагакаплення ў межах западнай часты Беларускім Полесье ў сваём максімальным многаобразіі і інтэнсіўнасці праявлэння прыурочаны да абласцяў саствэння субаквальных і супераквальных геохімічных ландшафтаў. Аккумуляцыя карбонатных адкладаў ў лагунах, ў мелководных зонах азераў-разлівов і на сапражэнных з імі участках бярэгов услабніла як агульную карціну праствэннага разпредэлення карбонатаў ў ландшафтах, так і лісла іх форм і магчымых саствэнняў з другімі тыпамі асадкаў (прыяде вьсего жалезістых).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Роговой, П. П. О солончаковых и солонцовых процессах в зоне подзолистых почв БССР / П. П. Роговой. – Минск : Изд-во АН БССР, 1933. – 33 с.
2. Ковда, В. А. Происхождение и режим засоленных почв / В. А. Ковда. – М. – Л. : Изд-во АН СССР. – 1946. – Т. 1. – 573 с.
3. Глазовская, М. А. Почвы мира / М. А. Глазовская. – М. : Изд-во МГУ, 1972. – Т. 1. – С. 184–185.
4. Киселев, В. Н. Белорусское Полесье: экологические проблемы мелиоративного освоения / В. Н. Киселев. – Минск, 1987. – 151 с.
5. Михальчук, Н. В. Депрессионно-карбонатные комплексы Белорусского Полесья / Н. В. Михальчук // Вуч. запіскі Брэсц. дзярж. ун-та. – 2008. – Т. 4, ч. 2. – С. 108–119.
6. Рыскова, Е. А. Карбонатно-кальциевая система степных почв Центрального Предкавказья / Е. А. Рыскова [и др.] // Почвоведение. – 2001. – № 3. – С. 295–308.
7. Росликова, В. И. Карбонатные новообразования в луговых почвах на бескарбонатных отложениях Приханкайской низменности / В. И. Росликова // Почвоведение. – 1997. – № 8. – С. 952–957.
8. Кадацкая, О. В. Пространственные изменения сочетаний элементарных ландшафтов на территории Белоруссии в голоцене / О. В. Кадацкая, В. А. Прокопеня // Проблемы геохимического и геофизического изучения земной коры : сб. науч. тр. – Минск : РМСО АН БССР, 1974. – С. 135–138.
9. Щербина, В. Н. О методике массового определения карбонатности осадочных пород / В. Н. Щербина // Тр. Ин-та геолог. наук. – 1958. – Вып. 1 – С. 131–144.
10. Воробьева, Л. А. Физико-химические методы исследования почв / Л. А. Воробьева, Г. И. Глебова, Е. И. Горшкова. – М., 1980. – 381 с.
11. Македонов, А. В. Современные конкреции в осадках и почвах и закономерности их географического распространения / А. В. Македонов. – М. : Наука, 1966. – 284 с.
12. Мотуз, В. М. Континентальные моллюски из среднеплейстоценовых отложений Белоруссии и смежных районов / В. М. Мотуз // Материалы по палеогеографии и геохимии антропогена Белоруссии. – Минск : Навука і тэхніка, 1973. – С. 80–104.
13. Романова, Т. А. Почвы и почвенный покров как природная основа осушительных мелиораций (на примере западной части Белорусского Полесья) : дис. ... д-ра биол. наук / Т. А. Романова. – 1978. – 360 с.
14. Александровский, А. Л. Эволюция почв и географическая среда / А. Л. Александровский, Е. И. Александровская / Ин-т геог. РАН. – М. : Наука, 2005. – 223 с.
15. Еловичева, Я. К. Голоцен Беларуси / Я. К. Еловичева [и др.] / Бел. гос. ун-т. – Минск, 2004. – 241 с.
16. Якушко, О. Ф. Озера Белорусского Полесья и перспективы их мелиорации и использования / О. Ф. Якушко [и др.] // Проблемы Полесья : сборник. – Минск : Наука и техника, 1973. – Вып. 2. – С. 235–269.
17. Даниланс, И. Я. О влиянии физико-географических условий на пресноводное карбонатонакопление / И. Я. Даниланс // Тр. Ин-та геол. ЛатвССР, 1963. – Т. 9. – С. 5–10.
18. Минкина, Ц. И. Торфяные месторождения с карбонатами кальция в залежи / Ц. И. Минкина // Тр. Ин-та геол. ЛатвССР, 1963. – Т. 9. – С. 79–90.
19. Лукашев, К. И. Геохимия озерно-болотного литогенеза / К. И. Лукашев [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1971. – 284 с.

Рукапіс пасткпіў у рэдакцыю 20.04.2015

Michalchuk N. The Possible Mechanism of Carbonate Sediments Formation in Shallow Ponds of the Western Belarusian Polesie

The mechanism of possible carbonate sediments formation in hydromorphic soils in the conditions of the western part of the Belarusian Polesie is offered. It is shown that their accumulation could happen in shallow parts of lakeside type ponds.

