



Веснік

Брэсцкага ўніверсітэта

Галоўны рэдактар:
М.Э. Часноўскі

Намеснік галоўнага рэдактара:
У.В. Здановіч

Міжнародны савет
А.А. Афонін (Расія)
В.А. Несцяроўскі (Украіна)
А. Юўка (Польшча)
Рэдакцыйная калегія:
Н.С. Ступень
(адказны рэдактар)
С.В. Арцёменка
М.А. Багдасараў
А.М. Вітчанка
В.Я. Гайдук
А.Л. Гулевіч
М.П. Жыгар
А.А. Махнач
А.В. Мацвееў
Я.М. Мяшэчка
У.У. Салтанаў
Я.К. Яловічава
М.П. Ярчак

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

Адрас рэдакцыі:
224665, г. Брэст,
бульвар Касманаўтаў, 21
тэл.: 23-34-49
e-mail: vesnik@brsu.brest.by

Часопіс «Веснік Брэсцкага
ўніверсітэта» выдаецца
з снежня 1997 года

Серыя 5

ХІМІЯ

БІЯЛОГІЯ

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

НАВУКОВА-ТЭАРЭТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выходзіць два разы ў год

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

№ 1 / 2012

У адпаведнасці з Загадам Старшыні Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь № 21 ад 01.02.2012 г. часопіс «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі» ўключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, географічных і геалага-мінэралагічных навуках



Vesnik

of Brest University

Editor-in-chief:
M.E. Chasnovski

Deputy Editor-in-chief:
V.V. Zdanovich

International Board:
A.A. Afonin (Russia)
V.A. Nestyarovski (Ukraine)
A. Juvka (Poland)

Editorial Board:
N.S. Stupen
(managing editor)
S.V. Artsemenka
M.A. Bagdasarav
A.M. Vitchanka
V.E. Gajduk
A.L. Gulevich
M.P. Zhigar
A.A. Mahnach
A.V. Matveev
Y.M. Myashechka
V.V. Saltanav
Y.K. Yalovichava
M.P. Yarchak

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

Editorial Office:
224665, Brest,
Boulevard Cosmonauts, 21
tel.: 23-34-29
e-mail: vesnik@brsu.brest.by

Published since December 1997

Series 5

CHEMISTRY

BIOLOGY

SCIENCES ABOUT EARTH

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL

Issued two times a year

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

№ 1 / 2012

According to the order of Chairman of Supreme Certification Commission
of the Republic of Belarus № 21 from February 01, 2012,
the journal «Vesnik of Brest University. Series 5. Chemistry. Biology.
Sciences about Earth» was included to the List of scientific editions
of the Republic of Belarus for publication of the results of scientific research
in biological, geographical and geological-mineralogical sciences

ЗМЕСТ

БІЯЛОГІЯ

Абрамова И.В., Гайдук В.Е. Экология обыкновенной горихвостки PHOENICURUS PHOENICURUS L. (TURDIDAE, PASSERIFORMES) в юго-западной Беларуси	5
Вахний А.А., Демчук Ю.А., Каминская А.А. Таксономический анализ сосудистых растений агробиологического центра УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»	10
Дворник А.А. Использование математического аппарата в оценке поступления цезия-137 в древесину сосновых насаждений	15
Демянчик В.В. Структура колониальных поселений позвоночных животных в зонах населенных пунктов Брестской области	21
Демянчик В.Т., Демянчик В.В. Агрегированность позвоночных животных в репродуктивный период на юго-западе Беларуси	27
Ефременко И.И. Физико-химические свойства аллергена тараканов BLATTELA GERMANICA и PERIPLANETA AMERICANA	36
Колбас Н.Ю., Решетников В.Н. Изменение антиоксидантной активности плодов в процессе их созревания	45
Сакович А.А., Рыковский Г.Ф. Сравнительный экологический анализ бриофлор фортификаций линии Молотова и Гродненской крепости	55

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

Богдасаров М.А. Геология четвертичных отложений территории Полесской седловины	60
Богдасаров М.А. Физико-химические особенности тектитов	72
Гречаник Н.Ф. Характеристика геоморфологических районов территории Подляско-Брестской впадины	85
Заруцкий С.А. Земельно-ресурсный потенциал и эффективность его использования в Брестской области	100
Красовский К.К. Геодемографическая обстановка в Республике Беларусь в начале XXI века	107
Ломтев В.Л. К газоносности Мезо-Кайнозойского чехла ложа СЗ Пацифики	116
Матвеев А.В., Бордон В.Е. Особенности территориального распределения концентраций основных оксидов в четвертичной толще Беларуси	126
Сидорович Т.Н., Сидорович А.А. Инфраструктурный фактор формирования туристско-рекреационного потенциала западной части Брестской области	131
Силюк А.В. Территориальные особенности и факторы проявления сильных ветров в условиях Беларуси	143
Токарчук О.В. Особенности водного режима рек трансграничной части бассейна Западного Буга	150
Токарчук С.М., Трофимчук Д.А. Основные подходы к проведению гис-анализа качества городской среды	159
Звесткі аб аўтарах	169

INDEX

BIOLOGY

Abramova I.V., Gaiduk V.E. The ecology of PHOENICURUS PHOENICURUS L. (TURDIDAE, PASSERIFORMES) in South-West Belarus.....	5
Vakhniy A.A., Dziachuk J.A., Kaminskaja A.A. The taxonomical structure of vascular plants of agrobiological centre of Brest State University named after A.S. Pushkin	10
Dvornik A.A. Usage of mathematical apparatus in estimation of the inflow of Caesium-137 in pine wood	15
Demjanchik V.V. Structure of colonial settlements of vertebrates in regions of human settlements of Brest region.....	21
Demjanchik V.T., Demjanchik V.V. Aggregations of vertebrates in the reproductive season in the South-West of Belarus	27
Yefremenko I.I. Physical and chemical characteristics of BLATTELA GERMANICA and PERIPLANETA AMERICANA cockroach allergen	36
Kolbas N.Y., Reshetnikov V.N. Changes in antioxidant activity of fruits on different maturation stages	45
Sakovich A.A., Rykovskij G.F. Comparative environmental analysis of bryoflora fortification Molotov Line and Grodno Fortress.....	55

SCIENCES ON EARTH

Bogdasarov M.A. Geology of quaternary deposits on the territory of Polesje saddle	60
Bogdasarov M.A. Physicochemical peculiarities of tektites.....	72
Grechanik N.F. Description of geomorphological districts of the territory of Podljaszko-Brest depression.....	85
Zarutski S.A. The potential ground resource and its effective use in the Brest region.....	100
Krasovskiy K.K. Geodemographic situation in Belarus at the beginning of the 21 st century	107
Lomtev V.L. To gas Presence of the meso-cenozoic cover of NW Pacific sea-floor	116
Matveyev A.V., Bordon V.E. Peculiarities of territorial distribution of basic oxides concentrations in the quaternary depth of Belarus	126
Sidorovich T.N., Sidorovich A.A. Infrastructure factor of tourist and recreational potential in Western part of Brest region	131
Silyuk A.V. Territorial features and factors of origin of strong winds in conditions of Belarus	143
Tokarchuk O.V. Peculiarities of the water regime of the rivers of transboundary part of Western Bug basin.....	150
Tokarchuk S.M., Trofimchuk D.A. The basic approaches to carrying out GIS-analysis of quality of the urban environment.....	159
Information about the authors	169

УДК 598

И.В. Абрамова, В.Е. Гайдук

ЭКОЛОГИЯ ОБЫКНОВЕННОЙ ГОРИХВОСТКИ *PHOENICURUS PHOENICURUS* L. (TURDIDAE, PASSERIFORMES) В ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ

В юго-западной Беларуси обыкновенная горихвостка – гнездящийся перелетный и транзитно мигрирующий вид. В регион прилетает в апреле, в среднем 14.04. Осенняя миграция проходит в сентябре – первой декаде октября. Гнездовой период продолжается со второй декады апреля до конца июля. Численность обыкновенной горихвостки в 2000–2010 гг. в регионе оценивается в 7 000–10 000 гнездящихся пар.

Введение

В Беларуси и регионе обыкновенная горихвостка – обычный гнездящийся перелетный и транзитно мигрирующий вид. Следует отметить, что экология обыкновенной горихвостки в Беларуси изучена слабо. Имеются фрагментарные сведения по различным аспектам экологии вида в ряде монографий [1–4].

Материал и методы

Изучение экологии обыкновенной горихвостки проводилось в 1967–2011 гг. в различных районах Брестской области (Брестский, Березовский, Ивацевичский, Каменецкий, Малоритский, Кобринский, Столинский и др.). Географические координаты крайних точек области: 51°30′–53°24′ с.ш. 23°11′–27°37′ в.д. Применяли общепринятые методы полевых и камеральных исследований [5–8]. Многолетнюю динамику численности изучали во второй половине мая – первой половине июня на постоянных маршрутах.

Результаты исследований

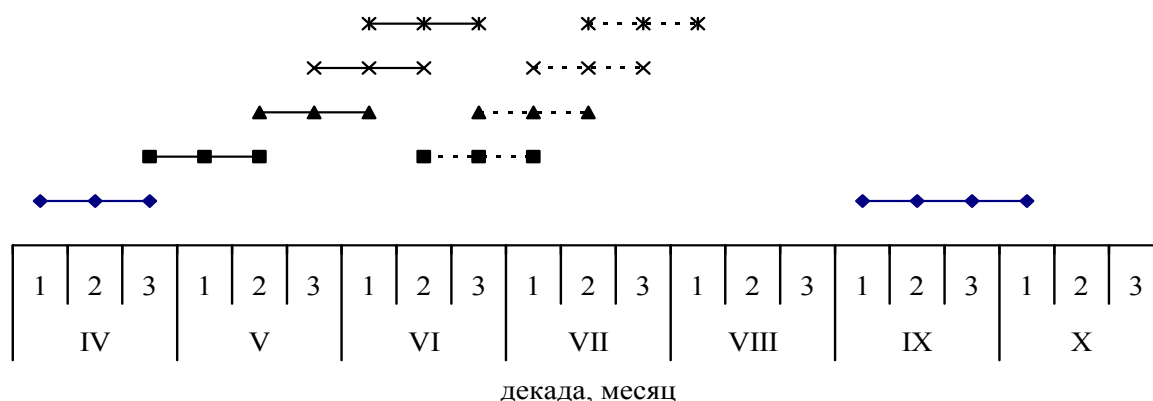
Ареал. Обыкновенная горихвостка распространена в Европе, Азии (вплоть до озера Байкал), на Ближнем Востоке, в Иране, Ираке, северо-западной Африке. В Беларуси – на всей территории. Зимует в тропической Африке и на юге от экватора, на Аравийском полуострове, в Судане, Эфиопии [9].

Миграции. Прилет и пролет в регионе (84 регистрации) происходит в апреле, что совпадает с литературными данными [1; 10; 11]. Осенний пролет и отлет (64 регистрации) в сентябре – первой декаде октября (рисунок 1).

Местообитание. Населяет (n=166) поселки и города, лесопарки и сады, сосновые и смешанные леса, лесопосадки вдоль дорог.

Размножение. Первыми на места гнездовой во второй половине апреля прилетают старые самцы, которые отыскивают дупла и другие места, подходящие для гнездования. Они охраняют эти места и интенсивно поют. С прилетом самок и образованием пары обе птицы охраняют гнездовой участок. Гнезда (n=56) горихвосток находили в дуплах осин, берез, сосен на высоте 0,5–4 м, в неглубоких выбоинах и нишах стволов, трещинах деревьев, пней, в кучах хвороста, под крышами строений, в щелях стен, в дуплянках. Гнездо строит самка в течение 6–7 дней. В естественных условиях гнездо строится из сухих стебельков, кусочков коры разных деревьев, листьев, мха. В поселениях человека к этим материалам добавляются различные тряпочки, кусочки бумаги и другие материалы. Лоток выстилают шерстью и перьями. Размеры гнезда зависят от величины ниши, в которой оно помещается. Средние размеры гнезд (n=8): диаметр

гнезда 10,3–13,2 см (в среднем 11,1); диаметр лотка 7,0–8,2 см (в среднем 7,6); высота гнезда 5,0–7,0 см (в среднем 6,1); глубина лотка 4,0–5,0 см (в среднем 4,5).



- ◆— сроки весенней и осенней миграций
- брачные игры, строительство гнезда
- ▲— откладывание яиц и насиживание кладки
- ×— выкармливание птенцов в гнезде
- *— подъем на крыло

(сплошная линия – первый цикл размножения,
пунктирная линия – второй цикл размножения)

Рисунок 1 – Биоритмы миграций и размножения обыкновенной горихвостки

В полной кладке ($n=35$) 5–8 голубых яиц (в среднем 6,2). Кладки мы находили во второй половине мая – июне (рисунок 1, таблица 1). Средние размеры яиц ($n=18$) 18,4×13,9 мм, масса яиц ($n=10$) 2,0 г.

Насиживает кладку преимущественно самка 13–14 дней. Птенцы находятся в гнезде 12–14 дней. Птенцы оставляют гнездо в возрасте 13–15 дней. В течение 7–10 дней родители их докармливают в непосредственной близости от гнезда или на небольшом расстоянии от него. Птенцы начинают летать на 7–8 день после того, как оставляют гнездо.

Таблица 1 – Размеры и состояние кладок обыкновенной горихвостки

Месяц	Декада	Кол-во гнезд и яиц в кладке и степень насиженности	Местообитание, кол-во гнезд
Май	2	5, 6	Брест – 8; Брестский р-н: д. Томашовка – 12, дачный поселок Леснянка – 6; Ивацевичский р-н: д. Любищицы – 4; другие места – 5
	3	5, 6а, 7?, 8?	
Июнь	1	5?, 5в, 2 по 6б, 7?	
	2	5г, 5?, 6в, 6г, 3 по 7г, 7?, 8?	
	3	5?, 5г, 3 по 6, 6?, 2 по 7?, 8г	
Июль	1	2 по 5г, 6г, 6?, 7г, 7?	

Примечание – п – свежая кладка; а – слегка насиженная кладка; б – насиженная кладка; в – сильно насиженная кладка; г – яйца проклюнуты; ? – степень насиженности неизвестна.

В случае гибели кладки птицы делают повторную. По крайней мере, некоторые пары птиц приступают ко второй кладке, о чем свидетельствуют находки гнезд с кладками во второй половине июня и летных молодых в июле (рисунок 1, таблица 2). Два цикла размножения характерны для России, и регистрируются такие факты только в более благоприятные годы [12].

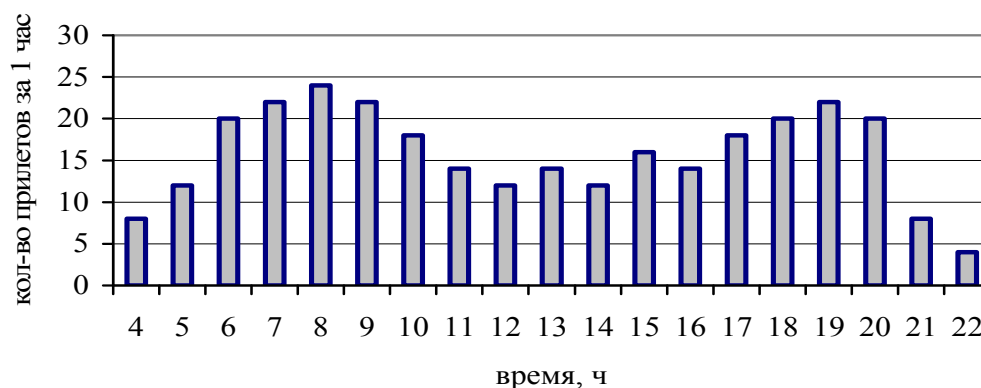
Таблица 2 – Количество птенцов в гнезде (выводке) обыкновенной горихвостки и степень их развития

Месяц	Декада	Кол-во гнезд, птенцов в них, степень их развития	Местообитание, кол-во гнезд, выводков
Май	3	5, 5?, 6, 6?, 7?	Брест – 12;
Июнь	1	5д, 5е, 5?, 6ж, 6?, 7ж, 7?	Брестский р-н:
	2	3 по 3з, 4з, 4 по 5з, 5?, 6з, 6?, 7ж, 7?	д. Томашовка – 14, дачный поселок Леснянка – 6;
	3	3з, 4?, 5з, 5?, 5ж, 6ж, 6з, 7?	Ивацевичский р-н:
Июль	1	2 по 2з, 3з, 4ж, 4з	д. Любищицы – 5;
	2	2з, 3з, 2 по 4з, 5з, 6з	другие места – 7

Примечание – п – слепые птенцы; д – птенец в пеньках; е – полуоперенные птенцы; ж – оперены почти полностью; з – подлетки или слетки; ? – возраст птенцов неизвестен.

Питание. Судя по визуальным наблюдениям (n=310) и литературным данным [1; 12; 13] обыкновенные горихвостки питаются различными насекомыми и их личинками, а также пауками. Корм собирают на земле, ветках деревьев, крупных насекомых ловят на лету, употребляют ягоды черники, бузины и др.

Птенцов выкармливают бабочками, пилильщиками и их личинками, пауками, изредка наземными моллюсками. Количество приноса корма птенцам (5–6) начинается с 50 и доходит до 390. Максимальное количество приносов корма отмечено на 10–11 день жизни птенцов. После вылета из гнезда родители около недели докармливают их. Отмечено 2 пика кормления, утренний (6–8 ч) и вечерний (18–19 ч) (рисунок 2). На ход кормления оказывает влияние состояние погоды: в ветреную и дождливую погоду частота кормления снижена. В первые 2 дня жизни птенцов кормит в основном самец, а самка обогревает. В последующие дни оба родителя приносят корм примерно с одной и той же интенсивностью. Площадь охотничьего участка (n=5) составляет 7–10 тыс. м².



