



БЕЛОРУССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ЖУРНАЛ
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ГЕОГРАФИЯ ГЕОЛОГИЯ

JOURNAL
OF THE BELARUSIAN STATE UNIVERSITY

GEOGRAPHY and GEOLOGY

Издается с января 1969 г.
(до 2017 г. – под названием «Вестник БГУ.
Серия 2, Химия. Биология. География»)

Выходит один раз в полугодие

1

2018

МИНСК
БГУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Главный редактор** **АНТИПОВА Е. А.** – доктор географических наук, профессор; заведующий кафедрой экономической и социальной географии географического факультета Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.
E-mail: antipova@bsu.by
- Заместитель
главного
редактора** **КЛЕБАНОВИЧ Н. В.** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; декан географического факультета Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.
E-mail: n_klebanovich@inbox.ru
- Ответственный
секретарь** **ГАГИНА Н. В.** – кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры географической экологии географического факультета Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.
E-mail: hahina@bsu.by
- Балтрунас В.* Центр изучения природы, Вильнюс, Литва.
Витченко А. Н. Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
Донерт К. Европейский центр качества, Европейская ассоциация географов, Зальцбург, Германия.
Калицкий Т. Институт географии в Кельцком университете им. Я. Кохановского, Кельце, Польша.
Карabanов А. К. Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь.
- Катровский А. П.* Смоленский гуманитарный университет, Смоленск, Россия.
Маркс Л. Варшавский университет, Варшава, Польша.
Пирожник И. И. Поморский университет, Слупск, Польша.
Родионова И. А. Российский университет дружбы народов, Москва, Россия.
Руденко Л. Г. Институт географии Национальной академии наук Украины, Киев, Украина.
Санько А. Ф. Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.

EDITORIAL BOARD

- Editor-in-chief** **АНТИПОВА Е. А.**, doctor of science (geography), full professor; head of the department of economic and social geography of the faculty of geography of the Belarusian State University, Minsk, Belarus.
E-mail: antipova@bsu.by
- Deputy
editor-in-chief** **KLEBANOVICH N. V.**, doctor of science (agriculture), docent; dean of the faculty of geography of the Belarusian State University, Minsk, Belarus.
E-mail: n_klebanovich@inbox.ru
- Executive
secretary** **HAHINA N. V.**, PhD (geography), docent; associate professor at the department of geographical ecology of the faculty of geography of the Belarusian State University, Minsk, Belarus.
E-mail: hahina@bsu.by
- Baltrūnas V.* Nature Research Centre, Vilnius, Lithuania.
Vitchenko A. N. Belarusian State University, Minsk, Belarus.
Donert K. European Centre of Excellence, EUROGEO, Salzburg, Germany.
Kalicki T. Institute of Geography of the Jan Kochanowski University in Kielce, Kielce, Poland.
Karabanov A. K. Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus.
- Katrovskii A. P.* Smolensk University of Humanities, Smolensk, Russia.
Marks L. University of Warsaw, Warsaw, Poland.
Pirozhnik I. I. Akademia Pomorska, Slupsk, Poland.
Rodionova I. A. Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia.
Rudenko L. G. Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
Sanko A. F. Belarusian State University, Minsk, Belarus.

УДК 551.435.122(571.621)

ОПЫТ ТИПИЗАЦИИ ВОДООХРАННЫХ ЗОН ЛЕВОБЕРЕЖНЫХ ПРИТОКОВ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ АМУР

А. В. АНОШКИН¹⁾

¹⁾Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт комплексного анализа региональных проблем»
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
ул. Шолом-Алейхема, 4, 679014, г. Биробиджан, Россия

Представлены результаты полевых исследований морфометрического и морфологического строения водоохранных зон, пойменных массивов и прирусловых территорий левобережных притоков среднего течения р. Амур. Кроме того, использовались фондовые материалы Института комплексного анализа региональных проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук и Управления природных ресурсов правительства Еврейской автономной области. Территория, непосредственно рассматриваемая в данной работе, включает российскую часть бассейна р. Амур – от места впадения р. Хинган до района устья р. Тунгуски. Проведена типизация водоохранных зон левобережных притоков среднего Амура: водоохранные зоны на крутосклонных бортах долин рек; водоохранные зоны плоских днищ долин рек; водоохранные зоны на фрагментарных прирусловых образованиях пойменного типа горных и полугорных рек; водоохранные зоны на двусторонних болотистых поймах; водоохранные зоны на двусторонних озерно-старичных поймах; водоохранные зоны на сегментно-гривистых поймах; водоохранные зоны на гривисто-островных поймах. Показано, что формирование и динамика пойм и пойменных массивов на рассматриваемой территории определяются такими факторами, как типы водотоков и направленность русловых процессов, условия прохождения руслоформирующих расходов воды, длительность и глубина затопления прирусловых территорий, литология пойменно-русловых комплексов и днищ речных долин.

Ключевые слова: речной бассейн; водоохранная зона; река; пойма; русло; днище речной долины; Средне-амурская низменность; Хингано-Буреинская горная страна; русловые процессы; флювиальные формы рельефа.

Образец цитирования:

Аношкин А. В. Опыт типизации водоохранных зон левобережных притоков среднего течения реки Амур // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2018. № 1. С. 3–9.

For citation:

Anoshkin A. V. Experience in typifying water conservation districts of the left-bank tributaries of the middle reaches of the Amur river. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2018. No. 1. P. 3–9 (in Russ.).

Автор:

Андрей Васильевич Аношкин – кандидат географических наук; старший научный сотрудник Института комплексного анализа региональных проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Author:

Andrei V. Anoshkin, PhD (geography); senior researcher at the Institute for complex analysis of regional problems of the Russian Academy of Sciences, Far Eastern Branch.
anoshkin_andrey@rambler.ru

EXPERIENCE IN TYPIFYING WATER CONSERVATION DISTRICTS OF THE LEFT-BANK TRIBUTARIES OF THE MIDDLE REACHES OF THE AMUR RIVER

A. V. ANOSHKIN^a

^a*Institute for Complex Analysis of Regional Problems, Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences,
4 Sholom-Aleikhem Street, Birobidzhan 679014, Russia*

The paper presents the results of analysis of the morphometric and morphological structure of the water conservation districts of the left-bank tributaries of the middle reaches of the Amur river. The characteristic types of water conservation districts are distinguished: water conservation districts on the steep sides of river valleys; water conservation districts of flat bottoms of river valleys; water conservation districts on fragmentary near-river formations of the floodplain type of mountain and semi-mountain rivers; water conservation districts on bilateral marsh floodplains; water conservation districts on bilateral lake-old floodplains; water conservation districts on segment-grivny floodplains; water conservation districts on mane-island floodplains. It is shown that the formation and dynamics of water conservation districts in the territory under consideration is determined by such factors as the types of watercourses and the direction of channel processes; the conditions for passage of the channel-forming water discharge, the duration and depth of flooding of the near-surface areas; lithology of floodplain-channel complexes and bottoms of river valleys.

Key words: river basin; water conservation district; river; floodplain; river channel; river valley; Sredneamurskaya lowland; Khingano-Bureinskaya mountain country; channel processes; erosive landforms.

Введение

В соответствии со ст. 65 Водного кодекса Российской Федерации «водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии (границам водного объекта) морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных, биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира».

Оценка состояния водоохраных зон рек различного порядка – крайне важная задача, поскольку водотоки – один из основных природных факторов переноса вещества и энергии в пределах ландшафтов. Они играют значительную роль в функционировании природных и антропогенных систем и оказывают существенное влияние на качество окружающей среды. От состояния водоохраных зон, степени и характера антропогенной нагрузки на них во многом зависит состояние самих водотоков.

Одним из важных направлений изучения территорий, занятых водоохранными зонами, является их типизация – обобщение и структуризация данных о природных объектах. Типизация позволяет объединить в группы все многообразие изучаемых объектов, обозначить их особенности и тенденции развития. Цель данной работы – провести типизацию водоохраных зон левобережных притоков среднего течения р. Амур.

Характеристика района исследования

Территория, непосредственно рассматриваемая в данной работе, включает российскую часть бассейна р. Амур в границах Еврейской автономной области – от места впадения р. Хинган до района устья р. Тунгуски.

По геоморфологическому районированию представленная территория относится к району средневысотных и низких массивно-складчатых гор и межгорных впадин левобережья Приамурья.

Низко-, среднегорный (300–1500 м) рельеф представлен южной частью Хингано-Буреинской горной страны, хребты вытянуты в северо-восточном, субширотном, реже – в субмеридиональном, направлениях. Помимо единичных горных сооружений, встречаются поднимающиеся над поверхностью размытых или выветренных гор или равнин одиночные горные вершины, представляющие собой отпрепарированные эрозией останцы, сложенные более прочными породами.

Равнинный рельеф представлен западной окраиной Среднеамурской (Амуро-Сунгарийской) низменности с уровнем поверхности 20–100 м. Ее рельеф отличается преобладанием низких, почти горизонтальных поверхностей. На окраинах равнины эти поверхности террасированы и сменяются увалами

и отрогами с горным обрамлением, где распространены поверхности денудационного выравнивания. Поверхность равнины осложнена элементами рельефа пойменно-русловых комплексов рек, пересекающих территорию преимущественно в меридиональном или субмеридиональном направлении.

Территория среднего течения р. Амур относится к климатической области муссонов умеренных широт. Это связано с тем, что климат здесь в значительной мере определяется годовым циклом изменений градиента температуры между океаном и материком, преобладающим направлением ветра и ярко выраженным годовым максимумом осадков, приходящихся на летние месяцы [1].

Материалы и методы исследования

Источниками фактического материала послужили данные, полученные автором в ходе полевых работ, а также опубликованные литературные и картографические издания, статистические данные, фондовые материалы Института комплексного анализа региональных проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук и Управления природных ресурсов правительства Еврейской автономной области.

Факторы формирования прирусловых территорий

Формирование и динамика прирусловых территорий, занятых водоохранными зонами, определяются такими факторами, как типы водотоков и направленность русловых процессов, условия прохождения руслоформирующих расходов воды, длительность и глубина затопления прирусловых территорий, литология пойменно-русловых комплексов и днищ речных долин, характер хозяйственной деятельности.

Среди левобережных притоков среднего течения р. Амур четко выделяются три типа водотоков – равнинные, горные и полугорные реки [2]. Пойменно-русловые комплексы горных рек развиваются в ограниченных природных условиях крутосклонных и пологосклонных V-образных речных долин Хингано-Буреинской горной страны. Водоохранные зоны здесь аналогичны заболоченным прирусловым понижениям. Пойменно-русловые комплексы равнинных рек, заложенные в мощных рыхлых отложениях, не подвержены влиянию ограничивающих факторов развития русловых деформаций, водоохранные зоны соответствуют хорошо развитым и выдержанным по длине двусторонним пойменным массивам со сложным рельефом и историей развития. Полугорные реки (участки рек) локализованы в переходной зоне между равнинным и горным рельефом.

Характерные для рек Среднего Приамурья типы русловых процессов – ограниченное, свободное, незавершенное меандрирование и пойменная многоорукавность [3] – определяют динамику водоохранных зон, рельеф, гидрологический режим, особенности развития растительных формаций. Так, если при свободном меандрировании процессы в границах водоохранных зон в большей степени связаны с цикличностью развития излучин, то при ограниченном или незавершенном меандрировании их компоненты развиваются в результате сползания излучин вниз по реке без существенного изменения их форм и размеров.

Значительное влияние на водоохранные зоны оказывают водный режим водотоков и условия прохождения руслоформирующих расходов воды. Режим увлажнения речных бассейнов среднего течения р. Амур характеризуется резко выраженной сезонностью, со второй половины теплого периода года на реках формируются дождевые паводки, количество которых может достигать десяти за сезон. Обусловлены упомянутые явления обильными дождями повышенной интенсивности (ливнями) или длительности (обложными), средняя продолжительность паводков – от 10 до 37, а в отдельные годы – до 60 сут [4]. Общий объем стока паводочного периода превышает 60 % от годовых его значений, именно на этот период приходится основная интенсивность русловых переформирований и, как следствие, активизация факторов поймообразования. Кроме того, прохождение паводков на данной территории характеризуется выходом речных вод на поймы, в отдельные годы они затапливаются на глубину до полутора метров, а продолжительность стояния высоких вод превышает 60 сут и более [5], что в значительной мере определяет особенности микро- и мезорельефа водоохранных зон.

Процессы рельефообразования в границах водоохранных зон в значительной степени зависят от характера поступления наносов в водотоки, их типа и особенностей переработки. Так, для рассматриваемых водотоков, протекающих в пределах горных территорий, поступление наносов определяется солифлюкционными процессами, дефляционным сносом и сильной расчлененностью рельефа. Начиная с многочисленных распадков, здесь происходит снос материала как под действием силы тяжести, так и в результате плоскостного смыва. Вследствие этого в водотоки различных порядков поступает в первую очередь грубообломочный, плохо сортированный щебнистый материал с грубозернистым

песчаным заполнителем. В результате указанных явлений процессы поймообразования на горных реках прежде всего связаны с перемывом поступающих со склонов масс.

Литология Среднеамурской низменности и межгорных котловин представлена песчаными, пластичными глинами и бурыми песками, здесь для рек свойственна значительная боковая эрозия и активные процессы аккумуляции. То есть процессы формирования и динамики территорий водоохранных зон определяются циклической переработкой водным потоком аллювиальных отложений дна речной долины.

Таким образом, региональная специфика природных факторов, определяющих физико-географические особенности водоохранных зон на рассматриваемой территории, во-первых, связана с неравномерностью речного стока в течение года, что обуславливает ярко выраженную сезонность русловых переформирований; во-вторых, наличие отличающихся условий орографии, тектоники и литологии и их территориального распределения определяет формирование различных типов водотоков – горных, полугорных, равнинных – и соответствующих им типов пойм; в-третьих, формирование и развитие пойм, в границах которых расположены водоохранные зоны, особенно в пределах Среднеамурской низменности, определяются такими типами русловых процессов, как ограниченное, свободное и незавершенное меандрирование, а также пойменная многоукравность.

Помимо природных условий, значительное влияние на современное состояние водоохранных зон рек среднего течения р. Амур оказывают такие факторы, как разработка полезных ископаемых в руслах рек и в непосредственной близости от них, создание и эксплуатация сельскохозяйственных мелиорационных систем. Так, горные работы приводят к разрушению русел и пойм рек и их частичной замене более динамичными пойменно-русловыми образованиями. Осушительная сельскохозяйственная мелиорация земель в пределах бассейнов рек ведет к значительной деградации пойменных массивов, прекращается развитие пойменных форм микро- и мезорельефа [6].

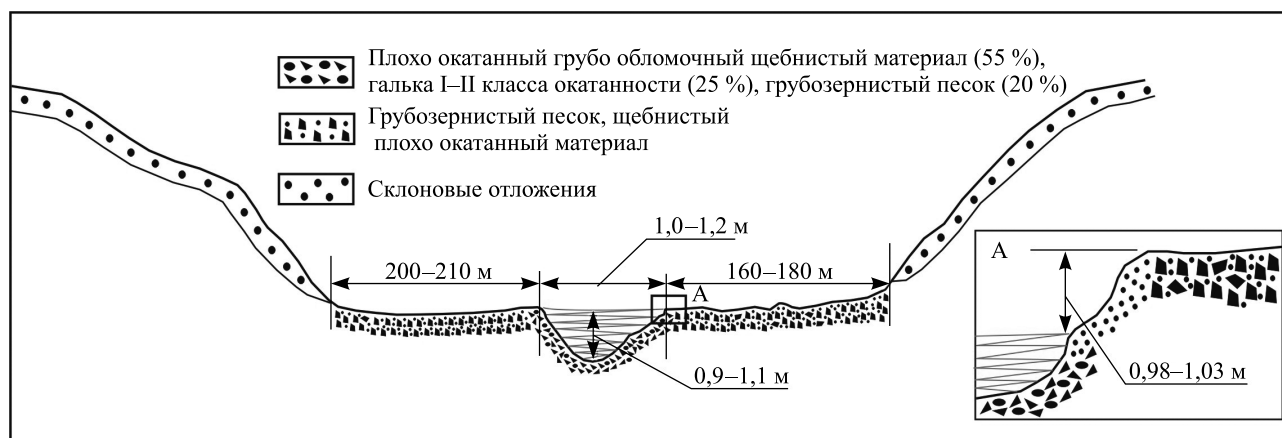
Результаты исследований

На основе проведенных нами исследований пойменно-русловых комплексов левобережных притоков среднего течения р. Амур осуществлена типизация встречающихся здесь водоохранных зон.

Водоохранные зоны на крутосклонных бортах долин рек. Данный тип водоохранных зон характерен для водотоков Малого Хингана и Буреинского хребта. Расположены они в границах V-образных крутосклонных речных долин (угол наклона более 10°) с симметричным и асимметричным продольным профилем. Водоохранные зоны здесь представлены преимущественно задернованными горными склонами с лесной растительностью, реже – закурумленными (выстланными крупными обломками пород) участками. Также здесь отмечаются выходы коренных пород в виде глыб (до 1,5 м в поперечнике), щебня и дресвы с супесчаным заполнителем. Характерно, что в данном случае нет четкой границы между урезом воды и территориями, занятыми водоохранными зонами. Кроме того, выделяется полоса (до 1 м шириной) переменного увлажнения. Это явление связано с нестабильностью водного режима как в течение теплого сезона года, так и в пределах нескольких суток.

Водоохранные зоны плоских дниц долин рек. Как и в предыдущем случае, данный тип водоохранных зон широко распространен в пределах горных массивов. Данные образования характерны для долин рек с V-образным и U-образным поперечным профилем и плоским дном, где отмечается значительное количество лесной растительности. Для низовий рек характерны процессы заболачивания и подтопления прирусловых территорий. В морфологическом плане в границах водоохранных зон не выделяются какие-либо формы прируслового или пойменного рельефа. Литологическая основа – крупнообломочный, несортированный, неокатанный материал, перекрытый небольшим слоем мелкозернистых наносов. Характерно наличие большого количества мелких ответвлений от основного русла, которые, соединяясь между собой, создают здесь сплошную гидрографическую сетку. Переход от дна долины к ее бортам представлен конусами выноса, сложенными суглинками с небольшим количеством щебенки.

Водоохранные зоны на фрагментарных прирусловых образованиях пойменного типа (скелетные поймы) горных и полугорных рек. Данный тип характерен для водотоков магистральных долин, которые пересекают горные массивы на отдельные участки. В отличие от предыдущих случаев здесь в морфологическом плане для прирусловых территорий отмечается хорошо выраженный уступ, характерный для низкой поймы, высотой 1,0–1,5 м. Сложены данные образования большей частью грубозернистыми песками полимиктового состава, щебнистым грубообломочным материалом, плохо окатанным и плохо сортированным. В тыловой части отмечаются курумы, образованные глыбами размером до 1 м в поперечнике. В гипсометрическом плане это выровненные территории, без ярко выраженных форм флювиального рельефа, задернованные, на них отмечаются сезонные эрозионные рытвины глубиной не более 0,5 м (см. рисунок).



Днище долины р. Помпеевки (среднее течение)
The bottom of the Pompeyevka river valley (middle course)

Водоохранные зоны на двусторонних болотистых поймах. Характерны для полугорных рек отрогов Помпеевского, Сутарского хребтов и Малого Хингана. Водоохранные зоны находятся в низкой пойме, которая каждый год подвергается затоплению или подтоплению паводочными водами. Граница с руслом реки четкая, относительная высота уступа поймы достигает 1 м. Поверхность водоохранных зон плоская, заболочена или переувлажнена большую часть года. Литология представлена русловой фацией: валуны и галька размером до 0,5 м, II–III класса окатанности, заполнитель – песок грубозернистый, полимиктовый с включениями илистого материала и гравия (табл. 1). Формы флювиального рельефа отсутствуют либо слабо выражены. Переход от пойменных массивов к бортам долины резкий.

Таблица 1

Литология водоохранных зон на двусторонних болотистых поймах

Table 1

Lithology of water protection zones on bilateral marsh floodplains

Район, водоток	Тип наносов	Средний диаметр	Процентное содержание	Класс окатанности
Река Тулавчиха (нижнее течение, 13 км до впадения в р. Амур)	Валуны	Более 40 см	20	Неокатанные
	Галька	20–40 см	20	I, II класс
	Галька	До 19–20 см	30	I, II класс
	Галька	Менее 10 см	30	II, III класс
	Гравий	1–2 мм	Заполнитель	
	Песок крупнозернистый	0,4–0,6 мм	Заполнитель	
Река Помпеевка (среднее течение)	Валуны	Более 40 см	15	Неокатанные
	Галька	30–40 см	10	I класс
	Галька	10–30 см	40	I, II класс
	Галька	Менее 10 см	35	II, III класс
	Песок крупнозернистый	0,4–0,8 мм	Заполнитель	

Водоохранные зоны на двусторонней озерно-старичной пойме. Характерный тип водоохранных зон для участков достаточно крупных притоков р. Амур (реки Самара, Биджан, Большой Таймень и др.), протекающих на юго-западе Помпеевского хребта, востоке, северо-востоке Сутарского хребта. Свойственны для относительно прямолинейных участков русел рек шириной до 15 м. Литология представлена материалом I–II класса окатанности, преобладает галька размером 1–7 см в диаметре, заполнитель – песок среднезернистый (табл. 2). В морфометрическом и гипсографическом плане водоохранные зоны данных пойменных массивов отделены от бортов долины четким швом, высота над урезом воды до 0,5 м. Специфический пойменный рельеф развит слабо, отмечаются ложбины стока паводочных вод, сосредоточенные вдоль русла, в ряде случаев отмечен уровень первой надпойменной террасы. Террасы неширокие, с заплывшими швами и сглаженными бровками. Большая часть территорий водоохранных зон здесь задернована, развита луговая растительность, заросли ивы. Характерно наличие небольших озер остаточного происхождения, заметно меняющих свои форму и размер в течение гидрологического года.

Таблица 2

**Литология водоохраных зон
 на двусторонней озерно-старичной пойме**

Table 2

**Lithology of water conservation districts
 on bilateral lake-old floodplains**

Тип наносов	Средний диаметр	Процентное содержание	Класс окатанности
Галька	7–10 см	35	I, II
Галька	3–7 см	35	II, III
Галька	1–3 см	20	III
Песок средне- и крупнозернистый	Менее 1 мм	10	

Водоохраные зоны на сегментно-гравистых поймах. Водоохраные зоны данного типа соответствуют водотокам, протекающим в границах Среднеамурской низменности. Они приурочены к низкой пойме, которая хорошо дифференцируется в общем строении пойменных массивов данного типа, от высокой поймы отделена уступом, который имеет нечеткие очертания и сглаженные формы, высота в среднем до 0,8 м. В литологическом отношении данные водоохраные зоны сложены песчаными и песчано-галечными отложениями (табл. 3).

Таблица 3

**Литология водоохраных зон
 на сегментно-гравистых поймах**

Table 3

**Lithology of water conservation districts
 on segment-grivny floodplains**

Тип наносов	Средний диаметр	Процентное содержание	Класс окатанности
Гравий	2–7 мм	5	IV, V
Песок крупнозернистый	Более 0,6 мм	20	
Песок среднезернистый	0,6–0,3 мм	30	
Песок мелкозернистый	Менее 0,3 мм	45	
Алеврит, илы		Отдельные линзы (как наполнитель)	

Территории водоохраных зон данного типа характеризуются сложным рельефом. В их пределах отмечается большое количество временных проток, ложбин стока паводочных вод, эрозионных рытвин. Характерна система песчаных валов, которые расположены параллельно друг другу и идут вдоль русел рек. Протяженность валов – от 100–150 до 500–750 м, ширина – несколько десятков метров, расстояние между ними – от 80 м, высота – до 3 м. Данные образования имеют сглаженные формы, заняты пойменной растительностью. Отмечаются системы валов веерообразной ориентации, которые имеют дугообразную форму. Участки между валами переувлажнены.

В пределах водоохраных зон данного типа расположено большое количество старичных озер сегментной или овалообразной формы. Озера неглубокие, часто соединены с реками протоками. Поверхность здесь задернована, преобладает луговая растительность, прилегающие лесные массивы преимущественно лиственные (дуб, береза, вяз, осина).

Водоохраные зоны на грависто-островных поймах. Данный тип водоохраных зон характерен для средних течений достаточно крупных водотоков рассматриваемой территории, имеющих транзитный характер. В морфологическом отношении эти водоохраные зоны территориально соответствуют островным пойменным массивам, которые формируются в результате бифуркации русел рек. Островные пойменные массивы имеют большие размеры – до 5–6 км в длину и до 2,5 км в ширину, формы островных образований неправильные, часто сильно изрезаны, осложнены небольшими протоками.

Литология данных водоохраных зон представлена песчаными и песчано-галечниковыми отложениями, поверхность задернована, в понижениях отмечаются суглинистые, глинистые и торфяные отложения (табл. 4). Растительность луговая, территории заболочены или переувлажнены, на отдельных участках встречаются кустарник, редколесье или небольшие участки широколиственного леса.

**Литология водоохранных зон
на гривисто-островных поймах**

Table 4

**Lithology of water conservation districts
on mane-island floodplains**

Тип наносов	Средний диаметр	Процентное содержание	Класс окатанности
Галька	1,0–2,5 см	5	IV, V
Гравий	2–7 мм	10	IV, V
Песок крупнозернистый	Более 0,6 мм	30	
Песок средне- и мелкозернистый	Менее 0,6 мм	55	
Алеврит, илы		Заполнитель	

Заключение

Территории, занятые водоохранными зонами, являются составной частью такой геосистемы, как пойменно-русловой комплекс. Если зональные факторы определяют общие процессы развития территорий водоохранных зон, то местные проявляются в придании упомянутым территориям характерных черт. Именно учет местных природных и антропогенных факторов определяет наиболее вероятные направления развития территорий водоохранных зон и отдельных их компонентов, что позволяет сделать это развитие наиболее оптимальным и экологически безопасным.

Библиографические ссылки

1. Тростников М. В. Разработка единого метода прогноза погоды на месяц по территории СССР : отчет по теме НИР. Хабаровск, 1970. № ГР 6807908.
2. Аношкин А. В. Районирование Среднего Приамурья по особенностям проявления русловых процессов (на примере территории Еврейской автономной области) // Регион. пробл. 2016. Т. 19, № 2. С. 31–34.
3. Аношкин А. В. Типы русловых процессов на реках Среднеамурской низменности // Регион. пробл. 2015. Т. 18, № 2. С. 44–49.
4. Аношкин А. В. Физико-географические условия и гидрологический режим рек бассейна среднего течения реки Амур в период катастрофического наводнения 2013 года // Пробл. безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2014. № 6. С. 68–74.
5. Аношкин А. В. Обзор гидрологического режима территории среднего течения реки Амур в период катастрофического наводнения 2013 года // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. Сер.: Соц., гуманитар., мед.-биол. науки. 2014. Т. 16, № 1 (4). С. 938–941.
6. Горюхин М. В., Зубарев В. А., Аношкин А. В. Антропогенное преобразование пойменно-русловых комплексов рек Среднего Приамурья // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. Сер.: Соц., гуманитар., мед.-биол. науки. 2016. Т. 18, № 2 (2). С. 337–340.

References

1. Trostnikov M. V. Razrabotka edinogo metoda prognoza pogody na mesyats po territorii SSSR [Development of a single method for forecasting the weather for the month on the territory of the USSR] : otchet po teme NIR. Khabarovsk, 1970. No. Gosregistratsii 6807908 (in Russ.).
2. Anoshkin A. V. Raionirovanie Srednego Priamur'ya po osobennostyam proyavleniya ruslovykh protsessov (na primere territorii Evreiskoi avtonomnoi oblasti). *Regional'nye problemy*. 2016. Vol. 19, No. 2. P. 31–34 (in Russ.).
3. Anoshkin A. V. Tipy ruslovykh protsessov na rekakh Sredneamurskoi nizmennosti. *Regional'nye problemy*. 2015. Vol. 18, No. 2. P. 44–49 (in Russ.).
4. Anoshkin A. V. Fiziko-geograficheskie usloviya i gidrologicheskii rezhim rek basseina srednego techeniya reki Amur v period katastroficheskogo navodneniya 2013 goda. *Problemy bezopasnosti i chrezvychainykh situatsii*. 2014. No. 6. P. 68–74 (in Russ.).
5. Anoshkin A. V. The review of hydrological mode of Middle Amur flow territory during the period of catastrophic flood in 2013. *Izvestiya of Samara Russian Academy of Sciences scientific center. Ser.: Social, humanitarian, medicobiological sciences*. 2014. Vol. 16, No. 1 (4). P. 938–941 (in Russ.).
6. Goryukhin M. V., Zubarev V. A., Anoshkin A. V. Anthropogenic transformation of floodplain-channel complexes of the Priamurye River. *Izvestiya of Samara Russian Academy of Sciences scientific center. Ser.: Social, humanitarian, medicobiological sciences*. 2016. Vol. 18, No. 2 (2). P. 337–340 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 22.01.2018.
Received by editorial board 22.01.2018.

УДК 911.3:314(476)+331.52:63

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Е. А. АНТИПОВА¹⁾, В. М. ХРАМОВ¹⁾, А. А. САЗОНОВ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Проведен анализ методических подходов картографирования демографического старения населения как компонента возрастной структуры на примере Республики Беларусь. По результатам выявленных пространственно-временных тенденций демографического старения в стране обоснована необходимость его картографирования качественно новыми способами. Установлено, что для отображения демографического старения разрабатываются преимущественно аналитические и синтетические карты, классическим способом выступает картограмма, инновационным – объемная блок-диаграмма, создающаяся в электронной среде. Представлены фрагменты авторской 3D-модели демографического старения в Республике Беларусь. Определено, что для ее разработки требуется последовательное выполнение четырех этапов: создание трехмерной модели; изготовление рельефной формы-основы; печать карты на пластике; термовакуумное формование пластика с напечатанной на нем картой и использование трех программных продуктов – *ArcGIS ArcScene 10.5*, *Microsoft 3D Builder* и *Cura*. Делается вывод о том, что подобная картографическая визуализация выполнена впервые в Республике Беларусь применительно к демографическим процессам.

Ключевые слова: демографическое старение; картографирование возрастной структуры; картограмма; объемная блок-диаграмма; 3D-визуализация.

Благодарность. Публикация подготовлена в рамках проекта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований № Г16Р-011 «Демографическое старение России и Беларуси: оценка масштабов и социально-экономических последствий».

NEW APPROACHES TO MAPPING OF THE DEMOGRAPHIC AGEING IN THE REPUBLIC OF BELARUS (CASE STUDY OF 3D VISUALIZATION)

E. A. ANTIPOVA^a, V. M. KHRAMOV^a, A. A. SAZONOV^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: E. A. Antipova (antipovaekaterina@gmail.com)

The methodological approaches to mapping of the demographic ageing as a component of the population age structure on the example of the Republic of Belarus are analyzed in the article. Based on the results of the revealed spatial and tem-

Образец цитирования:

Антипова Е. А., Храмов В. М., Сазонов А. А. Картографирование демографического старения в Республике Беларусь с использованием 3D-визуализации // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2018. № 1. С. 10–20.

For citation:

Antipova E. A., Khramov V. M., Sazonov A. A. New approaches to mapping of the demographic ageing in the Republic of Belarus (case study of 3D visualization). *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2018. No. 1. P. 10–20 (in Russ.).

Авторы:

Екатерина Анатольевна Антипова – доктор географических наук, профессор; заведующий кафедрой экономической и социальной географии.

Владимир Михайлович Храмов – старший преподаватель кафедры геодезии и картографии.

Алексей Александрович Сазонов – студент магистратуры кафедры почвоведения и земельных информационных систем.

Authors:

Ekaterina A. Antipova, doctor of science (geography), full professor; head of department of economic and social geography. antipovaekaterina@gmail.com

Vladimir M. Khramov, senior lecturer at the department of the faculty of geodesy and cartography.

khramov.v.m@gmail.com

Aleksey A. Sazonov, master's degree student at the department of soil science and land information systems, faculty of geography.

alexey.sazonov@gmail.com

poral trends of demographic ageing in the Republic of Belarus, the necessity of mapping by new methods is justified. It is established that for the depiction of demographic ageing, analytical and synthetic maps are mainly developed, the cartogram is the classical way, innovative way is the volumetric block diagram which created in the electronic environment. Fragments of the author's 3D model of demographic ageing in the Republic of Belarus are presented in the article. It is determined that it is required to consistently perform four stages: creation of a three-dimensional model; the production of a relief mold-base; print the card on the plastic; thermovacuum molding of plastic with a card printed on it for its development, and the using of three software products – *ArcGIS ArcScene 10.5*, *Microsoft 3D Builder* and *Cura*. It is concluded that such cartographic visualization was performed for the first time in the Republic of Belarus with reference to demographic processes.

Key words: the demographic ageing; mapping of the population age structure; cartogram; volumetric block diagram; 3D visualization.

Acknowledgements. The publication was prepared in the framework of the Belarusian Republican Foundation for fundamental Research project No. Г16Р-011 «Demographic ageing of Russia and Belarus: assessment of the scale and socio-economic consequences».

Введение

Демографическое старение представляет собой многогранный процесс развития общества, который определяется трансформацией возрастной структуры в условиях второго демографического перехода. В XXI в. высокий уровень социально-экономического развития и размеров мирового валового продукта обеспечивается демографически стареющими экономикками высокоразвитых государств [1]. Демографическое старение в нынешних условиях становится объектом междисциплинарного изучения, затрагивает научные интересы многих отраслей знаний, которые предлагают современному обществу механизмы, стратегии и качественно новые пути развития в условиях этого исторически объективного и необратимого демографического явления. В Республике Беларусь демографическое старение также является одной из основных тенденций, требующих междисциплинарного, детального и постоянного изучения. Однако если геронтологические, медицинские, социологические, экономические и географические аспекты старения в нашей стране изучаются в разной степени с 1980-х гг., то картографирование этого процесса выступает новой предметной областью для Республики Беларусь. Следует отметить, что в нашей стране традиции картографирования населения были сформированы на географическом факультете БГУ еще в конце 1960-х гг. В течение уже полувека его профессорско-преподавательским коллективом создается уникальная картографическая продукция, отражающая широкий спектр демографических процессов в мире и Республике Беларусь, для учреждений как среднего, так и высшего образования [2–5]. Учитывая имеющийся практический опыт, в данном исследовании ставилась цель охарактеризовать особенности картографирования демографического старения как элемента возрастной структуры населения, акцентируя внимание на новейших технологиях 3D-визуализации этого процесса. Структурно статья состоит из трех взаимосвязанных элементов, первый из которых дает краткое представление о трендах демографического старения в Республике Беларусь, второй раскрывает общие характеристики картографирования возрастной структуры населения, третий посвящен характеристике авторской методики и интерпретации картографической 3D-визуализации исследуемого процесса.

Материалы и методы исследования

Современные тенденции развития картографии связаны с геоинформационными технологиями и 3D-картографированием. Использованию геоинформационных технологий для изучения населения посвящено большое количество научных исследований. На постсоветском пространстве наиболее активные разработки в этой области ведутся в России. На базе географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова сформировалась школа геоинформационного и математико-картографического моделирования социально-демографических процессов под руководством профессора В. С. Тикунова. Исследования по данному направлению представлены в работах Е. А. Баженовой [6], В. А. Кисловой [7], О. Ю. Чукловой [8], А. И. Игонина [9], С. А. Тимонина [10–12], В. С. Белозерова [13], А. Н. Панина [14], Р. О. Маслиева [15], И. Г. Раужина [16] и др. В Беларуси исследований в области геоинформационного картографирования существенно меньше, основные работы проводятся под руководством профессора Е. А. Антиповой начиная с 2002 г. [17]. Большинство работ по 3D-картографии посвящены 3D-моделям местности. В меньшей степени 3D-моделирование пока используется в тематическом картографировании и, в частности, для картографирования демографических процессов.

При проведении данного исследования нами использовались классические методы социально-экономической картографии, геоинформатики и трехмерной компьютерной графики. Информационной базой выступили официальные статистические данные материалов переписей населения и текущей демографической статистики Национального статистического комитета Республики Беларусь [18].

Результаты исследования и их обсуждение

Основные тенденции демографического старения в Республике Беларусь. Главной тенденцией старения населения в Беларуси в XXI в. является то, что старшая возрастная группа (старше 60 лет) единственная в структуре населения с положительной динамикой за последние годы. В настоящее время численность населения в возрасте старше 60 лет составляет 1845 тыс. человек, или 20,3 % в структуре населения. Эти показатели меньше, чем в среднем в европейском регионе, однако как по шкале ООН, так и по шкале Ж. Боже-Гарнье – Э. Россета они оцениваются как очень высокий уровень демографического старения.

Второй тенденцией выступает различие трендов старения городского и сельского населения. Так, если за период 1989–2015 гг. численность населения в возрасте старше 60 лет в городской местности неуклонно возрастала – с 660 тыс. до 1250 тыс. человек, т. е. в два раза, то в сельской местности пожилое население сократилось – с 920 тыс. до 595 тыс. человек. Доля населения в возрасте старше 60 лет в городах составляет в настоящее время 17,9 %, в сельской местности – 27,9 %.

Сельская местность Беларуси демографически постарела значительно раньше, чем городская. Это связано с «миграционным бумом» трудоспособного населения из села в город в 1959–1979 гг., вызванным индустриализацией страны. В результате основная часть населения пенсионного возраста сосредоточилась в сельских населенных пунктах, где демографическое старение проявилось раньше, чем в городе [19]. В силу этого в белорусском селе резко увеличились показатели смертности населения. В сельской местности Беларуси выделяются чрезвычайно демографически постаревшие районы, где доля населения старше трудоспособного возраста превышает 40 % (например, Ушачский – в Витебской области, Кореличский, Зельвенский, Свислочский, Щучинский – в Гродненской, Солигорский – в Минской).

В городах Беларуси также повсеместно отмечен процесс демографического старения. Однако наибольшей долей населения старше трудоспособного возраста характеризуются малые города с численностью менее 20 тыс. человек: Коссово, Пружаны, Давид-Городок в Брестской области; Барань, Браслав, Дубровно, Дисна, Сенно – в Витебской. В них доля данной возрастной группы превышает 25 %.

Третьей тенденцией выступает дифференциация в распределении пожилого населения по территории Беларуси. В столице сосредоточено наибольшее количество представителей данной возрастной группы – 345 тыс. человек в возрасте старше 60 лет, или 19 % в региональной структуре. Доля Брестской, Гомельской и Минской областей составляет 15 %. Наименьшей численностью населения в возрасте старше 60 лет характеризуются Гродненская и Могилёвская области.

Регионы Беларуси по характеру динамики численности населения в возрасте старше 60 лет делятся на две группы: с отрицательной и положительной динамикой. В пяти областях – Брестской, Витебской, Гомельской, Гродненской, Минской – и в столице отмечен рост численности населения данной возрастной группы (в г. Минске – более чем двукратный). Столица характеризуется также самым значительным увеличением численности населения в возрасте старше 60 лет – с 155 тыс. до 345 тыс. человек. Могилёвской области свойственна отрицательная динамика.

Четвертая тенденция свидетельствует о наступлении в Беларуси стадии очень высокого уровня старости на полимасштабном уровне. Оценка демографического старения в регионах Беларуси позволила выявить, с одной стороны, соответствие тренда регионов общему в стране (доля населения в возрасте старше 60 лет увеличивается), с другой – региональную специфику, в основе которой лежат локальные факторы. В 1989 г. все регионы Беларуси перешли двенадцатипроцентную отметку доли населения в возрасте старше 60 лет, что говорит о вступлении нашей страны в качественно новую стадию демографического развития – старения. В 1999 г. абсолютное большинство регионов (за исключением Могилёвской области) перешли 18 % отметку по шкале Ж. Боже-Гарнье – Э. Россета, что означает наступление стадии очень высокого уровня старости. В настоящее время наиболее демографически постаревшими являются три региона Беларуси – Минская, Витебская и Гродненская области, где доля лиц в возрасте старше 60 лет превысила 20 % [1].

Картографирование возрастной структуры населения. Особенность картографирования старения населения, как и других демографических процессов, состоит в том, что оно выполняется на основе количественных показателей, основными источниками данных которых являются переписи населения и текущий статистический учет демографических событий. Карты в подавляющем числе случаев будут аналитическими, характеризующими отдельные особенности или свойства населения отвлеченно от целого, не учитывающими связи с другими особенностями или свойствами демографических процессов. Однако могут создаваться и синтетические карты, отражающие типологии административно-территориальных единиц по трендам и характеру возрастной структуры. В нашем случае картографирование старения населения Республики Беларусь выполнялось на основе данных текущего статистического учета за 2015 г. [18].

Для максимальной информативности и читаемости картографического изображения важно правильно выбрать способ визуализации. Выбор способов изображения явлений на тематических картах определяется назначением карты, сущностью и особенностями изображаемых явлений, характером их размещения, качеством и подробностью источников и др. [20]. Способы картографического изображения, в свою очередь, влияют на выбор картографической проекции, масштаба, детальность географической основы. Учитывая, что исходная информация (текущий учет) представлена по административно-территориальным единицам, то вполне очевиден выбор способа картограммы для составления карт демографического старения населения, так как различные коэффициенты и индексы, характеризующие старение населения, представляют собой относительные количественные показатели, соотнесенные с территориальными единицами. В качестве ячеек территориального деления нами были выбраны 118 административных районов. Использование ячеек условной регулярной сетки, получивших развитие с внедрением в картографию математических методов и средств автоматизации, для картографирования старения населения и других демографических процессов нецелесообразно в связи с тем, что по данным ячейкам не ведется статистический учет и они не связаны с конкретной экономической и социальной организацией территории. Применять способ псевдоизолиний нецелесообразно по той же причине.