Да ведама аўтараў

Рэдкалегія часопіса разглядае рукапісы толькі тых артыкулаў, якія адпавядаюць навуковаму профілю выдання, нідзе не апублікаваныя і не перададзеныя ў іншыя рэдакцыі.

Матэрыялы прадстаўляюцца на беларускай ці рускай мове ў двух экзэмплярах аб'ёмам ад 0,35 да 0,5 друкаванага аркуша, у электронным варыянце – у фармаце Microsoft Word for Windows (*.doc; *.rtf) і павінны быць аформлены ў адпаведнасці з наступнымі патрабаваннямі:

- папера фармата А4 (21×29,7 см);
- палі: зверху – 2,8 см, справа, знізу, злева – 2,5 см;
- шрыфт – гарнітура Times New Roman;
- кегль – 12 pt.;
- міжрадкавы інтэрвал – адзінарны;
- двукоссе парнае «...»;
- абзац: водступ першага радка 1,25 см;
- выраўноўванне тэксту па шырыні.

Максімальныя лінейныя памеры табліц і малюнкаў не павінны перавышаць 15×23 см або 23×15 см. Усе графічныя аб'екты, якія ўваходзяць у склад аднаго малюнка, павінны быць згрупаваны паміж сабой. Фатаграфіі ў друк не прымаюцца. Размернасць усіх велічынь, якія выкарыстоўваюцца ў тэксце, павінна адпавядаць Міжнароднай сістэме адзінак вымярэння (СВ). Пажадана пазбягаць скарачэнняў слоў, акрамя агульнапрынятых. Спіс літаратуры павінен быць аформлены паводле Інструкцыі па афармленні дысертацыі, аўтарэферата і публікацый па тэме дысертацыі, зацверджанай пастановай Прэзідыума Дзяржаўнага вышэйшага атэстацыйнага камітэта Рэспублікі Беларусь ад 24.12.1997 № 178 (у рэдакцыі пастановы Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь ад 22.02.2006 № 2, ад 15.08.2007 № 4). Спасылкі на крыніцы ў артыкуле нумаруюцца адпаведна парадку цытавання. Парадкавыя нумары спасылак падаюцца ў квадратных дужках (напрыклад, [1, с. 32], [2, с. 52–54]). Не дапускаецца выкарыстанне канцавых зносаў.

Матэрыял уключае наступныя элементы па парадку:

- індэкс УДК (выраўноўванне па левым краі);
- ініцыялы і прозвішча аўтара (аўтараў) (выдзяляюцца паўтлустым шрыфтам і курсівам; выраўноўванне па левым краі);
- назва артыкула (друкуецца вялікімі літарамі без пераносаў; выраўноўванне па левым краі);
- анатацыя ў аб'ёме ад 100 да 150 слоў на мове артыкула (кегль – 10 pt.);
- звесткі аб навуковым кіраўніку (для аспірантаў і саіскальнікаў) указваюцца на першай старонцы артыкула ўнізе;
- асноўны тэкст, структураваны ў адпаведнасці з патрабаваннямі ВАК да навуковых артыкулаў, якія друкуюцца ў выданнях, уключаных у Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў (Уводзіны з пастаўленымі мэтай і задачамі; Асноўная частка, тэкст якой структуруецца падзагалоўкамі (назва раздзела «Асноўная частка» не друкуецца); Заключэнне, у якім сцісла сфармуляваны асноўныя вынікі даследавання, указана іх навізна);
- спіс літаратуры;
- рэзюмэ на англійскай мове (да 10 радкоў, кегль – 10 pt.): назва артыкула, прозвішча і ініцыялы аўтара/аўтараў, тэзісны пераказ зместу артыкула; у выпадку, калі аўтар падае матэрыял на англійскай мове, рэзюмэ – на рускай ці беларускай.

Да рукапісу артыкула абавязкова дадаюцца:

- звесткі пра аўтара на беларускай мове (прозвішча, імя, імя па бацьку поўнасьцю, вучоная ступень і званне, месца працы (вучобы) і пасада, паштовы і электронны адрасы для перапіскі і кантактныя тэлефоны);
- выписка з пратакола пасяджэння кафедры, навуковай лабараторыі ці ўстановы адукацыі, дзе працуе/вучыцца аўтар, завераная пячаткаю, з рэкамендацыяй артыкула да друку;
- рэцэнзія знешняга ў адносінах да аўтара профільнага спецыяліста з вучонай ступенню, завераная пячаткаю;
- экспертнае заключэнне (для аспірантаў і дактарантаў).

Рукапісы, аформленыя не ў адпаведнасці з выкладзенымі правіламі, рэдкалегіяй не разглядаюцца.