6 птенцов 6-дневного возраста 4 июня 1987 г.,
база полевых практик, д. Орхово

Рисунок 2 – Частота приноса корма к гнезду родителями обыкновенной горихвостки

Численность обыкновенной горихвостки в Беларуси оценивается в 40–60 тыс. пар, в регионе – 7–10 тыс. пар, численность стабильна [3]. Плотность (ос./км²) в ряде экосистем составляет: в парках – 16,5, многоэтажных кварталах – 7,2, индивидуальной застройке г. Бреста – 19,3; г. Ивацевичи – 8,5; средних селах Брестского района (Томашовка, Комаровка, Орхово) – 38,6, селах центрального Полесья – 14,6; дачных поселках (Леснянка, Березовая роща и др.) – 5,3; в широколиственно-сосновых лесах Беловежской пуши – 6,5; в сосняках мшистых Томашовского лесничества 6,7 и Беловежской пуши – 12,6 [14].

В 1980-е гг. летом в населенных пунктах Беловежской пуши было учтено 2,5 ос./км² [11]. Плотность населения обыкновенной горихвостки в 1982–2010 гг. в д. Томашовка изменялась от 14 до 38 ос./км², а в индивидуальной застройке г. Бреста была несколько ниже и варьировала от 10 до 32 ос./км² (рисунок 3).

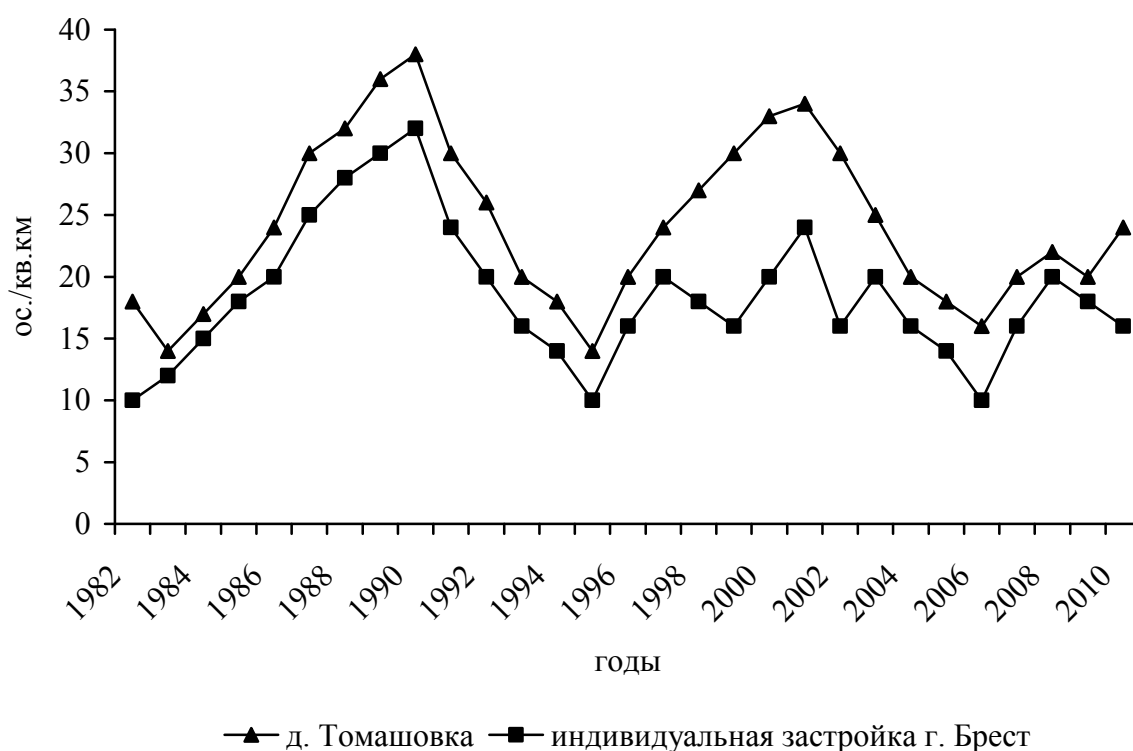


Рисунок 3 – Динамика плотности летнего населения обыкновенной горихвостки в двух экосистемах в 1982–2010 гг.

Заклучение

Обыкновенная горихвостка является обычным видом орнитофауны юго-запада Беларуси. Прилетает в регион в середине апреля, в отдельные годы в зависимости от характера весны – позже или раньше средних многолетних сроков. Птицы приступают к размножению во второй половине апреля – мае. Делают обычно одну кладку за сезон размножения. Некоторые пары в случае гибели кладки приступают к повторной. В полной кладке 5–8 голубых яиц (в среднем 6,2 шт.). Плотность населения обыкновенной горихвостки в д. Томашовка колебалась в различные годы от 14 до 38 ос./км², в районах индивидуальной застройки г. Бреста – 10–32 ос./км². Численность в юго-западной Беларуси оценивается в 7–10 тыс. гнездящихся пар и носит стабильный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федюшин, А.В. Птицы Белоруссии / А.В. Федюшин, М.С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1967. – 519 с.
2. Долбик, М.С. Ландшафтная структура орнитофауны Белоруссии / М.С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1974. – 312 с.
3. Птицы Беларуси на рубеже XXI века / М.Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Изд. Н.А. Королев, 1997. – 188 с.
4. Никифоров, М.Е. Птицы Белоруссии: справочник-определитель гнезд и яиц / М.Е. Никифоров, Б.В. Яминский, Л.П. Шкляр. – Минск : Высшая школа, 1989. – 479 с.
5. Новиков, Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных / Г.А. Новиков. – М. : Советская наука, 1953. – 502 с.
6. Равкин, Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов / Ю.С. Равкин // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск : Наука, 1967. – С. 66–75.
7. Tomiałojć, L. Podstawowe informacje o sposobie prowadzenia cenzusów z zastosowaniem kombinowanej metody kartograficznej / L. Tomiałojć // Notatki Ornitologiczne. – 1980. – Vol. 21. – № 1–4. – S. 55–61.
8. Tomiałojć, L. The combined version of the mapping method / L. Tomiałojć // Bird census work and nature conservation. – Göttingen, 1980. – P. 92–106.
9. Птушкі Еўропы / агульны рэд. М.Я. Нікіфараў. – Варшава : Навуковае видавцтва ПВН, 2000. – 350 с.
10. Дацкевич, В.А. Сезонное развитие явлений природы в Беловежской пуще (1946–1969) / В.А. Дацкевич // Заповедники Белоруссии. – Минск : Ураджай, 1977. – Вып. 1. – С. 5–23.
11. Дацкевич, В.А. Исторический очерк и некоторые итоги орнитологических исследований в Беловежской пуще (1945–1985) / В.А. Дацкевич. – Витебск : ВГУ, 1998. – 115 с.
12. Мальчевский, А.С. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий / А.С. Мальчевский, Ю.П. Пукинский. – Л. : ЛГУ, 1983. – Т. 2. – 504 с.
13. Птицы Советского Союза : в 6 т. / Г.П. Дементьев [и др.]; под общ. ред. Г.П. Дементьева. – М. : Советская наука. – Т. 5. – 803 с.
14. Абрамова, И.В. Структура и динамика населения птиц экосистем юго-запада Беларуси / И.В. Абрамова. – Брест : Изд-во БрГУ, 2007. – 208 с.

Abramova I.V., Gaiduk V.E. The Ecology of PHOENICURUS PHOENICURUS L. (TURDIDAE, PASSERIFORMES) in South-West Belarus

Phoenicurus phoenicurus in south-western Belarus is nesting flight transit migratory species. They fly to the region in April, approximately on April 14. Autumn migration is in September-the first decade of October. Nesting period lasts from the second decade of April till the end of July. The population of Phoenicurus phoenicurus in the region was 7 000–10 000 nesting couples in 2000–2010.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 24.11.2011

УДК 581.9(476)

А.А. Вахний, Ю.А. Демчук, А.А. Каминская

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ АГРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА УО «БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА»

Впервые приводится информация о таксономическом составе сосудистых растений, произрастающих в агробиологическом центре УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина». Флора центра содержит 788 видов сосудистых растений, объединенных в 448 родов, 115 семейств, 6 классов и 5 отделов. 6 видов включены в основной список Красной книги Республики Беларусь, а 12 – в дополнительный список растений, нуждающихся в профилактической охране. На изученной территории большое число видов флоры являются редкими для Беларуси. Кроме того, в состав флоры входят 443 адвентивных и 345 аборигенных видов. Среди жизненных форм доминируют многолетние травы (331 вид).

Введение

Изучение видового состава сосудистых растений является одной из важнейших задач ботанической науки Беларуси. Сведения по флоре конкретных территорий и служат теми «ступеньками», с помощью которых можно подойти к выполнению этой задачи. Результаты исследований, полученные при инвентаризации флоры агробиологического центра УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина» (далее – АЦ), могут стать одной из таких «ступенек».

АЦ расположен на восточной окраине г. Бреста в микрорайоне «Граевка». В настоящее время этот уникальный уголок занимает площадь около 8 га и выполняет функции регионального ботанического сада. Коллекция экзотических древесно-кустарниковых растений радует своих посетителей обилием красок и форм. Здесь можно отдохнуть душой и полюбоваться окружающей красотой, которая создавалась самоотверженным и многолетним трудом сотрудников центра. В течение долгих лет они испытывают для нашего природного региона растения различного хозяйственного уровня, преимущественно декоративные древесные интродуценты; изучают особенности их развития в новых условиях; отбирают и передают в практику лучшие образцы; ведут наглядную пропаганду ботанических знаний, например, демонстрируют возможности освоения и обогащения растительных ресурсов нашего региона, что способствует также получению некоторого представления о богатстве и разнообразии растительного мира нашей страны и всей планеты.

Научные исследования на территории центра ведутся постоянно, в том числе по изучению видового состава растений [1–3]. Цель исследований авторов – инвентаризация флоры сосудистых растений АЦ, ее таксономическая структура и биоморфологический анализ, а также выявление состава аборигенного и адвентивного компонентов флоры. Данная работа является обобщающим сообщением по флоре сосудистых растений АЦ.

Материалы и методы исследований

Материалами для выполнения работы послужили: авторские гербарные сборы; собственные описания и наблюдения, проведенные в период с 2005 г. по 2011 г.; материалы Гербария УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»; списки видов древесных растений, составленные (1992 г.) и переданные авторам быв-

шим учебным мастером Л.В. Шнитко, а также устные сведения о растениях, приобретенных центром за последнее время и предоставленные А.И. Каминским (директор АЦ) и Н.А. Груздевым (заведующий питомником древесно-кустарниковых пород); данные многолетних (более 25 лет) исследований, предоставленные Н.А. Вахний (бывший основной куратор, коллектор и хранитель Гербария БрГУ); литературные данные [1–3].

Флористические исследования проводились детально-маршрутным методом. Идентификация собранных образцов осуществлялась с использованием новейших флористических сводок и определителей [4–7]. Биоморфологический анализ флоры был проведен по системе И.Г. Серебрякова [8] с незначительными изменениями. При анализе адвентивных растений использована классификация Д.И. Третьякова [9].

Результаты исследований

В результате проведенных нами исследований, а также критического анализа имеющихся материалов, установлено, что флора сосудистых растений АЦ в настоящее время представлена 788 видами (формы не учитывались), объединенных в 448 родов, 115 семейств, 6 классов и 5 отделов. Из них к отделу *Equisetophyta* относится 4 вида (0,5%), к отделу *Polypodiophyta* – 5 (0,6%), *Ginkgophyta* – 1 (0,1%), *Pinophyta* – 36 видов (4,6%). Основу флоры составляет отдел *Magnoliophyta* – 742 вида (94,2%), включающий два класса: *Liliopsida* – 101 (12,8%) и *Magnoliopsida* – 641 вид (81,4%).

Анализ таксономического состава изученной флоры показал, что головную часть семейственно-видового спектра возглавляют *Asteraceae* (86 видов) и *Rosaceae* (75 видов) – (20,4% видового списка). Далее следуют *Poaceae* и *Fabaceae* – 50 и 38 видов соответственно (в сумме 11,1% флоры) (таблица).

Таблица – Количественный состав 10 ведущих семейств и 10 ведущих родов флоры сосудистых растений агробиологического центра УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Семейство	Число видов	% от общего числа видов	Число родов	Роды	Число видов	% от общего числа видов
<i>Asteraceae</i>	86	10,9	56	<i>Salix</i>	11	1,4
<i>Rosaceae</i>	75	9,5	31	<i>Acer</i>	9	1,1
<i>Poaceae</i>	50	6,3	35	<i>Ranunculus</i>	8	1,0
<i>Fabaceae</i>	38	4,8	23	<i>Populus</i>	7	0,9
<i>Brassicaceae</i>	32	4,1	26	<i>Pinus</i>	7	0,9
<i>Lamiaceae</i>	29	3,7	18	<i>Rumex</i>	7	0,9
<i>Caryophyllaceae</i>	25	3,2	15	<i>Trifolium</i>	7	0,9
<i>Apiaceae</i>	22	2,8	21	<i>Veronica</i>	7	0,9
<i>Scrophulariaceae</i>	18	2,3	8	<i>Juniperus</i>	7	0,9
<i>Polygonaceae</i>	18	2,3	7	<i>Spiraea</i>	7	0,9
Всего	393	49,9	240		77	9,8

Оставшиеся 6 семейств: *Brassicaceae*, *Lamiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Apiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Polygonaceae* – включают от 18 до 32 видов, в сумме 144 вида (18,4% всей флоры). Виды, входящие в 10 ведущих семейств, объединены в 240 родов (53,57% от общего числа родов).

К числу наиболее крупных родов можно отнести следующие 10: *Salix* (11); *Acer* (9); *Ranunculus* (8); *Pinus*, *Populus*, *Rumex*, *Trifolium*, *Veronica*, *Juniperus*, *Spiraea* – по 7 видов. В целом ведущие роды включают 77 видов (9,8% от общего числа видов).

По нашим данным, в составе анализируемой флоры насчитывается 18 видов (2,28% от общего количества видов) растений, внесенных в Красную книгу Беларуси [10]. Из них 6 из основного (*Allium schoenoprasum* L., *Cypripedium calceolus* L., *Hedera helix* L., *Lilium martagon* L., *Osmunda regalis* L., *Polypodium vulgare* L.), а 12 видов из дополнительного списка (*Anthericum ramosum* L., *Aquilegia vulgaris* L., *Campanula persicifolia* L., *Daphne mezereum* L., *Digitalis grandiflora* Mill., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort., *Geranium phaeum* L., *Hepatica nobilis* Mill., *Matteucia struthiopteris* (L.) Tod., *Primula veris* L., *Thalictrum minus* L.).

Биоморфологический анализ показал, что среди растений, произрастающих на территории АЦ, преобладающей жизненной формой являются травянистые растения (533 вида), составляющие 67,6%, среди которых большая часть – поликарпические травы – 331 вид (42%). Значительное участие в сложении флоры принимают монокарпические травы – 202 вида (25,6%). Среди монокарпиков большинство относятся к однолетним – 166 видов (21%). Группа древесных растений представлена 255 видами (32,4%), из которых деревьев насчитывается 124 (15,7%), кустарников – 116 (14,7%), кустарничков – 4 (0,5%), лиан – 8 (1,0%), полукустарников – 3 вида (0,4%).

В составе флоры сосудистых растений АЦ преобладает фракция адвентивных видов – 443 (56,2% от общего числа видов), аборигенный компонент насчитывает 345 видов (43,8%) и представлен преимущественно травянистыми растениями.

Среди адвентов можно отметить редкие и очень редкие виды, такие как *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach, Maxim., *Acer mono* Maxim., *A. tegmentosum* Maxim., *Alcea rugosa* Alef., *Amaranthus hybridus* L., *Anthriscus caucalis* Bieb., *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub, *Geranium molle* L., *Ginkgo biloba*, *Gymnocladus dioica* (L.) C. Koch, *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey., *Lonicera involucrata* Banks., *Maclura pomifera* (Rafin.) Schneid., *Magnolia hypoleuca* Sieb., *Metasequoia glyptostoboides* H. Huet W.C. Cheng, *Micromela alnifolia* (Sieb. et Zucc.) Kochne, *Pterocarya pterocarpa* (Michx.) Kunth et J. Jlynsk., *Pterostyrax hispida* Sieb. et Zucc., *Quercus imbricaria* Michx., *Q. pubescens* Willd., *Robinia viscosa* Vent., *Sedum album* L., *Shepherdia argentea* (Pursh) Nutt., *Staphylea colchica* Stev., *Styphnolobium japonicum* (L.) Schott., *Taxodium distichum* (L.) C.M. Rich., *Vaccinium corymbosum* L., *Viburnum lentago* L. и другие.

Заключение

Таким образом, флора сосудистых растений агробиологического центра УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», выявленная в процессе инвентаризации, является весьма богатой и разнообразной. Ее флористический состав в настоящее время насчитывает 788 видов, из которых 443 адвентивных и 345 аборигенных видов. В составе флоры 18 относятся к охраняемым, а значительная часть – к редким и очень редким видам. Преобладающей жизненной формой растений, произрастающих на территории центра, являются травянистые растения (533 вида), среди которых большая часть – поликарпические травы (331 вид). В сложении флоры АЦ значительное участие принимают также монокарпические травы (202 вида). Последнее свидетельствует о значительном антропогенном воздействии на анализируемой территории. Древесные растения представлены 255 видами, из которых 124 – деревья, 116 – кустарники, 4 – кустарнички, 8 – лианы, 3 – полукустарники. Большая часть древесных растений является интродуцентами (208 видов). Из них практический интерес представляют «беглецы из культуры» – интродуценты, посаженные на коллекционные участки и находящиеся в разной степени натурализации. Это такие виды, как *Clematis*

vitalba L., *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt., *Morus alba* L., *Corylus maxima* Mill., *Juglans regia* L., *Paeonia arborea* Donn., *Ribes alpinum* L., *R. aureum* Pursh, *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Rubus odoratus* L., *Sorbus aria* (L.) Crantz, *S. x intermedia* (Ehrh.) Pers., *Malus prunifolia* (Willd.) Borkh., *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, *Cydonia oblonga* Mill., *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch, *Aronia mitschurinii* A. Skvorts. et Maitull., *Crataegus submollis* Sarg., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *Padus maakii* (Rupr.) Kom., *P. serotina* (Ehrh.) Borkh., *P. virginiana* (L.) Mill., *Cerasus pensylvanica* Loisel., *C. tomentosa* (Thunb.) Wall., *C. vulgaris* Mill., *Amygdalus nana* L., *Robinia villosa* Vent., *Ptelea trifoliata* L., *Acer campestre* L., *A. mono* Maxim., *A. pseudoplatanus* L., *A. saccharinum* L., *A. tataricum* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Celastrus orbiculata* Thunb., *Partenocyssus quinquefolia* (L.) Planch., *Symphoricarpos rivularis* Suksdorf, *Lonicera caprifolium* L., *Viburnum lantana* L., *V. lentago* L. и другие.