Картограмма, как способ картографического изображения, обладает рядом свойств:

- соответствие исходных учетно-статистических материалов территориальной «организации» картографируемых данных: административному, хозяйственному, политическому делению [21];
- простота построения и восприятия [22];
- подлинный характер размещения явлений на картограммах искажается из-за отсутствия связи между естественным районированием явления и принятой для картограммы сеткой территориального деления [22];
- использование упрощенной картографической основы.

Для наглядности изображения каждую территориальную единицу обычно окрашивают или штрихуют так, чтобы по насыщенности цвета или штриховки можно было судить об интенсивности явления [22]. В картограммах обычно используются условные ступенчатые шкалы. От выбора шкалы количественной характеристики явления зависит степень географической достоверности картограммы. Для картограмм чаще всего применяются ступенчатые шкалы, построенные по арифметической или геометрической прогрессии. Шкала арифметической прогрессии удобна, когда интенсивность изменяется постепенно с небольшой амплитудой. Если наблюдается большой и неравномерный разброс количественного показателя, то следует применять геометрическую прогрессию при построении шкалы.

Для картографирования нами был взят показатель, полученный на основе первичной статистической информации, – доля сельского населения старше 60 лет в пределах административного района. Поскольку разброс количественного показателя в нашем случае незначительный (рис. 1), то для построения картограммы целесообразно использовать шкалу равных интервалов, построенную по арифметической прогрессии.

При оформлении шкал интенсивности явления необходимо обращать внимание на различимость ступеней шкалы. Для зрительной дифференциации оттенков одноцветной шкалы число ступеней не должно быть больше 7, в двухцветных шкалах число ступеней может возрастать до 10–12 [22]. По этой причине для 118 районов Беларуси невозможно использовать непрерывную шкалу в картограмме. Изобразить это на плоскости с помощью существующих графических средств практически невозможно.

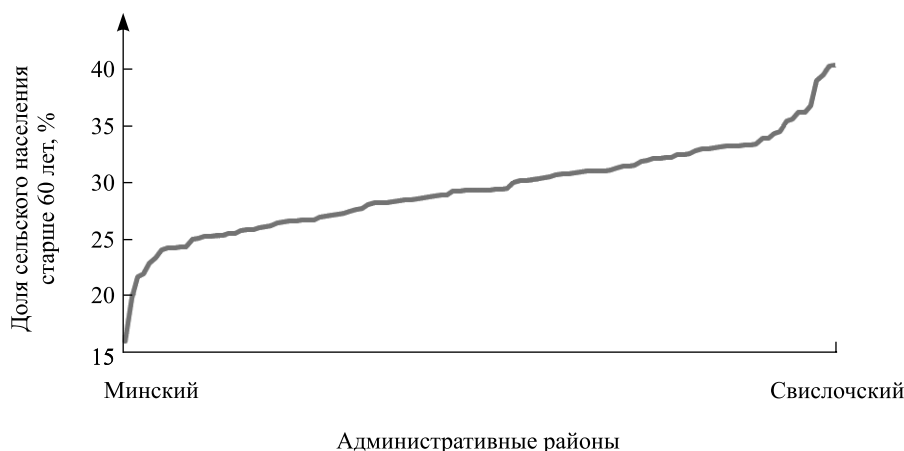


Рис. 1. Распределение исходных данных
Fig. 1. Source data distribution

Недостатком ступенчатых шкал является то, что они не дают возможности точно определить количественный показатель, а позволяют только установить принадлежность данных к тому или иному диапазону количественных значений (рис. 2).

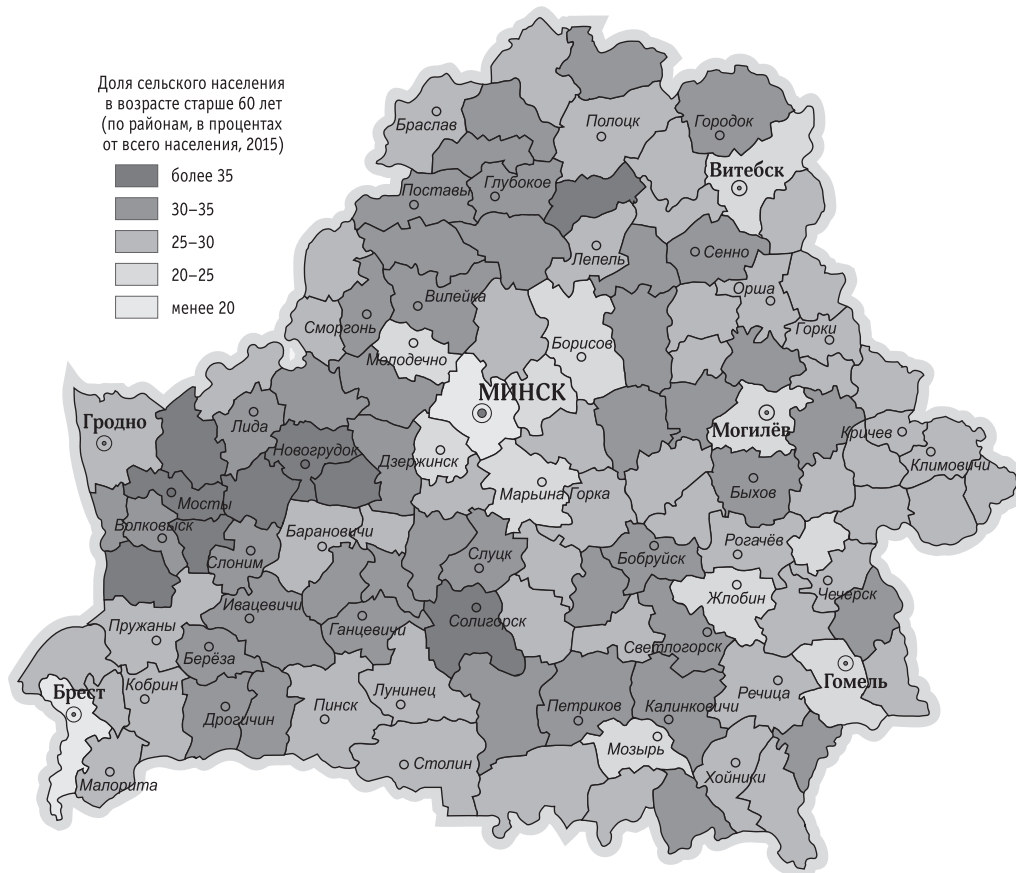


Рис. 2. Картограмма «Сельское население Беларуси в возрасте старше 60 лет» (по районам, в процентах от всего населения, 2015 г.), построенная в условной ступенчатой шкале

Fig. 2. Cartogram «Rural population of Belarus over the age 60» (by rayon, in percent of the total population, 2015), created in a conventional graduated scale

Больше графических возможностей для дифференциации картографируемого показателя по территориальным единицам дает другое картографическое изображение на плоскости – блок-диаграмма. При ее построении интенсивность явления передается уже не насыщенностью цвета, а высотой столбика, которая пропорциональна интенсивности явления, например 1 мм – 1 %. Столбики блок-диаграммы будут иметь форму административных районов.

Блок-диаграмму можно построить в условной шкале, и она будет являться объемным аналогом картограммы (рис. 3).

Современное программное обеспечение позволяет строить в автоматическом режиме блок-диаграммы в абсолютной непрерывной шкале (рис. 4), что существенно улучшает информативность и наглядность картографического изображения. В этом случае диаграммный столбик для каждого из 118 районов будет иметь свою высоту, пропорциональную интенсивности картографируемого явления, при этом не будут затушевываться различия между районами и будет возможно определить количественный показатель для каждого из них.

Блок-диаграммы в электронной среде строятся как 3D-модели. Развитие современных технологий печати позволяет напечатать блок-диаграмму на 3D-принтере. Полученная при этом 3D-модель представляет собой качественно новый уровень визуализации картографического изображения в аналоговой форме – объемную блок-диаграмму, которая обладает существенно лучшей информативностью и наглядностью по сравнению с традиционной картограммой.

Методика и интерпретация 3D-картографирования демографического старения Беларуси. Повсеместное внедрение цифровых технологий в картографическое производство ознаменовало начало нового этапа в развитии картографии, ключевой особенностью которого является появление таких отраслей, как мобильная, трехмерная, мультимедийная и анимационная картография. Идея ото-

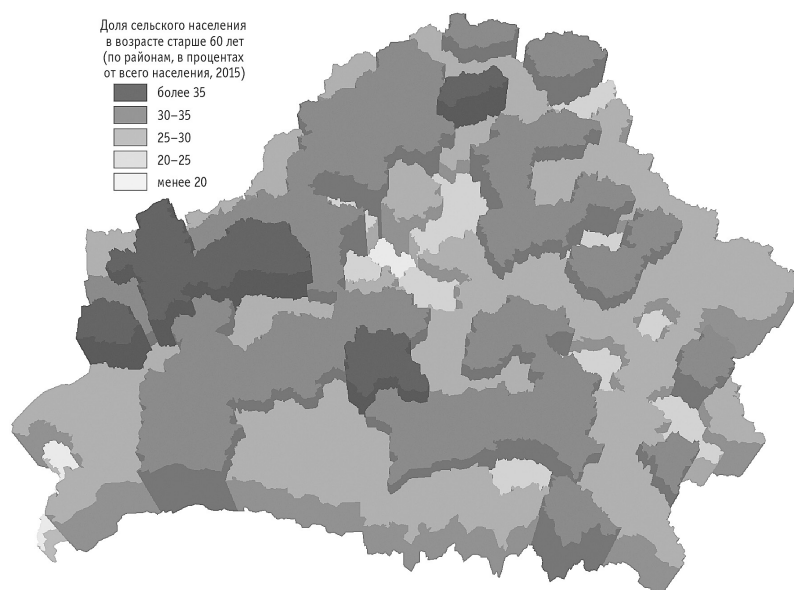


Рис. 3. Блок-диаграмма «Сельское население Беларуси в возрасте старше 60 лет» (%), 2015 г.), построенная в условной ступенчатой шкале

Fig. 3. Block diagram «Rural population of Belarus over the age 60» (%), 2015), created in a conventional graduated scale

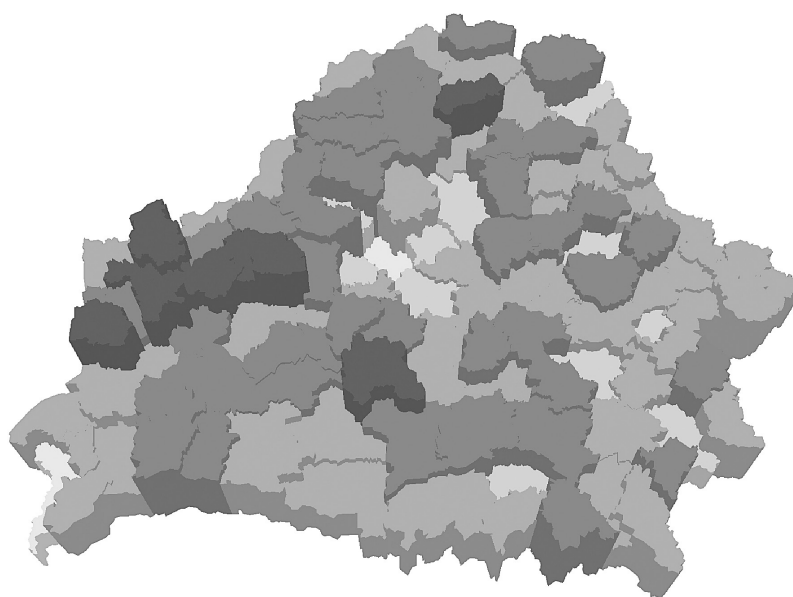


Рис. 4. Блок-диаграмма «Сельское население Беларуси в возрасте старше 60 лет» (%), 2015 г.), построенная в абсолютной непрерывной шкале (для наглядности окраска районов выполнена в соответствии со ступенчатой шкалой, представленной на рис. 3)

Fig. 4. Block diagram «Rural population of Belarus over the age 60» (%), 2015), created in an absolute non-graduated scale

(the coloring of the districts was created in accordance with the graduated showing in fig. 3, for clarity)

бражения поверхности Земли в виде объемных моделей не нова, и натурные модели местности прочно вошли в практику стратегического планирования военных операций, архитектуры, изобразительного искусства. Рельефные карты нашли свое применение в образовательном процессе (изучение естественно-научных дисциплин). Толчком к бурному развитию 3D-картографии стало, во-первых, появление высокопроизводительных аппаратных платформ, во-вторых, появление геоинформационных систем, что обеспечило возможности хранения, обработки и визуализации трехмерных данных.

Собственно, визуализация, или представление трехмерной модели, является наиболее сложной задачей при создании трехмерных карт. При создании объемных моделей рельефа в доцифровую эпоху применялись различные способы и материалы. Так, наиболее простым способом отображения рельефа является ступенчатое моделирование с использованием картонных фрагментов, соответствующих

фигурам горизонталей на топографической карте. Такие модели можно усовершенствовать, нанося на их поверхность гипс или глину, что позволит добиться более естественного отображения. Основным недостатком таких моделей – трудоемкость их изготовления, поэтому для массового производства рельефных моделей применяется способ термовакуумного формования. Он состоит в придании карте рельефной формы путем нанесения ее на пластиковую основу, которой под воздействием температуры придается форма исходной формы-основы.

Способ термовакуумного формования позволяет производить рельефные карты в больших количествах, и главной сложностью здесь является создание рельефной формы-основы, которая раньше создавалась вручную из гипса, дерева или пластика, а сегодня для ее изготовления применяются трехкоординатные фрезероальные станки и трехмерные цифровые модели, выполненные в различных ГИС- и САПР-приложениях. При использовании данного способа производственный процесс состоит из четырех этапов:

- создание трехмерной модели;
- изготовление рельефной формы-основы;
- печать карты на пластике;
- термовакуумное формование пластика с напечатанной на нем картой.

Данную производственную цепочку возможно сократить с использованием технологий 3D-печати: убрать этап изготовления рельефной формы-основы и сразу передавать модель в производство.

Технология трехмерной печати зародилась в середине XX в., тогда же были выпущены первые 3D-принтеры. На сегодня существуют различные технологии 3D-печати. Технология стереолитографии (STL) позволяет выращивать смоделированный на компьютере трехмерный объект из жидкой фотополимеризующейся композиции (ФПК), нанося ее слой за слоем на подвижную платформу, погружаемую в ванну с ФПК. Данный способ хорошо зарекомендовал себя для создания рельефных карт [23]. Объемные модели из послойного листового материала (LOM) формируются, например, из пленок, полиэстера, пластика, бумаги и т. д., слои скрепляются между собой при помощи разогретого валика. Модель при помощи LOM-принтера может быть воссоздана за несколько часов, но получается шероховатой, и удалить лишний материал с ее поверхности сложно из-за риска расслоения. Технология *FDM (Fused Deposition Modeling)* – моделирование методом наплавления) – это нанесение слоев расплавленного пластика, повторяющих контуры цифровой модели печатающей головкой принтера. В качестве материалов для печати выступают термопластики, например *PLA* или *ABS* пластики, поставляемые в виде катушек нитей или прутков. Технология *FDM* – одна из наиболее дешевых в трехмерной печати.

На данный момент помимо достоинств трехмерная печать имеет и ряд недостатков. В частности, ограничена палитра используемых цветов: на большинстве принтеров при печати доступно от одного до трех цветов (в зависимости от используемого при печати материала). Помимо этого, на современном уровне развития потребительских 3D-принтеров скорость создания моделей остается недостаточно высокой. Также стоит отметить, что создание трехмерных моделей требует специализированных умений и навыков, недоступных рядовому пользователю.

Сегодня основным и, пожалуй, единственным способом применения технологий создания трехмерных карт, будь то 3D-печать или цифровые модели, остается моделирование земной поверхности, в частности рельефа. Источником данных здесь являются чаще всего топографические карты, однако все чаще используются высокоточные системы лазерного сканирования (*LIDAR*), которые открывают возможности для полной реализации потенциала 3D-печати [24].

В данном исследовании нами была разработана трехмерная модель Республики Беларусь на уровне административных районов, наглядно демонстрирующая долю сельского населения старше 60 лет, которая впервые отражает пространственно-определенную информацию, в частности социально-демографические показатели, в виде трехмерной карты. Модель выполнена в виде объемной блок-диаграммы и построена в абсолютной шкале, что позволяет с ранее недостижимой точностью показать различия в неравномерности старения сельского населения нашей страны.

Теоретически выделяется три этапа производства модели: сбор и подготовка исходных данных; непосредственно моделирование; производство готовой модели на 3D-принтере.

Этап сбора и подготовки данных заключается в получении и систематизации статистической информации по демографическим показателям из административных районов республики и загрузке данных в среду моделирования – ГИС *ArcGIS ArcScene 10.5*. В качестве исходных данных геометрии нами был применен слой административных границ *OpenStreetMap* на территорию республики, данные по возрастному составу населения были взяты из «Демографического ежегодника Республики Беларусь» [18].

В соответствии с полученными данными было заполнено соответствующее поле атрибутивной таблицы для слоя административных районов и сформирована 3D-сцена.

Построение модели осуществляется в трех программных продуктах – *ArcGIS ArcScene 10.5*, *Microsoft 3D Builder* и *Cura*. Моделирование производится в ГИС *ArcScene* – это программное обеспечение (ПО)

визуализирует геоданные и проводит их первичную обработку. Функционал символизации *ArcScene* позволяет задавать параметры трехмерного отображения моделей в зависимости от значений атрибутивных полей. Для увеличения изобразительных свойств модели и ее наглядности процентные показатели старения населения для административных районов были увеличены в 4000 раз, а базовые высоты в целях сокращения материалоемкости модели были опущены до значения –50 000. Результатом стала модель республики, изображенная на рис. 5.

После создания модели производится ее экспорт в формат *VRML* (англ. *Virtual Reality Modeling Language* – язык моделирования виртуальной реальности) – стандартизированный формат файлов для демонстрации трехмерной интерактивной векторной графики. Для задания параметров масштаба печати модели используется приложение *Microsoft 3D Builder*. С его помощью можно изменять размеры модели, ее окраску, создавать новые объекты. Данное ПО включено в стандартный пакет приложений *Windows 10*, что делает его доступным инструментом для работы с трехмерными объектами (рис. 6).

Полученная в *ArcScene* модель не является масштабной, так как координаты узловых точек и ребер соответствуют принятой в ГИС системе координат, а именно WGS-84 – N35 Zone, и, соответственно, даны в метрах, поэтому при печати необходимо вводить масштабный коэффициент для возможности размещения модели на рабочей поверхности принтера. При первичном импорте модели в среду моделирования необходимо указать единицы измерения – микрометры, а затем разместить модель в рабочей области программы.

После этого выполняется операция масштабирования либо с фактическим размером модели в выбранных единицах измерения, либо с процентным отношением. В целях использования всей возможной области построения принтера – 275 × 265 × 240 мм – для максимального диаметра модели (расстояние с запада на восток) было установлено значение при печати 275 мм, что примерно соответствует масштабу 1 : 2 340 000. Далее производится экспорт в формат твердотельной модели (.stl), а затем – в программу для принтера, по которой он будет послойно печатать модель.

Производство (печать модели) проходит в два этапа. Так как целостная модель является достаточно объемным файлом, производится операция слайсинга – разрезание модели на слои и их преобразование в управляющий код принтера. Второй этап – собственно загрузка модели в виде управляющего кода в принтер и ее печать. Операция слайсинга проводилась с использованием программного пакета *Cura*.

Материал печати при выполнении данной работы – одноцветная пластиковая *ABS*-нить. Печать многоцветных моделей возможна, однако тогда процесс занимает значительно большее время. При печати модели использовался принтер *3D Systems CubeX* с технологией струйной печати *FDM*. Точность печати составляет ±1 % для моделей с габаритами более 50 мм, размер области построения – 275 × 265 × 240 мм, толщина печатного слоя – 0,1 мм [25].

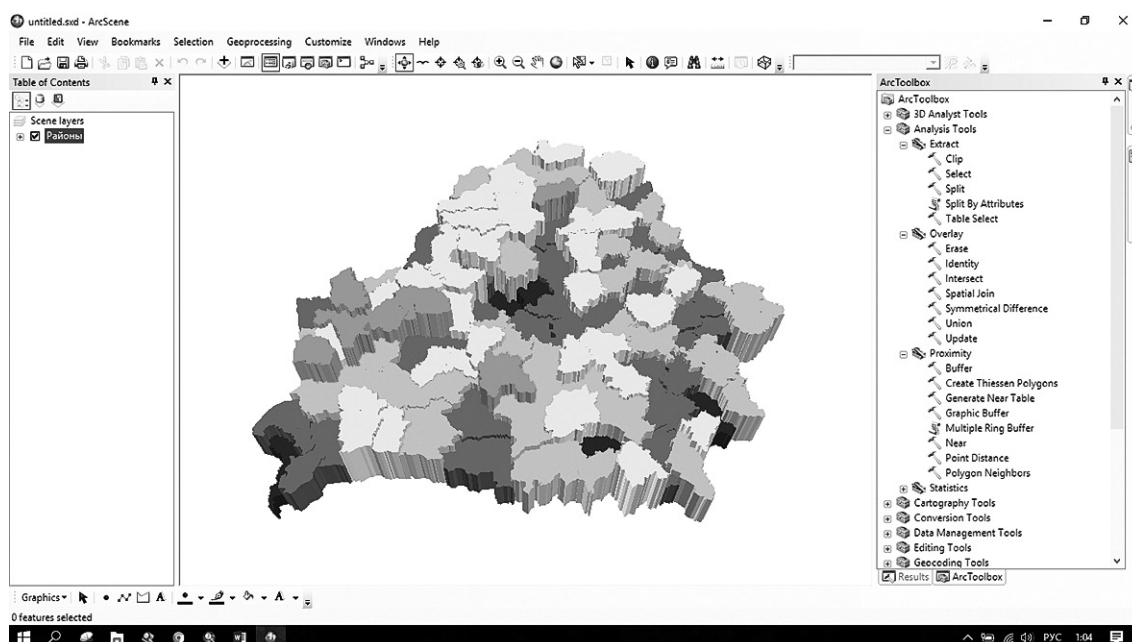


Рис. 5. Модель, отражающая долю сельского населения Республики Беларусь старше 60 лет, выполненная в программном продукте *ArcGIS ArcScene 10.5*

Fig. 5. The model of demographic ageing in the Republic of Belarus, carried out in the software product *ArcGIS ArcScene 10.5*

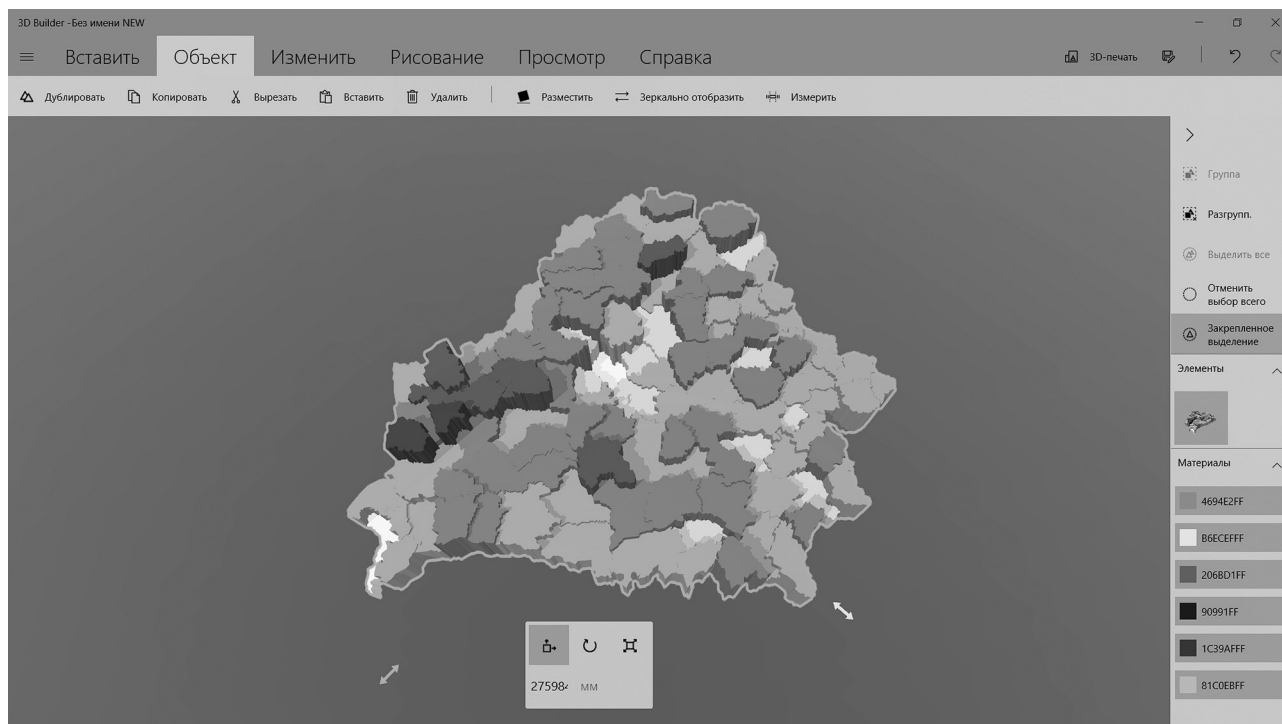


Рис. 6. Модель, отражающая долю сельского населения Республики Беларусь старше 60 лет, выполненная в программном продукте *Microsoft 3D Builder*

Fig. 6. The model of demographic ageing in the Republic of Belarus, carried out in the software product *Microsoft 3D Builder*

Основным достоинством полученной модели являются ее изобразительные качества. Нам удалось отобразить картографируемый показатель на качественно новом уровне – горизонтальный масштаб модели составляет 1 : 2 340 000. Масштаб градуированной шкалы – 1 : 1, т. е. в 1 мм – 1 %. Использование технологий трехмерного моделирования и трехмерной печати позволило сохранить форму границ районов в заданном масштабе, что было недостижимо в картографическом производстве ранее, когда модели изготавливались термовакuumным способом (рис. 7).

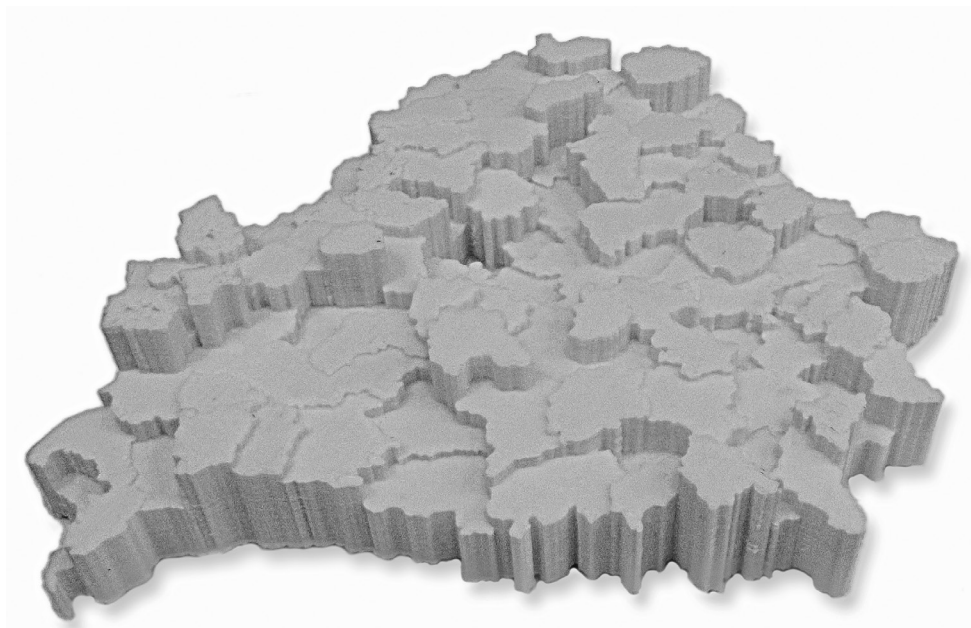


Рис. 7. Финальный продукт 3D-картографического производства – фотография 3D-модели, отражающей долю сельского населения Республики Беларусь старше 60 лет

Fig. 7. The final product of 3D cartographic production – photo of the 3D model of demographic ageing in the Republic of Belarus

Заклучение

Таким образом, картографирование демографического старения выполняется на основе количественных показателей по данным переписей населения и текущего статистического учета демографических событий. Для визуализации данных демографического старения используются преимущественно картограммы, объемные блок-диаграммы, реже – псевдоизолинии. Наибольшей информативностью и наглядностью обладают объемные блок-диаграммы, построенные как 3D-модели и позволяющие получить завершённый географический и пространственный образ демографического старения в Республике Беларусь. Подобная 3D-модель выполнена для Беларуси впервые в абсолютной шкале, что, в отличие от существующих методик, позволяет с ранее недостижимой точностью отобразить полимасштабную дифференциацию старения сельского населения страны. Методика разработки данного 3D-картографического продукта может применяться при построении моделей других социально-экономических явлений.

Библиографические ссылки

1. Антупова Е. А., Трифонова З. А. Региональные различия масштабов демографического старения Беларуси и России // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2017. № 1. С. 36–49.
2. Анціпава К. А., Жмайдык Р. А., Таназ А. А. Насельніцтва Рэспублікі Беларусь. Минск : РУП «Белкартографія», 2012. 3,12 п. л.
3. Antipova E., Fakeyeva L., Karobkin A. GIS mapping in the geodemographic studies (Case study of the Republic of Belarus) // Hungarian Geographical Bull. 2012. Vol. 61, № 3. P. 219–236.
4. Антупова Е. А. Республика Беларусь. Население. Сельское расселение. Минск : РУП «Белкартографія», 2013. 4,14 п. л.
5. Антупова Е. А. Динамика численности населения // Географический атлас учителя. Минск : РУП «Белкартографія», 2016. С. 89.
6. Баженова Е. А. Атласная информационная система социальной тематики Южного федерального округа РФ : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.33. М., 2009.
7. Кислова В. А. Структура и содержание блока «Социально-демографическое картографирование» для обеспечения дистанционного образования : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.33. М., 2010.
8. Чуклова О. Ю. Геоинформационная система анализа социально-экономических связей России и Украины (на примере миграционных потоков в приграничье) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.33. М., 2011.
9. Игонин А. И. Создание справочно-аналитической геоинформационной системы мониторинга демографического развития Европы и Азиатской части России : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.33. М., 2012.
10. Тимонин С. А. Атласная демографическая информационная система России : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.33. М., 2013.
11. Тимонин С. А., Михайлов Д. И. Геодемографическая информационная система России: архитектура и информационное обеспечение // Геодезия и картография. 2015. № 12. С. 41–49.
12. Тимонин С. А., Тикунова И. Н., Штроבל Й. Математико-картографическое моделирование межрегиональных миграционных потоков в России // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер.: Науки о Земле. 2014. Т. 8. С. 133–144.
13. Белозеров В. С., Панин А. Н., Тикунов В. С. Атласная информационная система для изучения этнодемографических процессов в Ставропольском крае // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 2008. № 1. С. 39–44.
14. Панин А. Н. Атласная информационная система «Этнодемографические процессы в Ставропольском крае» : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.33. Ставрополь, 2005.
15. Маслиев Р. О. Геоинформационный мониторинг миграционных процессов в Ставропольском крае : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.33. Ставрополь, 2006.
16. Раужин И. Г. Полимасштабный мониторинг демографических процессов в России с использованием геоинформационных технологий : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.33. Ставрополь, 2012.
17. Антупова Е. А. Опыт использования ГИС-технологий в географии населения // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. 2007. № 2. С. 87–93.
18. Демографический ежегодник Республики Беларусь : стат. сб. / редкол.: И. В. Медведева. Минск, 2016.
19. Антупова Е. А. Региональные особенности демографического развития Республики Беларусь // Состояние и перспективы демографического развития Республики Беларусь / под общ. ред. Т. Н. Мироновой, С. В. Рязанцева. Минск : В.И.З.А. Групп, 2017. С. 100–122.
20. Жмойдык Р. А. Социально-экономическая картография [Электронный ресурс]. Минск : БГУ, 2011. URL: <http://www.elib.bsu.by> (дата обращения: 02.02.2018).
21. Етеев О. А. Проектирование и составление социально-экономических карт. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1999.
22. Салищев К. А. Картоведение. 3-е изд., доп. и перераб. М. : Изд-во МГУ, 1990.
23. Панченко В., Майоров В., Хорошев М. Лазерная стереолитография – создание рельефных карт по фотограмметрическим данным зондирования Земли // Фотоника. 2009. № 1. С. 16–20.
24. Godwin A. Hello, this is London rising [Electronic resource]. URL: <http://www.aeracode.org/2016/05/16/hello-london-rising/> (дата обращения: 02.02.2018).
25. CubeX / 3D Systems Inc [Electronic resource]. URL: www.3dsystems.com (дата обращения: 02.02.2018).

References

1. Antipova E. A., Trifonova Z. A. Regional differences in the scale of the demographic aging of Belarus and Russia. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2017. No. 1. P. 36–49 (in Russ.).
2. Antipova E. A., Zhmojdjak R. A., Topaz A. A. *Nasel'nictva Rjespubliki Belarus'*. Minsk : RUP «Belkartografiya», 2012. 3,12 p. 1. (in Russ.).
3. Antipova E., Fakeyeva L., Karobkin A. GIS mapping in the geodemographic studies (Case study of the Republic of Belarus). *Hungarian geographical bulletin.* 2012. Vol. 61, No. 3. P. 219–236.
4. Antipova E. A. *Respublika Belarus'. Naselenie. Sel'skoe rasselenie.* Minsk : RUP «Belkartografiya», 2013. 4,14 p. 1. (in Russ.).
5. Antipova E. A. Dinamika chislennosti naseleniya. In: *Geograficheskij Atlas uchitelja.* Minsk : RUP «Belkartografiya», 2016. P. 89 (in Russ.).
6. Bazhenova E. A. *Atlasnaya informacionnaya sistema social'noj tematiki Yuzhnogo federal'nogo okruga RF* : diss. abstr. ... PhD (geogr.) : 25.00.33. Moscow, 2009 (in Russ.).
7. Kislova V. A. *Struktura i sodержanie bloka «Social'no-demograficheskoe kartografirovaniye» dlya obespecheniya distantsionnogo obrazovaniya* : diss. abstr. ... PhD (geogr.) : 25.00.33. Moscow, 2010 (in Russ.).
8. Chuklova O. Yu. *Geoinformacionnaya sistema analiza social'no-ekonomicheskikh svyazey Rossii i Ukrainy (na primere migracionnykh potokov v prigranich'ye)* : diss. abstr. ... PhD (geogr.) : 25.00.33. Moscow, 2011 (in Russ.).
9. Igonin A. I. *Sozdanie spravochno-analiticheskoi geoinformacionnoi sistemy monitoringa demograficheskogo razvitiya Evropy i Aziatskoi chasti Rossii* : thesis of diss. ... PhD (geogr.) : 25.00.33. Moscow, 2012 (in Russ.).
10. Timonin S. A. *Atlasnaya demograficheskaya informacionnaya sistema Rossii* : thesis of diss. ... PhD (geogr.) : 25.00.33. Moscow, 2013 (in Russ.).
11. Timonin S. A., Mihailov D. I. *Geodemograficheskaya informacionnaya sistema Rossii: arkhitektura i informatsionnoe obespechenie.* *Geodesy and Cartography.* 2015. No. 12. P. 41–49 (in Russ.).
12. Timonin S. A., Tikunova I. N., Shtrobl J. *Mathematic and cartographic modeling of interregional migration flows in Russia.* *Izv. Irkutskogo gos. univ. Ser.: Earth Sciences.* 2014. Vol. 8. P. 133–144 (in Russ.).
13. Belozеров V. S., Panin A. N., Tikunov V. S. *Atlas Information System for Studying Ethno-Demographic Processes in the Stavropol Territory.* *Vestnik Mosk. univ. Ser. 5, Geografiya.* 2008. No. 1. P. 39–44 (in Russ.).
14. Panin A. N. *Atlasnaya informacionnaya sistema «Etnodemograficheskie protsessy v Stavropol'skom krae»* : thesis of diss. ... PhD (geogr.) : 25.00.33. Stavropol', 2005 (in Russ.).
15. Masliev R. O. *Geoinformatsionnyi monitoring migracionnykh protsessov v Stavropol'skom krae* : diss. abstr. ... PhD (geogr.) : 25.00.33. Stavropol', 2006 (in Russ.).
16. Rauzhin I. G. *Polimasshtabnyi monitoring demograficheskikh protsessov v Rossii s ispol'zovaniem geoinformatsionnykh tekhnologii* : thesis of diss. ... PhD (geogr.) : 25.00.33. Stavropol', 2012 (in Russ.).
17. Antipova E. A. Experience in the use of GIS technologies in the population geography. *Vestnik BSU. Ser. 2, Himiya. Biologiya. Geografiya.* 2007. No. 2. P. 87–93 (in Russ.).
18. Medvedeva I. V., Kangro I. S., Vasilevskaja Zh. N., et al. (eds). *Demograficheskii ezhegodnik Respubliki Belarus'* : statistical digest. Minsk, 2016 (in Russ.).
19. Antipova E. A. Regional'nye osobennosti demograficheskogo razvitiya Respubliki Belarus'. In: Mironova T. N., Rjazancev S. V. (eds). *Sostoyanie i perspektivy demograficheskogo razvitiya Respubliki Belarus'*. Minsk, 2017. P. 100–122 (in Russ.).
20. Zhmojdyak R. A. *Social'no-ekonomicheskaya kartografiya* [Electronic resource]. Minsk : BSU, 2011. URL: <http://www.elib.bsu.by> (date of access: 02.02.2018) (in Russ.).
21. Evteev O. A. *Proektirovaniye i sostavleniye social'no-ekonomicheskikh kart.* M. : Publ. house of MSU, 1999 (in Russ.).
22. Salishhev K. A. *Kartovedeniye.* M. : Publ. house of MSU, 1990 (in Russ.).
23. Panchenko V., Majorov V., Horoshev M. [Laser stereolithography – creation of relief maps from photogrammetric Earth sounding data. *Photonics.* 2009. No. 1. P. 16–20 (in Russ.).
24. Godwin A. Hello, this is London rising. URL: <http://www.aeracode.org/2016/05/16/hello-london-rising/> (date of access: 02.02.2018).
25. CubeX / 3D Systems Inc. [Electronic resource]. URL: www.3dsystems.com (date of access: 02.02.2018).

Статья поступила в редакцию 29.01.2018.
Received by editorial board 29.01.2018.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ГОРОДА МОЛОДЕЧНО

А. А. КАРПИЧЕНКО¹⁾, Н. К. ЧЕРТКО¹⁾, А. С. СЕМЕНИУК¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Рассмотрено влияние техногенных факторов на почвенный и растительный покров г. Молодечно. Исследование проводилось путем отбора образцов почв и растительности. Определение валового содержания химических элементов (Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr) выполнялось эмиссионно-спектральным методом. Среднее содержание Cu в верхних горизонтах почв г. Молодечно составляет 17,5 мг/кг; Pb – 18,7; Mn – 460,0; Ni – 11,0; Sn – 3,6; Ti – 1986; Cr – 36,5 мг/кг. Содержание исследуемых элементов отличается высокой вариабельностью (коэффициенты вариации достигают 36,4–59,7 %). Исключение составляет Ni (вариабельность – 87,6 %). Превышения предельно допустимых концентраций отмечены для Cu, Pb, Ni и Cr, наибольшее загрязнение – в производственно-складской зоне и на прилегающих территориях вблизи железнодорожного вокзала на западе города, а также вблизи завода металлоизделий в северной части г. Молодечно. В растительности города содержание исследуемых элементов отличалось высокой вариабельностью для Sn и Cu ($V = 39,8\%$ и $V = 54,3\%$ соответственно), очень высокой – для Ni (75,0 %), Cr (85,3 %) и Pb (87,5 %), аномальной – для Ti (101,6 %) и Mn (182,1 %). Среднее геометрическое содержание элементов в золе растений: Cu – 19,6 мг/кг; Pb – 2,63; Mn – 303,0; Ni – 3,70; Sn – 0,71; Ti – 232,0; Cr – 9,5 мг/кг. Максимальное накопление Pb и Ni отмечено на загрязненных выше предельно допустимых концентраций почвах.

Ключевые слова: геохимия почв; геохимия растительности; геохимическая оценка; тяжелые металлы; загрязнение почв; загрязнение растительности.

GEOCHEMICAL ESTIMATION OF SOILS AND VEGETATION OF MALADZIEČNA

A. A. KARPICHENKA^a, M. K. CHARTKO^a, A. S. SEMIANIUK^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus
Corresponding author: A. A. Karpichenka (karpi@bsu.by)

The article considers the influence of technogenic conditions on the soil and vegetation cover of Maladziečna city. The study was carried out by sampling soil and vegetation. The total content of chemical elements (Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr)

Образец цитирования:

Карпиченко А. А., Чертко Н. К., Семенюк А. С. Геохимическая оценка почв и растительности г. Молодечно // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2018. № 1. С. 21–29.

For citation:

Karpichenka A. A., Chartko M. K., Semianiuk A. S. Geochemical estimation of soils and vegetation of Maladziečna. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2018. No. 1. P. 21–29 (in Russ.).

Авторы:

Александр Александрович Карпиченко – кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета.

Николай Константинович Чертко – доктор географических наук, профессор; профессор кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета.

Александр Сергеевич Семенюк – преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета.