Аўтары нясуць адказнасць за змест прадстаўленага матэрыялу.

Карэктары *А.В. Дзябёлая, Л.М. Калілец*
Камп'ютарнае макетаванне *С.М. Мініч, Г.Ю. Пархац*

Падпісана ў друк 08.07.2015. Фармат 60×84/8. Папера афсетная.
Гарнітура Таймс. Рызаграфія. Ум. друк. арк. 12,56. Ул.-выд. арк. 10,53.

Тыраж 100 экз. Заказ № 241

Выдавец і паліграфічнае выкананне: УА «Брэсцкі дзяржаўны ўніверсітэт імя А.С. Пушкіна».

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў

№ 1/55 ад 14.10.2013.

ЛП № 02330/454 ад 30.12.2013
224016, г. Брэст, вул. Міцкевіча, 28.

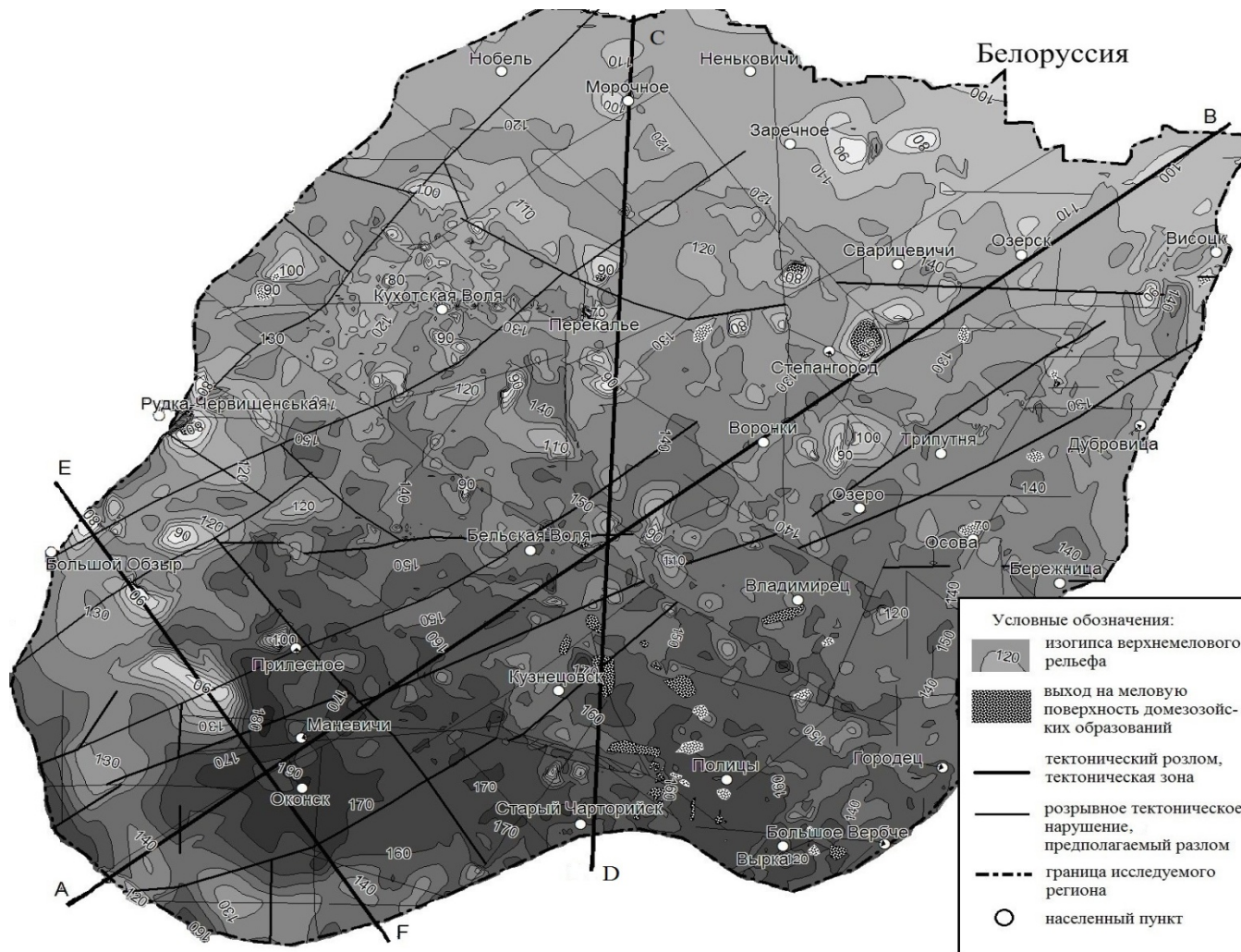


Рисунок 1. – Гипсометрия верхнемеловой поверхности (Масштаб 1: 300 000)