«Беглецы из культуры» могут быть использованы в практике озеленения как самого АЦ, так и для пополнения видового состава растений в городском озеленении, а также для реализации населению, что поможет достойно украсить городские улицы, скверы, парки и приусадебные участки.

Результаты исследований, полученные авторами, могут быть использованы при написании фундаментального издания «Флора Беларуси», подготовке определителей, сводок различного уровня, для учебной и исследовательской работы в области систематики растений, дендрологии, флоры и растительности, а также в области охраны природы и мониторинга окружающей среды.

Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам лаборатории флоры и систематики растений ИЭБ имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси Д.И. Третьякову и Д.В. Дубовику за оказанную помощь в идентификации ряда видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вахний, А.А. Дикорастущие травянистые растения агробиологического центра Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина / А.А. Вахний, Ю.А. Демчук // Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2011. – № 2. – С. 34–39.
2. Вахний, А.А. Таксономический анализ травянистых растений агробиологического центра УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина» / А.А. Вахний, Ю.А. Демчук // Биомониторинг состояния природной среды Полесья (Беларусь – Украина – Россия) : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф.; Брест, 10–11 ноября 2011 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина; под общ. ред. А.Н. Тарасюка. – Брест : Альтернатива, 2011. – С. 111–114.
3. Зеркаль, С.В. Ботаническая коллекция агробиологического центра БрГУ имени А.С. Пушкина / С.В. Зеркаль, А.П. Колбас, Н.Ю. Колбас // Вучоныя запіскі Брэсцкага дзярж. ўн-та імя А.С. Пушкіна. – Т. 3., Ч. 2. – Брэст, 2007. – С. 117–133.
4. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья-95, 1995. – 990 с.
5. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В.И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
6. Цвелев, Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) / Н.Н. Цвелев; Российская академия наук, Ботанический институт имени В.Л. Комарова. – СПб. : Изд-во СПХФА, 2000. – 781 с.

7. Антипов, В.Г. Декоративная дендрология / В.Г. Антипов. – Минск : Дизайн ПРО, 2000. – 280 с.
8. Серебряков, И.Г. Экологическая морфология растений: жизненные формы покрытосеменных и хвойных / И.Г. Серебряков. – М. : Высшая школа, 1962. – 378 с.
9. Третьяков, Д.И. Адвентивная фракция флоры Беларуси и ее становление / Д.И. Третьяков // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики : материалы IV рабочего совещания по сравнительной флористике, Березинский биосферный заповедник, 1993. – СПб. : НИИХ СПбГУ, 1998. – С. 250–259.
10. Красная книга Республики Беларусь : Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / Гл. редколлегия: Л.И. Хоружик (предс.) [и др.]. – Минск : БелЭН, 2005. – 456 с.

Vakhniy A.A., Dziamchuk J.A., Kaminskaja A.A. The Taxonomical Structure of Vascular Plants of Agrobiological Centre of Brest State University Named after A.S. Pushkin

The information of the taxonomical structure of vascular plants growing in the agrobiological centre of Brest University named after A.S. Pushkin is given for the first time. The flora of the centre numbers 788 species of vascular plants combined into 448 species, 115 families, 6 classes and 5 sections. 6 species are included into the basic list of the Red Book of the Republic of Belarus and 12 species are included into the preventive preservation list. On the researched territory great a great number of flora species are rare for Belarus. Besides that the structure of the flora composes of 443 adventive and 345 local species. The perennial plants predominate (331 species).

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 26.10.2011

УДК 574:539.1

А.А. Дворник

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА В ОЦЕНКЕ ПОСТУПЛЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В ДРЕВЕСИНУ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Изучены закономерности поступления ^{137}Cs в древесину сосны обыкновенной. В статье приводятся расчетные данные о динамике коэффициентов перехода на ближайший и отдаленный периоды. Прогноз показывает, что для древесины сосны период полуснижения поступления цезия-137 составляет 15–20 лет. На основании модельных расчетов разработаны две схемы определения уровней загрязнения древесины.

Введение

В течение длительного времени после аварии на Чернобыльской АЭС лесные экосистемы сохраняют высокий уровень радиоактивного загрязнения. Любая экосистема при воздействии на нее антропогенных факторов стремится к равновесному состоянию. Это фундаментальное правило экологии находит отражение в *принципе Ле Шателье – Брауна*: *при внешнем воздействии, выводящем систему из устойчивого равновесия, это равновесие смещается в направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется* [1].

Так, миграция радионуклидов в компонентах этих экосистем проходит несколько динамических стадий: от накопления до стабилизации и постепенного снижения. Направление миграции элементов в биогеоценозах зависит как от их природы, так и от почвообразовательных процессов. Радионуклиды либо фиксируются и накапливаются в почве, либо мобилизуются и выносятся с поверхностными и почвенными водами, лесной и луговой растительной продукцией. Таким образом, радионуклиды возвращаются обратно на поверхность почвы.

Долговременное поведение радионуклидов в естественных экосистемах трудно предсказать из-за изменения скорости вертикальной миграции и их биологической доступности со временем. Анализ процессов миграции радионуклидов дает важную информацию, необходимую для прогнозирования уровней загрязнения, изменений скоростей миграции и т.д. Качественный прогноз возможен только на основании математического моделирования.

Целью настоящего исследования является численная оценка закономерностей поступления изотопа ^{137}Cs в компоненты сосновых лесных насаждений и построение на ее основе схем определения уровней загрязнения древесины.

Материалы и методы

Объектом исследования являются лесные экосистемы, загрязненные в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Опытный объект расположен в районе населенного пункта Крюки Брагинского района Гомельской области на расстоянии 20 км от ЧАЭС. В качестве пробной площади был выбран наиболее распространенный в районах аварийных выбросов ЧАЭС сосняк мшистый.

Сосняк мшистый расположен на дерново-подзолистой оглеенной внизу песчаной почве, на водно-ледниковых связных песках, сменяемых рыхлыми песками с глубины 0,4 м. Некоторые таксационные характеристики пробной площади «Крюки» приведены в таблице 1.

Агрохимические показатели корнеобитаемого слоя почвы (0–15 см) пробной площади указывают на кислую реакцию среды ($\text{pH KCL} = 4,0$). Количество фосфора $\text{P}_2\text{O}_5 - 3,85 \text{ мг/100 г почвы}$, калия $\text{K}_2\text{O} - 1,18 \text{ мг/100 г почвы}$ [2; 3].

Для отбора образцов лесных почв выбирают элементарный участок леса. Определение однородности участка по радиоактивному загрязнению проводилось путем измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения на высоте 1 м и 3–4 см от поверхности почвы в 10 точках, равномерно расположенных по территории участка. Результаты измерений наносятся на схему участка.

Таблица 1 – Таксационная характеристика пробной площади «Крюки»

Характеристика	Значение
Тип леса	Сосняк мшистый
Происхождение насаждения	Культура
Состав	10С
Возраст, лет	52
Диаметр, см	20,0
Высота, м	22,3
Полнота	0,9
Запас древостоя, м^3	300
Подрост	Нет
Подлесок	<i>Sorbus acuparia</i> .L. и <i>Frangula alnus</i> Mill
Тип почвы	Дерново-подзолистая, песчаная
Тип увлажнения	Автоморфный
Плотность загрязнения ^{137}Cs , кБк/м^2	2587,6

Однородным по радиоактивному загрязнению считается участок, на котором минимальное и максимальное значения МЭД не отличаются от среднего более чем на 50%, в противном случае участок разделяется на более мелкие участки, однородные по радиоактивному загрязнению [4].

Отбор проб почвы проводится с живым напочвенным покровом и лесной подстилкой стандартным пробоотборником почвы на глубину 200 мм по углам площадки размером $50 \times 50 \text{ м}$, закладываемой в наиболее характерном для данного участка месте. Образцы почвы отбирались цилиндрическим буром диаметром 5 см до глубины 20 см. Образцы лесной подстилки отбирались на каждой пробной площади в шести точках квадратным пробоотборником размером $20 \times 20 \text{ см}$. Подстилка разделяется на неразложившуюся, находившуюся над слоем мха, и полуразложившуюся, находившуюся в толще мха до минерального слоя почвы. Одинаковые по глубине слои смешивались, и таким образом готовились смешанные образцы почвы [5].

На этапе пробоподготовки почвенные образцы высушиваются до воздушно-сухого состояния при температуре 105°C . После сушки из пробы удаляют части растений и камешки размером более 1 см, затем пробу перемешивают и просеивают через металлическое сито. Подготовленный материал рекомендуется озолить до полного разложения органических веществ путем сжигания в муфельной электропечи при температуре от 400 до 450°C . Из подготовленной пробы методом квартования отбирали на-

вески, заполняя ими измерительные кюветы с максимально возможным уплотнением материала. Далее проба проверялась на однородность.

Почвенные и растительные образцы измерялись в воздушно-сухом состоянии. Измерения проводились с использованием гамма-спектрометра CANBERRA с полупроводниковым детектором Ge(Li) расширенного энергетического диапазона. Геометрия измерений: сосуд Маринелли объемом 1 л; цилиндрический сосуд диаметром 7 см, высотой 3,2 см, «дента». Полученные данные использовались для оценки поступления радиоактивного изотопа ^{137}Cs в древесину сосны обыкновенной.

Результаты и их обсуждение

Интенсивность поступления цезия-137 в древесные растения определяется рядом факторов: распределением ^{137}Cs по почвенному профилю, вертикальным распределением корневых систем в почве, содержанием биологически доступных форм ^{137}Cs в различных слоях почвенного горизонта.

Важнейшим этапом в определении уровней загрязнения древесины сосны является оценка экспериментальных данных о накоплении и распределении радионуклидов по компонентам соснового фитоценоза. Такая оценка проводится на основании рассчитанных коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в различные компоненты сосны, а также их зависимости от возраста насаждений.

Древесина представляет собой хозяйственно ценную часть сосны и является объектом изучения. При моделировании поведения радионуклидов в древесине сосновых насаждений внимание акцентировалось на возрастную динамику коэффициентов перехода цезия-137 [6].

Предложенная характеристика была описана математической функцией с использованием метода наименьших квадратов. Для анализа использовались модуль нелинейного оценивания программного пакета STATISTICA 6.1 и приложение MS Excel. Для функции получены соответствующие коэффициенты. Аналитический вид уравнений приводится ниже.

Временная зависимость коэффициентов перехода радиоизотопа ^{137}Cs в древесину сосновых насаждений дает важнейшую информацию об особенностях поступления и аккумуляции радионуклида. Анализ экспериментальных данных и данных многолетних экспериментов других исследователей показывает выраженную тенденцию к увеличению поступления радионуклида цезия-137 в древесину на протяжении 10 лет после катастрофы. Рисунок 1 показывает динамику коэффициентов перехода ^{137}Cs в древесину сосны. Как видно, максимум поступления радионуклида приходится на 9–10 годы после аварии, что соответствует 1996–1997 году. Далее следует выраженная тенденция к снижению значений коэффициентов перехода.

Зависимость значений коэффициентов перехода от времени возможно описать составной математической функцией, которая будет иметь следующий аналитический вид:

$$Y = a \cdot t^b \cdot \exp(-c \cdot t), \quad (1)$$

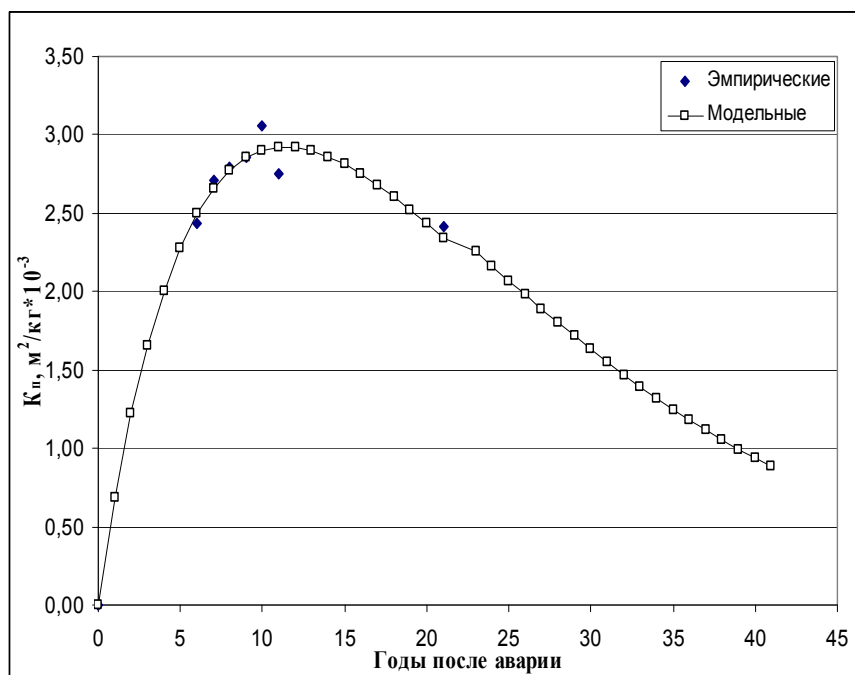
где Y – значения коэффициентов перехода, $\text{м}^2/\text{кг} \cdot 10^{-3}$;

t – время после аварии в годах;

a, b, c – коэффициенты в уравнении.

С учетом имеющихся коэффициентов уравнение принимает вид:

$$Y = 0,865 \cdot t^{0,953} \cdot \exp(-0,084 \cdot t) \quad (2)$$



**Рисунок 1 – Динамика коэффициентов перехода.
Модельные и эмпирические данные**

Валидация модели проверялась с использованием двухвыборочного F-теста на экспериментальных данных других авторов. Проверка показала, что модельные значения, полученные по приведенной выше аппроксимации, дают хорошее согласие с эмпирическими результатами (значение критерия Фишера, равное 0,41, при критическом значении $F = 0,23$).

Полученный модельный тренд позволяет провести расчет приблизительного периода полуснижения поступления цезия-137 в древесину сосны, т.е. время полупотерь из древесины за счет различных процессов, не связанных с физическим распадом. Расчет показывает, что для древесины сосны период полуснижения составляет 15–20 лет.

В настоящее время значительная часть лесных насаждений непригодна для заготовки лесной продукции из-за превышения действующих в Республике Беларусь нормативов на содержание в ней радионуклидов [7].

Особое практическое значение имеет прогнозирование уровней загрязнения древесины в сосновых насаждениях на территориях с неблагоприятной радиационной обстановкой с целью планирования лесохозяйственной деятельности на этой территории.

На основании анализа опубликованных данных и проведенных расчетов временной зависимости коэффициентов перехода были разработаны две схемы определения уровней загрязнения древесины.

Для расчетов удельной активности были выбраны следующие значения плотности загрязнения территорий: 15 Ки/км² (555 кБк/м²) и более 40 Ки/км² (более 1480 кБк/м²). Распределение удельной активности древесины сосны в зависимости от зон радиоактивного загрязнения приведено в таблице 2.

Модельные расчеты показывают, что для сосновых насаждений Беларуси динамика уровней загрязнения и, соответственно, планирование и возможность промышленного и хозяйственного использования древесины различны.

Таблица 2 – Распределение удельной активности древесины сосны в зависимости от зон радиоактивного загрязнения

Год	Удельная активность древесины сосны, кБк/кг	
	555 Бк/м ²	более 1480 Бк/м ²
1992	1385	3693
1997	1623	4328
2007	1300	3468
2012	1047	2796
2020	693	1847

Если на представленные в таблице 2 модельные расчеты уровней загрязнения наложить нормативы содержания ¹³⁷Cs в продукции лесного хозяйства [8; 9], то можно определить сроки заготовки древесины сосны различного хозяйственного назначения для двух зон радиоактивного загрязнения. Графически динамику уровней загрязнения древесины можно представить в виде рисунка 2.