Authors:

Aliaksandr A. Karpichenka, PhD (geography), docent; associate professor at the department of soil science and land information systems, faculty of geography.

karpi@bsu.by

Mikalai K. Chartko, doctor of science (geography), full professor; professor at the department of soil science and land information systems, faculty of geography.

chartko@bsu.by

Aliaksandr S. Semianiuk, lecturer at the department of soil science and land information systems, faculty of geography.

geo-semenuk@yandex.ru

was determined by atomic emission spectrometry. The average content of Cu in the upper soil horizons of Maladziečna is 17.5 mg/kg; Pb – 18.7; Mn – 460.0; Ni – 11.0; Sn – 3.6; Ti – 1986; Cr – 36.5 mg/kg. The content of almost all investigated elements is highly variable (coefficients of variation from 36.4 to 59.7 %), with the exception of Ni with a very high variability (87.6 %). The maximum permissible concentrations were registered for Cu, Pb, Ni and Cr, mostly contaminated is production and storage area and adjacent areas near the railway station in the west of the city, as well as near the metalware factory in the northern part of Maladziečna. In the vegetation of Maladziečna the content of the investigated elements was characterized by high variability for Sn and Cu ($V = 39.8\%$ and $V = 54.3\%$, respectively), very high for Ni (75.0 %), Cr (85.3 %) and Pb (87.5 %), anomalous for Ti (101.6 %) and Mn (182.1 %). The average geometric content of elements in plant ash: Cu is 19.6 mg/kg; Pb – 2.63; Mn – 303.0; Ni – 3.70; Sn – 0.71; Ti – 232.0; Cr – 9.5 mg/kg. The maximum accumulation of Pb and Ni was observed in soils contaminated above the maximum permissible concentrations.

Key words: soil geochemistry; vegetation geochemistry; geochemical estimation; heavy metals; soil contamination; vegetation contamination.

Введение

Геохимия городов в значительной степени является продуктом наложения воздействия различных производств и других видов хозяйственной деятельности на природную ландшафтно-химическую основу, сопровождающегося формированием полиэлементных техногенных геохимических аномалий в различных компонентах городского ландшафта [1]. Большое число и неравномерность размещения техногенных источников в сочетании с неоднородностью природных условий создают сложную структуру геохимических аномалий на территории городов. Накопление тяжелых металлов в почвах городов происходит в результате замедления техногенных потоков миграции, источниками которых могут служить выбросы промышленных предприятий и транспорта, бытовые и промышленные отходы, сточные воды и т. д. [2]. Особое значение при этом имеют формирующиеся геохимические барьеры различного генезиса, являющиеся ограничителями миграции химических элементов и формирующие места их вторичного накопления. Почвенный и растительный покровы в таких условиях также выступают в качестве барьеров, способных накапливать и сохранять тяжелые металлы.

Немалая доля тяжелых металлов попадает в урболандшафты атмотехногенным путем с пылью и атмосферными осадками, поскольку аэрозольные частицы дымовых газов при остывании адсорбируют свинец, кадмий, ртуть и другие элементы, которые впоследствии осаждаются на растительности и почве. Запыленность также вносит заметный вклад в этот процесс, поскольку вместе с пылью могут переноситься марганец, хром, ванадий и другие химические элементы [3].

Объект и методика исследования

Объектом исследования являлись почвенный и растительный покровы г. Молодечно, в которых определялось содержание ряда химических элементов (Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Cr, Ti). Исследование производилось в конце июня 2016 г. путем отбора проб почв и растительности во всех функциональных зонах города по схеме, показанной на рис. 1. Всего отобрано 44 смешанных образца почв с глубины 5–10 см. Образцы почв просушивались до воздушно-сухого состояния, просеивались через сито с диаметром ячеек 1 мм, взвешивались, после чего проводилось сухое озоление пробы в муфельной печи при температуре 440–450 °С. Полученная проба охлаждалась в эксикаторе, взвешивалась для определения потерь при прокаливании и растиралась до пудрообразного состояния. Потери при озолении почв (в основном за счет органического вещества и почвенной влаги) составили в среднем 5,7 % для минеральных почв (варьировали в пределах 1,7–26,7 %), для осушенного торфяника – 56,0 %, для неосушенного – 73,8 %.

Растительность отбиралась в тех же точках, что и почвы, всего было отобрано 44 образца, из них 13 – березы повислой (*Betula pendula*), 10 – липы мелколистной (*Tilia cordata*), 9 – клена остролистного (*Acer platanoides*), 3 – осины обыкновенной (*Populus tremula*), 2 – тополя белого (*Populus alba*), по одному образцу тополя черного (*Populus nigra*), яблони (*Malus domestica*), пшеницы (*Triticum*), ржи (*Secale cereale*), кукурузы (*Zea mays*), клевера красного (*Trifolium pratense*) и пырея ползучего (*Elytrigia repens*). Пробы растительности высушивались до воздушно-сухого состояния, измельчались, после чего озолялись при температуре 440–450 °С с определением зольности (для отобранных образцов растительности г. Молодечно показатели колебались в пределах от 5,2 до 26,3 %, при этом наименьшее и наибольшее значение установлено для листьев березы).

Анализ валового содержания Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr в почвах и растительности производился эмиссионно-спектральным методом на многоканальном атомно-эмиссионном спектрометре ЭМАС-200ДДМ в дуге переменного тока в научно-исследовательской лаборатории экологии ландшафтов Белорусского государственного университета. Статистическая обработка результатов анализов про-



Рис. 1. Схема отбора образцов почв и растительности
Fig. 1. Sampling scheme of soil and vegetation

водилась в пакетах *Microsoft Excel 2010* и *Statsoft Statistica 6.0*. Построение моноэлементных карт распределения валового содержания исследуемых элементов в верхнем горизонте почв г. Молодечно производилось с использованием модуля *Spatial Analyst* в среде *ArcGIS for Desktop 9.3*.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам эмиссионно-спектрального анализа проб почв было установлено валовое содержание Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr в воздушно-сухой почве, представленное в табл. 1. Геохимическая оценка загрязнения производилась путем сравнения валового содержания исследуемых элементов с их фоновым содержанием в почвах Беларуси и с установленными санитарно-гигиеническими нормативами ориентировочно допустимых количеств и предельно допустимых концентраций (ОДК и ПДК соответственно) [2; 4–6].

Таблица 1

Содержание валовых форм Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr в почвах г. Молодечно

Table 1

Total concentrations of Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr in Maladziečna city soils

Показатели	Химические элементы, мг/кг воздушно-сухой почвы						
	Cu	Pb	Mn	Ni	Sn	Ti	Cr
Минимум	6,6	3,1	149	2,3	0,6	479	9,9
Максимум	46,4	72,9	843	63,3	11,1	3580	108,2
Среднее	17,5	18,7	460	11,0	3,6	1986	36,5
Медиана	14,3	15,6	445	8,4	3,2	2028	33,9
Коэффициент вариации	51,3	59,7	36,4	87,6	51,3	41,4	43,0
Фон	13	12	247	20	–	1562	36
ПДК	33	32	1000	20	–	–	100

Среднее содержание меди в верхнем горизонте почв г. Молодечно (17,5 мг/кг) превышает фоновое содержание для почв республики в 57 % проб. При этом из-за положительной асимметричности распределения медиана (14,3 мг/кг) заметно ближе к фону (13 мг/кг), поэтому разница между средним арифметическим и медианой может показывать влияние техногенных факторов на накопление этого элемента в почвах города. Для трех проб отмечено превышение ПДК, еще две пробы имеют близкое к ней значение.

Максимальные значения содержания меди, как видно на рис. 2, отмечены в жилой усадебной застройке (46,4 мг/кг) и производственно-складской зоне вблизи железнодорожного вокзала на западе города. Вторая зона существенного накопления (37,4–41,0 мг/кг) с превышением ПДК сформировалась на восточной окраине, недалеко от завода порошковой металлургии, который в силу специфики продукции и сырья (бронзовый и медный порошки) потенциально мог служить источником эмиссии металла. Концентрации, более чем в два раза превышающие фоновую, но не достигающие ПДК, отмечены среди усадебной застройки на северо-восточной окраине, севернее военной части, а также в центральной части города, севернее железной дороги. Более чистые территории расположены в южной части города, где находится многоэтажная застройка и парки.

Для свинца, как и для меди, характерно заметное превышение среднего содержания (18,7 мг/кг при фоновом 12 мг/кг), которое наблюдается в 77 % отобранных образцов, а также существенная положительная асимметрия распределения, указывающая на заметную роль хозяйственной деятельности человека в формировании данной геохимической аномалии. Однако превышение ПДК (в 1,2–2,2 раза) отмечено лишь для двух смешанных проб, еще у семи были зафиксированы значения, в два раза превышающие фоновые и близкие к ПДК (см. рис. 2). Зоны с наибольшим содержанием свинца и меди территориально близки – район железнодорожного и автовокзала с прилегающими территориями близ ул. Либаво-Роменской, загруженной автотранспортом. Второе превышение ПДК отмечено на ул. Михалёнка, к юго-востоку от завода металлоизделий. Высокое содержание свинца также наблюдалось в жилой зоне на севере города: севернее ДРСУ № 195. Зафиксированы локальные повышения концентрации близ парковок и гаражей (западная и юго-западная части города), в промзонах центра города. Более низкие значения накопления свинца характерны для жилых функциональных зон и периферии.

Содержание марганца в почвах г. Молодечно заметно выделяется в исследуемой группе химических элементов как по абсолютным величинам, так и по характеру распределения, незначительно отклоняющегося от нормального. При этом превышения ПДК не наблюдалось (следует отметить высокие пороговые значения ПДК/ОДК для этого элемента), однако в большей части отобранных проб валовая концентрация была выше фоновой, только для четырех из них зафиксированы более низкие значения. Само по себе превышение уровня фона не является достаточным доказательством техногенного загрязнения, но если концентрация элемента выше фоновой в два раза и более, то его вероятность заметно повышается. Подобные значения выявлены для 43 % отобранных образцов, поэтому средняя концентрация Mn (460 мг/кг) для почв г. Молодечно в 1,9 раза выше регионального кларка.

Пространственное распределение марганца в пределах города отличается неоднородностью, что может быть обусловлено геохимическими особенностями накопления и рассеивания данного элемента. Интенсивное накопление марганца может указывать на существование локальных геохимических барьеров, чаще всего окислительного, нейтрального или их сочетания [7]. Наибольшие концентрации отмечаются в западной части города, где расположен ряд промышленных предприятий как функционирующих (Молодечненский завод металлоконструкций и Молодечненский трубопрокатный завод), так и закрытых (радиозавод «Спутник»); схожие концентрации зафиксированы на севере города.

Содержание никеля для большинства отобранных проб (66 %) ниже 10 мг/кг, однако из-за ярко выраженной положительной асимметрии и большой амплитуды колебаний средняя концентрация составила 11 мг/кг, что указывает на не совсем типичное ее положение, в то время как медиана (8,4 мг/кг) более адекватно отображает общую картину. К юго-востоку от Молодечненского завода металлоизделий обнаружено более чем трехкратное превышение фона, где также отмечены повышенные концентрации свинца, олова и хрома. На расстоянии около километра на северо-восток от места отбора этого образца, восточнее воинской части и КУП «Коммунальник», наблюдается еще одно незначительное превышение ПДК (20,1 мг/кг), при этом содержание хрома также остается повышенным. Третий случай превышения фона отмечен для осушенного торфяника с заметными признаками деградации, расположенного на северо-западной окраине города в зоне влияния ГУП «Молодечненское ППТК» (поставки металлопродукции, конструкционных и строительных материалов) и филиала ОАО «Белвторчермет». Распределение никеля в почвах г. Молодечно неоднородно, помимо упомянутых выше участков накопления, отмечаются пятна с концентрацией Ni, близкой к величине ПДК, в районе ПРУП «Молодечненский

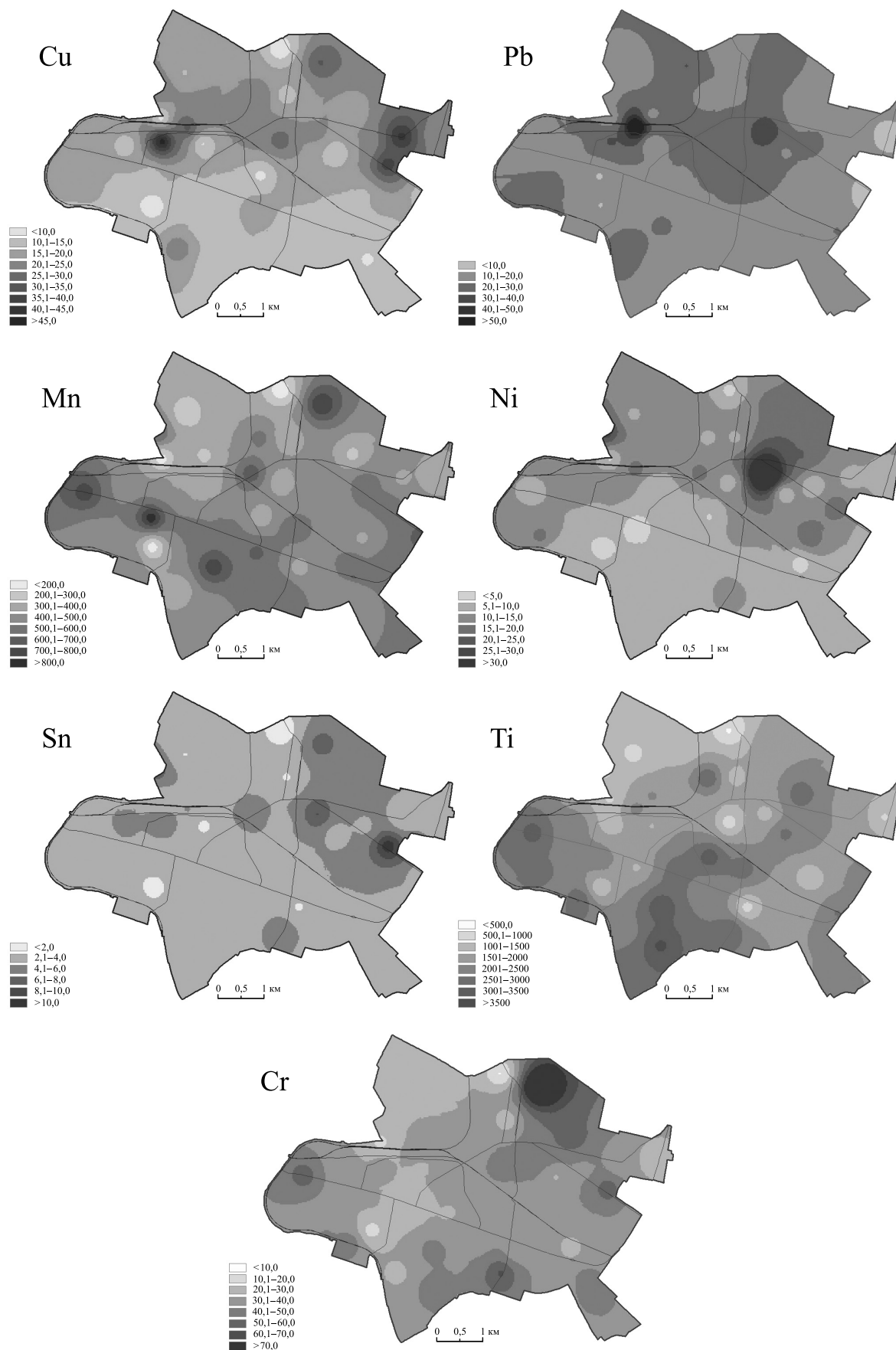


Рис. 2. Распределение Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr в почвах г. Молодечно, мг/кг
Fig. 2. Spatial distribution of Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr in Maladziečna city soils, mg/kg

завод порошковой металлургии» (в восточной части города), а также недалеко от железнодорожного вокзала и в промзоне по ул. Металлистов (в западной части). Содержание никеля на юге населенного пункта более низкое.

Среднее содержание олова в почвах г. Молодечно составило 3,6 мг/кг (пределы колебаний – от 0,6 до 11,1 мг/кг), сравнения с ПДК не проводилось из-за дискуссионности его величины для данного элемента, однако резкие отклонения от средних значений в данном случае могут иметь техногенную природу из-за наличия потенциальных источников загрязнения. Наибольшие концентрации Sn обнаружены на востоке, вблизи ПРУП «Молодечненский завод порошковой металлургии», где порошок олова применяют при производстве изделий из бронзы, а также в северо-восточной части территории населенного пункта. На большей части города отмечается близкая к средней концентрация с локальными точками накопления или рассеяния элемента.

Заметной контрастностью отличается содержание титана в верхних горизонтах почв города (среднее значение – 1986 мг/кг, что выше фонового), при этом его распределение имеет заметный отрицательный эксцесс. Повышенное содержание данного элемента в почвах не вызывает особых опасений, поскольку там он отличается достаточно низкой миграционной активностью и слабой токсичностью, ПДК для Ti не установлены. Превышение фонового значения отмечается для 66 % проб, при этом для четырех образцов оно достигает двукратной разницы. Картина распространения титана заметно отличается от показателей для других элементов, повышенные концентрации зафиксированы в жилых зонах на юге города и в промышленных – на западе и юго-западе. Подобная картина может быть связана как с генезисом почвообразующих пород (в южной части преобладают моренные породы), так и с подсыпкой грунта при строительстве.

Для хрома отмечен единственный случай превышения ПДК в частном секторе на севере города (для этой точки также установлены повышенные концентрации Cu, Mn, Ni и Sn), превышение фона установлено для 43 % образцов, а среднее содержание элемента (36,5 мг/кг) близко к фоновому. Распределение характеризуется заметной положительной асимметрией и эксцессом. География распространения хрома имеет ряд схожих черт с аналогичными параметрами для марганца, низкие концентрации характерны для центральной и северо-западной частей города, повышенные наблюдаются на северо-востоке, южной и западной периферии.

По результатам лабораторных анализов проб растительности (листья и трава) было установлено содержание Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr в золе растений г. Молодечно, приведенное в табл. 2.

Зольность для отобранных образцов растительности города колебалась в пределах 5,2–26,3 % при достаточно высоком коэффициенте вариации ($V = 36,8 \%$), при этом наименьшее и наибольшее значение установлено для листьев березы. Содержание исследуемых элементов отличалось высокими показателями коэффициента вариации для Sn (39,8 %) и Cu (54,3 %), очень высокими – для Ni (75,0 %), Cr (85,3 %) и Pb (87,5 %), аномальными – для Ti (101,6 %) и Mn (182,1 %). Разница между минимальными и максимальными значениями составляет 3,7–75,8 раза, поэтому для усреднения значений содержания большинства этих элементов более корректно использовать среднюю геометрическую величину или медиану [8]. Распределение большинства элементов в золе имеет значительную положительную асимметрию.

Наибольшие значения накопления меди в золе отмечены для листьев клена (в городском парке) и березы (в микрорайоне № 6), минимальные – для листьев липы в жилой зоне по ул. Шаранговича на северо-западе города, для пшеницы – на восточной окраине и для листьев березы – в пригородном лесу на севере. В пяти образцах содержание свинца было ниже предела чувствительности методики. Максимальное содержание Pb отмечено для листьев яблони рядом с перекрестком в жилой зоне по ул. Мариганова к западу от автовокзала (там же отмечалась близкая к ПДК концентрация этого элемента в почве). Близкие к этому – предельные значения – были зафиксированы для листьев липы в промзоне около остановки автобуса по ул. Металлистов и в жилой зоне по ул. Парковой, содержание свинца в почвах для этих точек также превышало фоновое. Марганец отличается крайне широким интервалом концентрации, максимальные значения отмечаются для золы листьев березы и клена, произрастающих на достаточно чистых почвах в парках и пригородных лесах. Это может быть связано с особенностями подвижности элемента в данных почвах и физиологическими особенностями названных растений, а не с техногенным влиянием, за исключением точки максимального накопления близ пересечения железной дороги и ул. Великий Гостинец на восточной окраине города, где подобная аномалия может иметь и техногенную составляющую. Наибольшее накопление никеля отмечалось для листьев березы, при этом максимальное содержание элемента наблюдалось в точке наибольшей концентрации Ni в почве – на ул. Михалёнка к юго-востоку от завода металлоизделий. Значительное содержание олова в золе растений было зафиксировано только для 21 образца, в остальных случаях его содержание было

ниже чувствительности метода. Отличительной особенностью растительности г. Молодечно является высокое накопление титана, отмеченное в первую очередь в листьях клена в жилой зоне по ул. Черняховского и в городском парке. Наибольшее накопление хрома – в золе листьев березы в зеленой полосе на перекрестке железной дороги и ул. Великий Гостинец (там же, где и для марганца), что может быть связано с загрязнением.

Таблица 2

Содержание Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr в золе растений г. Молодечно

Table 2

Concentrations of Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr in Maladziečna city plants ash

Показатели	Зольность, %	Химические элементы, мг/кг золы						
		Cu	Pb	Mn	Ni	Sn	Ti	Cr
Минимум	5,2	6,6	Н. о.	82	1,7	Н. о.	63	4,7
Максимум	26,3	61,3	14,65	6197	20,8	1,76	1776	62,9
Среднее арифметическое	11,9	22,8	3,60	598	4,39	0,75	317	11,2
Среднее геометрическое	11,1	19,6	2,63	303	3,70	0,71	232	9,5
Медиана	11,6	17,9	2,45	267	3,28	0,66	203	8,7
Коэффициент вариации	36,8	54,3	87,5	182,1	75,0	39,8	101,6	85,3

Примечание. Здесь и далее н. о. – ниже предела чувствительности метода определения.

Данные о содержании исследуемых элементов в растениях г. Молодечно (в пересчете на воздушно-сухое состояние) приведены в табл. 3. В данном случае среднее содержание исследуемых элементов практически на порядок меньше, чем в золе, но характер распределения в целом схожий. Данные средних концентраций и величин разброса согласуются с данными по растительности Беларуси [9].

Таблица 3

Содержание Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr в растениях г. Молодечно

Table 3

Concentrations of Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr in Maladziečna city plants

Показатели	Химические элементы, мг/кг сухого вещества						
	Cu	Pb	Mn	Ni	Sn	Ti	Cr
Минимум	0,63	Н. о.	6,4	0,12	Н. о.	5,7	0,46
Максимум	6,25	1,05	713,7	3,64	0,297	255,2	7,24
Среднее арифметическое	2,42	0,35	68,8	0,54	0,099	39,9	1,32
Среднее геометрическое	2,18	0,29	33,7	0,41	0,087	25,8	1,05
Медиана	2,14	0,28	24,0	0,37	0,084	21,3	0,92
Коэффициент вариации	48,5	67,2	181,2	110,0	61,0	116,6	98,4

Коэффициенты вариации содержания элементов при расчете для сухого вещества несколько изменились. Так, высокое варьирование отмечено для Cu, очень высокое – для Sn, Pb, Cr, аномальное – для Mn, Ni и Ti.

Для оценки накопления исследуемых элементов в растительности были рассчитаны коэффициенты биологического поглощения (КБП), представляющие собой отношение концентрации элемента в золе растения к его концентрации в почве [1]. Полученные значения представлены в табл. 4.

**Коэффициенты биологического поглощения
Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr для растений г. Молодечно**

Table 4

**Biological absorption coefficients
of Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr for Maladziečna city plants**

Показатели	Химические элементы						
	Cu	Pb	Mn	Ni	Sn	Ti	Cr
Минимум	0,33	Н. п.	0,14	0,07	Н. п.	0,02	0,08
Максимум	4,59	0,92	23,96	3,22	0,93	1,31	2,53
Среднее арифметическое	1,59	0,23	1,63	0,53	0,24	0,19	0,38
Среднее геометрическое	1,25	0,16	0,71	0,42	0,20	0,13	0,28
Коэффициент вариации	70,5	92,4	236,5	93,3	73,6	119,7	115,2

Примечание. Н. п. – не рассчитывался из-за содержания в растении ниже предела чувствительности метода определения.

Отмечается широкий интервал варьирования для данных коэффициентов. В среднем для растительности г. Молодечно медь отличается слабым биологическим накоплением, средний биологический захват отмечен в 36 % случаев. Свинец характеризуется средним биологическим захватом растительностью, в 13 случаях – слабым, наибольшая величина коэффициента (0,92) отмечена для пшеницы в пригородной зоне. Наиболее энергичное накопление в растительности характерно для марганца, максимальные значения КБП которого достигают 23,96, однако значительное его накопление характерно только для двух образцов, для одного из них – сильное, а в среднем по городу – слабое, при учете среднего геометрического или медианного значения – средний биологический захват, наблюдающийся для 68 % образцов. Никель отличается средним биологическим захватом растительностью, только для одного образца березы и клена зафиксировано слабое биологическое поглощение, тогда как для пырея отмечен слабый биологический захват. Олово в основном умеренно захватывается растениями, в ряде случаев его концентрации ниже предела обнаружения. Титан также отличается средним биологическим захватом, в 43 % случаев – слабым, лишь для одной пробы клена отмечено слабое биологическое накопление. Подобный характер накопления выявлен и для хрома, у которого слабый биологический захват зафиксирован для двух образцов растительности, а слабое накопление – для трех.

Выводы

Установлено среднее содержание валовых форм Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, Ti, Cr в верхних горизонтах почв г. Молодечно, составляющее для Cu 17,5 мг/кг (пределы колебаний – от 6,6 до 46,4 мг/кг), для Pb – 18,7 мг/кг (3,1–72,9 мг/кг), для Mn – 460 мг/кг (149–843 мг/кг), для Ni – 11,0 мг/кг (2,3–63,3 мг/кг), для Sn – 3,6 мг/кг (0,6–11,1 мг/кг), для Ti – 1986 мг/кг (479–3580 мг/кг), для Cr – 36,5 мг/кг (9,9–108,2 мг/кг). Содержание практически всех исследуемых элементов отличается высокой вариабельностью ($V = 36,4–59,7 \%$), за исключением никеля, для которого характерна очень высокая вариабельность (87,6 %). Распределение Cu, Pb, Ni, Sn, Cr отличается достоверной положительной асимметрией, указывающей на техногенный характер загрязнения. Отмечено, что северная часть города загрязнена в большей степени, чем южная. Превышения до 3,2 значений ПДК зафиксированы для Cu, Pb, Ni и Cr, наибольшее загрязнение – для производственно-складской зоны и прилегающих территорий вблизи железнодорожного вокзала на западе города, а также недалеко от завода металлоизделий в северной части г. Молодечно.

В растительности города содержание исследуемых элементов отличалось высокой вариабельностью для олова и меди ($V = 39,8 \%$ и $V = 54,3 \%$ соответственно), очень высокой – для никеля (75,0 %), хрома (85,3 %) и свинца (87,5 %), аномальной – для титана (101,6 %) и марганца (182,1 %). Среднее геометрическое содержание элементов в золе растений: Cu – 19,6 мг/кг; Pb – 2,63; Mn – 303,0; Ni – 3,70; Sn – 0,71; Ti – 232,0; Cr – 9,5 мг/кг. Зафиксированы максимальные накопления Pb и Ni на загрязненных выше ПДК почвах. В пересчете на воздушно-сухое состояние отмечено заметное уменьшение коэффициентов вариации: слабое варьирование наблюдается для Sn и Cu, среднее – для Cr, Pb и Ni, высокое – для Ti, аномальное – для Mn.

Библиографические ссылки

1. *Чертко Н. К., Ковальчик Н. В., Хомич В. С. и др.* Геохимия ландшафта. Минск : БГУ, 2011.
2. *Хомич В. С., Какарека С. В., Кухарчик Т. И.* Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси. Минск : Минсктиппроект, 2004.
3. Городская среда: геоэкологические аспекты : монография / В. С. Хомич [и др.]. Минск : Беларус. навука, 2013.
4. *Петухова Н. Н.* Геохимия почв Белорусской ССР. Минск : Наука и техника, 1987.
5. *Петухова Н. Н., Кузнецов В. А.* К кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси // Докл. АН Беларуси. 1992. Т. 26, № 5. С. 461–465.
6. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1–2004. Минск, 2004.
7. *Чертко Н. К., Карпиченко А. А., Жумарь П. В.* Латеральные геохимические барьеры Беларуси // Почвоведение и агрохимия. 2005. № 1 (34). С. 147–149.
8. *Чертко Н. К., Карпиченко А. А.* Математические методы в географии. Минск : БГУ, 2009.
9. *Юркевич И. Д., Голод Д. С., Адерихо В. С.* Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование. Минск : Наука и техника, 1979.

References

1. Chartko M. K., Kavalchik N. V., Khomich V. S., et al. Geokhimiya landshafta [Landscape geochemistry]. Minsk : BSU, 2011 (in Russ.).
2. Khomich V. S., Kakareka S. V., Kukharchik T. I. Ekogeokhimiya gorodskikh landshaftov Belarusi [Ecogeochimistry of urban landscapes]. Minsk : Minsktipproekt, 2004 (in Russ.).
3. Khomich V. S., Kakareko S. V., Kukharchik T. I. (eds). Gorodskaya sreda: geokologicheskie aspekty [Urban environment: geoeological aspects] : monographia. Minsk : Belarus. navuka, 2013 (in Russ.).
4. Petukhova N. N. Geokhimiya pochv Belorusskoi SSR [Soil geochemistry of Byelorussian SSR]. Minsk : Nauka i tekhnika, 1987 (in Russ.).
5. Petukhova N. N., Kuznetsov V. A. [To the clarkes of microelements in the soil cover of Belarus]. *Dokl. AN Belarusi*. 1992. Vol. 26, No. 5. P. 461–465 (in Russ.).
6. The list of maximum permissible concentrations (MPC) and approximately permissible concentrations (APC) of chemical substances in the soil. Hygienic standards 2.1.7.12-1–2004. Minsk, 2004 (in Russ.).
7. Chartko M. K., Karpichenka A. A., Zhoomar P. V. [Lateral geochemical barriers of Belarus]. *Pochvovedenie i agrokhimia*. 2005. No. 1 (34). P. 147–149 (in Russ.).
8. Chartko M. K., Karpichenka A. A. Matematicheskie metody v geografii [Mathematical methods in geography]. Minsk : BSU, 2009 (in Russ.).
9. Yurkevich I. D., Golod D. S., Aderiho V. S. Rastitel'nost' Belorussii, ee kartografirovanie, okhrana i ispol'zovanie [Vegetation of Byelorussia, its cartography, protection and utilization]. Minsk : Nauka i tekhnika, 1979 (in Russ.).

*Статья поступила в редколлегию 23.01.2018.
Received by editorial board 23.01.2018.*

УДК 911.3(528.94)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ДИНАМИКИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНОВИЦКОЙ ОБЛАСТИ)

Л. Г. РУДЕНКО¹⁾, А. М. ЛЕЙБЕРЮК¹⁾

¹⁾Институт географии НАН Украины, ул. Владимирская, 44, 01030, г. Киев, Украина

Рассмотрены понятия геодемографического процесса и геодемографии, объект их исследования. На основе показателей естественного прироста, миграции и их результирующего значения общего прироста определены особенности типизации геодемографических процессов. Предложено расширить типологию существующих подтипов геодемографических процессов для учета нулевых показателей в I и III типах геодемографических процессов. С помощью картографического метода построены карты Черновицкой области для местных советов управления регионом, на которых выделены типы и подтипы геодемографических процессов. Проведен анализ динамики данных показателей за 2001–2004 гг. и 2014 г. Выделены территории области по характерным признакам геодемографических процессов и описаны факторы влияния на особенности формирования геодемографических процессов области.

Ключевые слова: геодемография; геодемографический процесс; Черновицкая область; местный совет; положительный геодемографический тип; стагнационный геодемографический тип; отрицательный геодемографический тип.

RESEARCH GEODEMOGRAPHIC PROCESSES TO IDENTIFY THE DYNAMICS OF THE POPULATION OF THE REGION (THE EXAMPLE OF THE CHERNIVTSI REGION)

L. G. RUDENKO^a, A. M. LEIBERIUK^a

^aNational Academy of Sciences of Ukraine, 44 Vladimirskaya Street, Kiev 01030, Ukraine

Corresponding author: A. M. Leiberiuk (lejberyk.ua@gmail.com)

The concepts of geodemographic process and geodemography is reviewed together with the object of their research. Based on indicators of natural growth, migration and their resulting value of general growth, the features of geodemographic processes are determined. It is proposed to expand the typology of the existing subtypes of geodemographic processes for the accounting of zero indexes in I and III types of geodemographic processes. By the help of mapping method maps of the Chernivtsi region have been built for the local councils. This maps show types and subtypes of geodemographic processes.

Образец цитирования:

Руденко Л. Г., Лейберюк А. М. Исследование геодемографических процессов для выявления особенностей динамики населения региона (на примере Черновицкой области) // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2018. № 1. С. 30–37.

For citation:

Rudenko L. G., Leiberiuk A. M. Research geodemographic processes to identify the dynamics of the population of the region (the example of the Chernivtsi region). *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2018. No. 1. P. 30–37 (in Russ.).

Авторы:

Леонид Григорьевич Руденко – доктор географических наук, профессор; директор Института географии НАН Украины.
Александр Михайлович Лейберюк – аспирант Института географии НАН Украины. Научный руководитель – Л. Г. Руденко.

Authors:

Leonid G. Rudenko, doctor of science (geography), full professor; director of the Institute of Geography of National Academy of Sciences of Ukraine.
Aleksandr M. Leiberiuk, postgraduate student at the Institute of Geography of National Academy of Sciences of Ukraine.
lejberyk.ua@gmail.com

The analysis of the dynamics of these indicators are carried out for the period from 2001–2004 and 2014. Districts of the region are distinguished according to the characteristic features of geodemographic processes and the factors of influence on the peculiarities of formation of geodemographic processes of the region are characterized.

Key words: geodemography; geodemographic process; Chernivtsi region; local council; positive geodemographic type; stagnation geodemographic type; negative geodemographic type.

Динамическое изменение населения, его неравномерное расселение уже давно признаны одной из глобальных проблем развития пространства. Однако если в большей степени для человечества представляет угрозу постоянный рост населения, то для некоторых стран демографическая проблема заключается в уменьшении численности населения, его старении и т. д. Если в постиндустриальных странах такие изменения и потери компенсируются за счет миграции молодых поколений, то для некоторых стран бывшего СССР эти процессы не характерны из-за высоких темпов естественного сокращения населения и оттока экономически активной его части за границу. Также следует упомянуть о процессах урбанизации, вымирания и исчезновения сельского населения, продолжении деградации периферийных регионов, образовании новых социально-экономических центров развития (моноцентрических), социальных проблемах и др. Перечисленные выше проблемы не только ставят перед обществом, и прежде всего перед государством, серьезные задачи, которые отражаются в государственной политике и имеют демографический, региональный, социальный характер, а также актуализируют изучение данного направления учеными.

На современном этапе развития человечества констатация изменений в структуре населения не позволяет выяснить сущность демографических процессов. Их исследование предусматривает характеристику не только количественных, но и качественных изменений, необходимость понимания протекания демографических процессов (начиная с самого низкого территориального уровня) и изменений общей структуры населения в целом. Поэтому сегодня актуальным вопросом наряду с другими демографическими исследованиями является более глубокое изучение геодемографических процессов (ГДП) территории.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования послужили данные Главного управления статистики в Черновицкой области и Государственной службы статистики Украины, характеризующие показатели динамики населения (рождаемости, смертности, миграции, возрастной структуры) по состоянию на 2005 и 2014 гг., в разрезе местных советов Черновицкой области. Основные результаты исследования отображены на картах геодемографических типов в растровой и векторной форме¹. Основными методами, использованными в исследовании, являются картографический и статистический.

Изложение основного материала

Говоря о динамике изменений населения и его структуры, учитывая территориальные особенности развития, изучения параметров изменения населения, следует отметить геодемографическое (демогеографическое) направление исследований [1]. Становление этого направления было достаточно длительным, а его разработка и внедрение – необходимыми. Оно сформировалось на стыке географии и демографии. Исследование геодемографических изменений отражено в работах Ф. Д. Заставного, В. С. Стешенко, Б. И. Заставецкого, А. Г. Топчиева, Н. И. Фашевского, В. А. Джамана, В. В. Яворской, Н. В. Заблотовской, К. Ю. Сегиды, Г. М. Федорова и др. [2].

Объектом геодемографии (демогеографии) выступают геодемографические процессы. Данный термин впервые обоснован и введен в научно-литературный оборот А. Г. Топчиевым [3]. Геодемографический процесс – это временное развитие населения на определенной территории, его количественные и качественные изменения и их общее направление и характер. В широком смысле ГДП охватывает и перемены в пространственном распределении населения, тенденции расселения [4], но все же характеристика ГДП базируется на показателях качественных и количественных изменений населения. Основные положения концепции геодемографического процесса, охарактеризованные в работе В. В. Яворской, коротко можно сформулировать как целостный, непрерывный социальный процесс, который заключается в определении «траектории» развития социально-демографических факторов и связан с закономерностями территориальной организации населения, его динамичностью, многокомпонентностью и др., что в целом представляет собой предмет междисциплинарного изучения [5]. Основой для определения ГДП служат показатели

¹С результатами сравнения динамики геодемографических типов 2001–2004 гг. и 2014 г. можно более подробно ознакомиться по ссылке: <http://arcg.is/2p3U10H>.

естественного и механического движения, и прежде всего их соотношение, выражающееся в процессах общего прироста или общей убыли населения. Вариативность систематики ГДП на основе таких элементов разработана А. Г. Топчиевым, В. В. Яворской (см. таблицу).

Типизация геодемографических процессов

Typification of geodemographic processes

Таксономические единицы ГДП	Признаки для выделения таксонов	Обозначение ГДП
Типы ГДП	Соотношение общего прироста (ОП) и общей убыли населения (ОУ) ОП > ОУ ОП = ОУ ОП < ОУ	I II III
Подтипы ГДП	Соотношение естественного прироста (ЕП) и миграционного сальдо (МС) Рост населения за счет естественного прироста: ЕП(+) > МС(+) ЕП(+) > МС(-) Рост населения за счет миграционного притока: МС(+) > ЕП(+) МС(+) > ЕП(-) Стабилизация численности населения: ЕП=0; МС=0 ЕП(+) = МС(-) МС(+) = ЕП(-) Уменьшение населения за счет естественной убыли: ЕП(-) > МС(-) ЕП(-) > МС(+) Уменьшение населения за счет механического оттока: МС(-) > ЕП(-) МС(-) > ЕП(+)	I.1 I.1.a I.1.б I.2 I.2.a I.2.б II II.1 II.2 II.3 III.1 III.1.a III.1.б III.2 III.2.a III.2.б
Виды ГДП	По степени стабильности или вариативности траектории ГДП Устойчивые ГДП (У) Неустойчивые ГДП (Н)	I-У; II-У; III-У; I-Н; II-Н; III-Н
Подвиды ГДП	По темпу развития геодемографических процессов Динамический ГДП (Д) Малодинамический ГДП (М)	16 подвидов I-У(Д); I-У(М) и т. д.

Примечание. ЕП (-) – естественный прирост имеет отрицательное значение; ЕП (+) – естественный прирост имеет положительное значение; МС (-) – миграционное сальдо с отрицательным значением; МС (+) – положительное значение показателя миграционного сальдо.

Во время нашего исследования типизация ГДП проводилась на уровне типов и подтипов.

Типы ГДП определяются по соотношению общего прироста или общего уменьшения населения региона, т. е. I – положительный (увеличение населения); II – стагнационный (без изменений количества населения); III – отрицательный (уменьшение населения).

Подтипы устанавливаются по соотношению естественного прироста и миграционного сальдо как главных показателей динамики населения. Названия подтипов состоят из двух характеристик, определяющих, во-первых, главный фактор динамики населения и, во-вторых, участие в ней второго фактора [4].

Однако при проведении типизации мы столкнулись с проблемой нулевых показателей естественного прироста или миграционного сальдо при определении подтипов I и III типов. Это побудило нас к введению дополнительных единиц: I.1.в (ЕП (+) > МС (0)); I.2.в (МС (+) > ЕП (0)); III.1.в (ЕП (-) > МС (0)); III.2.в (МС (-) > ЕП (0)), учитывающих нулевые показатели изменений, не обозначенные в показателях подтипов ГДП населения.

Сам регион исследования расположен на юго-западе Украины и территориально граничит с двумя странами: Румынией и Молдовой. Он состоит из 11 административных районов, 2 городов областного подчинения. Здесь размещен 271 местный совет (из них 251 – сельский) и 417 населенных пунктов (11 городов, 8 поселков городского типа, 398 сел). Численность населения по состоянию на начало 2017 г. составила 908 тыс. человек (385 тыс. человек – городское население, 523 тыс. – сельское), уро-

вень урбанизации – 42,39 %. Крупнейший населенный пункт – областной центр, город областного подчинения Черновцы, численность населения которого – 265 тыс. человек.

Проведенная нами для местных советов типизация ГДП средних значений общего роста населения за 2001–2004 гг. дала результаты, отображенные на рис. 1.

В целом в области преобладали отрицательные геодемографические процессы, сокращение населения происходило с 172 до 1 человека в год в 196 советах (72 % от общего количества), стагнационные показатели отмечены в 14 советах (5 %), рост, который колебался от 1 до 1224 человек в год, был зафиксирован в 61 совете (23 %). На основе наиболее характерных геодемографических типов для каждой из территорий нами были сделаны следующие выводы. Наиболее активно процессы сокращения населения происходили на востоке и севере региона – в Сокирянском, Кельменецком, Хотинском и Новоселицком районах, в 100 местных советах (90 % всех советов). Основной причиной тому являются процессы естественной убыли (в 90 советах). Рост населения в этих районах наблюдался только в 9 советах, в 6 из которых – за счет миграций при отрицательном естественном приросте, в 3 – за счет естественного прироста.

На северо-западе области, в Кицманском и Заставновском районах, отрицательные показатели зафиксированы в 48 советах (76,5 %), в 37 из них уменьшение происходило за счет естественной убыли, в 11 советах – за счет оттока населения. Стагнация в общем приросте наблюдалась в 6 советах. Рост населения происходил в 8 административных советах за счет мигрантов и только в 1 – за счет рождаемости.

В южных районах – Сторожинецком, Глыбокском и Герцаевском – сложилась положительная ситуация. В 20 советах наблюдался рост населения за счет показателей естественного прироста, в 14 – за счет сальдо миграций. Стагнационные процессы происходили в 5 административных единицах (7,7 %). Отрицательные показатели зафиксированы в 26 советах (40 %), в наибольшей степени за счет механического движения населения (в 17 советах из 26).

Для районов юго-запада области (Путильского и Вижницкого), в большей степени расположенных в горной части Буковинских Карпат, характерными были процессы убыли – 22 совета (71 %). На равнинной территории (Вижницкий район) уменьшение происходило за счет естественной убыли в 10 советах, в 12 – за счет сальдо миграций (все расположены в горной местности). Стагнация происходила в 1 совете (3,2 %), увеличение населения наблюдалось в 8 советах (25,8 %). Для г. Черновцы характерен рост населения за счет миграции при отрицательных показателях естественного прироста.

В 2014 г. произошли изменения в структуре ГДП, преобладающими стали типы с положительным характером (138 советов (58 %)), стагнационные процессы наблюдались в 6 советах (1,6 %), отрицательный тип зафиксирован в 127 советах (39,6 %). Динамика изменений колебалась от –150 до 2204 человек (рис. 2).

Хотя в восточных и северных районах региона и наблюдались положительные тенденции, все же сохранились процессы уменьшения населения. В 77 советах (70 %) произошло сокращение населения, в 69 из них оно происходило с преобладанием естественной убыли, только в 8 – за счет механического движения. Ситуация без изменений количества населения наблюдалась в 3 советах (2,7 %). Положительные процессы происходили в 31 совете, и, следует отметить, что в 28 из них увеличение происходило за счет положительного сальдо миграций (в большей степени при отрицательном естественном приросте).

На северо-западных территориях Кицманского и Заставновского районов ситуация также не сильно улучшилась. Отрицательный тип ГДП наблюдался в 33 советах (52 %), в 26 из них они происходили с преобладанием отрицательного естественного прироста. Стагнационный тип ГДП отмечен в 1 совете. В 29 советах отмечен рост населения, в 26 из них – при преобладании механического движения и только в 3 – при естественном приросте.

На юге области в Сторожинецком, Глыбокском, Герцаевском районах преобладали положительные типы ГДП (в 52 советах (80 %)). Положительная динамика отмечалась при преобладании положительного естественного прироста (34 совета), доминирование миграционных процессов наблюдалось в 18 из них. В 2 советах (3 %) изменений в численности населения не произошло. Только в 11 советах (17 %) наблюдалось уменьшение населения, в 6 – с преобладанием естественной убыли, в 5 – с преобладанием сальдо миграций.

В юго-западной части области (Путильский и Вижницкий районы) в 25 советах (80 %) отмечен рост населения. В 23 из них преобладали показатели естественного прироста. В 6 советах (20 %) произошло уменьшение населения с доминированием процессов механического движения. Для г. Черновцы характерным остался рост населения за счет миграции при естественной убыли.

Анализируя динамику ГДП, которая имела место в 2001–2004 гг. и 2014 г., можно говорить о том, что на уровне местных советов изменение типов ГДП произошло в сторону типов с увеличением населения: количество местных советов с I типом выросло с 61 до 138 (с 30 до 58 %), количество советов

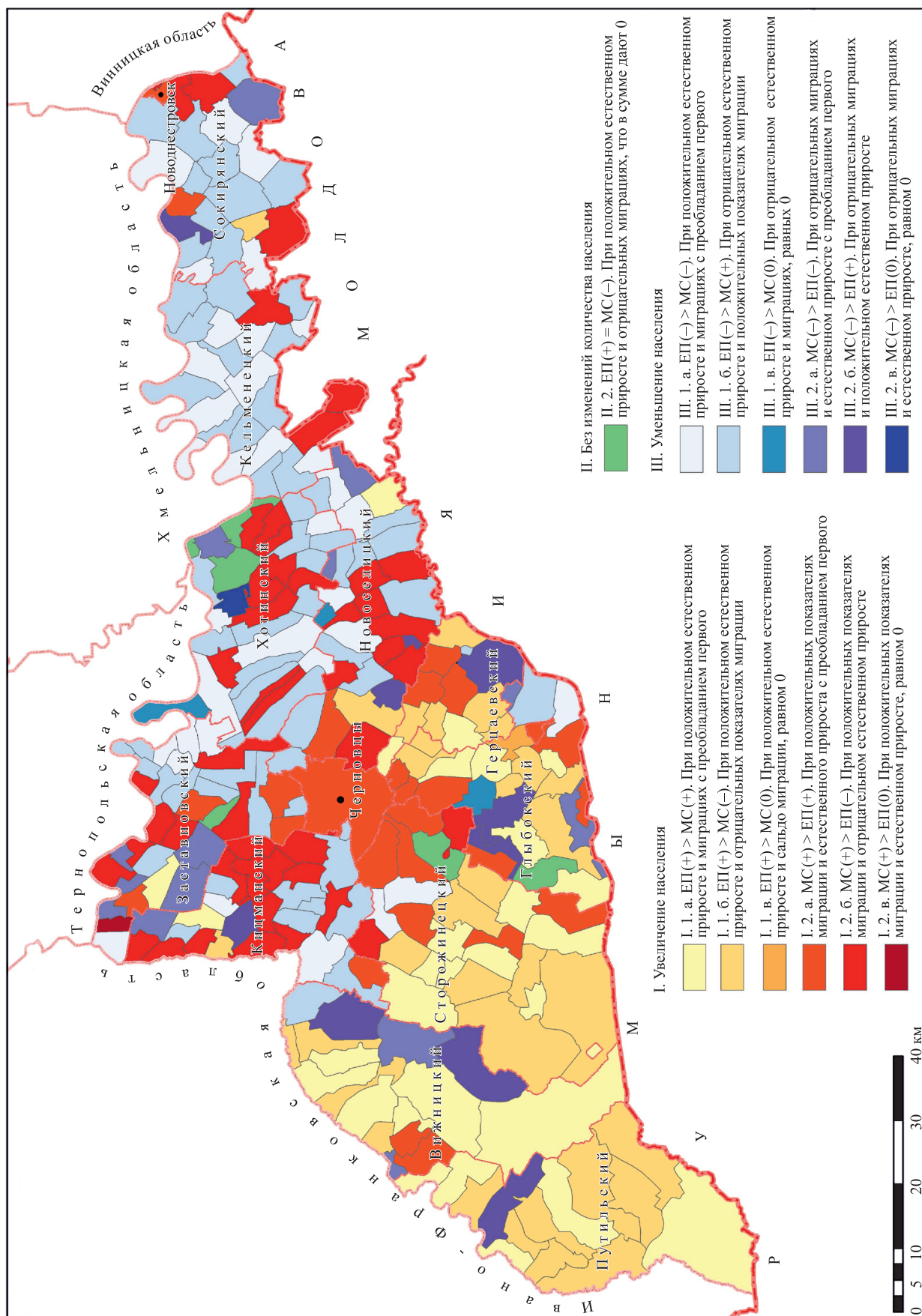


Рис. 1. Геодемографические типы в 2001–2004 гг.
 Fig. 1. Geodemographic types in 2001–2004

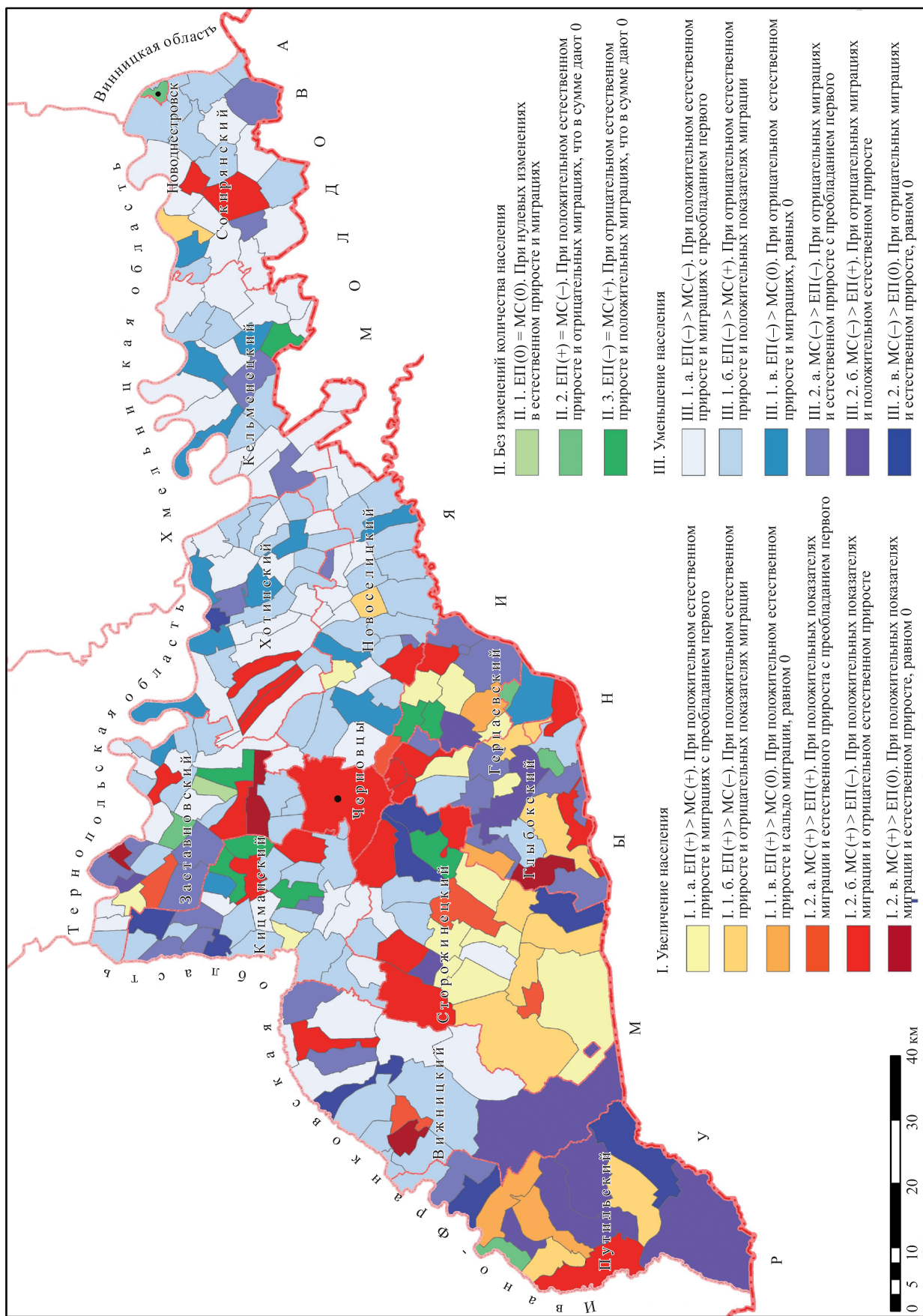


Рис. 2. Геодемографические типы в 2014 г.
Fig. 2. Geodemographic types in 2014

со II типом уменьшилось с 14 до 6 (с 5,0 до 1,5 %); количество советов с III типом сократилось с 196 до 127 (с 63 до 39 %) соответственно.

Стоит отметить факторы, влияющие на структуру формирования ГДП (демографическую структуру) в Черновицкой области. Это природные (равнинная, предгорная и горная территории), социально-экономические, исторические, демографические и этнические (проживание украинцев, румын, молдаван и представителей других национальностей) факторы. Они четко отражаются в выделенных и сгруппированных нами районах и объясняют сегодняшние геодемографические процессы.

Для востока и севера области (Сокирянского, Кельменецкого, Хотинского и Новоселицкого районов) при процессах убыли населения в основном из-за естественного уменьшения характерными факторами влияния являются: 1) этничность территории (в большей степени эта территория населена украинцами, исключение составляет Новоселицкий район (территория компактного проживания молдаван)); 2) низкий уровень урбанизации, удаленность от основных действующих транспортных путей региона; 3) регион относится к историко-географическому краю – Северной Бессарабии; 4) структура населения (по состоянию на 2014 г. количество людей старше 60 лет составляет более 24,7 %, количество молодежи в возрасте от 14 до 35 лет – 24,7 %).

Для северо-запада области (Кицманского и Заставновского районов), где наблюдаются процессы уменьшения количества населения из-за естественной убыли, определяющими являются следующие факторы: 1) высокая плотность поселенческой сети, высокий уровень урбанизации; 2) историко-географический край – Северная Буковина; 3) этническое преобладание украинцев; 4) близость и влияние г. Черновцы, расположение вблизи транспортных путей; 5) структура населения (количество людей старше 60 лет – 20,9 %, людей в возрасте от 14 до 35 лет – 26,5 %).

Для южных территорий области (Сторожинецкого, Глыбокского и Герцаевского районов) характерны положительные типы ГДП, прежде всего благодаря показателям естественного движения, что объясняется следующими факторами: 1) подавляющее большинство населения этих районов составляют румыны, а для Герцаевского района количество румын составляет 91 %; 2) тесные связи с г. Черновцы на севере и границей с Румынией (страной ЕС) на юге; 3) структура населения (количество людей старше 60 лет – 17,3 %, в возрасте от 14 до 35 лет – 26,4 %).

На горных территориях Вижницкого и Путильского районов в 2005 г. наблюдалось преобладание отрицательных типов ГДП, прежде всего за счет миграции (из-за социально-экономического положения), в 2014 произошли положительные изменения за счет естественного прироста населения. Основными факторами, повлиявшими на сложившуюся ситуацию, следует назвать следующие: 1) горная местность (в большей степени, кроме севера Вижницкого района); 2) упадок промышленного производства, переход от плановой экономики; 3) транспортная доступность; 4) традиционные методы ведения хозяйства; 5) этнические особенности (территория проживания гуцулов); 6) структура населения (количество людей старше 60 лет – 16,2 %, молодежи (от 14 до 35 лет) – 27,2 %). Наряду с этими факторами существуют и другие, нами приведены наиболее значимые.

Следует отметить также увеличение количества советов, в которых наблюдался рост населения за счет миграции: их количество выросло с 33 до 75. Данное явление наблюдалось по всей территории области. Прежде всего такие изменения следует связывать с событиями, которые происходят на востоке Украины.

Таким образом, использование подходов определения геодемографических процессов в разрезе их типов и подтипов позволяет обозначить качественные стороны изменения численности населения и определить преобладающие процессы формирования общего прироста населения. Использование представленных подходов способствует оценке особенностей формирования структуры населения, что, в свою очередь, позволяет проследить динамику, а в более широком применении может быть использовано при формировании и реализации демографической политики в регионах.

Библиографические ссылки

1. Джаман В. О., Круль В. П., Чернюх Г. Я. Демогеографія. Чернівці : Рута, 2002.
2. Яворська В. В. Регіональні геодемографічні процеси в Україні. Кам'янець-Подільський : Аксіома, 2013.
3. Топчієв О. Г., Куделіна З. Б., Яворська В. В. Геодемографічний процес: зміст і функції поняття // Укр. геогр. журн. 2000. № 2. С. 25–27.
4. Топчієв О. Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методика. Одеса : Астропринт, 2005.
5. Яворська В. В. Методологічні принципи дослідження геодемографічних процесів // Вісн. Київського національного ун-ту ім. Т. Шевченка. Географія. 2013. Вип. 1. С. 16–20.

References

1. Dzhaman V. O., Krul' V. P., Chernyuk H. Ya. Demogeografiya [Demogeography]. Chernivtsi : Ruta, 2002 (in Ukrainian).
2. Yavorska V. V. Regional'ni geodemografichni protsesy v Ukraini [Regional geodemographic processes in Ukraine]. Kam'yanets-Podil'skii : Aksioma, 2013 (in Ukrainian).
3. Topchiiev O. G., Kudelina Z. B., Yavorska V. V. Geodemografichni protses: zmist i funktsii ponyattia [Geodemographic process: the meaning and functions of the concept]. *Ukrainskyi geogr. zh.* 2000. No. 2. P. 25–27 (in Ukrainian).
4. Topchiiev O. H. Suspil'no-geografichni doslidzhenniya: metodologiya, metody, metodyka [Socio-geographical research: methodology, methods, methodology]. Odesa : Astroprynt, 2005 (in Ukrainian).
5. Yavorska V. V. Metodologichni pryntsypy doslidzhenniya geodemografichnykh protsesiv [Methodological principles of research of geodemographic processes]. *Bull. of Taras Shevchenko Natl. Univ. of Kuiv. Geografiya.* 2013. Issue 1. P. 16–20 (in Ukrainian).

*Статья поступила в редколлегию 26.01.2018.
Received by editorial board 26.01.2018.*

УДК 597/599(476)

БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. А. ХВИНЕВИЧ¹⁾, П. А. МИТРАХОВИЧ¹⁾

¹⁾*Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь*

Рассматривается экспликация охотничьих угодий Минской области по типам угодий, пользователей и ландшафтными особенностям. Проведена статистическая обработка количественных показателей по численности охотничьих видов животных на исследуемой территории. Произведена оценка состояния охотничьих хозяйств, видового разнообразия и соотношения численности основных нормируемых охотничьих видов животных в Минской области, а также построена карта охотничьих хозяйств на упомянутой территории, отражающая соотношение основных охотничьих видов копытных животных. Представлены новые данные по численности и площади охотничьих угодий Минской области. Основой исследования явилось обобщение и систематизация информации, предоставленной отделом охотничьего хозяйства Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Данные исследования могут быть использованы в лесхозах на исследуемой территории, при планировании лесопосадок, разведении животных, организации рекреационных территорий. При написании работы были использованы следующие методы: картографический, сравнительный, статистический, а также метод контент-анализа.

Ключевые слова: охотничьи угодья Минской области; охотничьи ресурсы; охотничьи звери; отряд парнокопытных; отряд зайцеобразных; отряд хищных; отряд грызунов; лесные охотничьи угодья; полевые охотничьи угодья; водно-болотные охотничьи угодья.

BIOGEOGRAPHICAL FEATURES OF HUNTING GROUNDS OF THE MINSK REGION

V. A. KHVINEVICH^a, P. A. MITRAHOVICH^a

^a*Belarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus
Corresponding author: V. A. Khvinevich (vikkhvinevich@gmail.com)*

The article discusses the explication of hunting grounds of the Minsk region land types, user types and landscape features. Statistical work is carried out of quantitative indicators on the number of hunting animal species of study region. The result of the research was the assessment of the state hunting grounds and species diversity and the ratio of the main regulated hunting of animal species on the territory of Minsk region and map of the hunting grounds of the Minsk region, reflecting the ratio of the main hoofed hunting species. The article presents new data on the number of hunting animal and hunting area of the Minsk region. This work can be used in the hunting grounds of the territory, in the planning of

Образец цитирования:

Хвиневич В. А., Митрахович П. А. Биogeографические особенности охотничьих угодий Минской области // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2018. № 1. С. 38–52.

For citation:

Khvinevich V. A., Mitrahovich P. A. Biogeographical features of hunting grounds of the Minsk region. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2018. No. 1. P. 38–52 (in Russ.).

Авторы:

Виктория Андреевна Хвиневич – магистрант кафедры физической географии мира и образовательных технологий географического факультета. Научный руководитель – П. А. Митрахович.

Пётр Анисимович Митрахович – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры физической географии мира и образовательных технологий географического факультета.

Authors:

Viktoriya A. Khvinevich, master's degree student at the department of world physical geography and educational technologies, faculty of geography.
vikkhvinevich@gmail.com

Petr A. Mitrahovich, PhD (biology), docent; associate professor at the department of world physical geography and educational technologies, faculty of geography.
fiz.geo@list.ru

plantations and animal rearing, in the organization of recreational areas. When writing the work following methods were used: mapping, comparative, statistically, and the method of content analysis.

Key words: the hunting grounds of the Minsk region; hunting resources; hunting animals; hoofed detachment; detachment of lagomorphs; detachment of predators; detachment of rodents; forest hunting grounds; field hunting grounds; wetland hunting grounds.

Введение

На территории Минской области насчитывается 58 охотничьих хозяйств, из которых лесохозяйственных хозяйств Минлесхоза – 20, ПТУП «Военохот» ОО «БВОО» – 3, охотничьих хозяйств Управления делами Президента Республики Беларусь – 3, учреждений РГОО «БООР» – 18, к категории прочих охотничьих хозяйств относятся 14 наименований. Площадь лесных охотничьих угодий на территории Минской области составляет 1 386 025 га, полевые охотугодья занимают 1 641 946 га, водно-болотные – 117 586 га.

Согласно геоботаническому районированию Минская область располагается в трех подзонах: на севере – подзона дубово-темнохвойных лесов, в центральной части – грабово-дубово-темнохвойных лесов, на крайнем юге – широколиственно-сосновых лесов.

Минская область по зоогеографическому районированию Республики Беларусь является переходной, буферной зоной. Эта область пересекает и Северную озерную провинцию, и Центральную переходную, и Полесскую низменную.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу исследования составили комплексный и территориальный научные подходы. Главными методами исследования были картографический и статистический.

Основой исследования стали обобщение и систематизация информации, предоставленной отделом охотничьего хозяйства Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь.

Основными используемыми материалами были проекты ведения охотничьего хозяйства различных охотугодий Минской области, базы данных численности охотничьих видов и площади хозяйств.

С помощью программ *Microsoft Access*, *Microsoft Excel* и *Open Office* были проведены обработка, систематизация и обобщение качественных и количественных данных, построение сводных статистических таблиц.

С помощью графического редактора *Illustrator* нами построена карта охотничьих угодий Минской области, отражающая соотношение основных охотничьих видов копытных животных.

Административная и эколого-географическая структура охотничьих угодий

Охотничьи угодья – места обитания охотничьих животных, которые используются или могут использоваться для охоты; все они составляют фонд охотничьих угодий, который подразделяется:

- на фонд охотничьих угодий, переданных юридическим лицам в аренду и (или) безвозмездное пользование для ведения охотничьего хозяйства;
- фонд охотничьих угодий, не переданных в аренду и (или) безвозмездное пользование для ведения охотничьего хозяйства.

Не включаются в фонд охотничьих угодий территории земель населенных пунктов, садоводческих товариществ и дачных кооперативов, зон массового отдыха; запретные для охоты зоны вокруг населенных пунктов, зоны массового отдыха и (или) иные объекты; территории земель промышленности (за исключением территорий торфоразработок); территории, подвергшиеся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, относящиеся к зоне эвакуации (отчуждения), зоне первоочередного отселения, зоне последующего отселения, с которых отселено население и на которых установлен контрольно-пропускной режим; особо охраняемые природные территории или их отдельные зоны, иные территории, в границах которых в соответствии с их режимом охраны и использования изъятие диких животных запрещено [1].

В охотничьих угодьях выделяются следующие категории:

- лесные охотничьи угодья;
- полевые охотничьи угодья;
- водно-болотные охотничьи угодья.

Лесные охотничьи угодья – территории лесного фонда, за исключением полевых и водно-болотных угодий. Они служат местом обитания копытных, зайца-беляка, частично зайца-русака, боровой дичи и некоторых пушных видов охотничьих животных.

Полевые охотничьи угодья – земли сельхозпользователей (СПК, ОАО, ГСУ), других землепользователей, за исключением лесных и водно-болотных угодий. Они характеризуются наличием различных по площади полей, занятых сельскохозяйственными культурами, сенокосов, пастбищ как чистых, так и закустаренных. Это основные станции обитания зайца-русака, серой куропатки.

Водно-болотные охотничьи угодья – водоемы различных видов, водотоки, низинные, верховые, переходные болота, расположенные как в лесном фонде, так и в полевых угодьях и служащие местами обитания водоплавающей и болотной дичи, околводных животных, ихтиофауны, а также водопоями для большинства видов охотничьих животных [1].

В категории полевых охотугодий выделяются два типа (открытые и кустарники), в категории водно-болотных – также два типа (водоемы и болота). При незначительной площади отдельных типов охотугодий они объединялись со сходными по аналогичным характеристикам [2].

В табл. 1 приводится экспликация охотничьих хозяйств Минской области по типам охотугодий. На рис. 1 представлено соотношение охотничьих хозяйств по типам угодий Минской области.

Таблица 1

Экспликация охотхозяйств Минской области по типам угодий в 2015 г.

Table 1

The explication of hunting grounds of the Minsk region land types in 2015

Лесоохотничьи хозяйства Минлесхоза				
Наименование пользователя охотничьих угодий	Площадь арендованных угодий, га			
	Лесные	Полевые	Водно-болотные	Всего
ГЛХУ «Березинский лесхоз»	56 500	32 900	2500	91 900
ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз»	21 652	4500	248	26 400
ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз»	29 845	20 804	2100	52 749
ГЛХУ «Воложинский лесхоз»	17 606	12 067	1636	31 309
ГЛХУ «Клецкий лесхоз»	24 700	33 900	2100	60 700
ГОЛХУ «Копыльский опытный лесхоз»	6400	15 800	500	22 700
ГЛХУ «Крупский лесхоз»	16 900	4900	1300	23 100
ГЛХУ «Логойский лесхоз»	32 600	21 800	1000	55 400
ГЛХУ «Любанский лесхоз»	25 200	12 200	800	38 200
ГЛХУ «Минский лесхоз»	6200	10 700	200	17 100
ГЛХУ «Молодечненский лесхоз»	19 700	14 700	700	35 100
ГЛХУ «Пуховичский лесхоз»	9900	6100	400	16 400
ГЛХУ «Слуцкий лесхоз»	33 600	94 500	3600	131 700
ГЛХУ «Смолевичский лесхоз»	13 700	4200	1300	19 200
ГЛХУ «Старобинский лесхоз»	27 700	25 700	7300	60 700
ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз»	16 005	13 155	817	29 977
ГОЛХУ «Столбцовский опытный лесхоз»	10 300	7100	100	17 500
ГЛХУ «Узденский лесхоз»	5500	4100	100	9700
ГЛХУ «Червенский лесхоз»	10 734	3388	598	14 720
ГПУ «РЛЗ “Налибокский”» (Воложинский р-н)	12 100	4300	500	16 900
Итого по ГПЛХО	396 842	346 814	27 799	771 455
Учреждения РГОО «БООР»				
Узденская РОС	29 800	42 500	800	73 100

Продолжение табл. 1
Continuation table 1

Лесоохотничьи хозяйства Минлесхоза				
Наименование пользователя охотничьих угодий	Площадь арендованных угодий, га			
	Лесные	Полевые	Водно-болотные	Всего
Учреждения РГОО «БООР»				
Копыльская РОС	21 420	89 370	4330	115 120
Несвижская РОС	9000	62 700	1300	73 000
Стародорожская РОС	52 900	38 200	1900	93 000
Березинская РОС	44 400	39 600	3100	87 100
Борисовская РОС	75 400	61 700	2800	139 900
Вилейская РОС	51 600	48 900	5000	105 500
Воложинская РОС	30 100	83 600	2700	116 400
Дзержинская РОС	15 000	38 300	1000	54 300
Крупская РОС	50 000	75 300	4200	129 500
Любанская РОС	38 800	69 300	2100	110 200
Минская РОС	26 800	52 400	1400	80 600
Молодечненская РОС	23 200	43 200	1300	67 700
Пуховичская РОС	32 600	72 800	4700	110 100
Смолевичская РОС	28 600	56 600	3700	88 900
Солигорская РОС	59 000	60 000	1300	120 300
Столбцовская РОС	30 600	42 100	2200	74 900
Червенская РОС	36 500	55 000	1800	93 300
Итого по РГОО «БООР»	655 720	1 031 570	45 630	1 732 920
Военно-охотничьи хозяйства ПТУП «Военохот» ОО «БВОО»				
Борисовское ВОХ	10 800	13 800	1300	25 900
Любанское ВОХ	12 000	8100	2350	22 450
Логойское ВОХ	7700	6400	200	14 300
Итого по ПТУП «Военохот» ОО «БВОО»	30 500	28 300	3850	62 650
Охотничьи хозяйства Управления делами Президента Республики Беларусь				
ГПУ «Национальный парк “Нарочанский”»	83 787	82 074	27 351	193 212
ГПУ «Березинский биосферный заповедник»	10 304	5235	461	16 000
ГЛХУ «Красносельское»	42 200	25 500	1300	69 000
Итого по УДП РБ	136 291	112 809	29 112	278 212
Прочие пользователи охотничьих угодий				
ОАО «Агрокомбинат “Дзержинский”»	3110	7189	235	10 534
ОАО «Борисовский мясокомбинат»	11 000	9600	400	21 000
Учреждение «Спортивный клуб Федерации профсоюзов Беларуси»	25 400	31 200	1800	58 400
Учреждение образования БГТУ	12 100	5400	200	17 700
Узденский район	3600	300	100	4000
КПТУП «Волмянское охотхозяйство»	21 800	13 000	2600	37 400
УПП «Иссофт»	13 200	1684	200	15 084
ПЧУП «Палома-Сервис» Ачаповского В. В.	6100	12 200	600	18 900

Окончание табл. 1
Ending table 1

Лесоохотничьи хозяйства Минлесхоза				
Наименование пользователя охотничьих угодий	Площадь арендованных угодий, га			
	Лесные	Полевые	Водно-болотные	Всего
ООО «Белохоттур»	11 900	5000	600	17 500
ОАО «Пуховичский комбинат хлебопродуктов»	6760	3300	500	10 560
СПК «Агро-Оберег»	1367	7293	560	9220
ОАО «Гродненская табачная фабрика “Неман”»	28 200	9300	500	38 000
ООО «Рудмянское хозяйство»	9300	10 100	1000	20 400
ГПУ «Заказник республиканского значения “Селява”»	10 535	4887	1500	16 922
УП «Минский парниково-тепличный комбинат»	2300	2000	400	4700
Итого по прочим пользователям охотугодий	166 672	122 453	11 195	300 320
Итого по области	1 386 025	1 641 946	117 586	3 145 557

Источники: проекты ведения охотничьего хозяйства охотугодий Минской области / Отдел охотничьего хозяйства Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Минск, 2015.

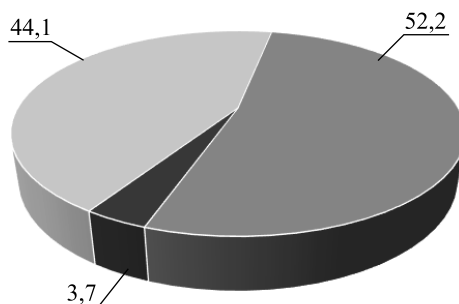


Рис. 1. Соотношение площади охотничьих хозяйств по типам угодий Минской области в 2015 г., %

Fig. 1. The ratio of hunting grounds by type grounds of the Minsk region in 2015, %

Видовой состав и соотношение численности охотничьих видов животных

Охотничьими животными называют такие виды (подвиды) зверей и птиц, которые добывались человеком в прошлом или добываются в настоящее время в целях получения определенной продукции – мяса, шкуры, пера, пуха, рогов, желез и др.

В Беларуси статус охотничьих зверей имеют 21 вид животных, относящихся к 4 отрядам:

- отряд парнокопытных: зубр, лось, олень благородный, олень пятнистый, европейская косуля, муфлон, лань, кабан;
- отряд хищных: волк, лисица, енотовидная собака, лесная куница, куница каменная, хорек лесной, американская норка, ондатра, выдра;
- отряд зайцеобразных: заяц-русак, заяц-беляк;
- отряд грызунов: белка, бобр.

Из 8 видов парнокопытных 4 имеют статус спортивно-охотничьих (кабан, лось, европейская косуля, благородный олень), 1 вид (зубр) включен в красные книги Международного союза охраны животных, Республики Беларусь и других стран, в которых содержатся зубры – редкие животные мировой териофауны.

Названные представители отряда парнокопытных относятся к 2 подотрядам: жвачных (Ruminantia) с 2 подсемействами (оленьи – *Cervidae* и полорогие – *Bovidae*) и нежвачных (*Nonruminantia*), включающих 1 семейство (свиные – *Suidae*), 1 род (*Sus*) с 1 видом – кабан (*Sus Scrofa*) [2; 4].

Численность парнокопытных видов охотничьих животных в охотхозяйствах Минской области приводится в табл. 2, соотношение основных копытных наглядно представлено на рис. 2 и 3.

Таблица 2

Численность копытных охотничьих животных в охотхозяйствах Минской области в 2015 г.

Table 2

The number of hoofed hunting animals of hunting grounds of the Minsk region in 2015

№ на карте	Лесоохотничьи хозяйства Минлесхоза					
	Наименование пользователя охотничьих угодий	Лось	Олень	Косуля	Кабан	Всего
1	ГЛХУ «Березинский лесхоз»	250	240	450	5	945
2	ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз»	90	–	165	4	259
3	ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз»	110	30	250	8	398
4	ГЛХУ «Воложинский лесхоз»	85	85	170	4	344
5	ГЛХУ «Клецкий лесхоз»	110	0	340	26	476
6	ГОЛХУ «Копыльский опытный лесхоз»	45	50	140	15	250
7	ГЛХУ «Крупский лесхоз»	85	80	110	–	275
8	ГЛХУ «Логойский лесхоз»	107	92	311	6	516
9	ГЛХУ «Любанский лесхоз»	80	–	230	25	335
10	ГЛХУ «Минский лесхоз»	28	59	90	8	185
11	ГЛХУ «Молодечненский лесхоз»	79	20	345	4	448
12	ГЛХУ «Пуховичский лесхоз»	215	255	570	34	1074
13	ГЛХУ «Слуцкий лесхоз»	116	140	380	45	681
14	ГЛХУ «Смолевичский лесхоз»	52	–	150	16	218
15	ГЛХУ «Старобинский лесхоз»	100	110	350	15	575
16	ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз»	25	–	140	12	177
17	ГОЛХУ «Столбцовский опытный лесхоз»	15	9	125	–	149
18	ГЛХУ «Узденский лесхоз»	82	40	200	3	325
19	ГЛХУ «Червенский лесхоз»	56	–	111	3	170
Итого по ГПЛХО		1730	1210	4627	233	7800
Учреждения РГОО «БООР»						
21	Узденская РОС	100	85	460	11	656
22	Копыльская РОС	95	15	280	16	406
23	Несвижская РОС	62	–	150	2	214
24	Стародорожская РОС	100	–	400	53	553
25	Березинская РОС	190	130	240	18	578
26	Борисовская РОС	340	85	486	10	921
27	Вилейская РОС	155	–	335	14	504
28	Воложинская РОС	90	90	335	15	530
29	Дзержинская РОС	50	50	170	8	278
30	Крупская РОС	200	50	400	10	660
31	Любанская РОС	54	–	70	19	143
32	Минская РОС	76	2	226	14	318
33	Молодечненская РОС	75	–	290	9	374
34	Пуховичская РОС	160	–	470	10	640
35	Смолевичская РОС	110	–	320	40	470
36	Солигорская РОС	150	60	500	15	725

Окончание табл. 2
 Ending table 2

№ на карте	Лесоохотничьи хозяйства Минлесхоза					
	Наименование пользователя охотничьих угодий	Лось	Олень	Косуля	Кабан	Всего
Учреждения РГОО «БООР»						
37	Столбцовская РОС	130	95	510	15	750
38	Червенская РОС	130	10	390	8	538
Итого по РГОО «БООР»		2267	672	6032	287	9258
Охотничьи хозяйства Управления делами Президента Республики Беларусь						
39	ГПУ «Национальный парк “Нарочанский”»	330	220	1200	19	1769
40	ГПУ «Березинский биосферный заповедник»	60	70	105	5	240
41	ГЛХУ «Красносельское»	95	130	450	7	682
Итого по УДП РБ		485	420	1755	31	2691
Прочие пользователи охотничьих угодий						
45	ОАО «Агрокомбинат “Дзержинский”»	10	73	110	4	197
49	КПТУП «Волмянское охотхозяйство»	78	26	335	8	447
50	УПП «Иссофт»	45	44	140	12	241
52	ООО «Белохоттур»	38	80	180	–	298
53	ОАО «Пуховичский комбинат хлебопродуктов»	50	–	180	30	260
54	СПК «Агро-Оберег»	16	–	44	7	67
55	ОАО «Гродненская табачная фабрика “Неман”»	104	103	302	11	520
56	ООО «Рудьянское хозяйство»	85	90	330	5	510
57	ГПУ «Заказник республиканского значения “Селява”»	75	–	80	–	155
Итого по прочим пользователям охотугодий		501	416	1701	77	2695
Итого по области		4983	2718	14 115	628	22 444

Источник: проекты ведения охотничьего хозяйства охотугодий Минской области / Отдел охотничьего хозяйства Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Минск, 2015.

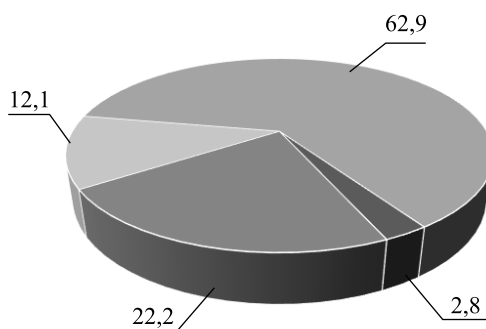


Рис. 2. Соотношение копытных охотничьих животных в охотничьих угодьях Минской области в 2015 г., %

Fig. 2. The ratio of hoofed hunting animals of hunting grounds of the Minsk region in 2015, %

Среди териофауны Беларуси, Литвы, других стран Балтии и равнинной европейской части Российской Федерации отряд зайцеобразных представлен только 2 четко обособленными видами: зайцем-русаком и зайцем-беляком. В редких случаях и природных условиях они скрещиваются и дают неплодовитое потомство. Такие помеси русака и беляка известны под названием «тумаки», «синюги» или «лозовики» [2].

Численность охотничьих животных отряда зайцеобразных в охотугодьях Минской области приводится в табл. 3, а долевое соотношение их численности представлено на рис. 4.

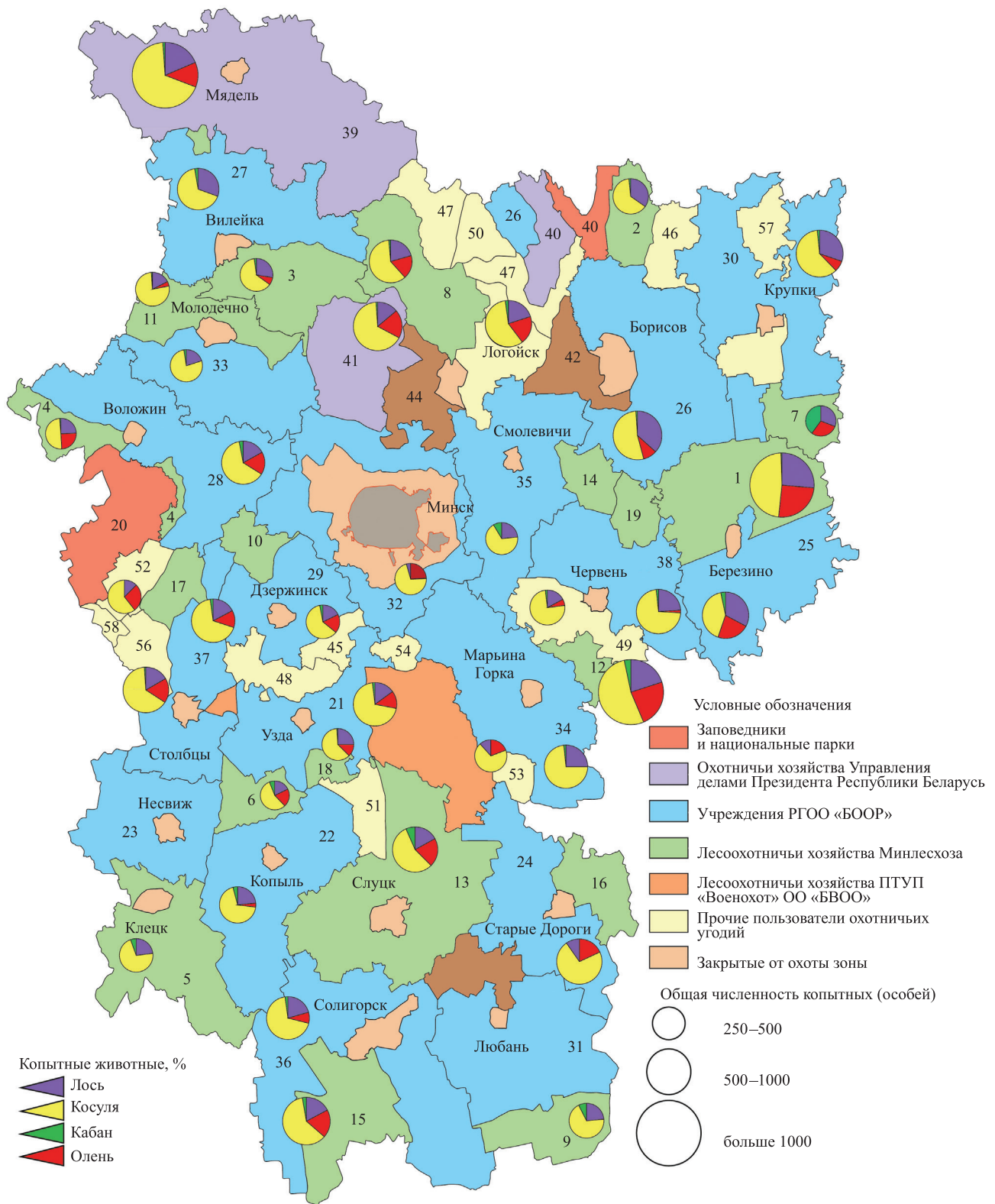


Рис. 3. Картограмма соотношения копытных охотничьих животных по охотхозяйствам Минской области в 2015 г.