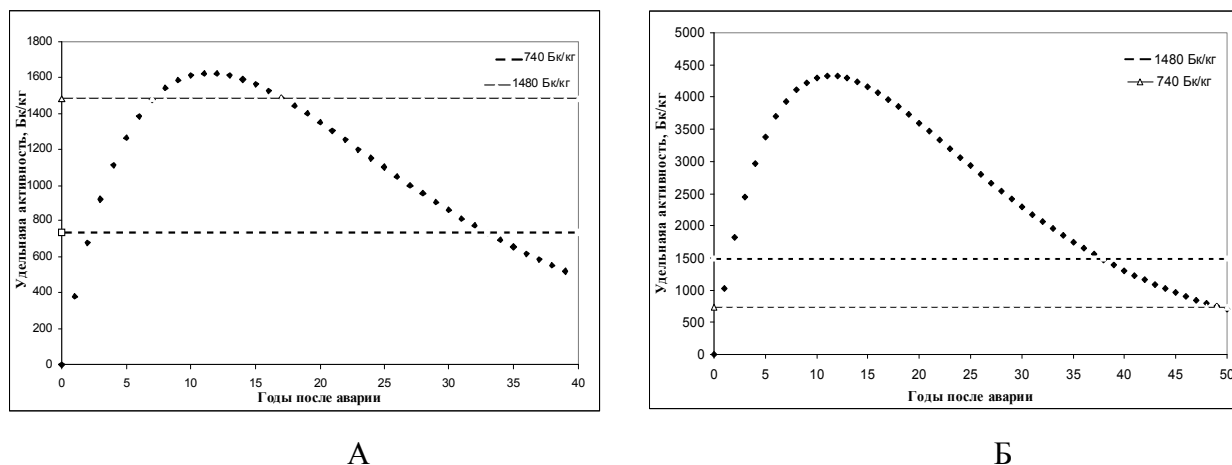


Рисунок 2 – Оценка удельной активности древесины при различных уровнях плотности загрязнения: А – 555 Бк/м²; Б – 1480 Бк/м² и более

Для пояснения можно воспользоваться нормативом допустимой концентрации ¹³⁷Cs в древесине, равным 740 Бк/кг и применяемым для пиломатериалов, изделий и деталей из древесины и древесных материалов при строительстве (внутренняя обшивка стен) жилых зданий. Рисунок 2А показывает, что заготовку древесины сосны для указанных нужд при плотности загрязнения 15 Ки/км² можно проводить через 33 года после аварии, т.е. не ранее 2019 г. Для норматива допустимой концентрации ¹³⁷Cs 1480 Бк/кг, применяемого для древесного технологического сырья, сосну (при той же плотности загрязнения) можно использовать для заготовки начиная уже с 2003 г.

Аналогично определяется период снижения удельной радиоактивности древесины при уровне плотности загрязнения, равном 40 Ки/км² и выше.

Таким образом, представленные данные также могут быть использованы для оценки потерь древесных ресурсов и экономического ущерба лесного хозяйства в зонах с неблагоприятной радиоактивной обстановкой.

Заключение

1. С использованием математической формулы (1) спрогнозирована динамика коэффициентов перехода на ближайший и отдаленный периоды после аварии.

2. На основании проведенных модельных расчетов временной зависимости коэффициентов перехода были разработаны две схемы определения уровней загрязнения древесины.

3. В результате проведенных исследований получены следующие данные:

а) для норматива допустимой концентрации ^{137}Cs в древесине 740 Бк/кг, применяемого для пиломатериалов, изделий из древесины и древесных материалов для внутренней обшивки стен жилых зданий, при плотности загрязнения 555 Бк/м² заготовку древесины сосны можно проводить через 33 года после аварии, т.е. не ранее 2019 года;

б) для норматива допустимой концентрации ^{137}Cs 1480 Бк/кг, применяемого для древесного технологического сырья, сосну (при той же плотности загрязнения) можно использовать для заготовки начиная уже с 2003 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николайкин, Н.И. Экология : учебник для вузов / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Дрофа, 2003. – 624 с.
2. Дворник, А.А. Динамика миграции радионуклидов в компонентах лесного биогеоценоза / А.А. Дворник // Творчество молодых 2008 : сб. науч. работ студентов и аспирантов УО «ГГУ им. Ф. Скорины» // М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины : в 2 ч. / редкол.: О.М. Демиденко (отв. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ имени Ф. Скорины, 2008. – С. 7–9.
3. Вильдфлуш, И.Р. Практикум по агрохимии : учеб. пособие для с.-х. вузов / И.Р. Вильдфлуш, С.П. Кукреш, С.Ф. Ходянкова; под ред. И.Р. Вильдфлуша. – Минск : Ураджай, 1998. – 270 с.
4. Голубев, Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений / Б.П. Голубев. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 336 с.
5. Инструкция по проведению обследования участков заготовки продукции лесного хозяйства или сырья, отбору и подготовке проб для контроля радиоактивного загрязнения. – Минск : Минлесхоз РБ, 1998. – 48 с.
6. Алексахин, Р.М. Миграция радионуклидов в лесных биогеоценозах / Р.М. Алексахин, М.А. Нарышкин. – М. : Наука, 1977. – 144 с.
7. Behaviour of radionuclides in natural and seminatural environments / M. Belli [et.al.]. – Brussels – Luxemburg : ECSC-EC-EAEC, 1996. – 147 p.
8. Дворник, А.А. Накопление радиоцезия в фитомассе сосновых насаждений / А.А. Дворник // Студенческая наука – 2008 : регион. науч.-практ. конф., Могилев, Беларусь, 15 апреля 2008. – Могилев, МГУ им. А.А. Кулешова, 2008. – 20 с.
9. Министерство здравоохранения Республики Беларусь. Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 в древесине, продукции из древесины и древесных материалов и прочей непищевой продукции лесного хозяйства : РДУ/ЛХ-2001. – Введ. 11.01.01. – Минск : М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2001. – 5 с.

Dvornik A.A. Usage of Mathematical Apparatus in Estimation of the Inflow of Caesium-137 in Pine Wood

A mathematical model based on the consideration of a woody plant as a living and growing organism was created. Predictions of the dynamics of contamination levels in the compartments of the phytocoenosis were calculated. The transfer activity of radionuclide reaches its theoretical maximum in 4–14 years. The value of biological transfer factor is reduced by half in comparison to the maximum within 15–20 years.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 20.09.2011

УДК 579/599+(574+908+379.84:631.2/6)

В.В. Демянчик

СТРУКТУРА КОЛОНИАЛЬНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В ЗОНАХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассматривается таксономическая и экологическая структура колониальных поселений позвоночных животных в репродуктивный период и гибернационный периоды на территории Брестской области 2000–2011 гг.

Введение

Населённые пункты формируют особые экологические условия для диких животных. Своеобразное сочетание эдафических, фитоценологических, зоотехнических, микроклиматических и техногенно-энергетических факторов принципиально вычленяет населённые пункты от их нативных аналогов – лесных, болотных и других природных территориальных комплексов.

В последние десятилетия наиболее выразительные изменения среди экосистемных комплексов Беларуси произошли именно в населённых пунктах. До настоящего времени оценка своеобразия в населённых пунктах юго-запада Беларуси наиболее значимой по компактной концентрации биомассы и средообразованию категории животного мира – колоний и агрегаций позвоночных животных, не проводилась. Цель работы – оценка таксономической и экологической структуры, выяснение современных тенденций колоний и агрегаций (репродуктивных и зимовальных) позвоночных в зоне населённых пунктов Брестской области.

Материал и методы

Исследования проведены в Брестской области в 2000–2011 гг. экологическими, социологическими, картографическими методами. Анализировались литературные и ведомственные источники. Модельные территории: города Брест, Пинск, Жабинка, Лунинец, Барановичи, Высокое; деревни Орхово, Томашовка, Выгонощи; всего 23 населённых пункта.

Использованы топографические карты и планы 2000–2011 гг. 1: 100000, 1:50000, 1:10000 и фотопланы местности в геоинформационной системе *Google Earth*.

Изучено 0,9 тыс. колониальных поселений позвоночных в летне-весенний и зимний сезоны на модельных и иных селитебных территориях во всех 16 административных районах Брестской области. Зоны населённых пунктов включают земли населённых пунктов, входящие в их черту, и прилегающие полосы межселенных земель до 0,5 км от черты (крайней усадьбы) населённого пункта.

Результаты и обсуждение

В зонах населённых пунктов позвоночные животные обитают как в одиночных, так и в колониальных поселениях. Методологические подходы по выделению колониальных поселений (колоний облигатных и факультативных, агрегаций облигатных и факультативных) подробнее рассмотрены в специальной работе [1]. Биотопический статус видов позвоночных животных (таблица 1) установлен по основному биотопу рождения, яйцекладок и обитания молодняка до стадии его полной самостоятельности (на основании литературных источников [2–9] и личных исследований).

К синантропным отнесены виды, размножающиеся в сооружениях человека. В отдельных случаях виды имеют двойной биотопический статус, например, ушан бурый, колонии которого обитают и в сооружениях человека, и в дуплах деревьев за пределами населенных пунктов [3–9]. К синантропным отнесены и виды, размножающиеся в дуплах деревьев, но известные в регионе только на территории населенных пунктов (ночница Наттерера). К синантропным отнесены также виды амфибий, у которых нерестилища, летние и зимние биотопы в условиях юго-запада Беларуси более чем на 80% сконцентрированы в черте населенных пунктов, на их окраинах, а также в техногенных биотопах (гидротехнических сооружениях, дамбово-дорожных объектах, буртах). К этой категории отнесены камышовая и зеленая жабы, образующие зимовальные скопления.

Результаты изучения таксономической и общей экологической структуры показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Репродуктивные, гибернационные колонии и агрегации позвоночных животных в зонах населенных пунктов юго-запада Беларуси в 2000–2011 гг.

Виды животных и биотопический статус	Репродуктивные колонии и агрегации		Гибернационные (зимовальные) колонии и агрегации	
	Состав	Тренд	Состав	Тренд
1. Ночница водяная <i>Myotis daubentonii</i> , Л, С	Ко	р	Кф	с
2. Ночница прудовая <i>Myotis dasycneme</i> , С	Ко ?	с	Аф	у
3. Ночница Наттерера <i>Myotis nattereri</i> , С	Ко	с	Аф	с
4. Ночница усатая <i>Myotis mystacinus</i> , С	Ко	с	–	–
5. Ночница Брандта <i>Myotis brandtii</i> , С	Ко	р	–	–
6. Ушан бурый <i>Plecotus auritus</i> , Л, С	Ко	с	Аф	с
7. Ушан серый <i>Plecotus austriacus</i> , С	Ко	р	Аф	р
8. Широкоушка европейская <i>Barbastella barbastellus</i> , Л, С	?	?	Ко	с
9. Вечерница рыжая <i>Nyctalus noctula</i> , Л, С	Ко	р	Ко	р
10. Нетопырь-карлик <i>Pipistrellus pipistrellus</i> , С	Ко	р	–	–
11. Нетопырь лесной <i>Pipistrellus nathusii</i> , С	Ко	р	–	–
12. Нетопырь-пигмей <i>Pipistrellus pygmaeus</i> , Л, С	Ко	р	–	–
13. Кожанок северный <i>Eptesicus nilssonii</i> , С	Ко	у	Аф	у
14. Кожан поздний <i>Eptesicus serotinus</i> , С	Ко	р	Аф	с
15. Кожан двухцветный <i>Vespertilio murinus</i> , С	Ко	р	Ао	р
16. Мышь-малютка <i>Micromys minutus</i> , СЛ	Аф	с	Аф	с
17. Мышь полевая <i>Apodemus agrarius</i> , КЛ, СЛ	Аф	р	Аф	р
18. Мышь желтогорлая <i>Apodemus flavicollis</i> , Л, КЛ	Аф*	р	Аф	р
19. Полевка обыкновенная <i>Microtus arvalis</i> , СЛ	Аф*	у	Аф	у
20. Белка обыкновенная <i>Sciurus vulgaris</i> , СЛ	Аф	р	Аф	с
21. Суслик крапчатый <i>Citellus suslicus</i> , СЛ	Ко (м)	у	Ко (м)	у
22. Крыса черная <i>Rattus rattus</i> , С	Ао	у	Ао	у
23. Крыса серая <i>Rattus norvegicus</i> , С, В	Ао	с	Ао	с
24. Мышь домовая <i>Mus musculus</i> , С, СЛ	Аф	с	Ао	с
25. Хомяк обыкновенный <i>Cricetus cricetus</i> , СЛ	Аф(м)	у	Аф(м)	у

Продолжение таблицы 1

26. Ондатра <i>Ondatra zibethicus</i> , В	Аф	у	Аф	у
27. Полевка-экономка <i>Microtus oeconomus</i> , БЛ	Аф	р	Аф	р
28. Полевка водяная <i>Arvicola terrestris</i> , В, БЛ	Аф	у	Аф	у
29. Малая поганка <i>Tachybaptus ruficollis</i> , В	Кф	р	—	—
30. Черношейная поганка <i>Podiceps nigricollis</i> , В	Ко	р	—	—
31. Большая поганка <i>Podiceps cristatus</i> , В	Аф	у	—	—
32. Большой баклан <i>Phalacrocorax carbo</i> , Л, В	—	—	Аф(м) ¹	р
33. Большая выпь <i>Botaurus stellaris</i> , В, БЛ	Аф	р	—	—
34. Малая выпь <i>Ixobrychus minutus</i> , В, КЛ	Кф	р	—	—
35. Серая цапля <i>Ardea cinerea</i> , Л, БЛ	Ко	у	—	—
36. Лебедь-шипун <i>Cygnus olor</i> , В	—	—	Ао	р
37. Белый аист <i>Ciconia ciconia</i> , С	Аф(м)	с	—	—
38. Кряква <i>Anas platyrhynchos</i> , В	Аф	р	Ао	р
39. Красногловый нырок <i>Aythya ferina</i> , В	Аф	с	Аф	р
40. Хохлатая чернеть <i>Aythya fuligula</i> , В	Ао	с	Аф	р
41. Чирок-трескунок <i>Anas querquedula</i> , В	Аф	у	—	—
42. Большой крохаль <i>Mergus merganser</i> , В	—	—	Аф	с
43. Обыкновенная пустельга <i>Falco tinnunculus</i> , Л, С	Аф	р	—	—
44. Серая куропатка <i>Perdix perdix</i> , СЛ	—	—	Ао	с
45. Фазан <i>Phasianus colchicus</i> , КЛ	—	—	Ао	с
46. Камышница <i>Gallinula chloropus</i> , В	Аф	р	—	—
47. Лысуха <i>Fulica atra</i> , В	Аф	р	Ао	р
48. Чибис <i>Vanellus vanellus</i> , БЛ	Ко(м)	у	—	—
49. Травник <i>Tringa totanus</i> , БЛ	Ко(м)	у	—	—
50. Бекас <i>Gallinago gallinago</i> , БЛ	Аф	у	—	—
51. Большой веретенник <i>Limosa limosa</i> , БЛ	Ко(м)	у	—	—
52. Малая чайка <i>Larus minutus</i> , В	Ко(м)	с	—	—
53. Озёрная чайка <i>Larus ridibundus</i> , В	Ко	р	Ао	р
54. Сизая чайка <i>Larus canus</i> , В	Ко(м)	р	Ао	р
55. Чёрная крачка <i>Chlidonias niger</i> , В	Ко	у	—	—
56. Белокрылая крачка <i>Chlidonias leucopterus</i> , В	Ко(м)	у	—	—
57. Белощёкая крачка <i>Chlidonias hybridus</i> , В	Ко(м)	р	—	—
58. Речная крачка <i>Sterna hirundo</i> , В	Ко	у	—	—
59. Малая крачка <i>Sterna albifrons</i> , В	Ко	у	—	—
60. Вяхирь <i>Columba palumbus</i> , Л, С	Аф	р	Ао(м) ²	р
61. Кольчатая горлица <i>Streptopelia decaocto</i> , С	—	—	Аф	у
62. Сизый голубь <i>Columba livia</i> , С	—	—	Ао	с
63. Ушастая сова <i>Asio otus</i> , Л	—	—	Аф	р
64. Чёрный стриж <i>Apus apus</i> , С, Л	Кф	р	—	—
65. Хохлатый жаворонок <i>Galerida cristata</i> , СЛ	—	—	Аф	у
66. Рогатый жаворонок <i>Eremophila alpesris</i> , СЛ	—	—	Ао(м) ¹	у
67. Береговая ласточка <i>Riparia riparia</i> , В, СЛ	Ко	у	—	—
68. Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica</i> , С	Кф	у	—	—
69. Городская ласточка <i>Delichon urbica</i> , С	Ко	р	—	—
70. Желтая трясогузка <i>Motacilla flava</i> , БЛ	Аф	у	—	—
71. Желтоголовая трясогузка <i>Motacilla citreola</i> , БЛ	Аф(м)	р	—	—
72. Свиристель <i>Bombycilla garrulous</i> , Л	—	—	Ао	у

Окончание таблицы 1

73. Обыкновенный скворец <i>Sturnus vulgaris</i> , С, Л	Аф	с	Аф	р
74. Желтоголовый королёк <i>Regulus regulus</i> , Л	—	—	Ао	с
75. Черноголовая гаичка <i>Parus palustris</i> , Л	—	—	Ао	с
76. Буроголовая гаичка <i>Parus montanus</i> , Л	—	—	Ао	с
77. Хохлатая синица <i>Parus cristatus</i> , Л	—	—	Ао	с
78. Московка <i>Parus ater</i> , Л	Аф ¹	у	Ао	с
79. Лазоревка <i>Parus caeruleus</i> , Л, С	—	—	Ао	с
80. Длиннохвостая синица <i>Aegithalos caudatus</i> , Л	—	—	Ао	с
81. Большая синица <i>Parus major</i> , Л, С	—	—	Ао	с
82. Обыкновенная пищуха <i>Certhia familiaris</i> , Л	—	—	Аф	с
83. Обыкновенный поползень <i>Sitta europaea</i> , Л, С	—	—	Аф	с
84. Сорока <i>Pica pica</i> , КЛ, С	—	—	Аф	с
85. Ворон <i>Corvus corax</i> , Л	—	—	Аф	р
86. Галка <i>Corvus monedula</i> , С	Кф	р	Ао	р
87. Серая ворона <i>Corvus corone</i> , Л, С	Аф(м)	р	Аф	р
88. Грач <i>Corvus frugilegus</i> , С	Ко	с	Ао	р
89. Рябинник <i>Turdus pilaris</i> , Л, С	Ко	у	Ао	с
90. Домовой воробей <i>Passer domesticus</i> , С	Аф	у	Ао	у
91. Полевой воробей <i>Passer montanus</i> , С	Кф	у	Ао	у
92. Обыкновенная зеленушка <i>Carduelis chloris</i> , Л	—	—	Ао	с
93. Щегол <i>Carduelis carduelis</i> , С, Л	—	—	Ао	с
94. Чиж <i>Carduelis spinus</i> , Л	—	—	Ао	с
95. Обыкновенная чечетка <i>Carduelis flammea</i> , Л	—	—	Ао	с
96. Обыкновенный снегирь <i>Pyrrhula pyrrhula</i> , Л	—	—	Ао	с
97. Пуночка <i>Plectrophenax nivalis</i> , СЛ	—	—	Ао(м) ¹	у
98. Обыкновенная овсянка <i>Emberiza citrinella</i> , СЛ	—	—	Ао	с
99. Просянка <i>Miliaria calandra</i> , СЛ	—	—	Ао	с
100. Жаба зеленая <i>Bufo viridis</i> , В, С	—	—	Аф	р
101. Жаба обыкновенная или серая <i>Bufo bufo</i> , В	—	—	Аф	р
102. Жаба камышовая <i>Bufo calamita</i> , В, С	—	—	Аф	р
103. Чесночница обыкновенная <i>Pelobates fuscus</i> , В	—	—	Аф	р
104. Жерлянка краснобрюхая <i>Bombina bombina</i> , В	—	—	Аф	р
105. Веретеница ломкая <i>Anguis fragilis</i> , Л	—	—	Аф	с
106. Уж обыкновенный <i>Natrix natrix</i> , В	—	—	Аф	р

Примечания:

Биотопический статус видов животных: Л – лесные, КЛ – кустарниково-луговые, СЛ – сухо-дольно-луговые, БЛ – болотно-луговые, В – водно-прибрежные, С – синантропные.

Состав: Ко – колонии облигатные; Кф – колонии факультативные; Ао – агрегации облигатные; Аф – агрегации факультативные. (м) – выявлены только в прилегающих полосах; 1 – сообщение В.Т. Демянчика, 2 – сообщение В.П. Прокопчука.

Тренды: р – рост количества колоний и агрегаций; с – относительно стабильное количество колоний и агрегаций; у – уменьшение количества колоний и агрегаций.

В населенных пунктах выявлены колонии и агрегации 106 видов, в том числе млекопитающие – 27, птицы – 72, рептилии – 2, амфибии – 5. Среди них облигатные колонии формируют 34 вида, факультативные колонии – 6 видов, облигатные агрегации – 37 видов, факультативные агрегации – 48 видов.

Наибольшее число видов (45), образующих колонии и агрегации, характерно для зимнего периода. В этот сезон в регионе 30 видов птиц (щегол, обыкновенная зеленушка и др.) формируют колониальные скопления, которые нехарактерны для них в гнездовой период. Число видов увеличивается и за счет зимующих и кочующих видов (гаички, зеленушка обыкновенная, чиж, лазоревка, свиристель и др.). Исключительно зимние колониальные скопления в форме агрегаций, в основном в техногенных станциях, установлены у амфибий и рептилий. Эта черта их биологии для региона ранее не акцентировалась [7; 8]. При этом амфибии и рептилии на известных нам групповых зимовках концентрировались главным образом в техногенных станциях: гидротехнических сооружениях (Беловежская пуца), постоянных картофельных ямах (Ивацевичский район), подвальных помещениях жилищной и общественной застройки (Барановичский район, г. Брест) и т.п. Небольшие зимовальные агрегации зеленой жабы встречаются и в центральных зонах больших городов, например, в районе главного корпуса БрГУ имени А.С. Пушкина. Отдельные виды рептилий формируют наиболее концентрированные зимовальные агрегации именно в техногенных станциях: уж обыкновенный в железобетонном хранилище ядохимикатов и минеральных удобрений, численностью около 100 особей (Брестский район, д. Томашовка).

Биотопическая структура видов, образующих колониальные и агрегационные поселения, показана на рисунке 1.

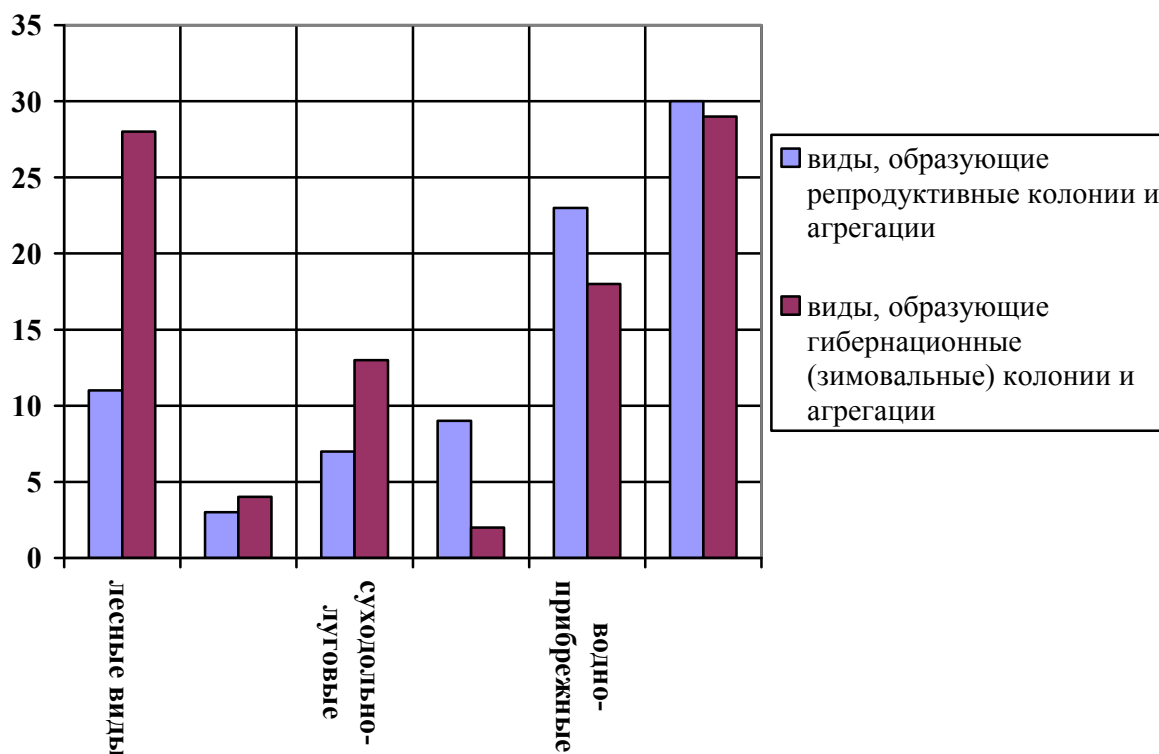


Рисунок 1 – Биотопическая структура колоний и агрегаций

Виды-синантропы представлены наиболее широко: как образующие репродуктивные колонии и агрегации, так и образующие гибернационные колонии – 30 и 29 видов соответственно. Лесные и водно-прибрежные биотопы также населены сравнительно высоким числом колониальных видов. Наименьшее количество характерно для болотно-

луговых и кустарниково-луговых битопов, что объясняется недостатком или небольшим числом средообразующих элементов и их относительным однообразием.

Заключение

1. В населенных пунктах выявлены колонии и агрегации 106 видов позвоночных животных, в том числе млекопитающие – 27, птицы – 72, рептилии – 2, амфибии – 5.

2. Облигатные колонии формируют 34 вида, факультативные колонии – 6 видов, облигатные агрегации – 37 видов, факультативные агрегации – 48 видов позвоночных животных.

3. Наибольшее число видов (45), образующих колонии и агрегации, характерно для зимнего периода.

4. Исключительно зимние скопления установлены у амфибий и рептилий.

В ходе сбора данных использовано консультационное содействие и устные сообщения В.Т. Демянчика, А.И. Ольгомыца, А.М. Семеняка, В.П. Прокопчука, которым автор выражает искреннюю признательность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демянчик, В.Т. Агрегированность позвоночных животных в репродуктивный период на юго-западе Беларуси / В.Т. Демянчик, В.В. Демянчик. – 2012.
2. Шнитников, В.Н. Птицы Минской губернии / В.Н. Шнитников. – М. : Типо-литогр. т-ва И.Н. Кушнеров и К^о, 1913. – 475 с.
3. Сержанин, Н.И. Млекопитающие Беларуси / Н.И. Сержанин. – Минск : Изд-во АН БССР, 1961. – 320 с.
4. Федюшин, А.В. Птицы Белоруссии / А.В. Федюшин, М.С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1967. – 520 с.
5. Никифоров, М.Е. Птицы Белоруссии : справочник-определитель гнезд и яиц / М.Е. Никифоров, Б.В. Яминский, Л.П. Шкляр. – Минск : Выш. школа, 1989. – 480 с.
6. Никифоров, М.Е. Беларуси на рубеже XXI века / М.Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Изд. Королев, 1997. – 188 с.
7. Пикулик, М.М. Земноводные Белоруссии / М.М. Пикулик – Минск : Наука и техника, 1985. – 190 с.
8. Пикулик, М.М. Пресмыкающиеся Белоруссии / М.М. Пикулик, В.А. Бахарев, С.В. Косов. – Минск : Наука и техника, 1988. – 166 с.
9. Савицкий, Б.П. Млекопитающие Беларуси / Б.П. Савицкий, С.В. Кучмель, Л.Д. Бурко. – Минск : Хата, 2005. – 320 с.

Demjanchik V.V. Structure of Colonial Settlements of Vertebrates in Regions of Human Settlements of Brest Region

The taxonomic and ecological structure of colonial settlements of vertebrates in the reproductive season and in the hibernation seasons on the territory of Brest region in 2000–2011 is considered.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 25.01.2012

УДК 579/599+(574+908+379.84:631.2/6)

В.Т. Демянчик, В.В. Демянчик

АГРЕГИРОВАННОСТЬ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В РЕПРОДУКТИВНЫЙ ПЕРИОД НА ЮГО-ЗАПАДЕ БЕЛАРУСИ

Оценивается видовой состав, особенности экологии колоний и агрегаций позвоночных животных юго-запада Беларуси. Предлагается вариант этологической классификации колониальных скоплений позвоночных животных.

Введение

Позвоночные животные являются существенным структурно-функциональным элементом природных сообществ. В структуре видового разнообразия фаунистических комплексов, энергетических потоков и информационных сетей естественных (нативных) и антропогенных экосистем агрегированные категории животного мира представляют одно из ключевых звеньев. Агрегированные категории позвоночных (колонии и иные регулярные скопления) актуальны во многих прикладных сферах природопользования. В статье изложены результаты изучения агрегированности в репродуктивную фазу и представлен вариант этологической классификации колониальных скоплений позвоночных животных.

Материал и методы

Сбор оригинальных данных проводился в ходе различных научно-исследовательских работ по изучению млекопитающих в сооружениях человека, мониторингу позвоночных на особо охраняемых природных территориях, инвентаризации объектов растительного мира в 1977–2010 гг. на территории юго-запада Беларуси (Брестская область). Использованы методы маршрутных и точечных учетов, целевых поисков, социологических опросов с уточнениями на местах, анализа топографических карт, космических снимков *Google* последнего обновления. Изучены фондовые материалы Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси. Для сравнения использованы литературные источники [1–10]. Селитебные природно-территориальные комплексы (ПТК) – земли в черте населенных пунктов или сооружения человека за ее пределами. Нативные ПТК – иные земли. Выявлено 5,5 тыс. колониальных скоплений 78 видов наземных позвоночных в репродуктивные периоды (апрель–август).

Результаты и обсуждения

Теме колониального поведения животных и экологии колониальных видов посвящено большое число публикаций, включая классические работы нобелевских лауреатов Н. Тинбергена и К. Лоренца. На фоне этого библиографические источники по агрегированности позвоночных на уровне региональных видовых комплексов в Восточной Европе найти не удалось. Более того: энциклопедические источники и классические сводки по экологии не признают понятия «колония» в отношении позвоночных [7], хотя зарубежные и отечественные зоологи вполне справедливо и достаточно активно используют понятия «колонии», «полуколонии», «агрегации» в данном контексте [1–5; 9–10]. Колониями считаются устойчивые регулярные скопления животных, извлекающие от такого проживания определенные выгоды [8].

В нашем представлении колонии позвоночных животных – этологически организованные, топически компактные и фенологически стабильные группировки особей, существующие на протяжении всей фазы выведения потомства или зимовки в одной

местности. Для позвоночных региона характерны относительно хорошо выраженные этологически репродуктивные и гibernационные колонии. В зависимости от степени выраженности в местных популяционных группировках конкретного вида выделяются облигатно-колониальные виды (городская ласточка) и факультативно-колониальные виды (большая выпь). Соответственно колонии в зависимости от числа совместно поселяющихся видов делятся на поливидовые и моновидовые.

Проблемный характер в классификационном отношении представляют сообщества животных, в целом соответствующие понятию колоний, но весьма неустойчивые по времени и пространству, например, концентрированные ночевки стай скворцов в одном и том же месте или скопления водоплавающих на зимовке. Поэтому такие скопления обозначаются понятием «агрегация» (облигатная или факультативная), репродуктивные, миграционные, трофические – скопления на обильных кормах-свалках, подкормочных площадках и т.п., ремизные – скопления на ограниченной акватории при замерзании водоемов, скопления на пойменных гривах в половодье.

Ключевое значение в экологии позвоночных имеет репродуктивный период – фенологическая фаза выведения потомства от появления на свет до периода активного самостоятельного кормодобывания молодыми особями. Виды, для которых установлены колонии, в эту фазу жизни в условиях юго-запада Беларуси представлены в таблице 1.

В некоторых случаях определенность местоположения колоний или агрегаций неоспорна. К примеру, если отдельно стоящее вне населенного пункта здание насосной станции с колонией городской ласточки или действующий мост с группировкой сизого голубя сохранили техническую специфику и номинальный эксплуатационный режим, то объект был отнесен к селитебным экосистемам. Экологическую специфику имеют поселения некоторых видов грызунов (бобр, крысы, домовая мышь). Современные круглогодичные клановые поселения бобра по 8–20 особей на ряде мелиоративных водотоков с функционирующим каскадом плотин и разветвленной системой нор в дамбах вполне соответствуют колониям. Относить к колониям устойчивые группировки крыс, домовой мыши на животноводческих фермах, зернотоках, перерабатывающих предприятиях и складах пока нет достаточных оснований. Во всяком случае здесь нет столь выраженных поведенческих реакций на появление хищника, что характерно для бобров (громкий сигнальный всплеск одной из особей) и для иных колониальных видов. Поэтому коллективные поселения этих грызунов, а также ряда видов птиц отнесены к категории «репродуктивные регулярные или факультативные агрегации» (таблица 1). Ни к одной из категорий не отнесены нерестовые скопления рыб и амфибий по причине их скоротечности, отсутствия регулярной заботы о потомстве.

В данной статье также не рассматриваются субрепродуктивные скопления, которые образуют в регионе многие виды млекопитающих (гонные группировки, гаремные колонии) и птицы (тока куриных, ржанкообразных), которые характеризуются значительной фенологической или топической дисперсностью по отношению к непосредственно фазе выведения потомства.

Таблица 1 – Репродуктивные колонии и агрегации позвоночных животных в нативных и селитебных ПТК в репродуктивные периоды на юго-западе Беларуси в 1977–2011 гг.

Виды животных	Репродуктивные колонии, тренд			
	Нативные ПТК		ПТК населенных пунктов	
	Облигатные	Факультативные	Облигатные	Факультативные
1. Ночница водяная <i>Myotis daubentonii</i>	р		р	
2. Ночница прудовая <i>Myotis dasycneme</i>			? с	

Продолжение таблицы 1

3. Ночница Наттерера <i>Myotis nattereri</i>			с	
4. Ночница усатая <i>Myotis mystacinus</i>			с	
5. Ночница Брандта <i>Myotis brandtii</i>			р	
6. Ушан бурый <i>Plecotus auritus</i>	у		с	
7. Ушан серый <i>Plecotus austriacus</i>			р (1990-е)	
8. Широкоушка европейская <i>Barbastella barbastellus</i>	? с		?	
9. Вечерница малая <i>Nyctalus leisleri</i>	у			
10. Вечерница рыжая <i>Nyctalus noctula</i>	у		р	
11. Нетопырь-карлик <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	у		р	
12. Нетопырь Натузиуса, или лесной <i>Pipistrellus nathusii</i>			р (1990-е)	
13. Нетопырь пигмей <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	р (2000-е)		р (2000-е)	
14. Кожанок северный <i>Eptesicus nilssonii</i>			у	
15. Кожан поздний <i>Eptesicus serotinus</i>			р	
16. Кожан двухцветный <i>Vespertilio murinus</i>			р	
17. Бобр речной <i>Castor fiber</i>		р (2000-е)		
18. Белка обыкновенная <i>Sciurus vulgaris</i> **				р (2000-е)
19. Суслик крапчатый <i>Citellus suslicus</i>	у			
20. Крыса черная <i>Rattus rattus</i> **			у	
21. Крыса серая, или амбарная <i>Rattus norvegicus</i> *			с	
22. Мышь домовая <i>Mus musculus</i> **				с
23. Хомяк обыкновенный <i>Cricetus cricetus</i>		у		
24. Ондатра <i>Ondatra zibethicus</i> *		у		
25. Полевка-экономка <i>Microtus oeconomus</i> *		с		р
26. Полевка водяная <i>Arvicola terrestris</i> *		у		у
Птицы				
27. Малая поганка <i>Tachybaptus ruficollis</i>		р		р (1990-е)
28. Черношейная поганка <i>Podiceps nigricollis</i>	с (1980-е)		р (1980-е)	
29. Серощёкая поганка <i>Podiceps grisegena</i>	с			
30. Большая поганка <i>Podiceps cristatus</i> **	у			у
31. Большой баклан <i>Phalacrocorax carbo</i>	р (1990-е)			
32. Большая выпь <i>Botaurus stellaris</i> **		р (1990-е)		у (1990-е)
33. Малая выпь <i>Ixobrychus minutus</i>				р (1990-е)
34. Кваква <i>Nycticorax nycticorax</i>		р (2000-е)		
35. Большая белая цапля <i>Egretta alba</i>	р (1980-е)			
36. Серая цапля <i>Ardea cinerea</i>	р		у	
37. Белый аист <i>Ciconia ciconia</i> **		с (1990-е)		с (1990-е)
38. Кряква <i>Anas platyrhynchos</i> **		у		р (1970-е)
39. Красноголовый нырок <i>Aythya ferina</i> **		у		с (1980-е)
40. Белоглазый нырок <i>Aythya nyroca</i> **		у		
41. Хохлатая чернеть <i>Aythya fuligula</i> *	с (1980-е)		с (1980-е)	
42. Чирок-трескунок <i>Anas querquedula</i> **		у		у
43. Обыкновенный гоголь <i>Bucephala clangula</i> *		с		