Источники: проекты ведения охотничьего хозяйства охотугодий Минской области / Отдел охотничьего хозяйства Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Минск, 2015

Fig. 3. The map of ratio of hoofed hunting animals of hunting grounds of the Minsk region in 2015, %
Source: projects of hunting management of hunting grounds in Minsk region / The Department of hunting management of the Ministry of forestry of the Republic of Belarus. Minsk, 2015

Таблица 3

**Численность зайцеобразных охотничьих животных
 в охотхозяйствах Минской области в 2015 г.**

Table 3

**The number of lagomorphs hunting animals
 of hunting grounds of the Minsk region in 2015**

Лесоохотничьи хозяйства Минлесхоза			
Наименование пользователя охотничьих угодий	Заяц-беляк	Заяц-русак	Всего
ГЛХУ «Березинский лесхоз»	520	430	950
ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз»	180	20	200
ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз»	350	300	650
ГЛХУ «Воложинский лесхоз»	45	95	140
ГЛХУ «Клецкий лесхоз»	145	255	400
ГЛХУ «Копыльский лесхоз»	40	130	170
ГЛХУ «Крупский лесхоз»	100	50	150
ГЛХУ «Логойский лесхоз»	510	500	1010
ГЛХУ «Любанский лесхоз»	100	100	200
ГЛХУ «Минский лесхоз»	38	118	156
ГЛХУ «Молодечненский лесхоз»	115	160	275
ГЛХУ «Пуховичский лесхоз»	475	450	925
ГЛХУ «Слуцкий лесхоз»	250	650	900
ГЛХУ «Смолевичский лесхоз»	180	160	340
ГЛХУ «Старобинский лесхоз»	150	400	550
ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз»	40	70	110
ГОЛХУ «Столбцовский опытный лесхоз»	200	250	450
ГЛХУ «Узденский лесхоз»	70	70	140
ГЛХУ «Червенский лесхоз»	227	125	352
Итого по ГПЛХО	3735	4333	8068
Учреждения РГОО «БООР»			
Узденская РОС	150	760	910
Копыльская РОС	30	1280	1310
Несвижская РОС	–	880	880
Стародорожская РОС	550	400	950
Березинская РОС	410	220	630
Борисовская РОС	1150	900	2050
Вилейская РОС	560	680	1240
Воложинская РОС	110	1950	2060
Дзержинская РОС	60	300	360
Крупская РОС	460	440	900
Любанская РОС	70	1130	1200
Минская РОС	140	450	590
Молодечненская РОС	110	580	690
Пуховичская РОС	450	750	1200
Смолевичская РОС	140	540	680

Окончание табл. 3
Ending table 3

Лесоохотничьи хозяйства Минлесхоза			
Наименование пользователя охотничьих угодий	Заяц-беляк	Заяц-русак	Всего
Учреждения РГОО «БООР»			
Солигорская РОС	430	460	890
Столбцовская РОС	220	720	940
Червенская РОС	240	540	780
Итого по РГОО «БООР»	5280	12 980	18 260
Охотничьи хозяйства Управления делами Президента Республики Беларусь			
ГПУ «Национальный парк “Нарочанский”»	900	1000	1900
ГПУ «Березинский биосферный заповедник»	100	28	128
ГЛХУ «Красносельское»	160	240	400
Итого по УДП РБ	1160	1268	2428
Прочие пользователи охотничьих угодий			
ОАО «Агрокомбинат “Дзержинский”»	20	40	60
КПТУП «Волмянское охотхозяйство»	170	230	400
УПП «Иссофт»	350	80	430
ООО «Белохоттур»	60	150	210
ОАО «Пуховичский комбинат хлебопродуктов»	100	80	180
СПК «Агро-Оберег»	20	50	70
ОАО «Гродненская табачная фабрика “Неман”»	120	110	230
ООО «Рудьянское хозяйство»	90	180	270
ГПУ «Заказник республиканского значения “Селява”»	130	100	230
Итого по прочим пользователям охотугодий	1060	1020	2080
Итого по области	11 235	19 601	30 836

Источник: проекты ведения охотничьего хозяйства охотугодий Минской области / Отдел охотничьего хозяйства Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Минск, 2015.

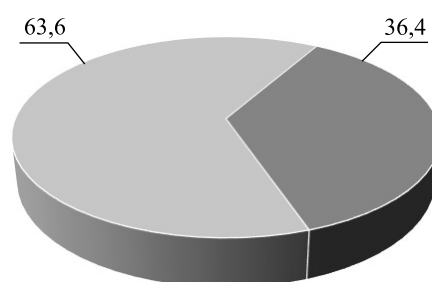


Рис. 4. Соотношение численности зайцеобразных животных охотхозяйств Минской области в 2015 г., %

Fig. 4. The ratio of lagomorphs animals of hunting grounds of the Minsk region in 2015, %

Отряд хищных включает разнообразных по внешнему виду, строению и образу жизни млекопитающих с длиной тела от 20 см (ласка) до 230 см (медведь). Они ведут одиночный, семейный и стайный образ жизни; плотоядные, некоторые всеядные. Многие представители данного отряда являются ценными объектами пушного промысла и звероводства [2; 5].

Численность хищных охотничьих животных в охотхозяйствах Минской области приводится в табл. 4, а долевое соотношение их численности представлено на рис. 5.

Численность хищных охотничьих животных в охотхозяйствах Минской области в 2015 г.

Table 4

The number of predators hunting animals of hunting grounds of the Minsk region in 2015

Наименование пользователя охотничьих угодий	Лесоохотничьи хозяйства Минлесхоза												Всего
	Выдра	Волк	Куница лесная	Куница каменная	Лисица	Американская норка	Ондатра	Енотовидная собака	Хорек лесной				
ГЛХУ «Березинский лесхоз»	110	14	90	60	150	100	16	200	60			800	
ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз»	-	5	20	-	30	-	-	10	-			65	
ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз»	14	5	40	-	100	40	40	70	15			324	
ГЛХУ «Воложинский лесхоз»	-	4	50	-	35	-	-	-	45			134	
ГЛХУ «Клецкий лесхоз»	-	-	40	60	90	160	90	10	30			480	
ГЛХУ «Копыльский лесхоз»	45	-	50	50	70	80	20	20	80			415	
ГОЛХУ «Крупский опытный лесхоз»	-	10	40	-	50	-	-	50	-			150	
ГЛХУ «Логойский лесхоз»	-	-	90	-	60	-	-	-	-			150	
ГЛХУ «Любанский лесхоз»	-	5	50	-	30	-	-	-	-			85	
ГЛХУ «Минский лесхоз»	-	-	6	-	35	-	-	6	10			57	
ГЛХУ «Молодечненский лесхоз»	-	-	50	23	92	15	-	23	40			243	
ГЛХУ «Пуховичский лесхоз»	-	5	145	45	197	35	50	103	-			580	
ГЛХУ «Слуцкий лесхоз»	55	6	118	115	200	205	83	60	25			867	
ГЛХУ «Смолевичский лесхоз»	-	-	45	-	28	-	-	25	30			128	
ГЛХУ «Старобинский лесхоз»	6	10	100	50	90	150	300	50	50			806	
ГЛХУ «Стародорожский лесхоз»	-	2	5	5	30	-	-	-	-			42	
ГОЛХУ «Столбцовский опытный лесхоз»	12	1	30	-	23	17	-	1	-			84	
ГЛХУ «Узденский лесхоз»	-	-	5	5	15	20	-	5	10			60	
ГЛХУ «Червенский лесхоз»	-	-	20	-	39	45	50	40	20			214	
Итого по ГПЛХО	242	67	994	413	1364	867	649	673	415			5684	
Учреждения РГОО «БООР»													
Узденская РОС	28	-	100	130	210	210	80	45	80			883	
Копыльская РОС	-	-	170	280	170	320	90	10	85			1125	
Несвижская РОС	-	-	70	40	130	-	-	-	20			260	
Стародорожская РОС	12	6	70	20	40	14	90	100	6			358	
Березинская РОС	90	14	85	-	130	160	-	-	40			519	

Борисовская РОС	185	40	160	50	190	300	250	55	50	1280
Вилейская РОС	27	7	60	–	160	60	30	100	60	504
Воложинская РОС	55	–	320	45	640	120	220	80	90	1570
Дзержинская РОС	7	–	50	–	80	70	40	20	60	327
Крульская РОС	35	7	150	30	85	105	25	70	44	551
Любанская РОС	55	5	65	40	250	110	480	15	25	1045
Минская РОС	17	–	120	110	165	60	70	70	30	642
Молодеченская РОС	60	–	90	140	110	120	80	60	280	940
Пуховичская РОС	50	1	160	150	220	240	290	80	100	1291
Смолевичская РОС	20	–	65	30	170	75	70	50	30	510
Солигорская РОС	40	5	270	110	90	235	140	50	75	1015
Столбцовская РОС	–	–	80	30	160	350	70	40	60	790
Червенская РОС	25	–	140	60	160	120	120	40	25	690
Итого по РГОО «БООР»	706	85	2225	1265	3160	2669	2145	885	1160	14 300
Охотничьи хозяйства Управления делами Президента Республики Беларусь										
ГПУ «Национальный парк «Нарочанский»	110	10	300	200	400	200	150	350	350	2070
ГПУ «Березинский биосферный заповедник»	5	5	12	–	11	20	30	30	11	124
ГЛХУ «Красносельское»	20	5	60	30	50	40	40	50	40	335
Итого по УДП РБ	135	20	372	230	461	260	220	430	401	2529
Прочие пользователи охотничьих угодий										
ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский»	–	–	6	0	12	–	–	–	–	18
КПГУП «Волмянское охотхозяйство»	20	9	60	20	140	150	200	40	30	669
УПШ «Иссофт»	5	2	20	2	30	5	80	20	20	184
ООО «Белохоттур»	20	2	50	–	30	40	–	–	60	202
ОАО «Пуховичский комбинат хлебопродуктов»	–	2	10	0	20	20	20	30	10	112
СПК «Агро-Оберег»	5	–	5	1	10	5	–	5	5	36
ОАО «Гродненская табачная фабрика «Неман»	40	1	45	30	55	110	–	60	15	356
ООО «Рудьянское хозяйство»	–	–	55	–	50	–	–	–	–	105
ГПУ «Заказник республиканского значения «Селява»	–	3	22	–	27	28	42	30	31	183
Итого по прочим пользователям охотугодий	90	19	273	53	374	358	342	185	171	1865
Итого по области	1176	191	3864	1961	5359	4154	3356	2173	2147	24 374

Источник: проекты ведения охотничьего хозяйства охотугодий Минской области / Отдел охотничьего хозяйства Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Минск, 2015.

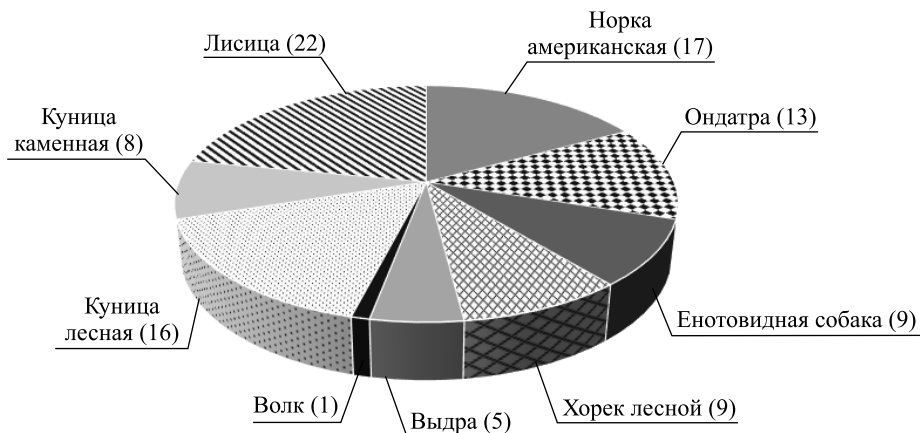


Рис. 5. Соотношение численности хищных охотничьих животных Минской области в 2015 г., %

Fig. 5. The ratio of predatory hunting animals of hunting grounds of the Minsk region in 2015, %

Среди многочисленных представителей отряда грызунов в Минской области к охотничьим зверям относится только бобр и обыкновенная белка.

Численность охотничьих животных названного отряда в охотхозяйствах Минской области приводится в табл. 5, а долевое соотношение их численности представлено на рис. 6.

Таблица 5

Численность охотничьих животных отряда грызунов в охотхозяйствах Минской области в 2015 г.

Table 5

The number of rodents hunting animals of hunting grounds of the Minsk region in 2015

Лесоохотничьи хозяйства Минлесхоза			
Наименование пользователя охотничьих угодий	Бобр	Белка обыкновенная	Всего
ГЛХУ «Березинский лесхоз»	280	1350	1630
ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз»	38	450	488
ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз»	126	400	526
ГЛХУ «Воложинский лесхоз»	110	360	470
ГЛХУ «Клецкий лесхоз»	136	880	1016
ГЛХУ «Копыльский лесхоз»	115	200	315
ГЛХУ «Крупский лесхоз»	120	130	250
ГЛХУ «Логойский лесхоз»	110	730	840
ГЛХУ «Любанский лесхоз»	125	150	275
ГЛХУ «Минский лесхоз»	67	138	205
ГЛХУ «Молодечненский лесхоз»	138	130	268
ГЛХУ «Пуховичский лесхоз»	186	535	721
ГЛХУ «Слуцкий лесхоз»	108	240	348
ГЛХУ «Смолевичский лесхоз»	165	390	555
ГЛХУ «Старобинский лесхоз»	220	200	420
ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз»	62	160	222
ГОЛХУ «Столбцовский опытный лесхоз»	29	450	479
ГЛХУ «Узденский лесхоз»	27	70	97
ГЛХУ «Червенский лесхоз»	100	331	431

Окончание табл. 5
Ending table 5

Лесоохотничьи хозяйства Минлесхоза			
Наименование пользователя охотничьих угодий	Бобр	Белка обыкновенная	Всего
Итого по ГПЛХО	2262	7294	9556
Учреждения РГОО «БООР»			
Узденская РОС	220	110	330
Копыльская РОС	275	620	895
Несвижская РОС	122	10	132
Стародорожская РОС	260	1000	1260
Березинская РОС	480	710	1190
Борисовская РОС	481	1570	2051
Вилейская РОС	310	1300	1610
Воложинская РОС	240	1260	1500
Дзержинская РОС	148	180	328
Крупская РОС	220	1110	1330
Любанская РОС	341	500	841
Минская РОС	297	500	797
Молодечненская РОС	145	590	735
Пуховичская РОС	280	1300	1580
Смолевичская РОС	270	600	870
Солигорская РОС	240	240	480
Столбцовская РОС	170	500	670
Червенская РОС	400	1250	1650
Итого по РГОО «БООР»	4899	13 350	18 249
Охотничьи хозяйства Управления делами Президента Республики Беларусь			
ГПУ «Национальный парк “Нарочанский”»	575	2000	2575
ГПУ «Березинский биосферный заповедник»	62	100	162
ГЛХУ «Красносельское»	148	200	348
Итого по УДП РБ	785	2300	3085
Прочие пользователи охотничьих угодий			
ОАО «Агрокомбинат “Дзержинский”»	–	50	50
КПТУП «Волмянское охотхозяйство»	240	360	600
УПП «Иссофт»	93	600	693
ООО «Белохоттур»	80	250	330
ОАО «Пуховичский комбинат хлебопродуктов»	100	80	180
СПК «Агро-Оберег»	50	35	85
ОАО «Гродненская табачная фабрика “Неман”»	130	570	700
ООО «Рудмянское хозяйство»	72	160	232
ГПУ «Заказник республиканского значения “Селява”»	74	330	404
Итого по прочим пользователям охотугодий	839	2435	3274
Итого по области	8785	25 379	34 164

Источник: проекты ведения охотничьего хозяйства охотугодий Минской области / Отдел охотничьего хозяйства Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Минск, 2015.

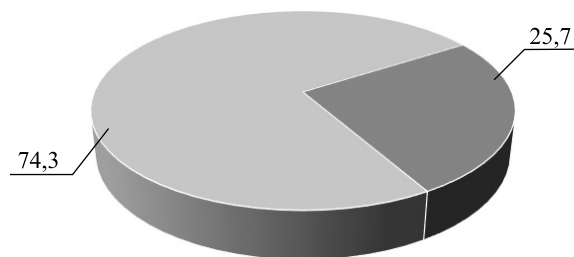


Рис. 6. Соотношение численности охотничьих животных отряда грызунов в Минской области в 2015 г., %
Fig. 6. The ratio of rodents hunting animals of hunting grounds in the Minsk region in 2015, %

Заключение

В охотничьих угодьях Минской области наблюдаются следующие общереспубликанские тенденции.

1. На долю дикого кабана приходится 2,8 % от общей численности копытных охотничьих животных.
2. В большинстве охотничьих хозяйств республики, в том числе и Минской области, в результате заболеваний и интенсивных мер по изъятию популяции численность кабанов уменьшилась почти в 50 раз.

3. На долю благородного оленя приходится 12,1 % от общей численности копытных охотничьих животных.

4. Во многих пунктах наблюдений, расположенных на территории лесхозов Минской области, наблюдается устойчивая тенденция к увеличению популяции благородного оленя. Это свидетельствует об эффективности проводимых в Беларуси мероприятий по повышению численности вида, например расселения оленя в местах, где на сегодня он отсутствует, но имеются пригодные для его обитания угодья, согласно государственной программе «Белорусский лес».

5. Преобладание в структуре охотничьих хозяйств численности лося и европейской косули (22,2 и 62,9 % соответственно от общей численности копытных животных), а также высокие темпы роста их популяций, связанные с модернизацией хозяйств и улучшением качества и количества проводимых биотехнических мероприятий.

6. Отряд зайцеобразных представлен двумя видами: зайцем-русаком и зайцем-беляком (19 601 и 11 235 особей соответственно).

Среди хищных животных преобладают такие виды, как лисица и американская норка (5359 и 4154 особи соответственно); численность выдры – 1176 особей, волка – 191, куницы лесной – 3864, куницы каменной – 1961, ондатры – 3356, енотовидной собаки – 2173, лесного хорька – 2147 особей.

Фактическая численность белки обыкновенной в охотугодьях Минской области – 25 472, бобра – 8785 особей.

Библиографические ссылки

1. О правилах ведения охотничьего хозяйства и охоты : Указ Президента Республики Беларусь от 8 дек. 2005 г. № 580. Минск, 2005.
2. Романов В. С., Козло П. Г., Падайга В. И. Охотоведение. Минск : Тесей, 2005.
3. Дунин В. Ф., Козло П. Г. Лось в Беларуси: экология и сельскохозяйственное значение. Минск : Наука и техника, 1972.
4. Гричик В. В., Бурко Л. Д. Животный мир Беларуси. Позвоночные. Минск : Изд. центр БГУ, 2013.
5. Савицкий Б. П., Кучмель С. В., Бурко Л. Д. Млекопитающие Беларуси / под общ. ред. Б. П. Савицкого. Минск : Изд. центр БГУ, 2005.

References

1. On the rules of hunting management and hunting : The decree of the President of the Republic of Belarus, 8 Dec., 2005, No. 580. Minsk, 2005 (in Russ.).
2. Romanov V. S., Kozlo P. G., Padaiga V. I. Okhotovedenie [Hunting]. Minsk : Tesei, 2005 (in Russ.).
3. Dunin V. F., Kozlo P. G. Los' v Belarusi: ekologiya i sel'skokhozyaistvennoe znachenie [Elk in Belarus: the ecology and agricultural importance]. Minsk : Navuka i tehnika, 1972 (in Russ.).
4. Grichik V. V., Burko L. D. Zhivotnyi mir Belarusi. Pozvonochnye [The Fauna of Belarus. Vertebrates]. Minsk : Publ. center of BSU, 2013 (in Russ.).
5. Savitskii B. P., Kuchmel' S. V., Burko L. D. Mlekoopitayushchie Belarusi [Mammals of Belarus]. Minsk : Publ. center of BSU, 2005 (in Russ.).

УДК 551.31/35

РИТМИЧНОСТЬ НАДСОЛЕВОЙ ВЕРХНЕДЕВОНСКОЙ ТОЛЩИ ПЕТРИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ ПО ДАННЫМ ФОТОГРАММЕТРИИ КЕРНА СКВАЖИН

В. П. САМОДУРОВ¹⁾, В. Э. КУТЫРЛО¹⁾

¹⁾*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь*

Проведено исследование ритмичности сероцветной сульфатно-карбонатно-глинистой верхнедевонской толщи Петриковского месторождения калийных солей на основе данных фотограмметрии керна скважин. Для выделения ритмопачек использованы цветовые параметры пространства HSV и коэффициенты цветности пород в цветовом пространстве RGB. Построены диаграммы цветности пород в геологических разрезах, и выделены ритмопачки на изучаемых интервалах глубин. Изучено строение регионального маркирующего туфогенного горизоннта, и показано его значение для корреляции разрезов. Использование количественных исходных параметров цветности пород позволяет применять математические расчеты параметров ритмичности, автоматическое расчленение и корреляцию разрезов сероцветных формаций.

Ключевые слова: фотограмметрия керна скважин; параметры цветности пород; диаграмма цветности геологического разреза.

Образец цитирования:

Самодуров В. П., Кутырло В. Э. Ритмичность надсолевой верхнедевонской толщи Петриковского месторождения калийных солей по данным фотограмметрии керна скважин // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2018. № 1. С. 53–63.

For citation:

Samodurov V. P., Kutyrla V. E. Rhythmicity of Petrikov deposit Upper Devonian overlying bed by the core photogrammetry. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2018. No. 1. P. 53–63 (in Russ.).

Авторы:

Владимир Петрович Самодуров – кандидат геолого-минералогических наук; доцент кафедры динамической геологии географического факультета.

Виталий Эдуардович Кутырло – кандидат геолого-минералогических наук, доцент; доцент кафедры инженерной геологии и геофизики географического факультета.

Authors:

Vladimir P. Samodurov, PhD (geology and mineralogy); associate professor at the department of dynamical geology, faculty of geography.

vladimir_samodurov@tut.by

Vitali E. Kutyrla, PhD (geology and mineralogy), docent; associate professor at the department of engineering geology and geophysics, faculty of geography.

vital2000@tut.by

RHYTHMICITY OF PETRIKOV DEPOSIT UPPER DEVONIAN OVERLYING BED BY THE CORE PHOTOGRAMMETRY

V. P. SAMODUROV^a, V. E. KUTYRLO^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: V. P. Samodurov (vladimir_samodurov@tut.by)

In the paper the rhythmicity in the stratum sequences of the gray-colored geological bed is analyzed using core photogrammetry. Upper Devonian sedimentary column of Petrikov potash deposit was studied as a subject of inquiry. Color space HSV and some color coefficients of RGB-space were used for the rock cyclicity estimation. Rock color diagrams were calculated and rhythmicity in the sedimentary column has been allocated. Stratification of the tuff marker has been studied and its usage for the rock correlation is shown. Quantitative initial data of the color parameters are the advantage factors for the further math calculations of the different parameters of the quantitative lithostratigraphy.

Key words: well core photogrammetry; rock color parameter; geological cross section color diagram.

Введение

Фотограмметрия – научно-техническая дисциплина, цель которой – определение различных характеристик объектов по их фотоизображениям. В настоящее время фотограмметрия (фотодокументация) керна является неотъемлемой частью геологической документации скважин. В связи с развитием информационных технологий возникла возможность создания цифровой литостратиграфии, основанной на использовании количественных цветовых характеристик керна скважин, получаемой методом фотограмметрии в наземных условиях.

Основной объект исследования – надсолевая верхнедевонская толща Петриковского месторождения калийных солей, представленная в основном сероцветными сульфатно-карбонатно-глинистыми породами. Эта толща интересна с точки зрения оценки ее водозащитных свойств при эксплуатации месторождения калийных солей. Поэтому задачами ее изучения являются не только свойства основных типов пород, но и их распределение в разрезе, выделение ритмопачек и маркирующих горизонтов для корреляции геологических разрезов. Верхнедевонская надсолевая толща может также служить тестовым геологическим объектом для определения возможностей цифровой литостратиграфии применительно к сероцветным толщам. Эффективность этого метода для красноцветных толщ была показана ранее [1; 2].

Исходные данные и методы исследований

Исходными данными для проведенного анализа служили цифровые фотографии керна скважин, полученные в полевых условиях при естественном рассеянном освещении. Фотографирование пород выполнено непосредственно в ящиках для хранения керна. Вариации освещения влияют на цветовые параметры, поэтому в ведущих геолого-разведочных компаниях (*British Petroleum, Exxon Mobil Corporation, Royal Dutch Shell* и др.) применяется фотографирование керна с использованием специализированных фотографических систем, сконструированных именно для исследования керна. Образец предварительно разрезается вдоль, и производится сканирование плоской поверхности в разных диапазонах длин волн. Кроме цифровых RGB-фотографий, в видимой области спектра применяется мультиспектральная аппаратура с несколькими полосами в инфракрасной области, которая обычно захватывает спектральный диапазон 450–2500 нм. Иногда также керн фотографируется в ультрафиолете, что дает возможность определять флюоресценцию некоторых пород. В дистанционном зондировании все больше появляется гиперспектральной аппаратуры, позволяющей получить спектральные данные в видимой и инфракрасной области. Этот подход дает возможность идентифицировать многие минералы. Однако в области исследования керна скважин гиперспектральная аппаратура в настоящее время широко не используется.

Цифровой формат цветных фотографий делает возможным длительное хранение изображений геологических объектов без потери их качества. Это позволяет визуально опознавать породы разных скважин, пробуренных в разные годы, выделять маркирующие горизонты, может служить основой для расчленения и корреляции разрезов и т. д. Более высокий уровень использования фотограмметрии связан с построением диаграмм цветности пород в геологических разрезах, аналогичных диаграммам других методов геофизических исследований скважин (ГИС). Этот подход активно продвигается американ-

скими исследователями [3]. Еще один уровень использования фотограмметрии связан с определением количественных параметров литостратиграфии и базируется на количественных данных первых двух этапов данного подхода.

Сравнение параметров ГИС с параметрами цветности керна скважин выявляет основную разницу этих методов – высокую разрешающую способность цифровых фотографий. Фотографии (размером более 4000 пк в формате *VITMAP*) полного ящика с кернам размером 1 м имеют разрешение 0,25 мм/пк. Однако фотографирование керна частями по 20 см позволяет различить зерна минералов при разрешении 0,05 мм/пк. Данный способ используется при изучении структуры пород, но для целей цифровой литостратиграфии подходит разрешение 1 мм/пк или даже меньше. Такие высокие разрешения недоступны методам ГИС, кроме того, они «не видят» микрослоистости пород.

Другое неоспоримое преимущество цифровой литостратиграфии – возможность представления цифровых фотографий керна совместно с диаграммами цветности в изучаемом разрезе. Это способствует зрительному восприятию пород и интерпретации диаграмм цветности, пониманию причин ритмичности, выделению маркирующих горизонтов, расчленению и корреляции разрезов. Являясь наземным дистанционным методом зондирования, данный метод обладает еще одним преимуществом – возможностью уточнения типа пород, детального изучения их вещественного состава и структурно-текстурных характеристик отдельных образцов тех разновидностей пород, которые выделяются методами фотограмметрии. Можно сделать вывод о том, что фотограмметрия не заменяет детальные физико-химические исследования, но эффективно показывает распространение данных, полученных по отдельным образцам, на их положение и распределение в разрезе.

Основными недостатками цифровой литостратиграфии являются требования к минимальным потерям керна в процессе бурения и высокому качеству фотографирования, часто выполняемого в полевых условиях. Наилучшие условия, как это было показано выше, соблюдаются в камеральных условиях с применением специализированного оборудования.

Для компьютерного анализа цветности руд, минералов и пород пригодны разные цветовые пространства (RGB, HSV, CIELAB, CMYK, XYZ и др.). Большинство из них являются трехкомпонентными пространствами, а некоторые – четырехкомпонентными. В данной работе используются два цветовых пространства – RGB и HSV. Цифровые фотографические системы, как известно, основаны на применении трехкомпонентного цветового пространства RGB, однако оно неудобно для интуитивного видения человека. В данном случае больше подходят цветовые пространства HSL, HSV, HSB и HSI. В них H является тоном цвета и принимает значения от 0° до 360° аналогично азимуту буссоли. Измеряется тон в градусах. Насыщенность (S) варьируется от 0 до 1 (или в процентах от 0 для нейтральных (сероцветных) изображений до 100). Нейтральные (серые) цвета в пространстве RGB характеризуются равенством $R = G = B$.

Человек способен различить 150–160 оттенков тона H, около 25 градаций насыщенности и до 64 градаций величины яркости (V). Визуально породы любого цветового тона H с насыщенностью $S < 10\%$ кажутся серыми, а при значении $S > 15\%$ они приобретают заметный оттенок. Известно также, что и яркость влияет на другие параметры цветности пород. В светлых ($V > 85\%$), а также в темных породах ($V < 15\%$) визуальное определение тона затруднено, в результате чего цветовой тон многих пород становится неопределенным. Наоборот, компьютерный анализ вариаций тона, насыщенности и величины яркости позволяет классифицировать сероцветные породы со слабыми оттенками.

Цвет пород

Породы являются природными минеральными ассоциациями, и их цвет определяется цветом их компонентов. Размер минеральных зерен в различных породах сильно варьируется. Встречаются осадочные породы с размерами кристаллов более 5 см (например, каменная соль). Однако большинство осадочных пород состоят из кристаллов размером 0,001–0,5 мм. Минералы с размерами зерен выше разрешения фотографии видны на ней и при анализе цветности влияют на параметр тона H как отдельная составляющая, а дисперсные минералы не видны, но оказывают влияние на обобщенные параметры цветности породы. Таким образом, дисперсные минералы можно рассматривать как пигменты, определяющие общий цвет породы.

Наиболее распространенным химическим элементом, окрашивающим минералы, является железо. Оксиды железа – очень сильные хромофоры красного цвета – и вызывают резкое увеличение насыщенности. Как известно, геологические процессы, вызывающие окисление минералов, меняют цветность пород, например, в корах выветривания материнские породы зеленых оттенков становятся красными. Среди окислов железа наиболее распространен гематит – Fe_2O_3 . Гематит кристаллизуется в виде пластинчатых и игольчатых микрокристаллов, часто размером менее 0,001 мм, и поэтому

он попадает в глинистую фракцию пород. На цифровых фотографиях кристаллы гематита как дисперсного минерала не видны, однако даже незначительные примеси гематита вызывают заметную окраску пород.

Закисное железо принадлежит к группе минералов зеленого цвета. Зеленые оттенки имеют многие глины, основные составляющие которых – иллиты, хлориты, некоторые смектиты. Эти минералы не являются такими сильными хромофорами, как окислы железа, и незначительно увеличивают насыщенность цвета. Однако содержащие их в значительном количестве породы выделяются на диаграммах цветности достаточно четко. Существуют породы и других цветов, но они встречаются реже, и часто природа их окраски остается до конца не выясненной. В результате из-за преобладающего влияния и широкого распространения в осадочных породах окислов железа тон Н осадочных пород сосредоточен в красном секторе ($20\text{--}50^\circ$) цветового круга, что обуславливает невысокую чувствительность данного тона для классификации осадочных пород.

Большее значение для классификации сероцветных осадочных пород имеют показатели S и V. Насыщенность определяет содержание хромофоров в составе породы, в том числе и природных красителей красного цвета. Величина яркости характеризует отражательную способность. Этот параметр зависит от эффектов отражения минералов, входящих в состав породы. Поэтому даже в сероцветных формациях различные карбонатные, глинистые и сульфатные породы существенно отличаются по отражательной способности, что позволяет классифицировать эти различия и исследовать ритмичность строения таких формаций.

На рис. 1 представлены параметры H, S и V сероцветных пород надсолевой верхнедевонской толщи Петриковского месторождения. Образцы 1 и 4 – мергели светло-серые, образец 2 – мергель со слабым бурым оттенком, образец 3 – мергель доломитовый, светло-серый. Малая цветовая насыщенность указывает на отсутствие в породе хромофоров. При $S < 5\%$ цветовой тон становится неопределенным, так как его дисперсия резко возрастает. Образец 2, наоборот, имеет заметный буроватый оттенок, в котором $S = 25\%$, дисперсия тона здесь минимальна.

Таким образом, породы серого цвета практически не поддаются визуальному анализу цветности, но могут быть исследованы методами фотограмметрии. Для анализа цветности пород серого цвета лучше всего подходит цветовое пространство HSV. Истинно серыми можно считать породы с минимальной насыщенностью, которая является хорошим их индикатором в геологических разрезах, так как породы с показателем $S < 2,5\%$ встречаются редко. Величина яркости – самый чувствительный цветовой параметр. Комплексное использование всех трех параметров цветности представляет собой основу цветовой литостратиграфии.

В связи с существенным влиянием окислов железа на цветность пород для построения диаграмм цветности красноцветных формаций большую эффективность показали коэффициенты цветности в пространстве RGB. Они особенно удобны, так как не требуют пересчетов при переводе в другие цветовые пространства. Наибольшую чувствительность имеет гематитовый индикатор R/B-1, принимающий значение 0 в породах серого цвета (в них $R = B$) и максимальные значения – в красноцветных породах. Иногда используются и другие коэффициенты цветности (G/B-1, R/G, R/V и пр.).

Особенности анализа цветности керна скважин

Керн скважин является наиболее подходящим исходным материалом для цифровой литостратиграфии. Важное условие здесь – извлечение его в полном объеме, без потерь. Разрезание керна вдоль и фотографирование его плоской поверхности на специальной аппаратуре в видимой и инфракрасной области спектра является наиболее качественным методом фотодокументации, однако и цифровые фотографии исходного керна также подходят для анализа цветности пород.

Цифровые снимки керна скважин имеют ряд особенностей. Благоприятным фактором является то обстоятельство, что поверхность керна не имеет глубоко расчлененного рельефа, за исключением щелей между отдельными кусками. Это исключает негативные эффекты, возникающие на грубозернистых поверхностях на затененных участках. Керн слабо сцементированных пористых пород и брекчий, наоборот, часто имеет глубокий рельеф, который вносит некоторые искажения в определение параметров цветности. Щели между отдельными кусками керна можно ликвидировать, сдвигая изображение с применением программ его обработки. Также на результаты анализа цвета оказывает влияние цилиндрическая форма керна. При ярком дневном освещении фотографии керна в ящиках имеют полосу повышенной яркости в середине снимаемого объекта, обусловленную эффектом отражения света, и затененные участки у стенок ящиков. Влияния отраженного света на керне цилиндрической формы можно избежать, проводя анализ цветности в полосе средней освещенности, где преобладает диффузное рассеяние света, несущее основную информацию о цвете пород.

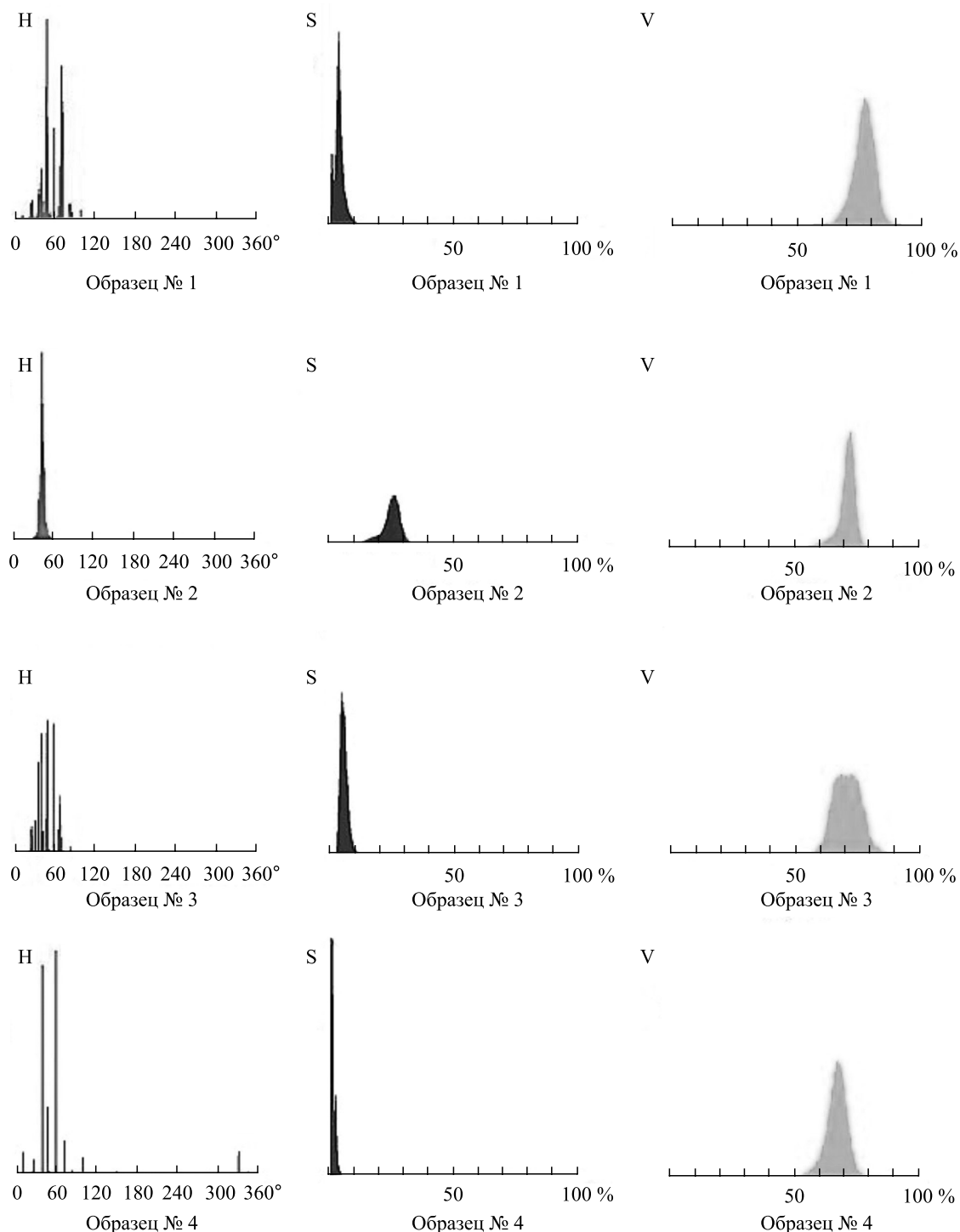


Рис. 1. Параметры H, S, V сероцветных пород глинисто-мергелистой толщи

Fig. 1. H, S, V parameters of the gray colored rocks of the clay-marl stratum

Можно заметить, что сухой и влажный керн имеют разный вид, в том числе и на цифровых фотографиях. Результаты сравнения параметров цветности сухого и влажного керна представлены на рис. 2. Влажный керн повышает насыщенность цифровых изображений, в данном случае максимум насыщенности сместился с 7 до 12 %. Величина яркости, наоборот, существенно уменьшилась: с 70 до 37 %, а распределение яркости стало двумодальным. Значение тона не изменилось: максимум в обоих случаях составляет 40°, но дисперсия тона в сухом керне значительно выше, чем во влажном. В результате можно сделать вывод о том, что цифровые фотографии влажного керна имеют преимущество над фотографиями сухого керна. Эти особенности фотограмметрии учитываются на этапе фотодокументации керна скважин.

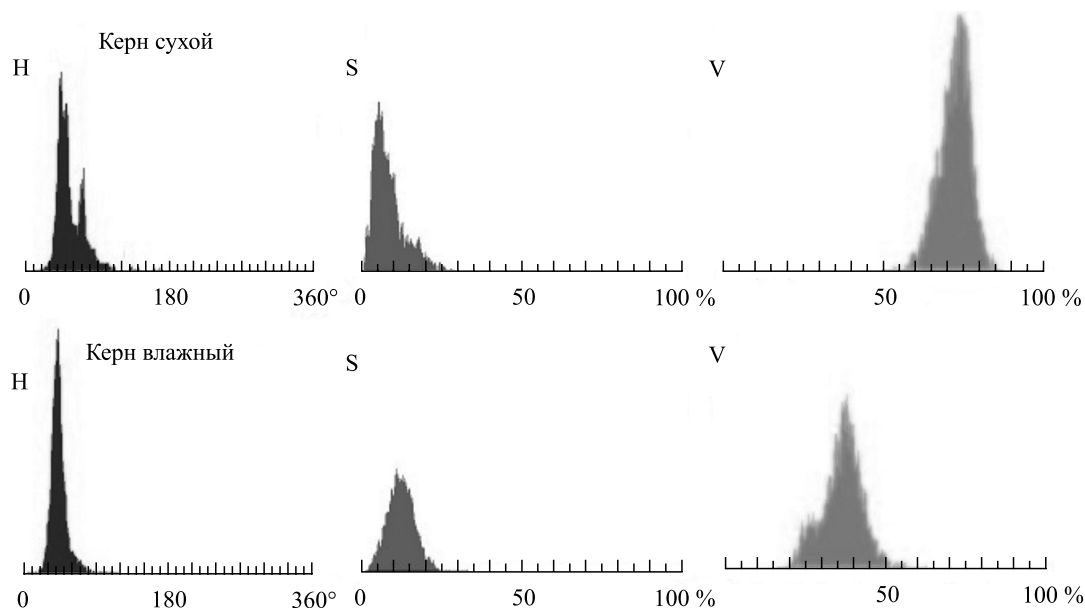


Рис. 2. Параметры цветности H, S, V сухого и влажного керна

Fig. 2. H, S, and V parameters of the dried and wet core

Диаграммы цветности пород в геологических разрезах

Диаграммы цветности пород наглядно демонстрируют количественные параметры распределения пород по разрезу скважин. Эти диаграммы могут храниться в цифровых форматах в базах данных, аналогичных LAS-файлам ГИС. В настоящее время диаграммы цветности являются единственным методом непрерывного представления физических параметров керна по разрезу скважин. Все остальные современные физико-химические методы анализа выполняются по отдельным образцам керна, и их результаты не могут быть представлены в виде непрерывного распределения по геологическому разрезу.

Эффективность построения диаграмм цветности красноцветных формаций, продемонстрированная ранее, не вызывает сомнений [1; 2], но возможности цифровой литостратиграфии сероцветных формаций к настоящему времени не определены. На рис. 3 проведено сравнение эффективности выделения пород и ритмопачек в красноцветных и сероцветных формациях.

Диаграмма цветности сильвинит-карналлитового пласта мощностью 2,70 м (см. рис. 3, слева) представлена гематитовым индикатором R/B-1. Для сравнения здесь же показана диаграмма гамма-каротажа (ГК). Основное отличие фотограмметрии – очень высокое разрешение цифровых фотографий. При сравнении диаграмм видно, что гамма-каротаж не может выделить отдельные слои в составе рудных пластов, так как его аппаратное окно составляет около 0,5 м. В результате маломощные слои сильвинита проявляются на диаграмме ГК в виде широкого максимума умеренной интенсивности. Параметры цветности, наоборот, выделяют все слои в литологическом разрезе. Это помогает детализировать строение рудных пластов, сделать оценку качества руд.

На рис. 3 (справа) представлено распределение величины яркости в интервале глубин 486,65–488,70 м (мощность – 2,05 м) надсолевой верхнедевонской толщи скважины 1Д Петриковского месторождения калийных солей. Здесь можно видеть переход от нижней пачки, сформированной в обстановке стабильного осадконакопления, к верхней, в которой отмечается мелкая ритмичность. В пачках с пассивными периодами формирования осадков преобладают глинистые породы. Они отличаются пониженной величиной яркости и потому хорошо отмечаются на диаграммах цветности. Карбонатные и сульфатные породы, как правило, более светлые, поэтому их ритмичность контрастно выделяется на диаграмме распределения величины яркости. Здесь, в отличие от диаграмм ГИС, четко видны элементарные слои, которые выглядят монотонными кривыми с незначительными вариациями ГИС-параметров.

Ритмичность надсолевой толщи Петриковского месторождения

Надсолевая верхнедевонская толща Петриковского месторождения калийных солей представляет интерес с точки зрения оценки ее водозащитных свойств при эксплуатации месторождения. Поэтому, кроме изучения основных типов пород, возникают задачи исследования распределения пород в разрезе, выделения маркирующих горизонтов для корреляции разрезов, установления однотипных литологических пачек, изучения ритмичности и др. Эта толща рассматривается также, потому что она сероцветная, что делает ее подходящей для оценки возможностей цифровой литостратиграфии.

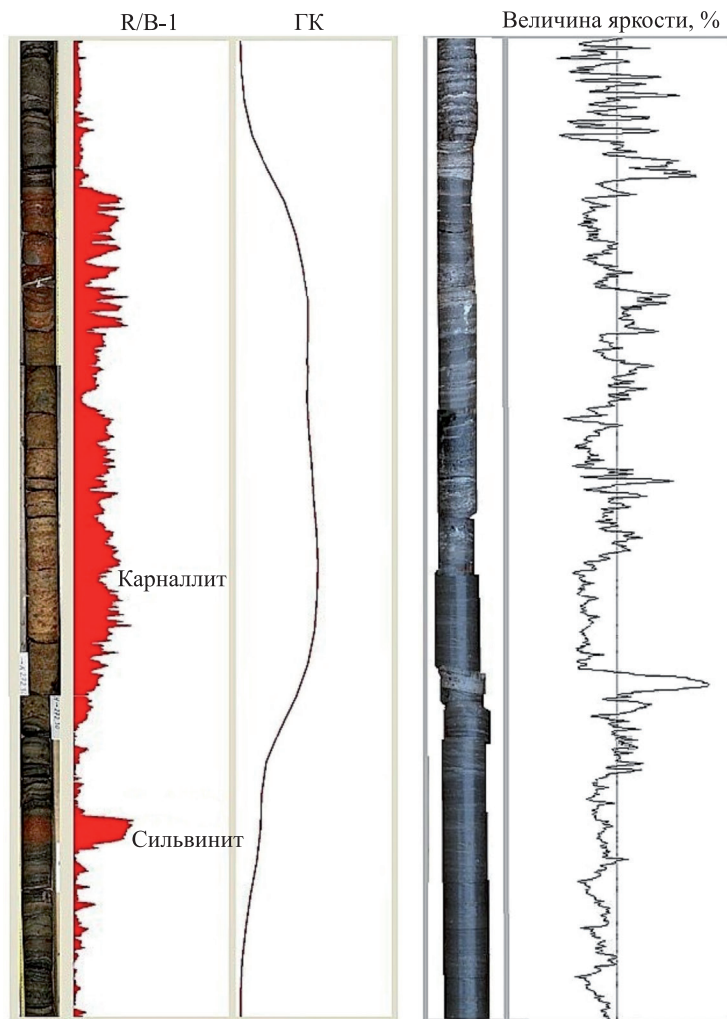


Рис. 3. Сопоставление диаграмм гематитового индикатора R/B-1 и ГК в сильвинит-карналлитовом пласте (слева) и диаграмма распределения величины яркости в разрезе скважины Петриковская 1Д глубиной 486,65–488,70 м (справа)

Fig. 3. Comparison of the hematite indicator R/B-1 curve and the gamma-ray logging in the sylvinit-carnallite bed (at the left) and V diagram in the well Petricov 1D, depth 486,65–488,70 m (at the right)

На рис. 4 представлена диаграмма величины яркости в скважине Петриковская 1Д на интервале глубин 486,40–502,60 м (мощность – 16,20 м). Исходные цифровые фотографии ящиков с керном имели разрешение 0,25 мм/пк, но в процессе анализа были уменьшены до разрешения 1 мм/пк. Несмотря на существенное сжатие исходных фотографий, все отдельные слои хорошо выделяются в изучаемом интервале глубин, а диаграммы количественных показателей H, S, V были сохранены в базе данных цветности пород. Темноцветные глинистые ритмопачки, сформированные в спокойной обстановке осадконакопления, выделены синим цветом, а сульфатно-карбонатные ритмопачки, возникшие на этапах тектонической активизации формирования бассейна седиментации, – красным. Сопоставляя фотографии керна скважин и диаграмму величины яркости, можно видеть, что основные ритмопачки могут быть определены визуально по керну, но в случаях частого переслаивания мелких ритмов исследование ритмичности становится неоднозначным. Именно поэтому в литологии ритмопачки выделяют от более крупных к мелким, и на каких-то этапах деления этот процесс прекращают. В значительной мере определение ритмопачек в традиционной литостратиграфии является индивидуальным, поэтому даже расчленение надсолевой верхнедевонской толщи Петриковского месторождения разными исследователями выполнено по-разному.

Методы математического анализа диаграмм цветности пород, в том числе выделения ритмопачек, к настоящему времени не разработаны, но аналогичные задачи решаются для диаграмм ГИС, и эти подходы могут быть применены для целей цифровой литостратиграфии. Таким образом, фотограмметрия керна скважин – эффективный способ выделения ритмопачек в геологических разрезах, в том числе в разрезах сероцветных формаций. Специфика фотограмметрии заключается в том, что данные цветности являются количественными, а значит, на их основе возможны количественные расчеты различных параметров, в том числе автоматическое расчленение и корреляция разрезов.

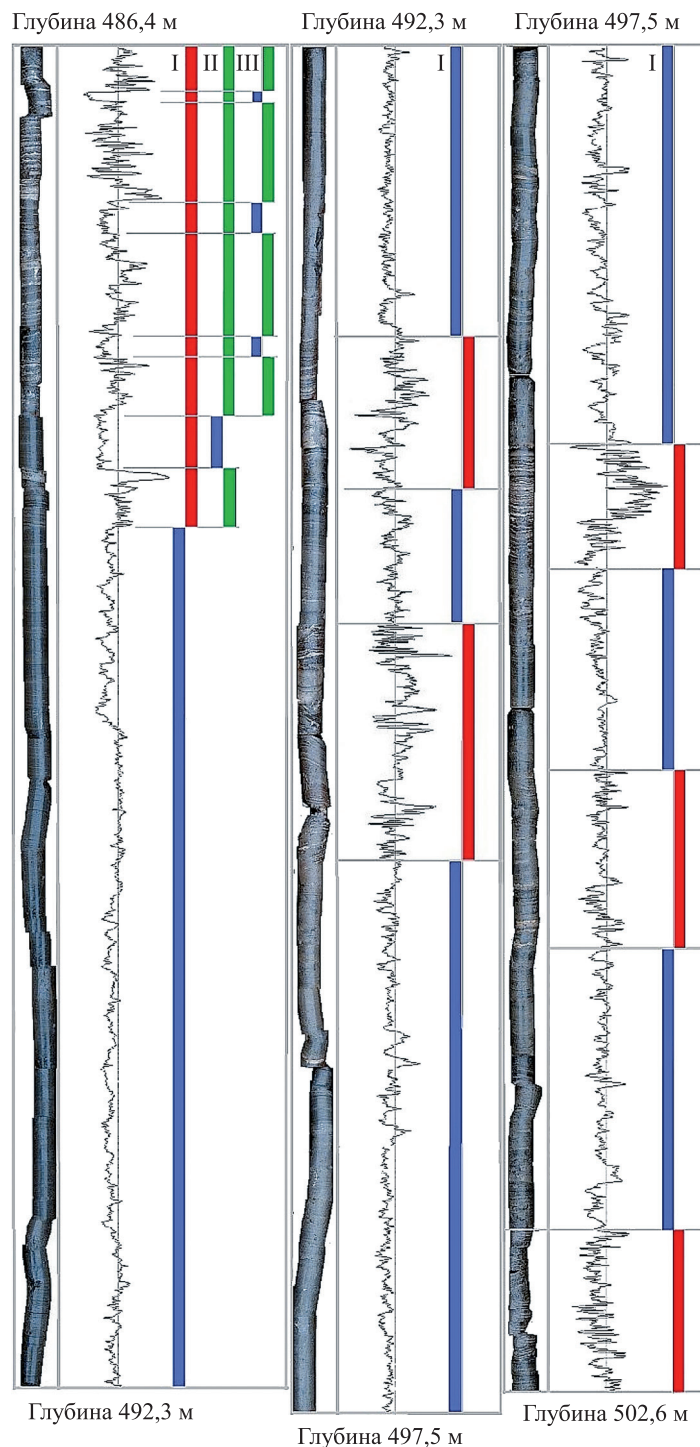


Рис. 4. Ритмопачки I, II и III порядка в скважине Петриковская 1Д
глубиной 486,40–502,60 м (мощность – 16,20 м) по параметру величины яркости

Fig. 4. Rock unit rhythmicity I, II and III orders in the well Petricov 1D,
depth 486.40–502.60 m (thickness 16.20 m) by the brightness value V

Строение маркирующего туфогенного горизонта по данным фотограмметрии

Региональные маркирующие горизонты – важнейшие метки, используемые для корреляции разрезов. Туфогенные пепловые горизонты являются наиболее надежными маркерами: они образовывались одновременно и распространялись по всей изучаемой территории. Количество туфогенных прослоев в разрезах скважин и их мощность заметно увеличиваются в восточной части Припятской впадины, но в западной части впадины на территориях Старобинского и Петриковского месторождений также отмечены туфы и туффиты [4–6].

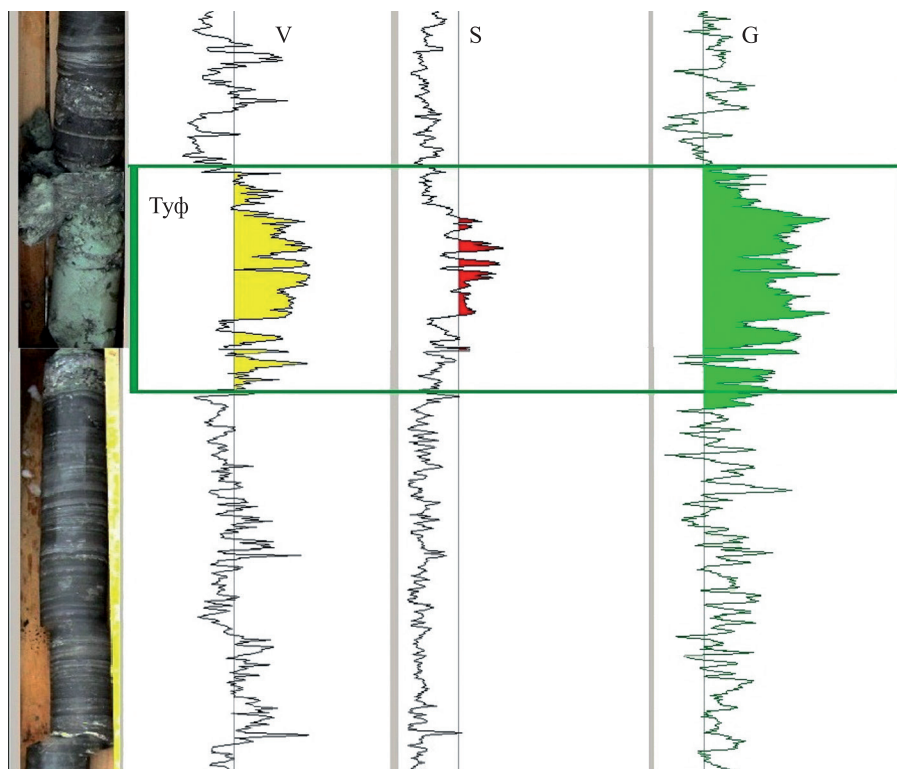


Рис. 5. Туфогенный маркирующий горизонт
в скважине Петриковская 1Д глубиной 485,70 м.

Здесь V – величина яркости пород, S – насыщенность, G – параметр зеленого цвета

Fig. 5. Tuff marker horizon in the well Petricov 1D, depth 485,70 m.

Here V – the rock brightness value, S – saturation, G – green color parameter

На рис. 5 представлены некоторые параметры цветности пород туфогенного маркирующего горизонта в скважине Петриковская 1Д глубиной 485,70 м. Диаграмма яркости выделяет темные и светлые породы относительно их среднего значения, отмеченного на этой диаграмме линией. Туфы и туффиты здесь светлее темно-серых нормально-осадочных пород. Диаграмма насыщенности, демонстрирующая градацию истинно серых и цветных пород, показана относительно уровня $S = 10\%$. Значение насыщенности всех нормально-осадочных пород – менее 10% , т. е. визуально являются серыми, за исключением туфа, который имеет заметный зеленоватый оттенок. Диаграмма параметра G показывает значения $G/B-1$ и связана с преобладанием зеленых оттенков вулканогенных пород. Таким образом, туфогенный пепловый горизонт хорошо выделяется как визуально в полевых условиях, так и с помощью фотограмметрических методов.

При анализе литостратиграфической ритмичности можно видеть, что туфогенный горизонт формировался не в виде одноактного вулканического действия, у него есть предварительная стадия, отражающаяся в текстурах подстилающих пород, а также стадия затухания вулканической активности, которая отражается в текстурах перекрывающих пород. Подстилающие породы имеют тонкослоистое (мощностью 1–10 мм) строение с горизонтально-слоистым залеганием. Подошва туфа является турбидитом вулканогенно-осадочных пород и связана с началом активной фазы вулканизма, которая сопровождалась землетрясением, вызвавшим цунами с перемешиванием донных осадков нормально-осадочных и вулканогенных пород. Массивный глинизированный туф составляет центральную часть этого горизонта. В перекрывающих породах можно видеть затухающую фазу вулканической активности. Здесь также присутствуют турбидиты и тонкослоистое переслаивание вулканогенных и осадочных пород. Совместное использование данных фотодокументации керна скважин и цифрового анализа цветности пород позволяет надежно выявить начало и конец активизации вулканической активности, определяющие литолого-фациальные условия бассейна седиментации.

Туфогенные горизонты в верхнедевонских отложениях обнаружены по всей территории Припятской впадины, а их число и мощность возрастают в восточном направлении. В западной части Припятской впадины туфогенные горизонты в составе надсолевой верхнедевонской толщи наиболее полно изучены в пределах Старобинского месторождения калийных солей. Здесь определены до восьми прослоев

туфов и туффитов мощностью от 2 до 45 см, но только один из них является маркирующим и наиболее мощным (10–45 см). Он расположен в верхах надсолевой толщи на границе нижней доломитово-мергельной (сланценосной) и верхней известково-глинистой пачки. Этот маркирующий туфогенный горизонт залегает на 180–350 м выше кровли соли, а в краевых зонах Старобинского месторождения он отсутствует по причине эрозии верхней части надсолевой верхнедевонской толщи.

На территории Петриковского месторождения маркирующий туфогенный горизонт расположен в нижней части разреза надсолевого девона. Мощность массивного глинизированного туфа в скважине Петриковская 1Д составляет 28 см и сравнима со средней мощностью маркирующего туфогенного горизонта Старобинского месторождения. Очевидно, что мощность туфов и туффитов отражает вулканическую активность в регионе осадконакопления. Заметно, что туфы и туффиты мощностью 1–3 см распределены внутри литологических пачек, а маркирующие туфы мощностью более 15 см, как правило, расположены ближе к границам литологических пачек. Это свидетельствует о том, что вулканические процессы являются индикаторами масштабной глубинной тектонической активизации в регионе осадконакопления, которая и определяла его литофациальные условия. По существу, последовательность пород туфогенного горизонта отражает сейсмограмму тектонической активности региона.

Заключение

Несмотря на то что цвет пород, наряду с их структурно-текстурными характеристиками, постоянно используется геологами-практиками в описаниях геологических разрезов, их количественный цветовой анализ не получил пока широкого распространения. Развитие данного научного направления тормозят некоторые негативные результаты изучения цвета пород и минералов. Определено, что цвет пород существенно меняется в зависимости от примесей-хромофоров, в результате чего одна и та же порода может иметь разные оттенки в разных месторождениях. Также очевидно, что корреляции пород по цветовым характеристикам ограничены локальными условиями, а сопоставления разрезов разных бассейнов невозможны. Подобные представления, однако, могут быть отнесены к любым другим литологическим критериям.

Наоборот, используемые в литологии вариации вещественного состава пород и их структурно-текстурных характеристик являются основой фациального анализа, так как эти параметры стабильны в пределах одной литолого-фациальной зоны. Это свойство аналогично понятию типоморфизма минералов, определяющему условия образования типоморфных минералов в данных физико-химических условиях. Для обоих случаев характерны вариации признаков в разных условиях образования пород и минералов и стабильность признаков в пределах единых условий их формирования.

Цифровая литостратиграфия – третий, заключительный этап в ряду фотограмметрия (фотодокументация) керн скважин – получение диаграмм цветности пород по разрезу скважин – количественная литостратиграфия бассейна осадконакопления. Использование количественных исходных параметров позволяет применять математические расчеты параметров ритмичности, автоматическое расчленение и корреляцию разрезов сероцветных формаций на этапе количественной литостратиграфии.

Библиографические ссылки

1. Самодуров В. П., Гречко А. М., Кутырло В. Э. Изучение фациальных особенностей и стадий галогенеза эвапоритовых формаций методом анализа цветности пород и минералов // Природ. ресурсы. 2014. № 2. С. 43–48.
2. Самодуров В. П., Кутырло В. Э., Витовец В. А. Строение, состав и ритмичность формирования первого калийного горизонта Старобинского месторождения калийных солей по данным цифрового анализа керн скважин // Актуальные вопросы инженерной геологии, гидрогеологии и рационального недропользования : материалы IX унив. геол. чтений (Минск, 3 апр. 2015 г.). С. 133–134.
3. Ellington Chromostratigraphy Services [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ellingtongeologic.com/chromostratigraphy.html> (дата обращения: 23.01.2018).
4. Петрова Н. С., Шабловская Р. К., Высоцкая М. С. Туфогенные глинистые породы калиеносных и надсолевых отложений Припятского прогиба // Литолого-фациальные и геохимические проблемы соленакопления. М. : Наука, 1985. С. 49–52.
5. Петрова Н. С., Шабловская Р. К. Новые данные о распространенности вулканокластических пород в отложениях верхнефаменской калиеносной субформации Припятского прогиба // Докл. АН БССР. 1986. Т. 30, № 5. С. 41–44.
6. Петрова Н. С., Шабловская Р. К. Вулканогенный материал в калиеносной субформации Припятского прогиба и связанный с ним комплекс микроэлементов // Проблемы минерагении платформенного чехла и кристаллического фундамента БССР. Минск : БелНИГРИ, 1986. С. 53–59.

References

1. Samodurov V. P., Grechko A. M., Kutyrlo V. E. [Evaporite beds facies and rock sequences study by the rock and mineral color analysis]. *Natural resources*. 2014. No. 2. P. 43–48 (in Russ.).
2. Samodurov V. P., Kutyrlo V. E., Vitovec V. A. [Starobin deposit first potassium bed structure, composition and rhythmicity by the drill core color analysis]. *Aktual'nye voprosy inzhenernoi geologii, gidrogeologii i ratsional'nogo nedropol'zovaniya* : proc. IX Univ. geol. contributions (Minsk, 3 April, 2015). P. 133–134 (in Russ.).
3. Elligton Chromastratigraphy Services. URL: <http://www.ellingtongeologic.com/chromastratigraphy.html> (date of access: 23.01.2018).
4. Petrova N. S., Shablovskaya R. K., Vysotskaya M. S. Tufogennye glinistye porody kalienosnykh i nadsoleykh otlozhenii Prip'yatskogo progiba [Tuffogenic clay rocks of the potash and overlapping stratum of Prypiat Trough]. In: *Lithofacial and geochemical problems of salt formations*. Moscow : Nauka, 1985. P. 49–52 (in Russ.).
5. Petrova N. S., Shablovskaya R. K. Novye dannye o rasprostranennosti vulkanoklasticheskikh porod v otlozheniyakh verkhne-famenskoi kalienosnoi subformatsii Prip'yatskogo progiba [New data on volcanoclastic rock distribution in the upper Famennian potash subformation of Prypiat Trough]. *Papers of the Natl. Acad. of Sci. of Belarus*. 1986. Vol. 30, No. 5. P. 41–44 (in Russ.).
6. Petrova N. S., Shablovskaya R. K. Vulkanogennyi material v kalienosnoi subformatsii Prip'yatskogo progiba i svyazannyi s nim kompleks mikroelementov [Volcanogenic matter in the upper Famennian potash subformation of Prypiat Trough and related micro-element complex]. In: *Minerageny problems of the sedimentary cover and crystalline basement of BSSR*. Minsk : BelNIGRI, 1986. P. 53–59 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 19.01.2018.
Received by editorial board 19.01.2018.

УДК 551.89

РЕКОНСТРУКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И КЛИМАТА ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА В СРЕДНЕМ И ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

Н. М. ПИСАРЧУК¹⁾, Е. Ю. НОВЕНКО²⁾, Д. Н. КОЗЛОВ²⁾, П. М. ШИЛОВ²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

²⁾Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
ул. Ленинские горы, 1, 119991, г. Москва, Россия

Представлены результаты изучения нового разреза на ключевом участке в Центральном-Лесном государственном природном биосферном заповеднике. Отмечены результаты исследования взаимосвязи между изменением климата в среднем и позднем голоцене и развитием ельника сфагново-черничного (*Picetum myrtilloso-sphagnosum*) – типичной геосистемы для подзоны южной тайги на Восточно-Европейской равнине. На основе данных спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования торфяных отложений восстановлена история смен растительных сообществ и климатических изменений, а также оценена интенсивность процессов заболачивания.

Ключевые слова: голоцен; спорово-пыльцевой анализ; ельник сфагново-черничный; Центрально-Лесной государственный заповедник.

Благодарность. Исследования выполнены за счет проекта Российского научного фонда № 16-17-10045.

RECONSTRUCTION OF VEGETATION AND CLIMATE OF THE CENTER FOREST STATE RESERVE IN THE MIDDLE AND LATE HOLOCENE

N. M. PISARCHUK^a, E. Y. NOVENKO^b, D. N. KOZLOV^b, P. M. SHILOV^b

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

^bLomonosov Moscow State University, 1 Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia
Corresponding author: N. M. Pisarchuk (pisarchuk@bsu.by)

The results of the study of a new section at a key site in the Central Forest State Natural Biosphere Reserve are presented. The results of the study of the relationship between climate change in the Middle and Late Holocene and

Образец цитирования:

Писарчук Н. М., Новенко Е. Ю., Козлов Д. Н., Шилов П. М. Реконструкция растительности и климата Центрально-Лесного заповедника в среднем и позднем голоцене // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2018. № 1. С. 64–75.

For citation:

Pisarchuk N. M., Novenko E. Y., Kozlov D. N., Shilov P. M. Reconstruction of vegetation and climate of the Center Forest state reserve in the Middle and Late Holocene. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2018. No. 1. P. 64–75 (in Russ.).

Авторы:

Наталья Михайловна Писарчук – преподаватель кафедры физической географии мира и образовательных технологий географического факультета.

Елена Юрьена Новенко – доктор географических наук; ведущий научный сотрудник кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета; старший научный сотрудник лаборатории эволюционной географии Института географии РАН.

Даниил Николаевич Козлов – кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета.

Павел Михайлович Шилов – аспирант кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета. Научный руководитель – Д. Н. Козлов.

Authors:

Natallia M. Pisarchuk, lecturer at the department of physical geography of the world and educational technologies, faculty of geography.

pisarchuk@bsu.by

Elena Y. Novenko, doctor of science (geography); leading researcher at the department of physical geography and landscape science, faculty of geography; senior researcher at the laboratory of evolutionary geography, Institute of geography, Russian Academy of Sciences.

lenanov@mail.ru

Daniil N. Kozlov, PhD (geography), docent; associate professor at the department of physical geography and landscape science, faculty of geography.

daniilkozlov@gmail.com

Pavel M. Shilov, postgraduate student at the department of physical geography and landscape science, faculty of geography.

pavelshilovv@yandex.ru

the development of the sphagnum-bilberry spruce forest (*Picetum myrtilloso-sphagnosum*), a typical geosystem for the southern taiga subzone in the East European Plain, are noted. Based on data from spore-pollen analysis and radiocarbon dating of peat deposits, the history of changes in plant communities and climate changes has been restored, and the intensity of bogging processes has been estimated.

Key words: Holocene; pollen analysis; peat accumulation rate; spruce forest; the Central Forest State Reserve.

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Science Foundation (grant No. 16-17-10045).

Введение

Изучение отложений Центрально-Лесного заповедника имеет обширную историю. Накопленный опыт и полученные подробные палеоботанические и радиоуглеродные данные позволили подойти к решению важной и актуальной задачи палеогеографических исследований – ретроспективному анализу взаимосвязи климатических изменений, динамики и функционирования лесных и болотных геосистем. Данная научная проблема связана с пониманием некоторых механизмов глобальных климатических изменений, а именно роли торфяных болот и заболоченных лесов как резервного блока углерода в регуляции биогеохимических процессов [1–3]. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата [4], начиная с конца XIX в. средняя температура на Земле увеличилась почти на 1 °С. Принято считать, что эти изменения связаны прежде всего с воздействием антропогенных факторов, приводящих к увеличению содержания парниковых газов в атмосфере. Совершенно очевидно, что исследования скорости заболачивания лесных геосистем в среднем и позднем голоцене, включающем периоды как похолоданий, так и потеплений, необходимы для надежных оценок естественных стоков и источников углерода.

В качестве модельной территории для исследований роли климатического фактора в развитии заболоченных лесов был выбран Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник (ЦЛГПБЗ), расположенный на юге Валдайской возвышенности. Природные комплексы заповедника типичны для южнотаежной подзоны и служат эталоном для обширной области моренного рельефа центральной части Восточно-Европейской равнины. Здесь сохранился уникальный для бореальных лесов Европы исторически сложившийся комплекс южнотаежных ельников [5]. Вследствие слаборасчлененного рельефа и особенностей гидротермического режима территории заболоченные леса здесь широко распространены. Представленные результаты являются исследованиями взаимосвязи между изменением климата в среднем и позднем голоцене (реконструированным при помощи спорово-пыльцевого анализа) и развитием ельника сфагново-черничного; истории смен лесообразующих пород деревьев и процессов заболачивания. Ельник сфагново-черничный – типичная геосистема для подзоны южной тайги Восточно-Европейской равнины, потому проведенные на локальном уровне исследования имеют региональное значение для анализа изменений растительности и скорости торфонакопления на обширных территориях. В большинстве работ, посвященных процессам болотообразования в различных регионах [2; 6–9], рассматриваются крупные болотные системы, в то время как развитие небольших лесных болот и заболоченных лесов остается малоизученным. Однако заболоченные леса в силу своего широкого распространения являются важной составляющей резервуара органического углерода биосферы [10].

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены в ельнике сфагново-черничном, расположенном в ядре Центрально-Лесного заповедника (юго-западная часть Валдайской возвышенности) на склоне моренной гряды в пределах выположенного ступенеобразного участка шириной около 600 м. Мощность торфа в пределах изученного участка составляет 20–85 см (рис. 1).

Рельеф заповедника – слабовсхолмленная водораздельная равнина со сглаженными формами и абсолютными отметками высоты 240–270 м над уровнем моря. Территория заповедника находится в области умеренно континентального климата. Средняя многолетняя температура в январе составляет –9 °С, в июле она достигает +17 °С, среднегодовая температура равняется +4 °С, осадков выпадет 700 мм/год (по данным метеостанции в пос. Заповедный [11]).

В современной структуре растительного покрова заповедника доминируют еловые леса (40 %), представленные целостным, относительно ненарушенным массивом. Кроме еловых лесов, коренными формациями являются сосновые леса сфагновой классификационной группы (10 %) и черноольховые леса (1 %), произрастающие в логах, долинах ручьев и рек. Производные леса из березы пушистой, осины и, реже, ольхи серой занимают около 43 % всей территории [12]. В почвенном покрове присутствуют подзолистые, болотно-подзолистые и дерново-подзолистые почвы.

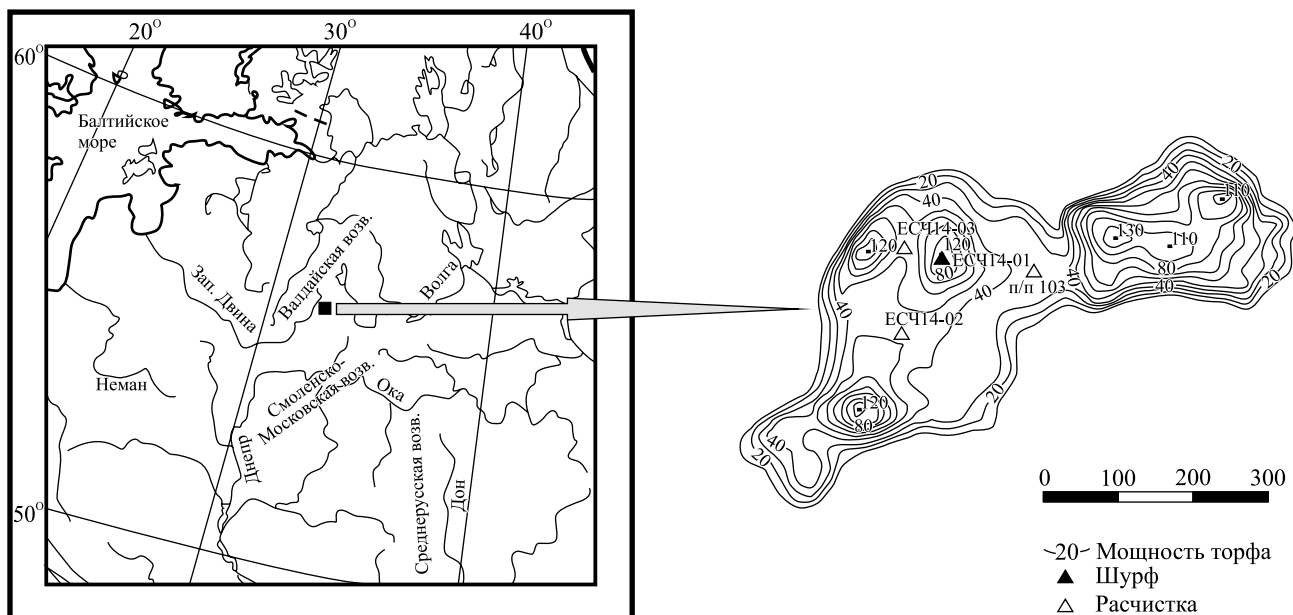


Рис. 1. Положение изучаемой территории и мощность торфяной залежи на ключевом участке
 Fig. 1. Location of the study area. Thickness of peat within the sample plot

Топографическая съемка ключевого участка исследований с детальными примерами глубины торфяной залежи была проведена в ходе полевых работ в 2013 г. На основе этих материалов была составлена карта мощности торфа (см. рис. 1). Отбор образцов на спорово-пыльцевой анализ, определение зольности торфа и радиоуглеродное датирование были выполнены во время полевых и аналитических работ в 2014 г. из шурфа, заложенного в одном из наиболее глубоких участков торфяной залежи. Для оценки скорости линейного прироста торфа были изучены дополнительные небольшие шурфы в пределах ельника сфагново-черничного и отобраны образцы для определения возраста подошвы торфяных отложений.

Образцы для анализа зольности торфа были отобраны из шурфа с интервалом 2 см. Зольность определена методом сухого озоления при температуре 450 °С. Для спорово-пыльцевого анализа торфяной залежи был отобран монолит мощностью 90 см. Образцы на спорово-пыльцевой анализ были отобраны через 1 см. Лабораторная обработка проведена по стандартной методике в Институте географии РАН (ИГ РАН) [13]. Определение пыльцы и спор по разрезу проведено на географическом факультете БГУ. Обработку данных и построение спорово-пыльцевой диаграммы выполнили с помощью программ *TILIA* и *TILIA-Graph* [14]. Датирование образцов было проведено в Центре коллективного пользования «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» ИГ РАН. Для ельника сфагново-черничного получено восемь радиоуглеродных дат (см. таблицу). Калибровка радиоуглеродных дат была проведена в программе *Calib7.1* при помощи калибровочной кривой *IntCal13* [15]. Для калибровки образцов с высокой активностью, отобранных из верхних горизонтов торфа, была применена программа *CaliBomb* [16]. Модель роста отложений (рис. 2) и расчеты скорости накопления торфа были выполнены при помощи программы *Bchron* [17].

Для сопоставления полученных палинологических данных с климатическими условиями территории ЦЛГПБЗ в голоцене были использованы палеоклиматические реконструкции, выполненные методом лучших аналогов по палинологическим данным разреза болота Старосельский мох [18], расположенного в охранной зоне заповедника на расстоянии около 5 км от изученного разреза.

Результаты исследований и их обсуждение

При анализе и интерпретации палинологических данных крайне важен размер территории, с которой пыльца и споры поступают в изучаемые отложения. Моделирование релевантной области поступления пыльцы (*relevant source area of pollen*) в озеро или болото, проведенное группой исследователей [19] в лесистой местности Финляндии, южной Швеции и Прибалтики, показало, что в водоеме небольших размеров (менее 1 га) основное количество пыльцы поступает с территории, имеющей радиус 1,5–2,5 км. Таким образом, спорово-пыльцевые спектры, сформировавшиеся в небольшом заболоченном понижении под кронами деревьев, дают информацию преимущественно о локальной растительности и содержат данные об истории лесного массива, непосредственно окружающего исследуемое пони-

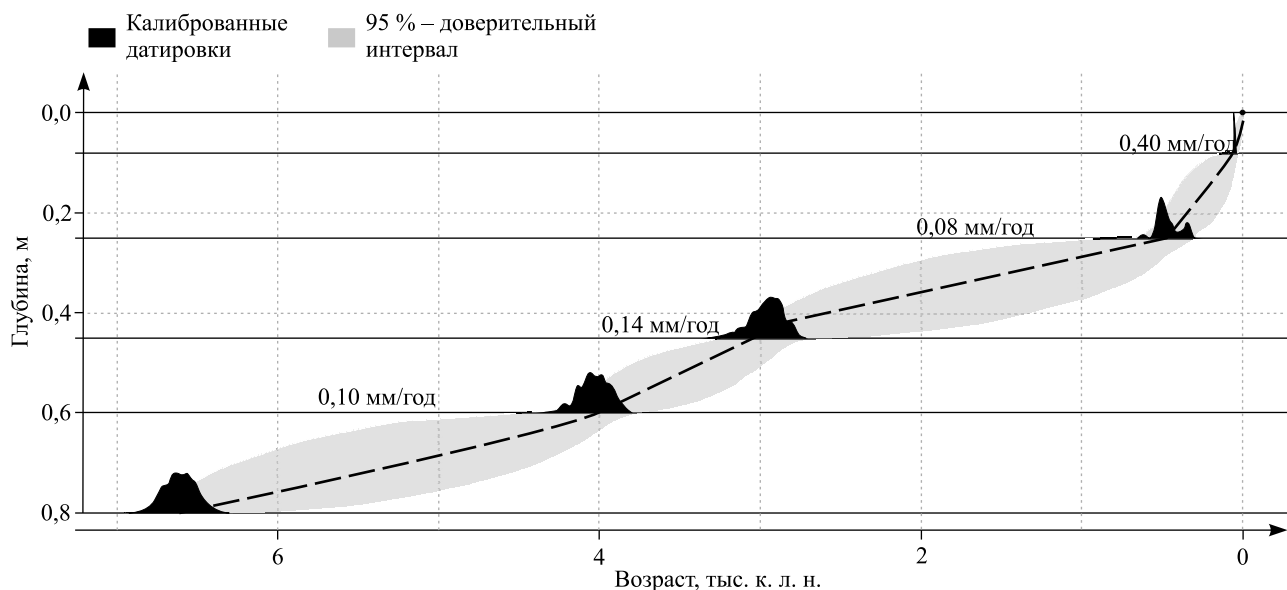


Рис. 2. Модель роста отложений и скорости накопления торфа для разреза «Ельник сфагново-черничный» (ЕСЧ14-01)

Fig. 2. Age-depth model and the rate of peat accumulation for the peat section *Picetum myrtilloso-sphagnosum* (ЕСЧ14-01)

жение. Результаты специальных методических исследований Е. Ю. Новенко и соавторов [20] по изучению соотношения состава спорово-пыльцевых спектров ЦЛГПБЗ и окружающей растительности, основанные на данных 60 поверхностных проб из различных местообитаний, позволяют достоверно реконструировать различные типы лесов заповедника.

Радиоуглеродные датировки в разрезах в ельнике сфагново-черничном

Radiocarbon dating in the sections in *Picetum myrtilloso-sphagnosum*

Лабораторный номер, ИГ РАН	Глубина, см	Датируемые отложения	Возраст, лет назад	Калиброванный возраст, к. л. н.
Расчистка ЕСЧ1				
4721	8–9	Торф	125,07 % ± 2,63 % (современная активность)	cal AD 1955 (вероятность 1.000)
4722	24–25	Торф	440 ± 60	447 (371–523)
4723	44–45	Торф	2830 ± 70	2965 (2871–3059)
4724	59–60	Торф	3690 ± 70	4037 (3938–4136)
4726	84–85	Гиттия	5810 ± 80	6616 (6520–6712)
Расчистка ЕСЧ2				
4727	24–25	Торф	990 ± 60	890 (822–955)
Расчистка ЕСЧ3				
4728	14–15	Торф	134 ± 2,91 % (современная активность)	–
4729	34–35	Торф	1030 ± 60	940 (860–1019)
Постоянная пробная площадь 103 в ельнике сфагново-черничном				
4590	38–40	Торф	1680 ± 70	1600 (1527–1677)

В спорово-пыльцевой диаграмме разреза «Ельник сфагново-черничный» на основании изменений в составе спектров и концентрации пыльцы и спор было выделено семь пыльцевых зон (рис. 3, 4).

Пыльцевая зона 1 (85–88 см) характеризуется высокими содержанием и концентрацией пыльцы древесных пород (до 80 %). Содержание пыльцы березы составляет 50 %, доля пыльцы сосны – до 25 %. На эту зону приходится пик как процентного содержания, так и концентрации пыльцы ольхи. Встречается пыльца таких широколиственных пород, как липа и дуб. Из кустарниковых растений высокие

показатели отмечены для лещины; встречается пыльца *Euonymus*. В группе травянистых растений (содержание пыльцы – до 20 %) ведущими компонентами являются *Poaceae* и *Artemisia*. Встречается пыльца *Brassicaceae*. Обращает на себя внимание значительное содержание спор, главным образом *Polypodiaceae*, отмечено наличие *Pteridium*.

В пыльцевой зоне 2 (70–84 см) наблюдается увеличение доли пыльцы древесных пород до 98 %. Характерно абсолютное доминирование пыльцы березы (до 90 %). Содержание пыльцы ели на прежнем уровне (до 20 % в средней части зоны), участие пыльцы сосны снижается до нескольких процентов. Доля пыльцы *Corylus* становится менее 10 %. Из группы NAP в небольшом количестве отмечена пыльца *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ranunculaceae*. Содержание спор незначительно.

Пыльцевая зона 3 (42–69 см) характеризуется увеличением доли и особенно концентрации пыльцы широколиственных пород (*Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*). Отмечены единичные пыльцевые зерна *Carpinus*. Доля пыльцы сосны возрастает до 20 %. Отмечена тенденция к увеличению доли пыльцы ели в спектрах к верхней части зоны (30–50 %), пыльцы ольхи в верхней части зоны (до 20 %), орешника (до 10 %), появляется пыльца ивы и свидины (*Thelecrania cf. sanguinea*). Группа NAP представлена пылью разнотравья: *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ranunculaceae*, *Ericaceae*. Спорадически присутствует пыльца злаков и осок. Отмечено наличие пыльцы *Ephedra*, *Cichoreaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*. Зафиксировано появление в спектрах пыльцы водных растений – *Typha latifolia*, *Nymphaeae*, *Nuphar*. Содержание спор не превышает 10 % (*Sphagnum*, *Polypodiaceae*, *Equisetum*, *Pteridium*).