Окончание таблицы 1

44. Луговой лунь <i>Circus pygargus</i>		у (1990-е)		
45. Обыкновенная пустельга <i>Falco tinnunculus</i> **				р (2000-е)
46. Камышница <i>Gallinula chloropus</i> **		с		р (1970-е)
47. Лысуха <i>Fulica atra</i> **		с		р (1970-е)
48. Чибис <i>Vanellus vanellus</i>	у		у	
49. Травник <i>Tringa totanus</i>		у	у	
50. Большой кроншнеп <i>Numenius arquata</i>	с			
51. Бекас <i>Gallinago gallinago</i>		у		у
52. Большой веретенник <i>Limosa limosa</i>	у		у	
53. Малая чайка <i>Larus minutus</i>	с		с	
54. Озёрная чайка <i>Larus ridibundus</i>	с		р	
55. Хохотунья <i>Larus cachinnans</i>	р (1990-е)			
56. Сизая чайка <i>Larus canus</i>	р (1980-е)		р (1990-е)	
57. Чёрная крачка <i>Chlidonias niger</i>	у		у	
58. Белокрылая крачка <i>Chlidonias leucopterus</i>	у		у	
59. Белощёкая крачка <i>Chlidonias hybridus</i>	р		р (1980-е)	
60. Речная крачка <i>Sterna hirundo</i>	с		у	
61. Малая крачка <i>Sterna albifrons</i>	с		у	
62. Вяхирь <i>Columba palumbus</i> **				р (2000-е)
63. Клинтух <i>Columba oenas</i> **		у		
64. Сизый голубь <i>Columba livia</i> **		с		с
65. Чёрный стриж <i>Apus apus</i>	у			р
66. Золотистая щурка <i>Merops apiaster</i>		с (2000-е)		
67. Береговая ласточка <i>Riparia riparia</i>	с		у	
68. Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica</i>				у
69. Городская ласточка <i>Delichon urbica</i>			р	
70. Желтая трясогузка <i>Motacilla flava</i> **				у
71. Желтоголовая трясогузка <i>Motacilla citreola</i> **				с (1990-е)
72. Обыкновенный скворец <i>Sturnus vulgaris</i> **		с		с
73. Галка <i>Corvus monedula</i>	у			р
74. Серая ворона <i>Corvus corone</i>		р (1980-е)		р
75. Грач <i>Corvus frugilegus</i>			с	
76. Рябинник <i>Turdus pilaris</i>		у	у (1980-е)	
77. Домовой воробей <i>Passer domesticus</i> **				у
78. Полевой воробей <i>Passer montanus</i>	у		у	

Примечания:

Тренд в 2000–2010 гг.; р – рост количества колоний; с – относительно стабильное количество колоний; у – уменьшение количества колоний; * – облигатные агрегации; ** – факультативные агрегации; в скобках указаны год или годы первых регистраций.

В результате обобщений установлены 78 видов позвоночных, для которых в репродуктивный период выражена агрегированность в форме колоний и агрегаций.

Репродуктивные колонии – одна из наиболее высокоорганизованных форм биологической структурированности животных. Как показывают данные таблицы 1, среди позвоночных региона нет репродуктивных колоний у рыб, амфибий и рептилий. За исключением дятлообразных, на уровне таксономических отрядов птиц, представленных в регионе более чем двумя гнездящимися видами, репродуктивные колонии и агрегации характерны для представителей всех отрядов.

Наиболее богат агрегировано гнездящимися видами отряд Аистообразные: среди 7 видов колонии и агрегаций характерны для шести. Относительно бедны в репродуктивный период колониальными видами Воробьинообразные: всего 12 видов среди 91 гнездящегося в регионе вида (13,2%). Среди позвоночных животных региона наиболее характерны репродуктивные колонии для млекопитающих – 19 видов (в том числе для всех 16 аборигенных видов отряда). Рукокрылым присуща высшая категория агрегированности – облигатные репродуктивные колонии. Как и у птиц (за двумя исключениями), среди млекопитающих региона в фазу выведения потомства не выражены ни колонии, ни какие-либо тенденции к устойчивой агрегированности иным образом среди хищных.

Анализ распределения видов-колонистов по экологическим категориям показывает следующие особенности.

Больше всего среди них тех видов, непосредственные места гнёзд, выводков и места кормодобывания которых территориально удалены (сегрегированны). К ним относятся все виды рукокрылых, аистовые, чайковые, стрижи, ласточки. Среди видов этой условной группы в сезон 2011 г. наиболее внушительные по дальности ежедневные кормовые прелёты прослежены в августе у большого баклана. С гнездовой колонии (устье р. Лань, Лунинецкий р-н) эти птицы кормились на оз. Бобровицкое (примерно 125 км ежедневного перелёта по прямой в одну сторону). Не меньшие по протяжённости кормовые перелёты на это же озеро совершали большие бакланы с колонии в Гродненской области.

Следует подчеркнуть, что поливидовая колония большого баклана, серой цапли и других видов (всего 9) в устье р. Лань представляют собой наиболее компактную и значительную по биомассе репродуктивную многолетнюю колонию позвоночных в Беларуси: свыше 1 000 кг/га. Отметим, что столь высокая концентрация биомассы в данной колонии объясняется преследованием большого баклана со стороны человека на рыбхозе «Полесье» и на других гнездопригодных территориях региона.

Колонии и агрегации вместе с тем также характерны и для видов животных, предельно консервативных в территориальном отношении в репродуктивный период. К этой условной группе относятся воробьи, голуби, кулики, утки, поганки.

Таким образом, по удаленности (территориальной разобщенности) стаций размножения от стаций кормления большинство видов позвоночных региона, для которых характерны репродуктивные колонии и агрегации, представляют «полярный» комплекс: стациально компактные виды и стациально дизъюнктивные виды.

Анализ распределения агрегированных видов между нативными ПТК (лесным, естественным водно-болотным, кустарниковым, луговым, пашенно-луговым) и ПТК населенных пунктов показывает следующую ситуацию. По занимаемым площадям (рассчитанным по данным энциклопедии природы Беларуси, карт Google, статистических справочников) соотношение нативных и селитебных ПТК Брестской области примерно 9,5/0,5. Соотношение агрегированных видов животных в этих ПТК: 1/1 (56 видов и 64 вида животных соответственно). Т.е. очевидна принципиальная разница и несопоставимо более высокое средообразующее значение для агрегированных видов именно селитебных ПТК.

Выявлены существенные изменения в экологии ряда видов. В 1970–1980 гг. можно было встретить колонии чёрного стрижа в естественных лесах почти в каждом административном районе Брестской области. Особенно часто небольшие группы (но всегда колонии) стрижа поселялись в высокоствольных древостоях-семенниках сосны и дуба, сохраняемых возле вырубок. В последние 8 лет, несмотря на акцентирование на полевых учётах, на всей территории Брестской области удалось выявить только три «лесные» колонии стрижа. В то же время известные в прошлом поселения стрижа в высоких зданиях: колокольнях, куполах – не отличаются высокой численностью конкретных колоний. Напротив, наиболее концентрированные колонии этого вида (по 15–30 пар в одном здании) в последние годы выявлены в невысоких зданиях (не более 3-х этажей) в г. Высокое, п. Ленинский, д. Орхово. В целом облигатные природные колонии стрижа сменились главным образом на дисперсное гнездование этого вида в сооружениях человека.

По-видимому, аналогичным реликтом колониальной формы лесного поселения следует считать удалённое на 7–10 км колониальное поселение скворца в устье р. Клетичная (Ляховичский р-н).

Резкое сокращение (особенно в 2000-е годы из-за пресса каменной и лесной куниц) установлено в дуплогнёздной популяции галки. Если в 1980-е годы в естественной пойме Припяти были известны колонии по 12–14 пар в одном дубе, то теперь они исключительная редкость.

Примером обратного порядка служит вяхирь, в процессе западноевропейского расширения «городской» популяции которого с 2006 г. в г. Бресте отмечаются агрегированные поселения этого вида (таблица 1).

Новым явлением после 1970-х годов следует признать появление в островных сосновых молодняках среди мелиорированных болот групповых поселений серой вороны и сороки по 6–18 пар с плотностью гнездования по 3 и более пары на 1 га. Аналогичные факты характерны и для ряда населённых пунктов. Скорее всего здесь имеет место переход от одиночного гнездования к агрегациям «мелиоративной» и «сельских» группировок врановых. Репродуктивные агрегации и колонии рукокрылых и птиц после репродуктивного периода рассеиваются. Исключение – оригинальная круглогодичная агрегация (колония?), выявленная у серой вороны на Выгонощанской мелиоративной системе (Ивацевичский район).

За исключением всего 4–6 случаев (в большинстве неудачных), за последние 50 лет в этом регионе ворона на гнездовании отсутствовала: из-за пресса тетеревиатника, ворона и преследования человеком. С 2005 г. в 1,5 км от деревни в полевозащитной полосе тополей одновременно загнездились 4–5 пар серой вороны и в таком количестве существуют до сего времени. Птицы при этом проявляют предельную осторожность и круглогодично держатся одной компактной группой. Такие же круглогодичные колонии выявлены также у крапчатого суслика и водяной нощницы.

Следует отметить, что подавляющее большинство репродуктивных колоний млекопитающих и птиц располагались в экотонных зонах: в пятисотметровых полосах, охватывающих типичные селитебные экосистемы (застройку, приусадебные участки), а сопредельные массивы составляли в земельно-кадастровом отношении сельскохозяйственные (пашни, сенокосы, пастбища), лесные и земли под водой.

Среди колониальных животных региона выделены 10 видов птиц, особи которых способны основывать колонию, в которой регулярно размножаются и особи других видов птиц, т.е. возникают поливидовые колонии (таблица 2). В поливидовых колониях численность вида-основателя всегда составляет не менее 2/3 общей численности всех особей разных видов в конкретной колонии. Среди видов-основателей (резидентов) поливидовых колоний выделяется озёрная чайка, в колониях которой регулярно поселя-

ются и размножаются особи до 19 других видов птиц. Среди видов-основателей абсолютно преобладают чайковые птицы.

Таблица 2 – Роль видов-основателей (резидентов) в разновидовых репродуктивных колониях позвоночных животных на юго-западе Беларуси в 1977–2010 гг.

Виды-основатели	Сопутствующие размножающиеся виды (n, примеры)		
	$\bar{X}$	max	Характерные виды
1. Серая цапля	3	8	Серая ворона, большая белая цапля, большой баклан, кваква, ушастая сова, филин
2. Белый аист	2	3	Полевой воробей, домовый воробей, белая трясогузка
3. Чибис	3	9	Травник, большой веретенник, бекас, чирок-трескунок, желтая трясогузка
4. Озерная чайка	7	19	Лысуха, камышница, кряква, красноголовый нырок, черношейная поганка, малая выпь, малая чайка, крачки
5. Речная крачка	4	9	Малая крачка, малый зуёк, белошекая крачка, камышница, бекас
6. Белокрылая крачка	6	14	Черная крачка, малая крачка, пастушок, галстучник, малый зуёк, фифи, дупель, чирок-трескунок
7. Белошекая крачка	4	10	Камышница, малая крачка, пастушок, малый зуёк, галстучник
8. Чёрная крачка	3	7	Малая крачка, малая чайка, малый зуёк
9. Сизая чайка	2	3	Малая чайка, камышница, озерная чайка
10. Грач	3	5	Серая ворона, ушастая сова, полевой воробей

Некоторые колониальные виды, устраивая крупные гнёзда, норы и плотины, создают условия для жизни особям других видов животных и являются таким образом видами-эдификаторами (таблица 3). В отличие от видов-основателей виды-эдификаторы формируют не этологическую обстановку («защитный экран» от хищников), а эдафическую среду для поселений других видов животных. Постройки видов-эдификаторов занимают другими животными, как правило, после ухода хозяев. Исключения: бобровые и аистовые постройки, где нередко наблюдается синхронное сожительство разных видов. Наибольшей эдификаторной емкостью выделяются поселения бобров, где находят условия обитания в разные времена года до 26 видов наземных позвоночных. Не менее активно используются разными животными гнёзда (или их агрегации) белого аиста.

Таблица 3 – Роль видов-эдификаторов поливидовых колоний и агрегаций позвоночных животных на юго-западе Беларуси в 1977–2010 гг.

Виды-эдификаторы	Сопутствующие виды (<i>n</i> , примеры)		
	$\bar{X}$	max	Характерные виды
1. Бобр речной	9	26	Обыкновенная жерлянка, обыкновенный уж, квакша обыкновенная, чирок-свистунок, кряква, погоньш, норка американская, горноста́й, выдра, кутора обыкновенная, лиса, волк
2. Суслик крапчатый	3	8	Серая и зеленая жабы, чесночница, ласка, полевка обыкновенная, мышь полевая, бурозубка обыкновенная
3. Хомяк обыкновенный	4	12	Жаба серая, чесночница, бурозубка обыкновенная, белобрюхая белозубка, полевка обыкновенная, мышь полевая, европейская и лесная, ласка
4. Ондатра	3	9	Уж обыкновенный, кряква, полевка-экономка, норка американская
5. Серая цапля	3	12	Серая ворона, большая белая цапля, большой баклан, кваква, ушан бурый, норка американская, енотовидная собака, лиса
6. Белый аист	2	23	Полевой и домовый воробей, скворец обыкновенный, ушан бурый, куница каменная, тетеревятник
7. Береговая ласточка	2	9	Серая и зеленая жабы, чесночница, уж, полевой воробей, крапивник
8. Городская ласточка	2	5	Полевой и домовый воробей, большая синица, обыкновенная лазоревка
9. Грач	2	6	Полевой воробей, серая ворона, сорока, ушастая сова, обыкновенная пустельга, куница каменная

Заключение

1. Агрегированность позвоночных животных в репродуктивную фазу на юго-западе Беларуси выражена облигатными и факультативными колониями и агрегациями. Колонии и агрегации образуют 78 видов позвоночных животных: 26 видов млекопитающих, 52 – птиц. Минимально агрегированы (всего один вид) хищные птицы и млекопитающие.

2. По территориальной разобщенности стадий размножения и кормления агрегированные в репродуктивный период виды животных представляют собой «полярный» комплекс из стациально компактных и стациально дизъюнктивных видов.

3. Приоритетное значение для видового многообразия агрегированных видов позвоночных представляют селитебные ПТК – для 64 видов. Абсолютно преобладающие по площади нативные ПТК имеют значение только для 56 видов позвоночных.

4. Максимальная для региона по биомассе агрегация наземных позвоночных животных представлена в устье р. Лань: свыше 1 000 кг/га.

5. Среди агрегированных в репродуктивный период 78 видов выделены 9 видов-резидентов колоний и 9 видов-эдификаторов. Круглогодичные колонии и агрегации выявлены у 3-х видов: крапчатого суслика, водяной ночки и серой вороны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шнитников, В.Н. Птицы Минской губернии / В.Н. Шнитников. – М. : Типолитограф. т-ва И.Н. Кушнеров и К^о, 1913. – 475 с.
2. Сержанин, Н.И. Млекопитающие Беларуси / Н.И. Сержанин. – Минск : Изд-во АН БССР, 1961. – 320 с.
3. Федюшин, А.В. Птицы Белоруссии / А.В. Федюшин, М.С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1967. – 520 с.
4. Никифоров, М.Е. Птицы Белоруссии : справочник-определитель гнезд и яиц / М.Е. Никифоров, Б.В. Яминский, Л.П. Шкляр // Минск : Вышэйшая школа. – 1989. – 480 с.
5. Никифоров, М.Е. Птицы Беларуси на рубеже XXI века // М.Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Изд. Королев, 1997. – 188 с.
6. Одум, Ю. Экология / Ю. Одум. – М. : Мир, 1986. – 376 с.
7. Большая советская энциклопедия : в 30 т / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М. : Сов. энцикл., 1973. – Т. 12. – С. 1341.
8. Реймерс, Н.Ф. Природопользование / Н.Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 640 с.
9. The EBCC Atlas of European Breeding Birds / T& A D Poyser. – London, 1997. – 903 p.
10. The Atlas of European Mammals / T& A D Poyser. – London, 1999 – 484 p.

Demjanchik V.T., Demjanchik V.V. Aggregations of Vertebrates in the Reproductive Season in the South-West of Belarus

The species composition, features of ecology of colonies and aggregations of vertebrates of the southwest of Belarus is estimated. The variant of ethology classification of colonial clumps of vertebrates is suggested.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 25.01.2012

УДК 616.233:616-002.954

И.И. Ефременко

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЛЕРГЕНА ТАРАКАНОВ *BLATTELA GERMANICA* И *PERIPLANETA AMERICANA*

В настоящей статье разработан метод получения аллергена из цельного таракана, фекалий и хитинового покрова (сумок оотек и крыльев) *Blattella germanica* и *Periplaneta americana*. Аллерген представляет собой прозрачную жидкость темно-коричневого цвета (для хитинового покрова – светло-коричневого); он стерилен, не токсичен, pH в пределах $7,0 \pm 0,2$. Срок годности аллергена зависит от состава экстрагирующей жидкости. При гель-хроматографии и при диск-электрофорезе в полиакриламидном геле зарегистрировано 2 фракции белковой природы, которые обладали специфической аллергенной активностью.