В пыльцевой зоне 4 (32–40 см) отмечается пик содержания пыльцы ели (до 55 %) и ольхи (до 20 %). Снижается доля сосны и березы. Состав отмеченных травянистых растений более разнообразен, чем в предыдущей зоне. Значительно участие *Artemisia*, *Ericaceae* и *Cyperaceae*.

Для пыльцевой зоны 5 (20–31 см) характерны пик содержания пыльцы березы (до 60 %), уменьшение доли пыльцы ели (до 20 %) и неизменные показатели для пыльцы сосны. Снижается содержание и особенно концентрация пыльцы широколиственных пород. Пыльца ольхи и ивы удерживается на прежнем уровне, доля пыльцы лещины возрастает до 20 %. Из группы травянистых растений высока концентрация пыльцы *Ericaceae*, чуть ниже – *Artemisia*. Отмечена пыльца *Apiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Humulus lupulus*. Содержание спор незначительно.

В пыльцевой зоне 6 (9–21 см) отмечается снижение содержания пыльцы сосны (до 10 %) и березы (до 50 %), пиковое содержание пыльцы ели (60 %). Содержание и концентрация пыльцы широколиственных пород и кустарников аналогичны пыльцевой зоне 4. Доля пыльцы *Alnus* возрастает до 20 %. В группе травянистых растений по содержанию и концентрации пыльцы доминируют *Poaceae*, значительно участие пыльцы *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae*, *Ericaceae*. Отмечена пыльца *Centaurea cyanus*, *Plantago*, *Cichoreaceae*, *Rubiaceae*, *Campanulaceae*. Из пыльцы водных растений встречена *Nymphaeae*, из спор редко – *Sphagnum*.

Пыльцевая зона 7 (0–8 см) соответствует верхней части разреза. Доля AP в спектрах выше 95 %, преобладает пыльца березы (свыше 80 %). Несколько возросло содержание пыльцы сосны на фоне снижения доли пыльцы ели. Тенденция к уменьшению показателей наметилась и у пыльцы ольхи. Группа травянистых растений немногочисленна: *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*. Отмечена пыльца *Urtica*.

Согласно полученным результатам в спорово-пыльцевых спектрах изученного разреза преобладает пыльца деревьев и кустарников (98–95 %), ведущими компонентами являются пыльца березы, ели, сосны и ольхи. Пыльца широколиственных пород (*Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*, *Acer*, *Carpinus*) и лещины присутствует в небольшом количестве (3–5 %), но в верхней части разреза (20–0 см) их содержание сокращается вплоть до полного выпадения из спектров. Группа трав немногочисленна. Отмечена пыльца *Poaceae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ranunculaceae*, *Ericaceae* и некоторых других широко распространенных семейств. В спектрах выявлены споры семейства *Polypodiaceae*, а также родов *Sphagnum*, *Equisetum* и вида *Pteridium*. Максимального обилия споры папоротников семейства *Polypodiaceae* достигают в нижних образцах (88–82 см), где их содержание превышает 300 % по отношению к сумме пыльцы древесных и травянистых растений.

Выделенные пыльцевые зоны соответствуют пяти основным фазам развития растительности (см. рис. 3). Это позволяет рассмотреть историю смен растительных сообществ ключевого участка, развитие процесса заболачивания и их связь с климатическими изменениями начиная с 7000 календарных лет назад (к. л. н.) – поздней фазы атлантического периода голоцена. В период 6700–6600 к. л. н. в условиях более теплого и сухого климата на ключевом участке, в настоящее время занятом ельником сфагново-черничным, были распространены смешанные хвойно-широколиственные папоротниковые леса с участием ольхи и лещины. Потепление климата и увеличение количества осадков около 6600 к. л. н. послужили импульсом для начала процесса заболачивания наиболее пониженных элементов рельефа. В течение периода 6600–5360 к. л. н. среднегодовые температуры составляли 5–6 °С, что на 1–2 °С выше современных значений. Количество осадков изменялось от 600 до 700 мм/год. На окружающей территории в этот временной интервал произрастали смешанные хвойно-широколиственные леса с большим

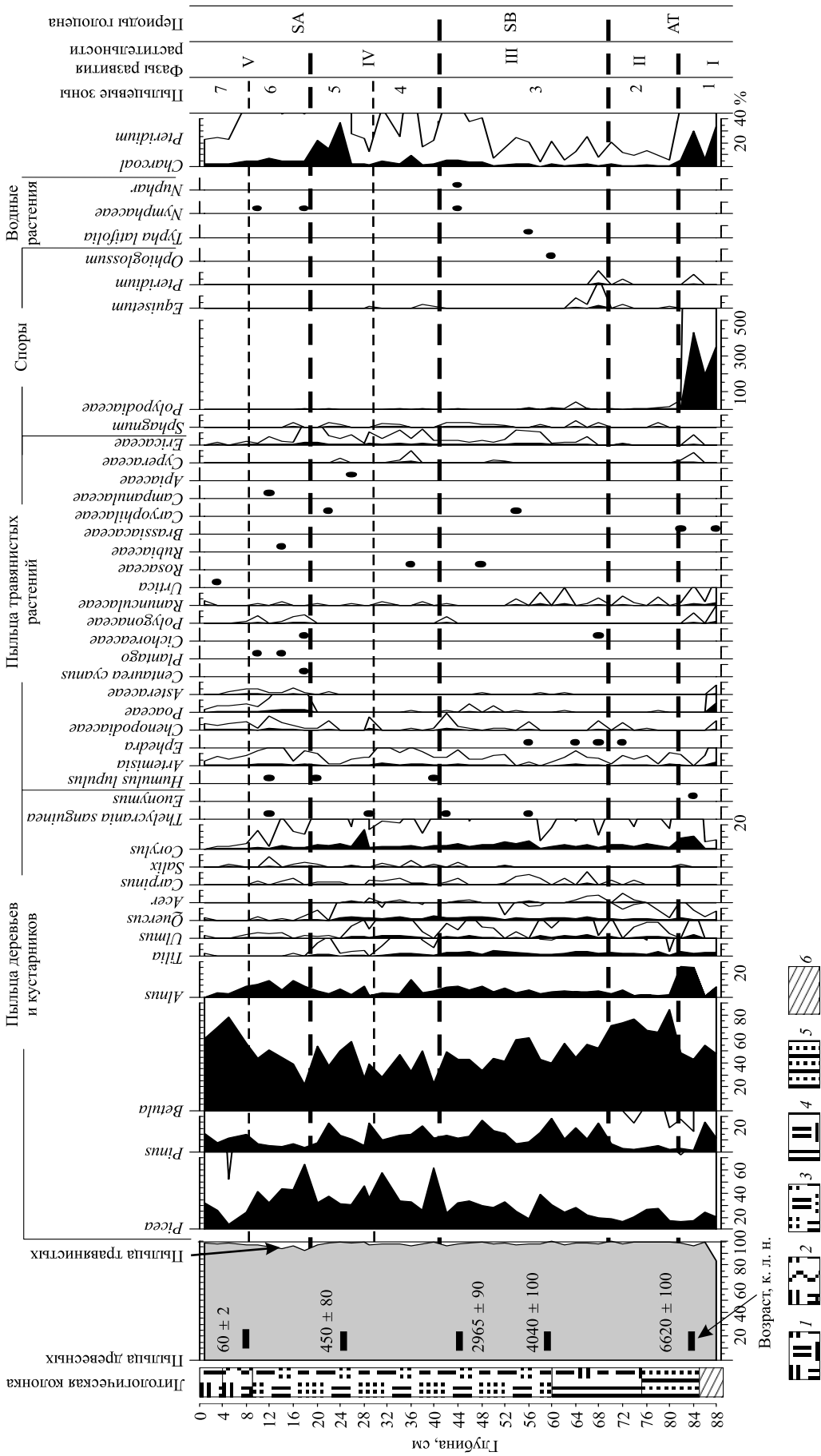


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза «Ельник сфагново-черничный» (ЕСЧ14-01):
 1 – торф плохо разложившийся, светло-коричневый; 2 – торф средне разложившийся, с включением многочисленных корней, коричневый;
 3 – торф хорошо разложившийся, темно-коричневый до черного; 4 – торф хорошо разложившийся, коричневый;
 5 – торф оллиненный, плотный, черный; 6 – суглинок средний, коричневый

Fig. 3. Pollen diagram for the peat section *Picetum myrtilloso-sphagnosum* (ЕСЧ14-01):
 1 – peat unhumidified, light brown; 2 – peat moderately humified with a lot of roots, brown; 3 – peat well humified, dark brown to black;
 4 – peat well humified, brown; 5 – peat with clay, dense, black; 6 – silt with clay, brown

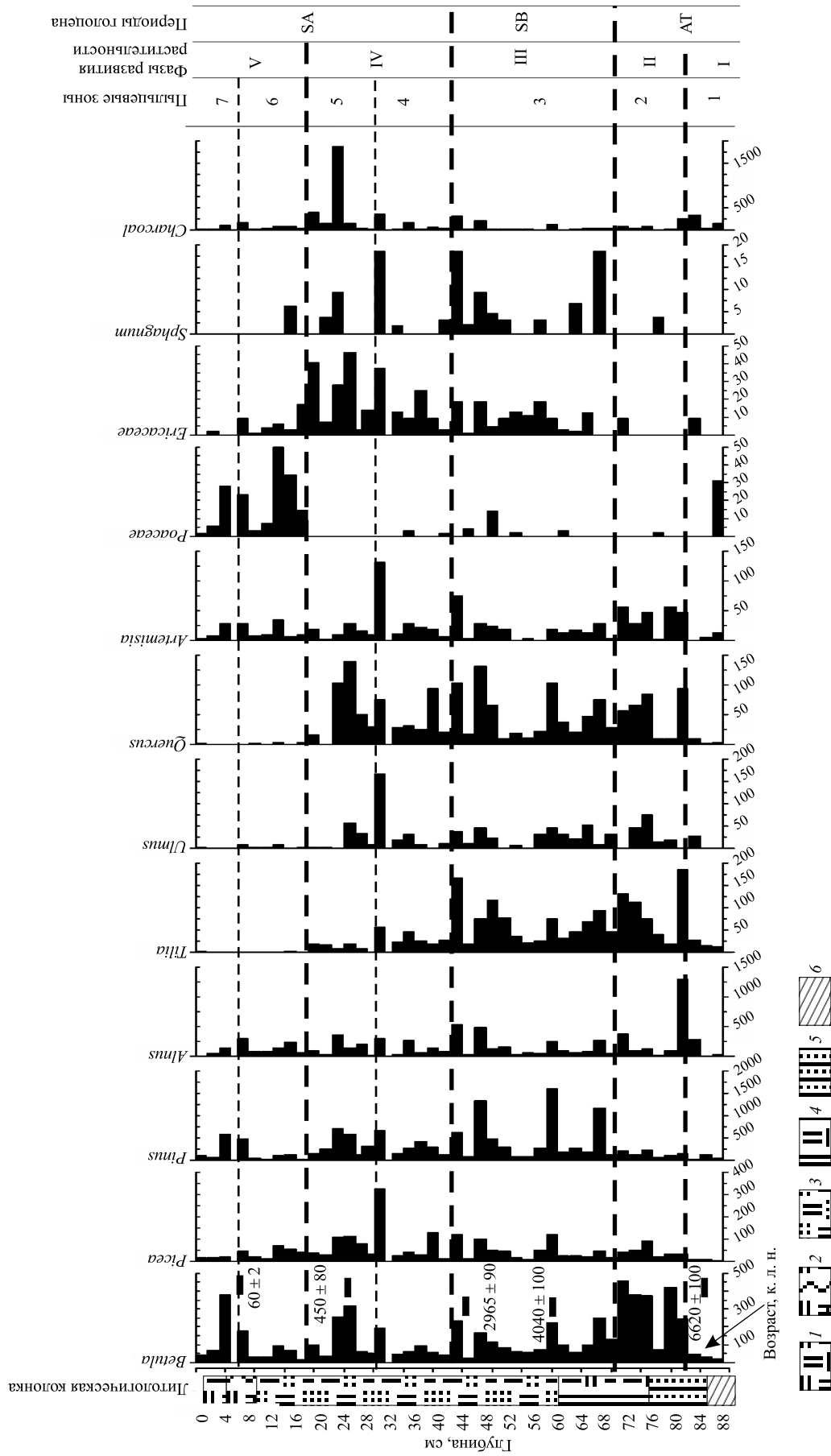


Рис. 4. Диаграмма концентрации пыльцы разреза «Ельник сфагново-черничный» (ЕСЧ14-01).
Обозначения для литологической колонки см. на рис. 3

Fig. 4. Pollen concentration diagram for the peat section *Piceum myrtilloso-sphagnosum* (ЕСЧ14-01).
Legend for the lithological column see on fig. 3

участием березы. Несмотря на подавляющее процентное содержание пыльцы березы в спектре, основываясь на данных современных поверхностных проб с территории заповедника, можно предположить значительное наличие ели и широколиственных пород в древостое. Характерной чертой для рецентных спорово-пыльцевых спектров всех типов ельников явилась заниженная доля пыльцы ели (*Picea*, в среднем 15–18 %), хотя ее содержание в древостое достигает 90 % и более [20]. Количество пыльцы таких таксонов, как сосна, береза и ольха, ветроопыляемых растений с высокой пыльцевой продуктивностью, в спектрах практически всегда завышено по отношению к незначительному содержанию этих пород в составе окружающей растительности. Содержание пыльцы широколиственных пород в современных спектрах существенно занижено по отношению к их участию в лесных насаждениях. Однако в спорово-пыльцевых спектрах ельников неморальной доля широколиственных пород всегда выше (до 2–3 %), чем в остальных типах ельников (менее 1 %), что может служить диагностическим признаком этих ельников для интерпретации спектров. Таким образом, присутствие пыльцы широколиственных пород в ископаемых спектрах в пределах 10–15 % может свидетельствовать о существенной их роли в лесных массивах.

Климатические условия суббореального периода голоцена характеризовались высокой изменчивостью. Выделяется несколько фаз похолоданий, когда среднегодовая температура была близка к современным значениям или чуть ниже (5100–4700 к. л. н.; 4100–3900 к. л. н.; 3500–3300 к. л. н.), и фаз потеплений, когда среднегодовая температура была на 1 °С выше, чем в настоящее время (4700–4100 к. л. н.; 3900–3500 к. л. н.; 3300–2900 к. л. н.). На рассматриваемой территории по-прежнему сохранялись хвойно-широколиственные леса. Количество осадков изменялось от 700 до 800 мм/год при потеплении климата. Спорово-пыльцевые спектры, соответствующие фазам потепления, отличаются увеличением доли пыльцы широколиственных пород (*Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*), появляется пыльца граба (единично). Для спектров, сформировавшихся в фазы похолоданий, характерно увеличение процентного соотношения пыльцы ели (30–50 %). В целом для всего периода наблюдается тенденция роста содержания пыльцы ели в спектрах, что, очевидно, является отражением экспансии ели на территории Восточно-Европейской равнины в суббореале, отмеченном в многочисленных разрезах [21–23]. В небольших депрессиях рельефа на ключевом участке продолжал накапливаться торф, хотя скорость торфонакопления оставалась относительно низкой. Снижение интенсивности болотообразования в суббореальном периоде и падение скорости роста торфа отмечены в болотах Западной Сибири и севера европейской части России на основании большого фактического материала [6]. Очевидно, снижение скорости торфонакопления на нашем ключевом участке является проявлением макрорегиональных климатических изменений. Появление в спектрах пыльцы водных растений (*Typha latifolia*, *Nymphaeae*, *Nuphar*), пыльцы осок, а также спор *Sphagnum* указывает на то, что в понижении рельефа, где расположен изученный нами разрез, существовал небольшой мелкий водоем, который в некоторые периоды пересыхал и развивался как низинное болото.

В начале субатлантического периода (около 2900 к. л. н.) значения температуры и количество осадков снизились до современных значений, затем в период 2500–1600 к. л. н. среднегодовые температуры немного возросли (до 4,5–5,0 °С), количество осадков было близко к 700 мм/год. В лесных сообществах возрастает участие ели, отмечается пик содержания ее пыльцы в спектрах (до 55 %), увеличивается наличие пыльцы ольхи (до 20 %). Скорость накопления торфа снижается, и, как показывают определения зольности, увеличивается содержание органического вещества в нем. Формируется горизонт хорошо разложившегося низинного торфа. Благоприятные условия для накопления такого типа торфа могли сложиться в относительно теплый и сухой летний период, когда возрастает интенсивность разложения растительных остатков. Начиная с 1600 к. л. н. скорость накопления торфа возрастает до 0,25 см/год, начинается процесс расширения площади болот за пределы локальных понижений рельефа.

Согласно выполненным палеоклиматическим реконструкциям в поздней фазе суббореального периода голоцена выделяются два существенных похолодания, когда среднегодовые температуры упали до 2 °С, что сопровождалось увеличением количества осадков (1200–1100 и 800–400 к. л. н.). Более позднее похолодание можно сопоставить с понижением температуры в течение малого ледникового периода (МЛП) [24]. Разделявшее их потепление и уменьшение количества осадков можно соотнести со временем Средневекового климатического оптимума (СКО). В холодные фазы увеличивалось количество ели в древостоях, при потеплении широколиственные породы восстановили свои позиции. В спорово-пыльцевых спектрах отложений, сформировавшихся во время СКО, содержание пыльцы широколиственных пород и лещины максимально за весь рассматриваемый период (до 20 %).

Рост увлажнения климата при похолодании во время МЛП и уменьшение испарения, возможно, способствовали развитию процесса заболачивания лесных геосистем. Как показывают полученные радиоуглеродные даты подошвы торфяных отложений на участках, разделяющих понижения рельефа, начало формирования единого заболоченного лесного массива относится ко времени около 800 к. л. н. Участие широколиственных пород начало снижаться, роль ели возросла. На месте широколиственного леса начал формироваться заболоченный ельник.

В позднем голоцене в спорово-пыльцевых спектрах повсеместно по Восточно-Европейской равнине начали проявляться признаки антропогенной трансформации растительности. Но территория ЦЛГПБЗ, удаленная от крупных рек и торговых путей, долгое время оставалась не затронутой хозяйственной деятельностью человека. Резкое увеличение концентрации микрочастиц угля в торфе, имеющем возраст около 450–400 к. л. н., уменьшение доли ели и широколиственных пород в общей массе флоры и возрастание роли березы указывают на нарушения в растительности, связанные, возможно, с подсекой и расчисткой площадей под пашню. Состав и соотношение компонентов спорово-пыльцевых спектров свидетельствуют о том, что такие изменения не затрагивали ключевой участок, но происходили в его окрестностях. Коренные изменения в растительности, связанные с действием антропогенного фактора, произошли на территории заповедника около 300 лет назад. В спектрах продолжает сокращаться участие ели, пыльца широколиственных пород полностью выпадает из спорово-пыльцевых спектров. Доля пыльцы трав возрастает, увеличивается флористическое разнообразие представителей этой группы. Растет доля пыльцы *Poaceae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae*. Отмечена пыльца растений – антропогенных индикаторов: *Centaurea cyanus*, *Plantago*, *Cichoreaceae*, *Rubiaceae*. Растительный покров заповедника, возможно, приобрел черты мозаичности, когда наряду с первичными еловыми лесами распространились вторичные березовые древостои, луга и сельскохозяйственные угодья. Заметное увеличение зольности торфа изученного разреза может свидетельствовать об увеличении поступления минеральных частиц в результате нарушения почвенного покрова.

Рассматриваемая торфяная залежь характеризуется высоким содержанием органического вещества (рис. 5). Зольность постепенно понижается от 7 % в основании разреза до 3 % в его средней части, в интервале глубин 45–25 см (3000–500 к. л. н.). В верхней части разреза (20–5 см, последние 400 лет) зафиксировано увеличение зольности торфа до 6,6 %, что может быть связано с интенсивным поступлением минеральных частиц в торф.

Драматические изменения скорости накопления торфа соответствуют времени последних 450–500 лет. Согласно полученным данным скорость торфонакопления возросла в 5 раз (до 0,44 мм/год), активизировался процесс площадного заболачивания лесных массивов заповедника. Полученные ранее радиоуглеродные даты основания горизонтов торфа в двух точках в ельниках сфагновых в заповедном ядре ЦЛГПБЗ, расположенных на пологих склонах моренной гряды, свидетельствуют о переходе суходольных ельников в сфагновые около 300 лет назад [25]. В первой точке дата, взятая на глубине 10–12 см, имеет возраст 270 ± 60 лет (ИГ РАН, номер образца 3538). Во второй точке подошва торфяного горизонта расположена на глубине 11–13 см и имеет дату 310 ± 70 лет назад (ИГ РАН, номер образца 3539).

Возможно, увлажнение климата, а затем и рост теплообеспеченности при выходе климатической системы из МЛП создали благоприятные условия для торфонакопления. И как показывают полученные данные, потепление в XX в. также стимулировало этот процесс.

Детальное исследование мощности торфа в ельнике сфагново-черничном показало, что в рельефе кровли минерального дна торфяной залежи хорошо выражены 3 депрессии шириной 70–100 м и глубиной до 100 см. Эти понижения могут быть связаны с исходной морфоскульптурой рельефа подстилающих пород или иметь эрозионное происхождение. Депрессии перехватывают сток со склона моренной гряды, что в совокупности с небольшими уклонами поверхности обуславливает развитие заболачивания. Как показывает радиоуглеродная датировка подошвы торфа в одной из таких депрессий, выбранной нами для детального изучения, заболачивание рассматриваемого участка началось 6620 ± 100 к. л. н. В конце атлантического периода и суббореальном периоде голоцена скорость торфонакопления составляла 0,10–0,14 мм/год. В начале субатлантического периода (после 2900 к. л. н.) скорость торфонакопления понизилась до 0,08 мм/год. Полученные оценки значительно ниже средних значений торфонакопления в голоцене для южной тайги европейской территории России и Карелии [1; 3], где скорость вертикального прироста составляла 0,55–0,85 мм/год.

Расчеты показали, что в течение последних 500 лет скорость торфонакопления на рассматриваемом нами участке возросла до 0,44 мм/год. Время формирования верхнего горизонта слабо разложившегося торфа (глубина достигает 0–9 см) составляет около 60 лет, однако наличие в верхних нескольких сантиметрах большого количества неразложившихся растительных остатков делает оцениваемую скорость накопления торфа в этом горизонте завышенной.

Датирование подошвы торфяного слоя в дополнительных расчистках показало, что на протяжении долгого периода времени (примерно с 6600 до 900 к. л. н.) лесной массив не был заболочен и накопление торфа локализовалось только в небольших по площади понижениях рельефа. Датировка основания горизонта торфа на глубине 40 см (1600 ± 90 к. л. н.) указывает на возрастание скорости вертикального роста торфа до 0,25 см/год и расширение площади заболоченного леса. Определения возраста начала накопления торфа в расчистках на неглубоких «перемычках» между понижениями рельефа показали, что формирование заболоченного ельника как единого массива началось около 900 к. л. н.

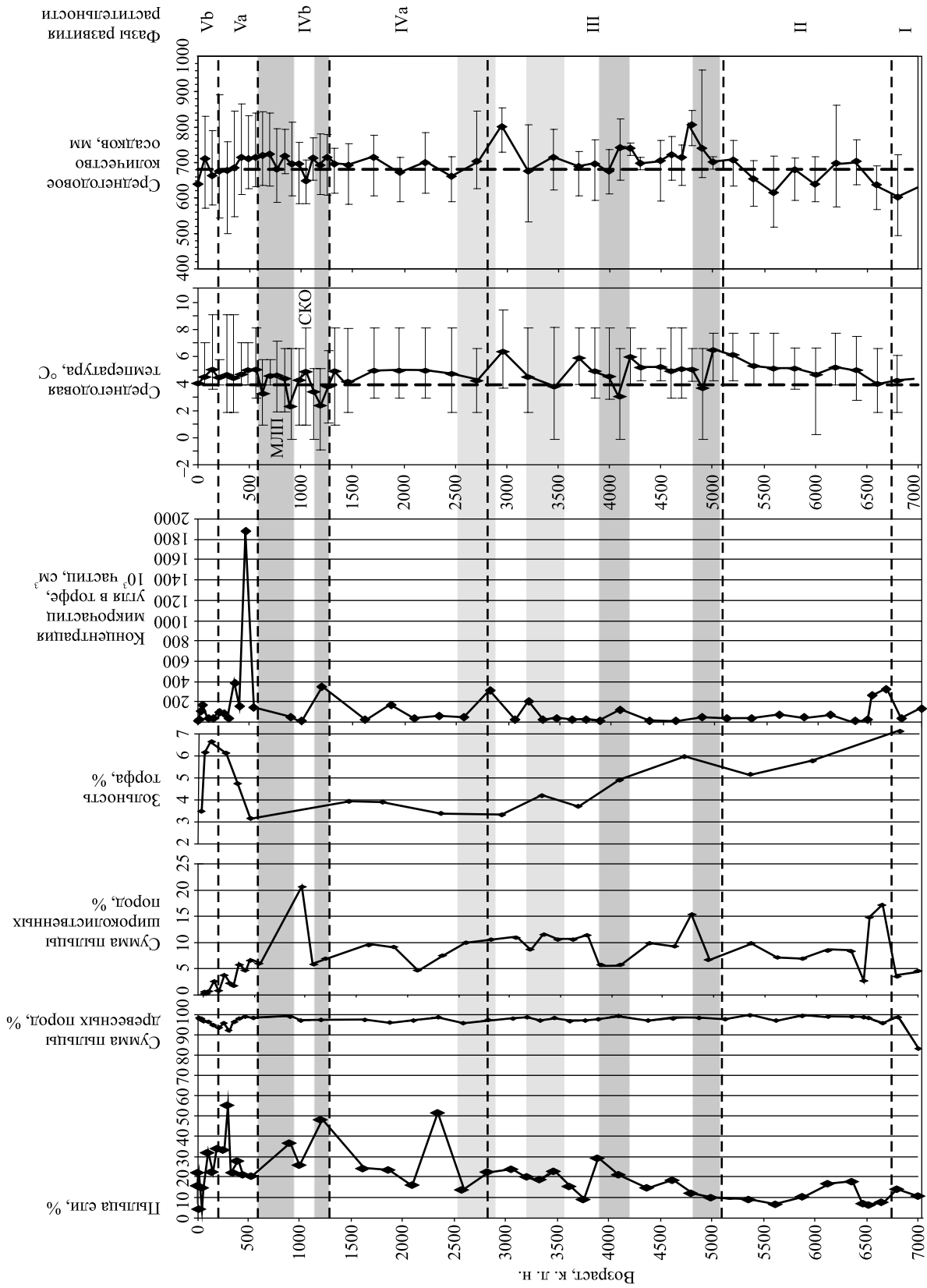


Рис. 5. Сопоставление результатов спорово-пыльцевого анализа, определенных зольности торфа в изученном разрезе и климатических реконструкций для ЦЛПТБЗ.

Серым цветом отмечены интервалы похолодания климата

Fig. 5. Comparison of the results of pollen analysis and ignition loss values of peat from the studied peat section with climatic reconstructions for the territory of CFSNBR. Gray color indicates the periods of climate cooling

Выводы

Выполненный ретроспективный анализ развития лесной геосистемы ельника сфагново-черничного и процессов болотообразования позволил сделать следующие выводы.

1. В среднем и позднем голоцене на месте современного ельника сфагново-черничного произрастал елово-широколиственный лес (7000–2900 к. л. н.), а затем – широколиственно-еловый лес (2900–800 к. л. н.). Несмотря на значительные колебания температур и количества осадков во вторую половину голоцена, эти сообщества долгое время сохранялись на изучаемой территории. Начало процесса заболачивания лесного массива и начало формирования сфагнового ельника относятся к рубежу около 800 к. л. н. и, возможно, связаны с увлажнением и похолоданием климата в течение МЛП.

2. Скорость накопления торфа в небольшой депрессии рельефа изменялась в пределах 0,08–0,14 мм/год. Резкое увеличение скорости вертикального роста торфа установлено для последних 500 лет, когда скорость торфонакопления возросла в 5 раз и составила 0,44 мм/год. Увеличение скорости накопления торфа может быть объяснено климатическими причинами, и ожидаемые изменения климата текущего столетия, возможно, будут способствовать дальнейшему развитию процесса болотообразования.

Библиографические ссылки

1. *Вомперский С. Э., Цыганова О. П., Ковалев А. Г. и др.* Заболоченность территории России как фактор связывания атмосферного углерода // Глобальные изменения природной среды и климата. М., 1999. С. 124–145.
2. *Вомперский С. Э.* Влияние современного климата на болотообразование и гидроресомелиорацию // Структура и функции лесов Европейской России. М., 2009. С. 31–51.
3. *Инишева Л. И., Кобак К. И., Турчинович И. Е.* Развитие процесса заболачивания и скорость аккумуляции углерода в болотных экосистемах России // География и природные ресурсы. 2013. № 3. С. 60–68.
4. *Stocker T. F., Qin D., Plattner G.-K., et al. (eds).* Climate Change 2013: The Physical Science Basis : Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge ; New York, 2013.
5. Факторы регуляции экосистем еловых лесов / ред. В. Г. Карпова. Л. : Наука, 1983.
6. *Инишева Л. И., Березина Н. А.* Возникновение и развитие процесса заболачивания на Западно-Сибирской равнине // Вестн. Том. гос. ун-та. 2013. № 366. С. 172–179.
7. *Елина Г. А., Токарев П. Н.* Закономерности аккумуляции органики и углерода в болотных экосистемах Карелии // Тр. Карел. науч. центра Рос. акад. наук. Сер.: Биогеография. 2010. Вып. 10, № 1. С. 34–51.
8. *Паромов С. В., Савичев О. Г.* Гидрологические аспекты образования болот в таежной зоне Западной Сибири // Изв. Том. политехн. ун-та. 2014. Т. 324, № 1. С. 154–161.
9. *Латишина Е. Д.* К экологической оценке современного состояния и истории развития речных пойм // Сиб. экол. журн. 1995. № 4. С. 297–304.
10. *Уткин А. И., Замолодчиков Д. Г., Честных О. В. и др.* Леса России как резервуар органического углерода биосферы // Лесоведение. 2001. № 5. С. 8–23.
11. Гидрометцентр России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meteoinfo.ru> (дата обращения: 30.11.2015).
12. *Шапошиников Е. С.* Ассоциации еловых лесов Центрально-Лесного заповедника : дис. ... канд. биол. наук. Л. : БИН им. Комарова, 1988.
13. *Гричук В. П.* Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пыльцевого анализа // Пробл. физ. географии. 1940. Вып. 8. С. 53–58.
14. *Grimm E. C.* TILIA and TILIA. GRAPH : PC spreadsheet and graphics software for pollen data. INQUA, Working Group on Data-Handling Methods // Newsletter. 1990. Vol. 4. P. 5–7.
15. *Reimer P. J., Bard E., Bayliss A., et al.* IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0–50,000 Years cal BP // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, № 4. P. 1869–1887.
16. *Hua Q., Barbetti M., Rakowski A. Z.* Atmospheric radiocarbon for the period 1950–2010 // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, № 4. P. 2059–2072.
17. *Parnell A. C., Haslett J., Allen J. R. M., et al.* A flexible approach to assessing synchronicity of past events using Bayesian reconstructions of sedimentation history // Quat. Sci. Rev. 2008. Vol. 27. P. 1872–1885.
18. *Новенко Е. Ю., Зюганова И. С., Ольчев А. В.* Применение метода палеоаналогов для прогноза динамики растительности при изменениях климата // Докл. Акад. наук. 2014. Т. 457, № 1. С. 117–121.
19. *Broström A., Nielsen A. B., Gaillard M.-J. et al.* Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation : a review // Veget. Hist. Archaeobot. 2008. Vol. 17. P. 461–478.
20. *Новенко Е. Ю., Носова М. Б., Красноуцкая К. В.* Особенности поверхностных спорово-пыльцевых спектров южной тайги Восточно-Европейской равнины // Изв. ТулГУ. Сер.: Естеств. науки. 2011. Вып. 2. С. 345–354.
21. *Хотинский Н. А.* Голоцен Северной Евразии. М. : Наука, 1977.
22. *Величко А. А., Кременецкий К. В., Негеданк Й. и др.* Позднечетвертичная история окружающей среды северо-восточной области Европы (Костромское Заволжье) по данным комплексного изучения осадков Галичского озера // Изв. РАН. Сер. геогр. 2011. № 3. С. 42–54.
23. *Novenko E. Yu., Volkova E. M., Nosova M. B., et al.* Late Glacial and Holocene landscape dynamics in the southern taiga zone of East European Plain according to pollen and macrofossil records from the Central Forest State Reserve (Valdai Hills, Russia) // Quat. Internat. 2009. Vol. 207. P. 93–103.
24. *Mann M. E., Zhang Z., Rutherford S., et al.* Global signatures and dynamical origins of the Little Ice Age and Medieval climate anomaly // Science. 2009. Vol. 326, issue 5957. P. 1256–1260. DOI: 10.1126/science.1177303.
25. Динамика лесных экосистем юга Валдайской возвышенности в позднем плейстоцене и голоцене / под ред. Е. Ю. Новенко. М. : ГЕОС, 2011.

References

1. Vomperskii S. Je., Tsyganova O. P., Kovalev A. G., et al. Zabolochennost' territorii Rossii kak faktor svyazyvaniya atmosfernogo ugleroda [Wetlands Russia as a factor in binding atmospheric carbon]. *Global'nye izmeneniya prirodnoi sredy i klimata*. Moscow, 1999. P. 124–145 (in Russ.).
2. Vomperskii S. Je. Vliyanie sovremennogo klimata na bolotoobrazovanie i gidrolesomelioratsiyu [The impact of the current climate on the bog and reclamation]. *Struktura i funktsii lesov Evropejskoj Rossii*. Moscow, 2009. P. 31–51 (in Russ.).
3. Inisheva L. I., Kobak K. I., Turchinovich I. E. Razvitie protsessa zabolachivaniya i skorost' akkumulyatsii ugleroda v bolotnykh ekosistemakh Rossii [The development process of waterlogging and rate of accumulation of carbon in wetland ecosystems Russia]. *Geogr. and Natural Resour.* 2013. No. 3. P. 60–68 (in Russ.).
4. Stocker T. F., Qin D., Plattner G.-K., et al. (eds). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis : Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge ; New York, 2013.
5. Karpova V. G. (ed.). *Faktory regulyatsii ekosistem elovykh lesov [Factors regulating ecosystems of spruce forests]*. Leningrad : Nauka, 1983 (in Russ.).
6. Inisheva L. I., Berezina N. A. Vozniknovenie i razvitie protsessa zabolachivaniya na Zapadno-Sibirskoj ravnine [The emergence and development of water-logging in the West Siberian Plain]. *Tomsk State Univ. J.* 2013. No. 366. P. 172–179 (in Russ.).
7. Elina G. A., Tokarev P. N. Regularities of peat and organic matter accumulation in mire ecosystems of Karelia. *Transactions of Karelian Res. Centre of Russ. Acad. of Sci. Ser.: Biogeogr.* 2010. Issue 10, No. 1. P. 34–51 (in Russ.).
8. Paromov S. V., Savichev O. G. Gidrologicheskie aspekty obrazovaniya bolot v tajozhnoj zone Zapadnoj Sibiri [Hydrological aspects of bogs formation in the taiga zone of Western Siberia]. *Bull. of the Tomsk Polytech. Univ.* 2014. Vol. 324, No. 1. P. 154–161 (in Russ.).
9. Lapshina E. D. K ekologicheskoy otsenke sovremennogo sostoyaniya i istorii razvitiya rechnykh pojm [By the environmental assessment of the current state and the history of the river floodplains]. *Sib. ekol. zh.* 1995. No. 4. P. 297–304 (in Russ.).
10. Utkin A. I., Zamolodchikov D. G., Chestnyh O. V. et al. Lesa Rossii kak rezervuar organicheskogo ugleroda biosfery [Russian forests as a reservoir of organic carbon of the biosphere]. *Russ. J. Forest Sci.* 2001. No. 5. P. 8–23 (in Russ.).
11. Hydrometcentre of Russia. URL: <http://wmc.meteoinfo.ru> (date of access: 30.11.2015).
12. Shaposhnikov E. S. Assotsiatsii elovykh lesov Central'no-Lesnogo zapovednika [Association spruce forest Central Forest Reserve]: thesis of diss. ... PhD (biol.). Leningrad : Botanicheskii institut imeni Komarova, 1988 (in Russ.).
13. Grichuk V. P. Metodika obrabotki osadochnykh porod bednykh organicheskimi ostatkami, dlya celej pyl'tseвого analiza [Methods of treatment of sediments poor in organic remains, for pollen analysis]. *Probl. fiz. geogr.* 1940. Issue 8. P. 53–58 (in Russ.).
14. Grimm E. C. TILIA and TILIA. GRAPH : PC spreadsheet and graphics software for pollen data. INQUA, Working Group on Data-Handling Methods. *Newsletter.* 1990. Vol. 4. P. 5–7.
15. Reimer P. J., Bard E., Bayliss A., et al. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0–50,000 Years cal BP. *Radiocarbon.* 2013. Vol. 55, No. 4. P. 1869–1887.
16. Hua Q., Barbetti M., Rakowski A. Z. Atmospheric radiocarbon for the period 1950–2010. *Radiocarbon.* 2013. Vol. 55, No. 4. P. 2059–2072.
17. Parnell A. C., Haslett J., Allen J. R. M., et al. A flexible approach to assessing synchronicity of past events using Bayesian reconstructions of sedimentation history. *Quat. Sci. Rev.* 2008. Vol. 27. P. 1872–1885.
18. Novenko E. Ju., Zjuganova I. S., Ol'chev A. V. Primenenie metoda paleoanalogov dlya prognoza dinamiki rastitel'nosti pri izmeneniyakh klimata [Application of paleoanalogues for the prediction of the dynamics of vegetation under climate change]. *Dokl. Akad. Nauk.* 2014. Vol. 457, No. 1. P. 117–121 (in Russ.).
19. Broström A., Nielsen A. B., Gaillard M.-J., et al. Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation : a review. *Veget. Hist. Archaeobot.* 2008. Vol. 17. P. 461–478.
20. Novenko E. Ju., Nosova M. B., Krasnorutskaya K. V. Osobennosti poverhnostnykh sporovo-pyl'cevykh spektrov yuzhnoj tajgi Vostochno-Evropejskoj ravniny [Features of surface pollen spectra of the southern taiga of East European Plain]. *Proc. of the TSU. Ser.: Estestv. nauki.* 2011. Issue 2. P. 345–354 (in Russ.).
21. Hotinskij N. A. Golocen Severnoj Evrazii [Holocene Northern Eurasia]. Moscow : Nauka, 1977 (in Russ.).
22. Velichko A. A., Kremetskii K. V., Negedank Y., et al. Pozdnechetvertichnaya istoriya okruzhayuschei sredy severo-vostochnoi oblasti Evropy (Kostromskoe Zavolzhie) po dannym kompleksnogo izucheniya osadkov Galichskogo ozera [Late Quaternary environmental history northeastern region of Europe (Trans-Volga Kostroma), according to a comprehensive study of the lake sediments Galich]. *Izv. Ross. Akad. Nauk. Ser. geogr.* 2011. No. 3. P. 42–54 (in Russ.).
23. Novenko E. Yu., Volkova E. M., Nosova M. B., et al. Late Glacial and Holocene landscape dynamics in the southern taiga zone of East European Plain according to pollen and macrofossil records from the Central Forest State Reserve (Valdai Hills, Russia). *Quat. Internat.* 2009. Vol. 207. P. 93–103.
24. Mann M. E., Zhang Z., Rutherford S., et al. Global signatures and dynamical origins of the Little Ice Age and Medieval climate anomaly. *Science.* 2009. Vol. 326, issue 5957. P. 1256–1260. DOI: 10.1126/science.1177303.
25. Novenko E. Yu. (ed.). *Dinamika lesnykh ekosistem yuga Valdajskoj vozvysheynosti v pozdnem plejstotsene i golotsene [The dynamics of the forest ecosystems of the south of the Valdai Hills in the late Pleistocene and Holocene]*. Moscow : GEOS, 2011 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 24.01.2018.
Received by editorial board 24.01.2018.

УДК 552:550.424.6(476+477)

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ПРАВЫХ ПРИТОКОВ РЕКИ ПРИПЯТИ

Д. Л. ТВОРОНОВИЧ-СЕВРУК¹⁾, О. В. ЛУКАШЁВ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

В настоящее время необходим новый взгляд на оценку рисков, связанных с поступлением контаминантов в аллювиальные отложения. Сложившаяся социально-экономическая ситуация в сопредельных странах повышает риски загрязнения данного объекта окружающей среды. Для оценки потенциальных геохимических рисков и разработки подходов к дальнейшему изучению водосборов бассейн р. Припять разделен на водосборы малых и средних рек, которые подвержены воздействию природных и техногенных факторов. Помимо анализа геохимических особенностей руслового, старичного и пойменного аллювия проводилось комплексное системное сопоставление геологического строения отдельных водосборов со всем бассейном в целом от кристаллического фундамента до современных покровных отложений. Построена схема, визуализирующая выявленные пространственные закономерности дифференциации вещества при протекании естественных геологических процессов на водосборах, зональность локализации потенциально неблагоприятных явлений, перспективные участки для проведения мониторинга, области, наиболее благоприятные для ведения хозяйственной деятельности и проживания. Можно выделить следующие направления мониторинга на изучаемом водосборе: контроль состояния системы очистных сооружений на водосборе; изучение эколого-геохимических изменений в аллювии при изменениях развития народного хозяйства в период с 1990-х по 2010-е гг.; исследование путей поступления и миграции в аллювии химических элементов, образования техногеохимических аномалий в настоящее время; изучение взаимосвязи воздействия процессов выветривания Украинского кристаллического щита с образованием покровных отложений и особенностей возникновения геохимических аномалий; выборочный контроль геохимического состояния современного аллювия в населенных пунктах, расположенных на территории неглубокого залегания кристаллического фундамента; изучение поступления радионуклидов естественного происхождения в аллювий из урановых провинций водосбора р. Припяти; контроль геохимического состояния современного аллювия рек Стырь и Горыни; установление особенностей перетока вещества между водосборами; систематическое дистанционное зондирование водосборов рек при трансграничном переносе; изучение гидрогеологических особенностей территории Петриковского горнопромышленного района.