В результате проведенной работы получено, что оптимальные условия для проведения гель-фильтрации экстракта таракана обеспечивает экстрагирующая жидкость без фенола (с реактивом № 1) на колонке размером $1,5 \times 80$ см с использованием G-100, G-150.

Наибольшим содержанием белка обладает аллерген, приготовленный на экстрагирующей жидкости без фенола (с реактивом № 1) из цельного таракана; средней активностью – экстракт из фекалий и малым содержанием белка – экстракт из сумок оотек и крыльев, то есть хитиновый покров.

Введение

В настоящее время в мире наблюдается рост заболеваемости бронхиальной астмой [1]. По эпидемиологическим данным, от нее страдают до 5% населения земного шара. От 20% (в возрасте старше 50 лет) до 40–70% (в детском и зрелом возрастах) больных бронхиальной астмой имеют атоническую форму болезни. Длительное время основным диагностическим и лечебным аллергеном была домашняя пыль [2]. Впоследствии стали появляться данные о том, что домашняя пыль является многокомпонентной системой, в состав которой входят различные виды аллергенов: пера подушек, продукты жизнедеятельности синантропов и т.д. [3]. Домашняя пыль определяет круглогодичное течение болезни, что связано, в частности, с постоянно присутствующими в жилище человека представителями насекомых и паукообразных. Последние являются определяющими для течения атопической бронхиальной астмы [4].

В последние годы стала появляться информация о важной роли насекомых в развитии круглогодичной атопической бронхиальной астмы (АБА). Обращено внимание на тараканов как насекомых, распространенных во всех уголках мира. И частицы тела тараканов, и продукты их жизнедеятельности обладают высокой аллергенной активностью [5]. В экстрактах тел тараканов определяется до 10 белковых фракций, обладающих в той или иной степени аллергенной активностью [6]. Тем не менее только 1–3 из них вызывают реакции у 100% больных, к оставшимся фракциям сенсибилизировано от 20 до 70% [7].

Частота сенсибилизации к аллергенам таракана высока. Так, по данным Э.А. Доценко [5], до 60% больных АБА, которые были сенсибилизированы к домашней пыли, имели одновременно и гиперчувствительность к таракану. Кроме того около 10% больных АБА имели изолированную сенсибилизацию к тараканам, что было подтверждено исследованиями *in vitro* и *in vivo*. Сходные данные приводятся многими зарубежными исследователями [8].

Целью настоящей работы является выделение аллергена из тараканов (*Blattella germanica* и *Periplaneta americana*), полученного из цельного таракана, фекалий и хитинового покрова (сумок оотек и крыльев); выявление органолептических свойств аллер-

гена; изучение аллергена тараканов методами гель-фильтрации и диск-электрофореза; сравнение белковой активности аллергена двух видов синантропных тараканов: *Blattella germanica* и *Periplaneta americana*.

Материал и методы

За базисный способ экстракции аллергена таракана приняли метод Соса; аллерген также получали методом быстрого приготовления, методом длительного хранения и методом осаждения ацетоном (Н.В. Андрианова, С.М. Титова, 1970); определение белка проводили по методу Лоури, Бредфорда, Несслера (Практическая химия белка, 1989). Анализ физико-химических свойств экстракта проводили методами диск-электрофореза в 15%-ом полиакриламидном геле (ПААГ); гель-хроматографии на колонках размером 2×40 см и $1,5 \times 80$ см и сефадексами типов G-75, G-100, G-150.

Результаты исследований

Для выявления оптимальных условий экстракции нами были использованы различные варианты: во-первых, колонки двух размеров (первая размером 2×40 см, вторая – $1,5 \times 80$ см); во-вторых, разные виды сефадексов (G-75, G-100, G-150); в-третьих, для создания диссоциирующих условий использовали Tween-40; в-четвертых, использовали различные части тел таракана рыжего: тела, хитиновый покров (сумки оотек и крылья), фекалии – каждый в отдельности; в-пятых, два вида синантропных таракана: рыжего и американского; в-шестых, меняли состав экстрагирующей жидкости: с фенолом, с фенолом и Tween-40, без фенола (с реактивом № 1), без фенола (с реактивом № 1) и Tween-40, с дистиллированной водой, с дистиллированной водой и Tween-40 (таблица).

Экстракты тел и фекалий таракана, приготовленные на экстрагирующей жидкости по методу Соса, представляли собой прозрачную жидкость темно-коричневого цвета без запаха (при условиях хранения $+4^{\circ}\text{C}$ – до 2-х лет). Экстракт из хитинового покрова на экстрагирующей жидкости (с фенолом) имел такие же свойства, как у цельного, но отличался по цвету: имел светло-коричневую окраску. При исключении из экстрагирующей жидкости реактива № 2 (фенола) экстракты из тел и частей таракана свои прежние свойства не утратили, изменился лишь срок хранения: при температуре $+4^{\circ}\text{C}$ не более 2-х месяцев. В противном случае меняется окраска на более темную и появляется специфический запах. При замене экстрагирующей жидкости на дистиллированную воду срок хранения экстракта из тел и частей таракана при температуре $+4^{\circ}\text{C}$ был не более 3 суток. При добавлении к экстрагирующей жидкости (с фенолом, без фенола, с дистиллированной водой) Tween-40 существенных изменений в физико-химических свойствах и сроках хранения не наблюдали.

Для разделения белковых групп в зависимости от молекулярного веса использовали метод гель-фильтрации с применением различных видов сефадекса и колонок разных размеров.

Колонку диаметром 2 см и длиной 40 см заполняли сефадексом G-75 на 70% высоты и проводили разделение белков экстракта цельного таракана, приготовленного на стандартной экстрагирующей жидкости методом гель-фильтрации. Элюцию проводили со скоростью 1 мл в минуту, после того как внесли 0,5 мл экстракта, предназначенного для фракционирования белков, и заканчивали после сбора 500 мл объема.

Колонку калибровали, используя очищенные белки различной молекулярной массы: иммуноглобулин человека (м.в. – 160 000 Д), бычий сывороточный альбумин (м.в. – 67 000 Д), овальбумин (м.в. – 45 000 Д), лактальбумин (м.в. – 18 000 Д) производства фирмы «Биотон». На основании полученных данных строили калибровочную кривую в координатах «объем выхода – молекулярный вес» с последующим расчетом

молекулярного веса фракций, полученных после деления экстракта таракана. Из таблицы видно, что молекулярная масса белка, вышедшего в первом пике (объем – 35–60 мл), составляла 135–150 кД, а в объеме 70–120 мл она была в пределах 80–102 кД. Для гель-хроматографии использовали, с одной стороны, экстракт тараканов, приготовленный различными способами, а с другой – экстракты различных частей тела тараканов (таблица).

Нами было проведено более 60 опытов с меняющимися условиями эксперимента: выбирали оптимальный вариант экстрагирующей жидкости; размеры колонок и типы сефадексов; использовали два вида синантропных тараканов: рыжего и американского – и их составные части: фекалии, крылья и сумки оотек.

Таблица – Виды экстракции и характеристика аллергена таракана *Blattela germanica*

№ серии	Вид экстракции	Размер колоки, см	Источник аллергена	Органолептические свойства аллергена таракана	Вид геля	Число фракций белка	Объем выхода белка, мл	Молекулярная масса белка, кД	Число фракций (э/форез)
1	Экстрагирующая жидкость с фенолом	2×40	Цельный	Темно-корич. цвет, прозрач., без запаха, срок хр. – до 2-х лет	G-75	1,2	нд	нд	нд
					G-100	1 2	50 105	135 92	2
			Фекалии	Темно-корич. цвет, прозрач., без запаха, срок хр. – до 2-х лет	G-75	1,2	нд	нд	нд
					G-100	1 2	40 95	144 80	2
			Хитиновый покров	Светло-корич. цвет, прозрач., без запаха, срок хр. – до 2-х лет	G-75	1,2	нд	нд	нд
					G-100	1 2	нд	нд	нд
2	Экстрагирующая жидкость без фенола (с реак. № 1)	1,5×80	Цельный	Темно-корич. цвет, прозрач. жидк. без запаха, срок хр. – до 2-х мес.	G-100	1 2	45 120	144 80	2
			Фекалии	Темно-корич. цвета, прозрач. жидк. без запаха, срок хр. – до 2-х месяцев	G-100	1 2	40 110	148 88	2
3	Экстрагирующая жидк. с фенолом + Tween-40	1,5×80	Цельный	Темно-корич. цвет, прозрач. без запаха жидкость, срок хр. – до 2-х лет	G-100	1 2	45 120	144 80	2
					G-150	1 2	55 130	147 84	2
			Фекалии	Темно-корич. цвет, прозрач. без запаха жидкость, срок хр. – до 2-х лет	G-100	1 2	40 100	148 94	2
					G-150	1 2	нд	нд	нд
4	Экстрагирующая жидк. без фенола (с реак. № 1) + Tween-40	1,5×80	Цельный	Темно-корич. цвет, прозрач. без запаха, срок хр. – до 2-х мес.	G-100	1 2	45 110	144 88	2
					G-150	1 2	55 120	147 92	2

Продолжение таблицы

			Фекалии	Темно-корич. цвет, прозрач. без запаха, срок хр. – до 2-х мес.	G-100	1 2	45 100	146 94	2
					G-150	1 2	нд	нд	нд
5	С дистиллированной водой	1,5×80	Цельный	Корич. прозрач. жидкость без запаха, срок хр. – до 3-х суток	G-100	1 2	45 95	144 102	2
6	С дистиллированной водой + Tween-40	1,5×80	Цельный	Коричн. прозрач. жидкость без запаха, срок хр. – до 3-х суток	G-100	1 2	35 100	150 94	2
7	Экстрагирующая жидкость без фенола (с реак. № 1)	1,5×80	Цельный американский таракан	Темно-корич. цвет, прозрач. жидкость без запаха, срок хр. – до 2-х месяцев	G-100	1 2	55 115	148 94	2

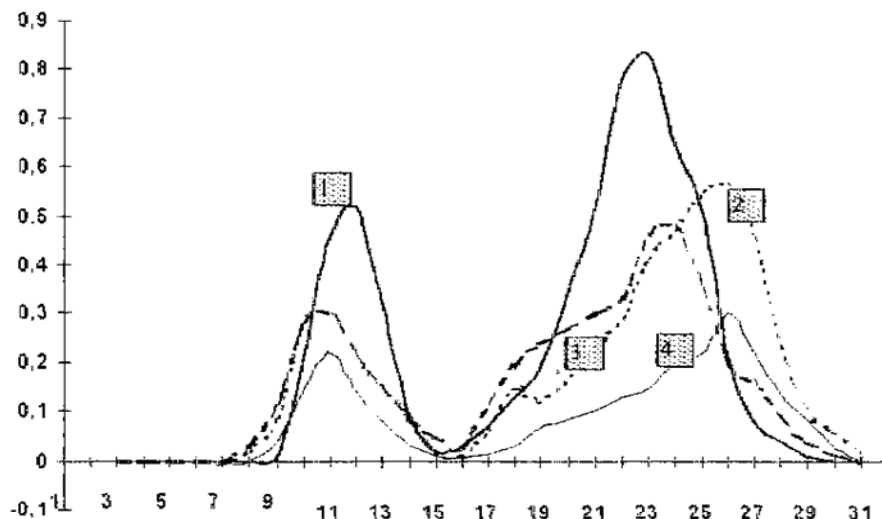
Примечание – нд – не делали.

При гель-хроматографии и при диск-электрофорезе в полиакриламидном геле нам удалось зарегистрировать только две фракции белковой природы, которые обладали специфической аллергенной активностью. Первая фракция независимо от условий проведения выходила в объеме 35–60 мл, а максимального значения она достигала в 40–60 мл. Вторая фракция наблюдалась в объеме 70–115 мл, достигая пика в 90–105 мл.

При проведении гель-хроматографии аллергена тел таракана на экстрагирующей жидкости с фенолом (G-100) наблюдали первый пик в объеме 20–40 мл; второй – в 65–120 мл (рисунок 1–1).

При использовании экстрагирующей жидкости без фенола (с реактивом № 1) наблюдали уменьшение значения результатов: первая фракция наблюдалась в 30–70 мл; вторая фракция – в 75–130 мл (рисунок 1–2). Это можно объяснить тем, что одновременно с фракцией № 2 выходил фенол, находящийся в экстрагирующей жидкости. Он-то и увеличивал значения результатов. При элюции одного раствора фенола мы получили следующую картину: выходит один пик, который начинается в объеме 70 мл, максимального значения он достигает в 100–105 мл и падает в объеме 115–125 мл.

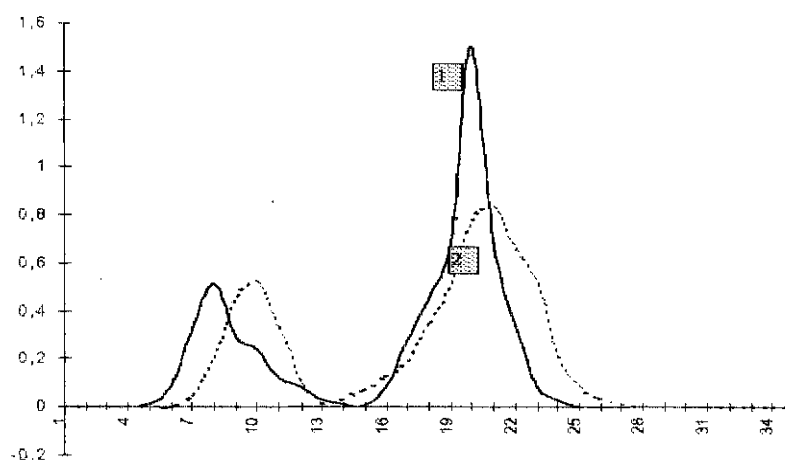
При добавлении в экстрагирующую жидкость Tween-40 (для разрыва водородных связей) мы получили также две фракции белковой природы, но пики немного «растягиваются»; значение результатов практически не изменилось и осталось схожим, как и при использовании экстрагирующей жидкости без фенола (с реактивом № 1): первый пик наблюдали в объеме 30–60 мл, второй пик – в 65–130 мл (рисунок 1–2).



По оси абсцисс – номера фракций, по оси ординат – оптическая плотность ($\lambda = 280$ нм).

1 – экстрагирующая жидкость с фенолом; 2 – экстрагирующая жидкость без фенола (с реактивом № 1); 3 – экстрагирующая жидкость с фенолом и Tween-40; 4 – экстрагирующая жидкость без фенола (с реактивом № 1) и Tween-40.

Рисунок 1 – Экстракция аллергена таракана на различных видах экстрагирующей жидкости (сефадекс G-100, колонка $1,5 \times 80$)



(По оси абсцисс – номера фракций, по оси ординат – оптическая плотность ($\lambda = 280$ нм)).

1 – экстракция на колонке 2×40 см; 2 – экстракция на колонке $1,5 \times 80$ см.

Рисунок 2 – Экстракция цельного аллергена таракана на колонках различных размеров (сефадекс G-100)

Мы меняли экстрагирующую жидкость на дистиллированную воду и, проводя серию опытов с ней, добавляли в дистиллированную воду 0,1 мл 0,001%.

При гель-хроматографии и при диск-электрофорезе в полиакриламидном геле нам удалось зарегистрировать только две фракции белковой природы, которые обладали специфической аллергенной активностью.

Для проведения ряда опытов мы использовали два вида колонок: диаметром 2 см, высотой 40 см и диаметром 1,5 см, высотой 80 см – и сефадексы типа G-75, G-100,

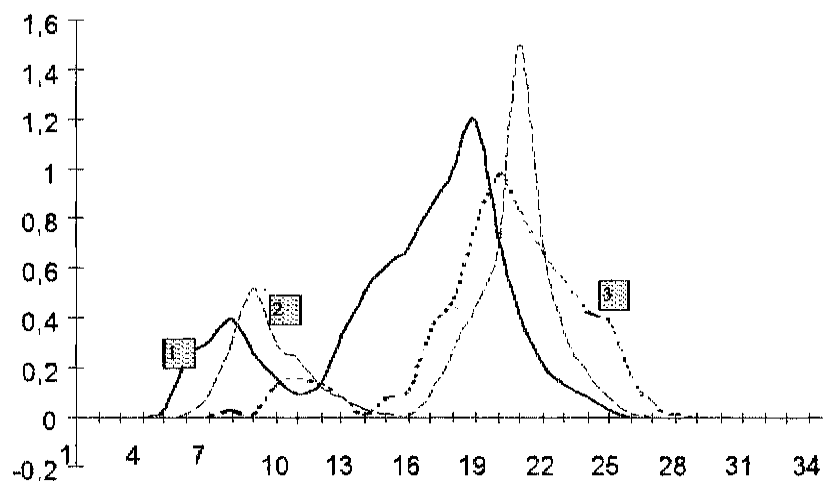
G-150. Большинство опытов (более 40) проводили на колонке диаметром 1,5 см, высотой 80 см с использованием сефадексов типа G-100, G-150. При проведении разделения белка цельного таракана с реактивом № 1 зафиксировали две фракции белковой природы. Первый пик растет с объема 40–50 мл, максимального значения он достигает в объеме 50–65 мл, падает в 70 мл. Второй пик растет с 70–75 мл объема, максимального значения он достигает в 100–130 мл и падает в объеме 140–160 мл (рисунок 2).

Для более точного определения молекулярной массы исследуемых белков нами использовались сефадексы типа G-100 и G-150. Как известно, G-100 отделяет вещество с молекулярным весом более 100 000, а G-150 – с молекулярным весом более 150 000, от веществ, имеющих меньший молекулярный вес.

При замене колонки высотой 40 см на большую размером во всех последующих опытах наблюдали смещение полученных фракций, т.к. изменялся свободный объем колонки (был 20 мл, стал 30 мл) и создавались лучшие условия для разделения белковых фракций (рисунок 3).