Ключевые слова: аллювий; водосбор; геохимия; дифференциация вещества; мониторинг; техногенез.

Образец цитирования:

Творонович-Севрук Д. Л., Лукашёв О. В. Основные аспекты и перспективы эколого-геохимического изучения правых притоков реки Припяти // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2018. № 1. С. 76–82.

For citation:

Tvaranovich-Seuruk D. L., Lukashev O. V. Main aspects and perspectives of a new view on the geochemistry of the catchments of the right inflows of the Pripjat river. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2018. No. 1. P. 76–82 (in Russ.).

Авторы:

Даниил Леонидович Творонович-Севрук – кандидат географических наук; доцент кафедры инженерной геологии и геофизики географического факультета.

Олег Валентинович Лукашёв – кандидат геолого-минералогических наук, доцент; доцент кафедры инженерной геологии и геофизики географического факультета.

Authors:

Daniil L. Tvaranovich-Seuruk, PhD (geography); associate professor at the department of engineering geology and geophysics, faculty of geography.

seuruk@ya.ru

Oleg V. Lukashev, PhD (geology and mineralogy), docent; associate professor at the engineering geology and geophysics department, faculty of geography.

2400660@mail.ru

MAIN ASPECTS AND PERSPECTIVES OF A NEW VIEW ON THE GEOCHEMISTRY OF THE CATCHMENTS OF THE RIGHT INFLOWS OF THE PRIPYAT RIVER

D. L. TVARANOVICH-SEURUK^a, O. V. LUKASHEV^a

*^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus
Corresponding author: D. L. Tvaranovich-Seuruk (seuruk@ya.ru)*

At present, a new view is needed on the assessment of the risks associated with the introduction of contaminants into alluvial deposits. The current socio-economic situation in neighboring countries increases the risks of environmental pollution. To assess potential geochemical risks and develop approaches for further study of catchment areas, the Pripjat river catchment is divided into catchments of small and medium-sized rivers which are affected by natural and man-made factors. In addition to analyzing the geochemical features of watercourse, old and floodplain alluvium, a comprehensive systemic comparison of the geological structure of individual catchments with the entire basin as a whole from the crystalline basement to the present coverings was carried out. The scheme was constructed which visualizes: the revealed spatial regularities of the matter differentiation during the course of natural geological processes in catchments; the zonality of localization of potentially unfavorable phenomena; perspective areas for monitoring; the most favorable areas for conducting economic activities and living. The following monitoring directions in the catchment area was been identified: the sewage treatment plant condition controlling on the catchment area; studing of ecological and geochemical changes in alluvium during changes in the national economy development in the period from 1990 to 2010; studing of the ways of the chemical elements bringing in and migration in the alluvium, formation technogeochemical anomalies in the present; study of the relationship between the weathering effects of the Ukrainian crystalline shield with the formation of cover deposits and the features of the occurrence of geochemical anomalies; selective control of the geochemical state of modern alluvium in populated areas located on the shallow crystalline basement; studing of the natural origin radionuclides bringing in alluvium from the uranium provinces of the Pripjat catchment area; controlling of the geochemical state of the Styr and Goryn rivers modern alluvium; establishing of peculiarities of the flow of matter between catchments; systematic remote sensing of rivers catchments at transboundary transfer; studing of hydrogeological features of the territory of the Petrikov mining region.

Key words: alluvium; catchment area; geochemistry; substance differentiation; monitoring; technogenesis.

Введение

Географическое положение Республики Беларусь определяет значительную вовлеченность ее рек в трансграничный перенос. Сложившаяся социально-экономическая ситуация в сопредельных странах повышает риски инцидентов и зарождения системных процессов, потенциально способных затронуть окружающую среду Беларуси на протяжении продолжительного времени. Сам по себе аллювий является средой, способной аккумулировать и ремобилизовать химические соединения (особенно их старичные и пойменные разности) при естественных изменениях окружающей среды. Вместе с тем существует и вероятность техногенного изменения стабильной геохимической ситуации в реках, например связанной с ремобилизацией радионуклидов, потенциально возможной при нарушении целостности гидротехнических сооружений, инцидентах на промышленных предприятиях, в сфере ЖКХ и др. Контаминанты могут поступать в реки при непосредственном попадании в русло с пространств водосбора, с грунтовыми водами, при выпадениях из атмосферы и другими путями. Таким образом, для оценки геохимических рисков, связанных с реками, необходим комплексный подход к изучению пространств водосборов. Одной из речных систем с высокими потенциальными рисками возникновения неблагоприятных явлений при трансграничном переносе является р. Припять, чьи правые притоки приходят на территорию Беларуси с Украины.

Основные аспекты исследования

Для оценки потенциальных геохимических рисков и разработки подходов к дальнейшему изучению водосборов следует определить современную геохимическую обстановку в их пределах. Припять является крупной рекой, водосбор которой можно разделить на составные элементы, образованные отдельными водосборами малых и средних рек, в большей степени подверженные воздействию природных и техногенных факторов. Помимо анализа геохимических особенностей руслового, старичного и пойменного аллювия в составе новейших аллювиальных отложений необходимо комплексное системное сопоставление геологического строения отдельных водосборов и всего бассейна в целом от кристаллического фундамента до современных покровных отложений. Далее требуется систематизация современной геологической ситуации на основе различных источников данных: статистической

отчетности, картографического материала, отражающего состояние окружающей среды, динамику техногенеза и др. В процессе решения поставленной задачи строятся схемы, визуализирующие:

- 1) выявленные пространственные закономерности дифференциации вещества при протекании естественных геологических процессов на водосборах;
- 2) зональность локализации потенциально неблагоприятных явлений;
- 3) перспективные участки для проведения мониторинга;
- 4) области, наиболее благоприятные для ведения хозяйственной деятельности и проживания.

Основные черты эколого-геохимического состояния

Река Припять – крупнейший правый приток р. Днепр протяженностью 775 км, площадь водосбора составляет более 114,3 тыс. км². Протяженность белорусского участка составляет 500 км, украинского – 225 км. Наиболее крупные правые притоки р. Припяти – Турья, Стоход, Стырь, Горынь, Ствига, Уборть, Словечна, Желонь, Уж [1; 2]. Исторически представления о территории, занимаемой правыми притоками, эволюционировали от представлений философов и географов древности о существовавшем на ее месте крупном мелководном внутриконтинентальном пресноводном водоеме, именовавшемся как «Море Геродота», «Сарматское море» и т. д. [3–5], до интерпретации этого региона как области преимущественно субширотного распространения аллювиальных низин и речных долин поозерско-голоценового возраста, перемежающихся с покатоволнистыми флювиогляциальными равнинами и низинами с проявлениями эоловых форм рельефа днепровского возраста [2].

Характерными для аллювия р. Припяти и ее притоков являются значительная роль пойменного и старичного аллювия и заболоченность пространств водосбора.

Первые 100 км от истока река похожа на свои малые притоки: не имеет отчетливо выраженной долины естественного характера со значительным спрямлением русла, скорее, она представляет собой широко разветвленную систему каналов густотой до 5–6 и более километров гидротехнических сооружений на 1 км² площади водосбора. Густая сеть мелиоративных сооружений часто располагается поверх старой долины и ее притоков. На пространствах старой долины р. Припяти просматриваются хорошо развитые пойменные образования и значительное количество примыкающих к ней протяженных отрицательных форм рельефа. Далее по течению долина реки становится развитой. Детальный анализ аэрокосмической информации позволяет обнаружить как в бассейнах правых притоков р. Припяти, так и в основной части реки конфигурации долин, характерные для водотоков, протекающих на равнинной территории с незначительным уклоном, с отчетливо выраженными старицами и меандрами. Покровные отложения водосбора в верхнем течении рек Припяти, Стоход, Турьи, в верхней половине течения рек Стырь и Горыни подстилаются меловыми отложениями, а на территории Украинского кристаллического щита (УКЩ) в верхнем течении рек Случи, Уборти, Уж, Словечны залегают образования архейско-протерозойского возраста. Покровные отложения среднего и нижнего течения долины р. Припяти подстилаются преимущественно палеоген-неогеновыми отложениями [1; 6–8].

Водосборы правых притоков р. Припяти, находящиеся за пределами Беларуси, относятся к следующим тектоническим структурам: верховье рек Припяти, Стыри, Горыни и нижнее течение р. Случи расположены на северо-западной периферии Вольно-Подольской плиты (ВПП) и Луковско-Ратновского горста (ЛРГ). Бассейны верхнего и среднего течения рек Случи и Уборти локализованы на территории центральной части УКЩ. Кристаллический фундамент здесь залегает практически от уровня дневной поверхности до глубин более 4000 м [1; 6–8]. Реки Уборть, Ствига, Словечна, Уж и Желонь протекают в направлении от центральной части УКЩ к южным склонам Полесской седловины и Микашевичско-Житковичского выступа. Фрагменты долин рек Стыри, Стоход и Словечны в верхнем течении простираются вдоль глубинных разломов северо-западного и северо-восточного направлений [1; 6–8]. В пределах бассейнов рек Горыни, Случи, Уж, Желони и Словечны встречаются радоновые и ториевые аномалии в грунтовых водах [1; 6; 7; 8, с. 32–41, 44–57]. Водосборы правых притоков р. Припяти располагаются в следующих урановых провинциях: УКЩ, Вольно-Подольской, а также в провинциях со слабым естественным радиоактивным фоном. На всем протяжении бассейны верхнего течения рек Припяти, Стыри и Горыни, а также бассейны верхнего и нижнего течения р. Случи находятся в пределах Вольно-Подольской урановой провинции, к провинции УКЩ относят водосборы среднего течения рек Случи, Ствиги, Уборти, Словечны и Желони, к провинции со слабым естественным радиоактивным фоном – бассейны нижнего течения рек Ствиги, Чаквы, Львы, Уборти, Словечны и Желони и территорию, прилегающую к речной долине в нижнем и среднем течении р. Припяти. Общим для УКЩ и Вольно-Подольской провинции является наличие на их границе обширных областей радоновых аномалий в грунтовых водах, располагающихся на водосборах среднего течения рек Горыни и Случи. Ториевые аномалии в кристаллических образованиях наблюдаются преимущественно в породах УКЩ

и локализуются в бассейнах рек Уж, Желони и Словечны [1; 7; 8, с. 32–41]. В 1986 г. сформировалась обширная субширотная зона радиоактивного загрязнения после катастрофы на четвертом энергоблоке Чернобыльской АЭС, затрагивающая северную и северо-восточную части водосборов правых притоков р. Припяти. Суммарная площадь загрязненных ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am почв водосборов правых притоков р. Припяти составляет более 45 000 км² [1; 7; 8, с. 32–41].

Изучаемая территория практически повсеместно перекрыта опесчаненными дерново-подзолистыми и оподзоленными почвами. Для речных долин характерны преимущественно лугово-болотные почвы с включениями торфяно-болотных и болотных. В них отмечаются процессы ожелезнения и карбонатизации, а также снижение плодородия на 20–50 % [1; 6; 7; 8, с. 32–41; 9].

В изучаемом регионе наблюдается субмеридиональная зональность распределения токсичных отходов в пределах водосборов правых притоков р. Припяти. Наименее загрязнена территория (0,000–0,009 т/км²) в бассейнах рек Уборти, Словечны, Желони и Уж. Следующими по возрастанию накопления промышленных отходов (0,010–0,900 т/км²) являются бассейны рек Стоход, Турьи и верхнего течения р. Припяти. Наибольшим поступлением загрязняющих веществ на водосборы правых притоков р. Припяти характеризуются реки Случь, Горынь и нижнее течение рек Стыри, Уж, Припяти (1,000–9,900 т/км²) [1; 6; 7; 10].

На водосборах правых притоков р. Припяти минерализация поверхностных вод изменяется в основном от 0 до 300 мг/дм³ [11; 12]. В верхнем течении р. Припяти, нижнем течении рек Турьи и Стоход существуют участки с минерализацией 300–600 мг/дм³. Общим для геохимии рек Уборти, Ствиги и Словечны является значительное содержание в водах растворенного Ni (до 0,8 мкг/дм³), поступающего из коры выветривания УКЩ в северной части их водосбора [13].

Для северной части среднего и нижнего течения изучаемых водосборов характерно незначительное количество выбросов в атмосферу загрязняющих веществ из стационарных и передвижных источников. Доля автотранспорта составляет от 75 до 90 % от общего объема выбросов [14].

Характерная черта размещения населенных пунктов в водосборах правых притоков р. Припяти – близкое расположение поселений к берегам рек и системам мелиоративных каналов, наличие небольших водоемов в пределах частной жилой застройки. Отмечается тесное примыкание пахотных и луговых земель к речной долине малых и средних рек на территории Украины. Типичным для водосбора правых притоков р. Припяти на упомянутой территории в период, прошедший с распада СССР, является крайне интенсивное использование земельных ресурсов в целях ведения частного и приусадебного хозяйства, уменьшение количества крупноконтурных участков, затронутых агротехногенезом, и выраженная смена схемы хозяйствования [15]. Действующие коммунальные очистные сооружения представлены простейшими отстойниками, реже – сооружениями физической и биологической очистки в окрестностях городов и поселков городского типа. Сброс условно чистых сточных вод осуществляется в речную сеть и прилегающую систему каналов преимущественно ниже населенных пунктов [15]. Для водосбора р. Стоход характерно преобладание фаций пойменного аллювия над русловым и старичным. Водосбор р. Ствиги характеризуется стабильной конфигурацией русла, что препятствует значительному накоплению старичного и пойменного аллювия. В нижнем течении водосбора р. Уборти (в пределах границ Беларуси) процессы меандрирования выражены в меньшей степени, чем на украинской территории. Водосборы рек Словечны и Желони заболочены и сильно канализированы. Хозяйственная деятельность здесь проводится крупными предприятиями агропромышленного комплекса, преимущественно на территории Беларуси. На водосборе р. Уж, затронутом радиоактивным загрязнением от аварии на Чернобыльской АЭС, развита горнодобывающая промышленность [15]. Следует отметить, что в бассейне р. Стыри, помимо крупного промышленного центра (г. Луцк), пристального внимания требует Ровенская АЭС, расположенная в г. Вараш (до 2016 г. – Кузнецовск) [15]. В водосборе р. Горыни находится г. Ровно – крупнейший населенный пункт водосбора (население – более 240 тыс. человек), вторым потенциально напряженным в экологическом плане объектом является г. Нетешин с функционирующей Хмельницкой АЭС.

В водосборах правых притоков р. Припяти можно выделить субмеридиональную зональность, которая близка к особенностям тектонического строения территории и проявляется в поступлении растворенного Ni в воды рек, дренирующих кору выветривания северной части УКЩ. В бассейнах рек, располагающихся на территории ВПП, фундамент находится на сотни метров глубже, в результате чего, на первый взгляд, утрачена прямая взаимосвязь пород фундамента и верхней части осадочного чехла. Вместе с тем на упомянутой территории установлено повторение речными долинами контуров разломов глубинного залегания. Относительное геохимическое единообразие вещества в водосборах связано здесь с постоянством геологического строения покровных отложений вдоль северной периферии бассейна р. Припяти.

На украинской части территории водосборов правых притоков р. Припяти к настоящему времени сформировалась система ведения сельского хозяйства, представленная многочисленными частными пользователями (порядка 2/3 в структуре земель водосборов) и агрохолдингами. В направлении с вос-

тока на запад наблюдается рост присутствия крупных землепользователей. На данной территории происходит переход от индустриальной модели развития народного хозяйства к аграрной с элементами постиндустриальной культуры, наблюдаемой повсеместно. Указанные изменения в системе землепользования приводят к интенсификации воздействия на окружающую среду, что проявляется в увеличении доли деградированных земель. На белорусской части водосборов правых притоков р. Припяти со времен СССР без выраженных изменений действует система обработки крупных площадей.

Имеет место традиционное размещение населенных пунктов и отдельных хозяйств у водотоков разной величины. Чаще всего поселения вытягиваются вдоль рек. Размещение хозяйств вблизи малых и средних рек (по причинам простоты земледелия средствами малой механизации, транспортной доступности и др.) увеличивает техногенное воздействие на них. Особенности административного разделения земель сельскохозяйственного назначения между членами сельхозкооперативов определяют вытянутую и узкополосчатую конфигурацию наделов пайщиков на украинском сегменте водосбора р. Припяти.

На изучаемой территории проживает более 3,5 млн человек при плотности населения от 30 до 60 чел./км², но за период времени, прошедший после распада СССР, наблюдается его рост, особенно в Волынской и на западе Ровенской области. На северо-востоке водосборов правых притоков р. Припяти демографическая ситуация ухудшается, особенно этот процесс выражен в пределах области радиоактивного загрязнения Чернобыльской АЭС и на территориях с выраженными изменениями в системе хозяйствования.

Крупные центры промышленного производства, такие как Луцк, Славута, Ровно, Новоград-Волынский, расположены в большинстве случаев в пределах глубокого залегания фундамента, преимущественно ближе к центральной части ВПП (450–1000 м и глубже, в водосборах рек Стири и Горыни). Населенные пункты с минимальным развитием промышленного производства, локализованные на склонах УКЩ и его северной периферии, находятся в местах неглубокого залегания фундамента.

Для севера указанной территории характерна обширная субширотная область загрязнения радионуклидами (более 1/3 площади водосбора), это повышает риски их ремобилизации из покровных отложений и вовлечение в трансграничный перенос.

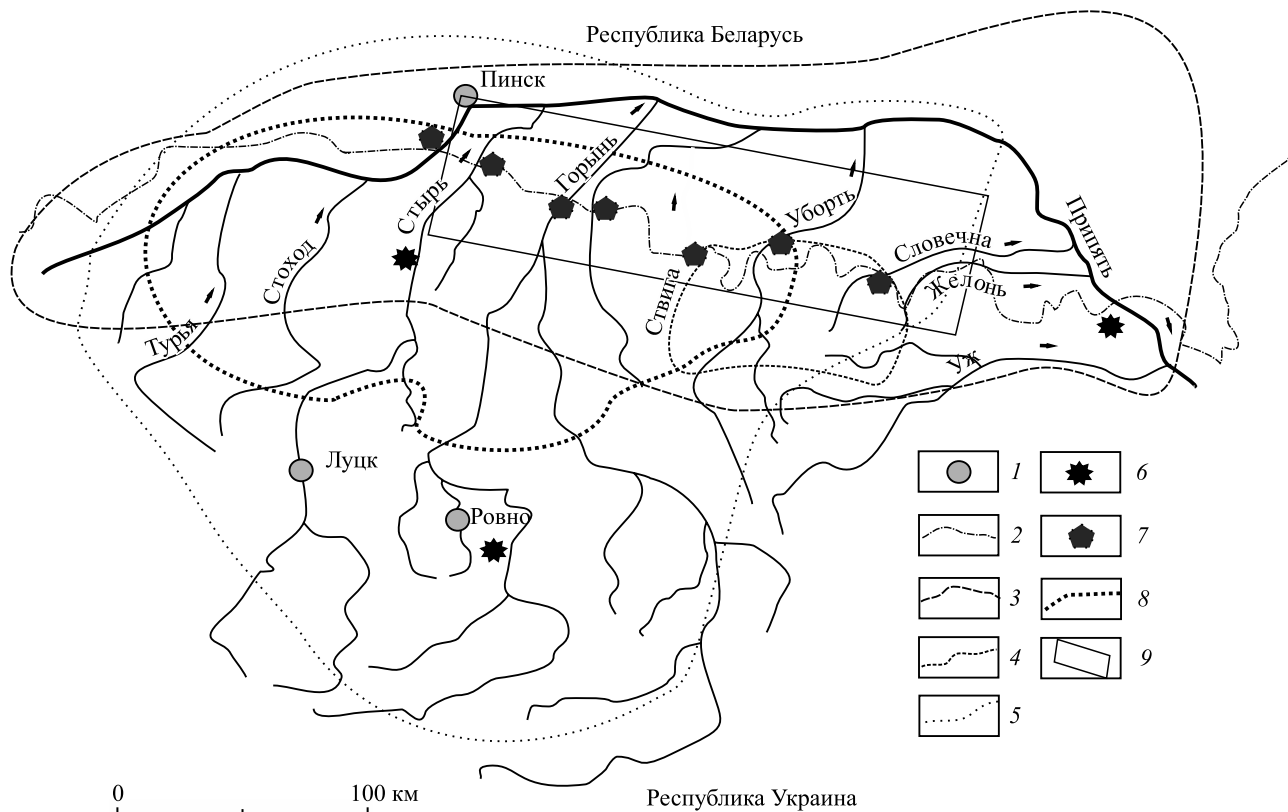
В пределах водосборов правых притоков р. Припяти можно выделить проблемы локального характера, не захватывающие трансграничный перенос, и проблемы, непосредственно или опосредованно его затрагивающие. Пример локальных проблем – проявление радона в водосборах в центральной части УКЩ, связанное с геохимическими особенностями дифференциации радионуклидов естественного происхождения на территориях с незначительной мощностью осадочного чехла. Примером региональных проблем является постоянное поступление в воды р. Припяти радионуклидов при дренировании покровных отложений в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС.

Существует иной класс геохимических проблем, связанных с периодичностью, цикличностью, системностью, прогнозируемостью и непредсказуемостью их возникновения. Данные проблемы могут иметь как опосредованную связь с глубинными и поверхностными геологическими процессами, так и с особенностями ведения хозяйственной деятельности на изучаемой территории, в том числе радиоактивными инцидентами и др. (на водосборе р. Припяти находятся две действующие и одна остановленная АЭС, планируется постройка долговременного хранилища ядерных отходов большой вместимости). Риск неконтролируемого распространения радионуклидов путем перетока между водосборами в субширотном направлении существует на всей рассматриваемой территории ввиду наличия развитой системы мелиоративных каналов (см. рисунок).

Потенциальные проблемы регионального характера могут возникать при развитии промышленного производства, в частности при сооружении химических и горно-обогатительных предприятий на водосборах. В данном случае потенциальные риски охватывают территории с различными глубинами залегания кристаллического фундамента и разной мощностью осадочного чехла. В пределах белорусской части бассейна р. Припяти в перспективе можно ожидать появления ореолов рассеяния химических элементов из галоидной формации при разработке Петриковского месторождения калийных солей. При выработке продуктивных пластов сильвинита в пределах шахтных полей возможны образования обширных просадок на дневной поверхности и сопутствующая им трещиноватость, что приведет к увеличению водопроницаемости и росту водообмена между горизонтами. Во избежание экологических рисков для водосбора необходимо обеспечение устойчивой и продолжительной эксплуатации рудника. На современном этапе целесообразны изучение гидрогеологических особенностей горнопромышленного района и прилегающих к нему территорий с точки зрения геохимии современного аллювиального литогенеза, поиск естественных областей разгрузки минерализованных подземных вод и зон проницаемости водоупоров.

Заключение

В настоящей работе были рассмотрены геологические, геохимические и географические особенности строения водосбора правых притоков р. Припяти от фундамента до покровных отложений. На ос-



Области развития потенциально неблагоприятных экологических ситуаций и рекомендуемого размещения пунктов геохимического контроля. Условные обозначения:

1 – крупные промышленные центры; 2 – государственная граница; 3 – области, затронутые аварией на Чернобыльской АЭС; 4 – область контроля выветривания пород УКЩ; 5 – область потенциального разноса радионуклидов; 6 – объекты атомной энергетики; 7 – рекомендуемые пункты геохимического мониторинга; 8 – зона возможного распространения радионуклидов между водосборами; 9 – область потенциальной экологической напряженности при трансграничном переносе

Areas of development of potentially unfavorable ecological situations and recommended location of geochemical control points.

Symbols: 1 – large industrial centers; 2 – state border; 3 – areas affected by the Chernobyl accident; 4 – area of control of weathering of rocks of the Ukrainian crystal shield; 5 – area of potential radionuclide separation;

6 – objects of atomic energy; 7 – recommended items of geochemical monitoring; 8 – area of possible spread of radionuclides between watersheds; 9 – area of potential environmental stress in transboundary transport

новании проведенного исследования можно выделить следующие направления мониторинга водосбора правых притоков р. Припяти применительно к трансграничному переносу химических элементов:

- мониторинг состояния системы очистных сооружений вследствие преобладания технологий водоотведения с конца 1980-х гг.;
- изучение эколого-геохимических изменений в современном аллювии при переходе от промышленной модели развития народного хозяйства к аграрной с элементами постиндустриальной культуры;
- исследование путей поступления и миграции в аллювии правых притоков р. Припяти химических элементов, образования техногеохимических аномалий на современном этапе;
- изучение роли продуктов выветривания УКЩ в образовании покровных отложений на территории правых притоков р. Припяти, путей возникновения геохимических аномалий;
- выборочный контроль геохимического состояния современного аллювия в населенных пунктах с минимальным развитием промышленного производства, расположенных преимущественно в местах неглубокого залегания фундамента, на склонах в северной периферии УКЩ;
- изучение особенностей поступления радионуклидов естественного происхождения в аллювий из урановых провинций водосбора правых притоков р. Припяти;
- контроль геохимического состояния современного аллювия рек Стыри и Горыни (оценка потенциального воздействия Хмельницкой и Ровенской АЭС);
- выявление особенностей перетока вещества между водосборами по существующей сети мелиоративных каналов и иных гидротехнических сооружений в геохимических, гидрогеологических и радиогеохимических аспектах; прогнозирование изменения ореолов рассеяния радионуклидов при потенциальных радиоактивных инцидентах;

- систематическое дистанционное зондирование водосборов рек, участвующих в трансграничном переносе для принятия упреждающих мер по недопущению ухудшения экологической ситуации в Беларуси;

- изучение и мониторинг гидрогеологических особенностей территории Петриковского горнопромышленного района в пределах водосбора р. Припяти, в том числе создание сети наблюдательных скважин, исследование гидрохимической трансформации поверхностных вод в процессе эксплуатации рудника.

Указанные исследования можно осуществить путем проведения постоянных комплексных наблюдений на стационарных пунктах геохимического мониторинга.

Библиографические ссылки

1. Національний атлас України [Электронный ресурс]. URL: wdc.org.ua (дата обращения: 01.03.2017).
2. Национальный атлас Беларуси. Минск : РУП «Белкартаграфія», 2002.
3. Киркор А. Г. Литовское и Белорусское Полесье // Живописная Россия. М. : Изд-во Маврикия Осиповича Вольфа, 1882 [Электронный ресурс]. URL: https://drive.google.com/file/d/0B_T3PThCY39DeVgtSkxLYml5Yzg/view (дата обращения: 01.03.2017).
4. Казлоў Л., Цітоў А. Беларусь на сямі рубяжах. Мінск : Беларусь, 1993.
5. Die Schedelsche Weltchronick [Electronic resource]. URL: [https://de.wikisource.org/wiki/Die_Schedelsche_Weltchronik_\(deutsch\):278](https://de.wikisource.org/wiki/Die_Schedelsche_Weltchronik_(deutsch):278) (date of access: 01.03.2017).
6. Національний атлас України / под ред. Л. Г. Руденко. Киев : ГНПП «Картографія», 2008.
7. National atlas of Ukraine (Prototype) [Electronic resource]. URL: <http://wdc.org.ua/atlas/en/4070100.html> (date of access: 01.03.2017).
8. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. М. : Изд-во ГУГК, 1978.
9. Карта деградации почв Украины [Электронный ресурс]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0005_map.swf (дата обращения: 01.03.2017).
10. Карта загрязненности почв остатками пестицидов и тяжелых металлов [Электронный ресурс]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0006_map.swf (дата обращения: 01.03.2017).
11. Карта состояния поверхностных вод Украины [Электронный ресурс]. URL: http://www.rav.com.ua/images/File/6002_map.swf (дата обращения: 01.03.2017).
12. Карта кислотности атмосферных осадков Украины [Электронный ресурс]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0003map.swf (дата обращения: 01.03.2017).
13. Тваронович-Сеурук Д. Л. Динамика изменения концентраций Ni в водах рек Беларуси в период 1991–2009 гг. // Проблемы региональной геологии Беларуси : чтения, посвящ. 15-летию кафедры динамической геологии (Минск, 2–3 апр. 2010 г.). Минск, 2010. С. 74–76.
14. Державна служба статистики України [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата обращения: 01.03.2017).
15. Google Earth [Electronic resource]. URL: <https://www.google.com/earth/> (date of access: 01.03.2017).

References

1. Atlas of Ukraine. URL: wdc.org.ua (date of access: 01.03.2017) (in Ukrainian).
2. Natsional'nyi atlas Belarusi [National Atlas of Belarus]. Minsk : RUP «Belkartagrafiya», 2002 (in Russ.).
3. Kirkor A. G. Litovskoe i Belorusskoe Poles'e. *Zhivopisnaya Rossiya*. Moscow : Izdatel'stvo Mavrikiya Osipovicha Vol'fa, 1882. URL: https://drive.google.com/file/d/0B_T3PThCY39DeVgtSkxLYml5Yzg/view (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
4. Kazlow L., Titow A. Balarus' na sjami rubjzjah [Belarus borders on seven]. Minsk : Belarus, 1993 (in Belarus.).
5. Die Schedelsche Weltchronick. URL: [https://de.wikisource.org/wiki/Die_Schedelsche_Weltchronik_\(deutsch\):278](https://de.wikisource.org/wiki/Die_Schedelsche_Weltchronik_(deutsch):278) (date of access: 01.03.2017) (in Ger.).
6. Rudenko L. G. (ed.). Atlas of Ukraine. Kiev : GNPP «Kartografiya», 2008 (in Ukrainian).
7. National atlas of Ukraine (Prototype). URL: <http://wdc.org.ua/atlas/en/4070100.html> (date of access: 01.03.2017).
8. Atlas prirodnykh uslovii i estestvennykh resursov Ukrainskoi SSR [Atlas of natural conditions and natural resources of Ukrainian SSR]. Moscow : Main. control. cartographer. and geodesy, 1978 (in Russ.).
9. Karta degradatsii pochv Ukrainy [Soil degradation map of Ukraine]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0005_map.swf (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
10. Karta zagryaznyonosti pochv ostatkami pestitsidov i tyazhyolykh metallov [Map of soil contamination with residues of pesticides and heavy metals]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0006_map.swf (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
11. Karta sostoyaniya poverkhnostnykh vod Ukrainy [Map of the state of surface waters of Ukraine]. URL: http://www.rav.com.ua/images/File/6002_map.swf (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
12. Karta kislotnosti atmosferynykh osadkov Ukrainy [Map of the acidity of atmospheric precipitation in Ukraine]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0003map.swf (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
13. Tvaranovich-Seuruk D. L. The dynamics of concentration changes Ni in the waters rivers of Belarus in during 1991–2009. *Problems Regional geology of Belarus* : sci. conf., ded. 15th ann. of department of dynamic geology (Minsk, 2–3 April, 2010). Minsk, 2010. P. 74–76 (in Russ.).
14. State Statistics Service of Ukraine. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
15. Google Earth. URL: <https://www.google.com/earth/> (date of access: 01.03.2017).

ХРОНИКА, ИНФОРМАЦИЯ

CHRONICLE, INFORMATION

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОХИМИИ, ГЕОЛОГИИ И ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ», ПОСВЯЩЕННАЯ 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА К. И. ЛУКАШЁВА

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE «CONTEMPORARY PROBLEMS OF GEOCHEMISTRY, GEOLOGY AND PROSPECTING FOR MINERAL RESOURCES» DEVOTED TO THE 110th ANNIVERSARY FROM ACADEMIC K. I. LUKASHEV BIRTH

Кафедрой инженерной геологии и геофизики географического факультета при содействии кафедры динамической геологии 23–25 мая 2017 г. была проведена Международная научная конференция «Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых». Конференция была посвящена 110-летию со дня рождения академика К. И. Лукашёва (1907–1987) и приурочена к 30-летию со дня его смерти. В работе конференции приняли участие 241 человек, представлявших 74 научные, образовательные и производственные организации Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины, Польши, Чехии, Венгрии и Испании. Для участия в конференции подано 118 докладов, которые были опубликованы ко времени проведения конференции в форме издания в 2 частях¹: часть 1 – геология и полезные ископаемые, четвертичная геология, инженерная геология; часть 2 – геохимия и минералогия, экологическая геохимия и экологическая геология, путеводитель экскурсии. Спонсорскую помощь в виде предоставления автотранспорта для полевой геологической экскурсии оказало ОАО «Белгорхимпром».

Непосредственное участие в работе конференции приняли 62 человека: из них 49 – из Республи-

ки Беларусь (города Минск, Гомель, Солигорск), 10 – из Российской Федерации (города Москва, Петрозаводск, Пермь, Иркутск, Южно-Сахалинск) и 3 – из Польши (г. Кельце). За время конференции было прочитано более 50 докладов.

Работу конференции 23 мая открыл проректор БГУ по научной работе В. Г. Сафонов. Затем с приветственным словом выступили декан географического факультета Н. В. Клебанович и представитель Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды – заведующий отделом С. О. Мамчик. Своими воспоминаниями о К. И. Лукашёве поделился академик Р. Г. Гарецкий. Далее на пленарном заседании выступили доцент О. В. Лукашёв, профессор В. Б. Кадацкий, доктор геолого-минералогических наук Я. Г. Грибик, профессор А. Ф. Санько.

Во второй половине дня была проведена работа следующих секций: «Геохимия и минералогия» (председатель – академик А. А. Махнач), на которой было заслушано 8 докладов, и «Инженерная геология» (председатель – профессор А. Ф. Санько), в рамках которой выступили 3 докладчика. В завершение был организован круглый стол, посвященный актуальным проблемам геологии Беларуси, на котором выступили академик А. К. Карabanов, С. О. Мамчик, Л. И. Мурашко и др.

¹Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых : материалы Междунар. науч. конф. : в 2 ч. / отв. ред. О. В. Лукашёв. Минск : Право и экономика, 2017.

Конференция продолжилась 24 мая в форме работы секции «Экологическая геохимия и экологическая геология» (председатель – доктор географических наук В. С. Хомич), на которой прозвучало 13 докладов. В ходе работы секции «Геология и полезные ископаемые» были зачитаны 12 докладов (председатель – профессор В. Н. Губин). На секции «Четвертичная геология» (председатель – профессор А. Ф. Санько) выступили 8 докладчиков.

Работа каждой секции завершилась дискуссией и принятием решений.

Десять докладов были также представлены в стендовом виде.

Полевая геологическая экскурсия «Поздний плейстоцен в окрестностях г. Минска» (руководитель – профессор А. Ф. Санько) прошла 25 мая.

По итогам конференции принято решение о проведении в 2022 г. III Международной научной конференции «Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых» и о создании сайта, посвященного жизни и деятельности академика К. И. Лукашёва, его научному наследию.

О. В. Лукашёв,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент

АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ В БГУ РАБОТ INDICATIVE ABSTRACTS OF THE PAPERS DEPOSITED IN BSU

УДК 502.1:55(082)+911.5(082)

Актуальные проблемы геоэкологии и ландшафтоведения [Электронный ресурс] : сб. науч. ст. Вып. 4 / редкол.: А. Н. Витченко (отв. ред.) [и др.] ; БГУ. Электрон. текстовые дан. Минск, 2017. 163 с. : ил., табл. Библиогр. в конце ст. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/186524>. Загл. с экрана. Деп. 01.12.2017, № 009201122017.

В сборник включены материалы научных исследований по актуальным проблемам рационального природопользования, выполненных сотрудниками кафедры геоэкологии в рамках научно-исследовательской темы «Разработка теоретических и прикладных проблем геоэкологии для целей устойчивого развития Беларуси», а также при проведении совместных исследований с учеными НАН Беларуси и других организаций страны. Адресуется научным работникам, практическим специалистам отраслей природопользования и студентам географических специальностей.

УДК 91:004(082)

ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного дня ГИС – 2017 (Минск, 15 нояб. 2017 г.) / редкол.: Н. В. Жуковская (отв. ред.) [и др.] ; БГУ. Электрон. текстовые дан. Минск, 2017. 123 с. : ил. Библиогр. в конце отд. ст. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/187829>. Загл. с экрана. Деп. 28.12.2018, № 010228122017.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного дня ГИС – 2017 на географическом факультете Белорусского государственного университета. Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов по геоинформационным технологиям, географов, гидрометеорологов, экологов, геологов, студентов географических и геологических специальностей.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОГРАФИЯ

<i>Аношкин А. В.</i> Опыт типизации водоохранных зон левобережных притоков среднего течения реки Амур	3
<i>Антипова Е. А., Храмов В. М., Сазонов А. А.</i> Картографирование демографического старения в Республике Беларусь с использованием 3D-визуализации	10
<i>Карпиченко А. А., Чертко Н. К., Семенюк А. С.</i> Геохимическая оценка почв и растительности города Молодечно	21
<i>Руденко Л. Г., Лейберюк А. М.</i> Исследование геодемографических процессов для выявления особенностей динамики населения региона (на примере Черновицкой области)	30
<i>Хвиневич В. А., Митрахович П. А.</i> Биогеографические особенности охотничьих угодий Минской области.....	38

ГЕОЛОГИЯ

<i>Самодуров В. П., Кутырло В. Э.</i> Ритмичность надсолевой верхнедевонской толщи Петриковского месторождения калийных солей по данным фотограмметрии керна скважин.....	53
<i>Писарчук Н. М., Новенко Е. Ю., Козлов Д. Н., Шилов П. М.</i> Реконструкция растительности и климата Центрально-Лесного заповедника в среднем и позднем голоцене	64
<i>Творонович-Севрук Д. Л., Лукашёв О. В.</i> Основные аспекты и перспективы эколого-геохимического изучения правых притоков реки Припяти	76

ХРОНИКА, ИНФОРМАЦИЯ

Международная научная конференция «Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых», посвященная 110-летию со дня рождения академика К. И. Лукашёва	83
Аннотации депонированных в БГУ работ.....	85

CONTENTS

GEOGRAPHY

<i>Anoshkin A. V.</i> Experience in typifying water conservation districts of the left-bank tributaries of the middle reaches of the Amur river.....	3
<i>Antipova E. A., Khramov V. M., Sazonov A. A.</i> New approaches to mapping of the demographic ageing in the Republic of Belarus (case study of 3D visualization).....	10
<i>Karpichenka A. A., Chartko M. K., Semianiuk A. S.</i> Geochemical estimation of soils and vegetation of Maladziečna	21
<i>Rudenko L. G., Leiberiuk A. M.</i> Research geodemographic processes to identify the dynamics of the population of the region (the example of the Chernivtsi region).....	30
<i>Khvinevich V. A., Mitrahovich P. A.</i> Biogeographical features of hunting grounds of the Minsk region	38

GEOLOGY

<i>Samodurov V. P., Kutyrlo V. E.</i> Rhythmicity of Petrikov deposit Upper Devonian overlying bed by the core photogrammetry	53
<i>Pisarchuk N. M., Novenko E. Y., Kozlov D. N., Shilov P. M.</i> Reconstruction of vegetation and climate of the Center Forest state reserve in the Middle and Late Holocene	64
<i>Tvaranovich-Seuruk D. L., Lukashev O. V.</i> Main aspects and perspectives of a new view on the geochemistry of the catchments of the right inflows of the Pripyat river.....	76

CHRONICLE, INFORMATION

International scientific conference «Contemporary problems of geochemistry, geology and prospecting for mineral resources» devoted to the 110 th anniversary from academic K. I. Lukashev birth	83
Indicative abstracts of the papers deposited in BSU.....	85

Журнал включен Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь в Перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по географическим и геолого-минералогическим наукам.

Журнал включен в библиографическую базу данных научных публикаций «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

**Журнал Белорусского
государственного университета. География. Геология.
№ 1. 2018**

Учредитель:
Белорусский государственный университет

Юридический адрес: пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск.

Почтовый адрес: пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск.

Тел. 259-70-74, 259-70-75.

E-mail: jgeo@bsu.by

«Журнал Белорусского государственного
университета. География. Геология»
издается с января 1969 г.
До 2017 г. выходил под названием «Вестник БГУ.
Серия 2, Химия. Биология. География»
(ISSN 2308-9164).

Редактор *А. С. Люкевич*
Технический редактор *Ю. А. Тарайковская*
Корректор *Л. А. Меркуль*

Подписано в печать 31.05.2018.

Тираж 120 экз. Заказ 177.

Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр
Министерства финансов Республики Беларусь».
ЛП № 02330/89 от 03.03.2014.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

© БГУ, 2018

**Journal
of the Belarusian State University. Geography and Geology.
No. 1. 2018**

Founder:
Belarusian State University

Registered address: 4 Niezaliežnasci Ave.,
Minsk 220030.

Correspondence address: 4 Niezaliežnasci Ave.,
Minsk 220030.

Tel. 259-70-74, 259-70-75.

E-mail: jgeo@bsu.by

«Journal of the Belarusian State University.
Geography and Geology»
published since January, 1969.
Until 2017 named «Vestnik BGU.
Seriya 2, Khimiya. Biologiya. Geografiya»
(ISSN 2308-9164).

Editor *A. S. Lyukevich*
Technical editor *Y. A. Taraikouskaya*
Proofreader *L. A. Merkul'*

Signed print 31.05.2018.

Edition 120 copies. Order number 177.

Republican Unitary Enterprise
«Informatsionno-vychislitel'nyi tsentr
Ministerstva finansov Respubliki Belarus'».
License for publishing No. 02330/89, 3 March, 2014.
17 Kal'variiskaya Str., Minsk 220004.

© BSU, 2018