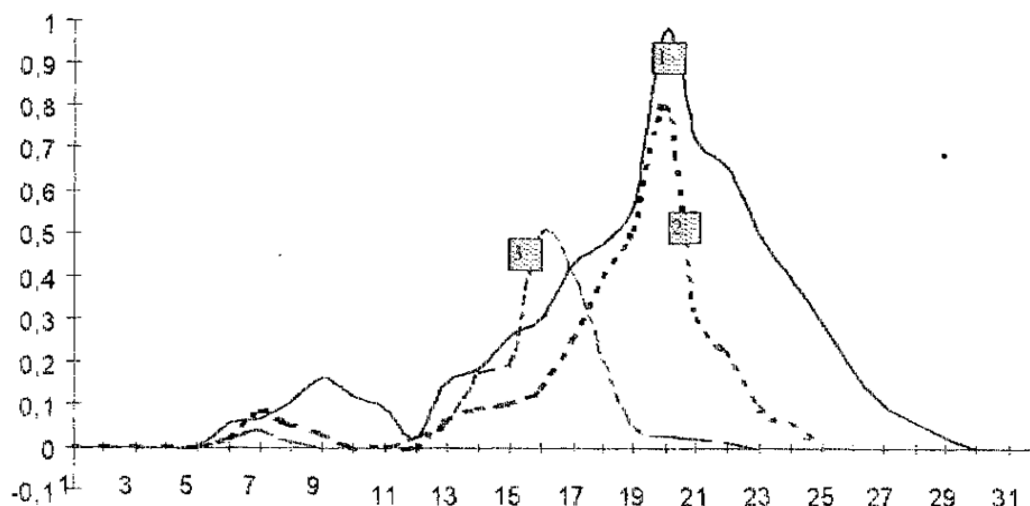
На основании вышесказанного можно сделать вывод, что самые оптимальные условия для проведения гель-фильтрации экстракта таракана обеспечивает экстрагирующая жидкость с реактивом № 1 (без фенола) на колонке длиной 80 см и диаметром 1,5 см с использованием сефадекса типа G-100, G-150.

Кроме того, для определения фракционного состава частей тела таракана использовали экстракты цельного таракана, сумки оотек и крылья таракана и фекалии (рисунок 4). При разделении белка экстракта из фекалий таракана рыжего методом гель-фильтрации были получены следующие результаты: выделили две фракции белковой природы. Первая фракция проявляется в объеме 45–54 мл, вторая фракция – в 65–120 мл (рисунок 4–2). При разделении белка из крыльев и сумок оотек таракана рыжего мы получили две фракции, обладающие аллергенной активностью. Первая фракция проявилась в объеме 30–40 мл, вторая – в 65–115 мл (рисунок 4–3).



По оси абсцисс – номера фракции, по оси ординат – оптическая плотность ($\lambda = 280$ нм).
1 – на сефадексе G-75; 2 – на сефадексе G-100; 3 – на сефадексе G-150.

Рисунок 3 – Экстракция аллергена цельного таракана с использованием различных видов сефадекса (колонка 1,5 × 80 см)



По оси абсцисс – номера фракций, по оси ординат – оптическая плотность ($\lambda = 280$ нм).

1 – экстракция цельного таракана; 2 – экстракция фекалий;

3 – экстракция хитинового покрова (крыльев и сумок оотек).

Рисунок 4 – Экстракция аллергена из различных частей таракана
(сефадекс G-100, колонка $1,5 \times 80$ см)

Если взять экстракт цельного таракана и провести разделение белковых групп методом гель-хроматографии, мы получим следующую картину: две фракции белковой природы. Первый пик растет в объеме 30–60 мл; второй пик – в объеме в 65–135 мл (рисунок 4–1).

По этим усредненным данным, можно сделать вывод, что наибольшим содержанием белка обладает аллерген, приготовленный на экстрагирующей жидкости с реактивом № 1 из цельного таракана; средним содержанием обладает экстракт из фекалий, и малым содержанием белка – экстракт из сумок оотек и крыльев, т.е. хитиновый покров (рисунок 4).

Кроме таракана рыжего из других синантропных видов нами использовался американский таракан, экстракт тела которого приготавливался на экстрагирующей жидкости № 1. И при гель-хроматографии нам удалось зарегистрировать тоже две фракции белковой природы. Первый пик имеет место в объеме 40–60 мл, второй пик регистрируется в 75–140 мл.

Усредненные данные из серии опытов свидетельствуют о том, что американский таракан и таракан рыжий обладают сходной белковой активностью.

С отдельными образцами полученных аллергенов проведены электрофоретические исследования. Для этого использовали экстракт цельного аллергена тараканов, а также фракции после гель-хроматографии на сефадексе G-100, соответствующие минимальному выходу белка (2 пика).

Анализ электрофореграмм показывает, что в препарате присутствует ряд белковых фракций. Во-первых, это фракция с небольшой молекулярной массой: белок мигрирует в области альбумина, что свидетельствует о близости молекулярных весов полученного белка и альбумина. Обращает на себя внимание наличие широкой («смазанной») полосы на старте. По всей видимости, она соответствует белку с более высокой молекулярной массой, которая движется медленнее.

Фактически эти 2 полосы и определяют основную массу белка в препарате. Тем не менее в ряде экспериментов мы выявили наличие следовых полос между двумя основными. По нашему мнению, полученные результаты не поддаются однозначной трактовке. С одной стороны, трудно представить, что при экстракции цельных тел в водную фазу переходит только 2 белка; с другой – между ними имеются слабовыраженные полосы, которые могут указывать на присутствие минорных белков, которые гель-хроматографически могут не обнаруживаться. В принципе подтверждением этому служат работы R.P. Stankus [7], где авторы описывают до девяти аллергенных компонентов в экстракте тел тараканов с молекулярной массой от 26 до 120 кД. Т.е. это принципиально тот интервал, в котором мы зарегистрировали «смазанные» полосы.

Заключение

Аллерген из тел тараканов – *Allergenium ex Blattella germanica* – представляет собой прозрачную темно-коричневую жидкость, обладающую следующими медико-биологическими и физико-химическими свойствами: он специфичен, отсутствуют неспецифические свойства, $pH=7,2\pm0,2$; содержание фенола в пределах 0,2–0,4%; при температуре хранения +4°C срок годности 2 года. Аллергены из фекалий и хитинового покрова отличаются лишь по цвету (темно-коричневый и светло-коричневый соответственно).

При выборе оптимальных условий экстракции меняли состав экстрагирующей жидкости, размеры колонок, типы сефадексов. Наиболее оптимальными условиями для проведения гель-фильтрации экстракта таракана являются: экстрагирующая жидкость без фенола (с реактивом № 1), колонка размером 1,5 × 80 см и использование сефадексов типа G-100, G-150.

При гель-хроматографии экстракт тел тараканов содержал 2 белковые фракции, обладающие аллергенной активностью. Экстракты хитинового покрова, фекалий содержат аналогичные белковые фракции, что позволяет приписать им аллергенные свойства. Содержание белка в указанных фракциях для экстрактов хитинового покрова, фекалий было ниже, чем для экстракта тел тараканов.

При сравнении двух видов синантропных тараканов: рыжего и американского – выявлено, что они обладают сходной белковой активностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богова, А.В. Аллергические заболевания / А.В. Богова // Эпидемиология неинфекционных заболеваний / под ред. А.М. Вихерта. – М., 1996. – С. 130.
2. Федосеева, В.Н. Аллергия к домашней пыли и внутрижилищные инсектные аллергены / В.Н. Федосеева [и др.]. – *Interh. J. Immunorehabilitation*. – Sept. 1997. – № 7. – Р. 153.
3. Федоскова, Т.Г. Сенсibilизация к аллергенам тараканов у больных атонической БА с гиперчувствительностью к домашней пыли : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Т.Г. Федоскова. – М., 1996.
4. Желтикова, Т.М. Разработка метода получения и изучение свойств экстракта аллергенов из клещей амбарно-зернового комплекса / Т.М. Желтикова, А.М. Мокроносова, В.Б. Гервазиева // *ЖМЭИ*. – 1994. – № 7. – С. 44–47.
5. Доценко, Э.А. Роль экологических факторов в развитии бронхиальной астмы : автореф. дис. ... докт. мед. наук / Э.А. Доценко. – Витебск, 1996.

6. Chii-Huci Wu, PhP, and Joung-Liarg Lan, MD. Cockroach hypersensitivity: Isolation and partial characterization of major allergens // *Allergy and Clinical Immunology*. – 1988. – Vol. 82, № 5. – P. 727–735.
7. Richman P., Ph.D., Hadayat A., Khau, MyD. Floyd. J. Malvcaux, M.D. and Harald Baer, Ph.D. // The important sources of German cockroach allergens as determined by RAST analyses // *Allergy and Clinical Immunology*. – 1984. – Vol. 73, № 5. – P. 590–595.
8. Morris, E.C. Cockroach is a significant allergen for inner city children (Abstract) / E.C. Morris, T.E. Smith, Z.B. Kelly // *J. Allergy Clin. Immunol.* – 1986. – P. 206.
9. Stankus, R.P. Identification and characterization of important cockroach allergens / R.P. Stankus, E. Homer, S.B. Lehrer // *J. Allergy Clin. Immunol.* – 1990. – Vol. 86, № 5. – P. 781–786.

Yefremenko I.I. Physical and Chemical Characteristics of Blattella Germanica and Periplaneta Americana Cockroach Allergen

The article elaborates the method of obtaining allergen from a whole cockroach, faeces and chitin coating (oothecae bags and wings) of *Blattella germanica* and *Periplaneta americana*. The allergen is dark brown clear liquid (for chitin coating it is light brown); it is sterile, non-toxic, pH within 7.0 ± 0.2 . Expiration term of the allergen depends on the composition of extracting liquid. At gel chromatography and disk electrophoresis in polyacrylamide gel 2 fractions of albumen nature were registered which had specific allergen activity.

As a result of our work we stated that optimal condition for gel filtration of cockroach extract is extracting liquid without phenol (with reactive № 1) at 1.5×80 cm column with the use of G-100, G-150.

The allergen obtained with extracting liquid without phenol (with reactive № 1) from a whole cockroach possesses the biggest amount of albumen; faeces extract possesses medium activity and oothecae bags and wing extract or chitin coating extract possesses small quantity of albumen.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 02.12.2011

УДК 581.192: 577.13:582.71

Н.Ю. Колбас, В.Н. Решетников**ИЗМЕНЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПЛОДОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ СОЗРЕВАНИЯ**

Антиоксидантная активность плодов растений *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch, *Rubus caesius* L., *Rubus fruticosus* L., *Rubus nessensis* W. Hall. и *Rubus idaeus* L. для каждой стадии созревания была оценена тремя методами: *ORAC*, *ABTS* и *FRAP*. Рассчитаны индексы спелости. Представлены данные о динамике изменения общего количества фенольных соединений в процессе созревания. Даны рекомендации по срокам заготовки плодов изученных растений для последующего использования в качестве источников антиоксидантов.

Введение

Несмотря на существующее разнообразие, плоды растений в своем развитии проходят одинаковые фазы, приводящие в итоге к созреванию. В настоящее время хорошо изучены физиологические процессы роста, дыхания плодов, а также механизмы их регуляции [1], однако биохимическая природа процесса созревания исследована недостаточно. Детальное изучение особенностей протекания биохимических процессов необходимо для установления оптимальных сроков заготовки плодов в зависимости от дальнейшего использования, так как важнейшие потребительские качества: вкус, размер, окраска, устойчивость в хранении и пригодность для переработки – формируются во время созревания.

Отмечено, что плоды, как и весь растительный организм, практически постоянно подвергаются кислородному воздействию в большей степени за счет процессов дыхания, в меньшей – за счет фотосинтеза, происходящего в хлоропластах незрелых плодов [1]. Около 95% поступающего в организм кислорода в процессе окислительного фосфорилирования восстанавливается в митохондриях до воды, остальные 5% в результате ферментативных реакций преобразуются в его активные формы (пероксид водорода, синглетный кислород, супероксидный и гидроксильный радикалы), являющиеся высокотоксичными агентами для клеток. Процессы свободно радикального окисления биомолекул приобретают характер повреждающего эндогенного фактора при нарушении баланса между активностями радикалообразования и систем антирадикальной/антиокислительной защиты. Это может быть вызвано воздействием различных стресс-факторов либо возрастными изменениями, и, так или иначе, приводить к гибели организма. Вещества антиоксиданты (АО) могут эффективно контролировать не только процессы, связанные с воздействием биорадикалов, но и рост, развитие растений, отодвигая тем самым гибель клеток [2]. Мощными АО сочных плодов являются фенольные соединения.

Анализ литературных данных показал противоречивость сведений о динамике изменения антиоксидантной активности (АОА) в процессе онтогенеза плодов: одни авторы отмечают снижение этого показателя [3–6], другие – увеличение [7; 8], при этом и те и другие указывают на генетическую и климатическую детерминацию данного параметра. Таким образом, возникает необходимость изучения динамики изменения АОА плодов в процессе созревания для конкретного вида растения или его сорта, произрастающего в определенных условиях.

Цель данной работы – изучить изменение АОА плодов в процессе их созревания на примере некоторых представителей семейства *Rosaceae* Juss. В соответствии с поставленной целью нами были сформулированы следующие задачи:

1) охарактеризовать стадии созревания плодов *Amelanchier spicata* (Lam.) С. Koch., *Rubus caesius* L., *Rubus fruticosus* L., *Rubus nessensis* W. Hall. и *Rubus idaeus* L. по морфологическим признакам, индексам спелости, общему количеству фенольных соединений;

2) определить АОА плодов на каждой стадии созревания с помощью трех методов *ORAC*, *ABTS* и *FRAP*;

3) установить оптимальные сроки заготовки плодов изучаемых видов для последующего применения в качестве источника природных АО.

Материалы и методы исследования

Изучаемые виды были идентифицированы согласно определителям [9; 10]. Для темноплодных представителей рода *Rubus* (*R. nessensis*, *R. caesius*, *R. fruticosus*) и *A. spicata* были обозначены четыре, а для *R. idaeus* – три стадии созревания плодов, морфологические особенности которых представлены в таблице 1. Плоды *A. spicata* и *R. idaeus* заготавливали в конце июня – начале июля с интервалом 7 дней, а плоды *R. nessensis*, *R. caesius* и *R. fruticosus* – в течение июля с интервалом 5 дней. Собранные плоды каждого вида и каждой стадии созревания (около 800 г) делили на две партии. Первую партию подготавливали для определения индекса спелости: 100 г свежих плодов измельчали (гомогенизатор GM 200 mill, фирма «Retsch Fisher Bioblock», Франция), затем фильтровали и далее определяли общее содержание сахаров и титруемую кислотность полученного сока. Вторую партию плодов подвергали глубокой заморозке при температуре -40°C , затем отдельные порции массой 100 г сушили сублимацией без доступа света (лиофилизатор Alpha 2–4, фирма «Christ», Германия) и измельчали до частиц диаметром 1 мм (вибрационная мельница MM 200, фирма «Retsch», Германия). Биологически активные соединения многократно экстрагировали сначала 80%-ным ацетоном, затем 60%-ным метанолом до отрицательной реакции с 15%-ным раствором гидроксида натрия [8]. Каждый этап экстракции длился 10 минут при температуре $+22^{\circ}\text{C}$ и максимальном давлении 1 500–1 700 *psi* в инертной атмосфере азота с применением экстрактора ASE-350 (фирма «Dionex», США). Растворители из полученных экстрактов отгоняли под вакуумом при температуре $+30^{\circ}\text{C}$ с использованием роторного испарителя LABOROTA 4002 control («Heidolph», Германия), остатки сушили сублимацией без доступа света и далее анализировали. Пробподготовку плодов каждой партии проводили в трехкратной повторности.

Определение содержания растворимых сахаров. Анализ проводили согласно СТБ ГОСТ Р 51433-2007 [11] с применением рефрактометра (ИРФ 454 Б2М, фирма «КОМЗ», РФ). Общее содержание растворимых сахаров (ОСРС) выражали в г сахарозы, содержащейся в 100 г сырых плодов (г С/100 г СВ).

Определение титруемой кислотности. Титруемую кислотность (ТК) определяли методом потенциометрического титрования раствором гидроксида натрия до pH 8,1 (pH-метр 150 М, РФ) в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51434-2006 [12]. ТК рассчитывали в г лимонной кислоты на 100 г сырого веса плодов (г ЛК/100 г СВ).

Индекс спелости (ИС) для каждой стадии рассчитывали как отношение показателей ОСРС к ТК [13].

Общее количество фенольных соединений (ОКФС). Количественный анализ фенольных соединений проводили согласно методике [14]. Оптическую плотность анализируемой смеси регистрировали при $\lambda = 765$ нм с применением спектрофотометра Proscan MC 122 (РБ). Общее количество фенольных соединений рассчитывали в мг галловой кислоты на 100 г сырого веса плодов (мг ГК/100 г СВ), учитывая линейную зависимость концентрации стандарта от оптической плотности раствора.

Определение общей АОА. Руководствуясь рекомендациям [15] для оценки общей АОА плодов, в данном исследовании использовали три метода: *ORAC* (*Oxygen Radical Absorption Capacity*), *ABTS* и *FRAP* (*Ferric Reducing Antioxidant Power*).

Измерение АОА методом *ORAC* проводили по методике, описанной Dávalos с соавторами [16], используя комбинированный спектрофлуориметр BMG LABTECH (Германия) с устройством для считывания микропланшеты на 96 ячеек. В качестве источника кислород-радикалов применяли 2,2'-азобис-(2-метилпропионамидин) дигидрохлорид. Для получения кинетической кривой угасание флуоресценции регистрировали в течение 60 минут с интервалом в 1 минуту при температуре реакционной смеси +37°C, длине волны возбуждения - 485 нм и волны испускания 530 нм.

Для определения АОА плодов методом *ABTS* регистрировали изменение оптической плотности смеси 3 мл рабочего раствора катион-радикала 2,2'-азинобис[3-этил-2,3-дигидро-6-бензотиазол-сульфоокислоты] и 100 мкл анализируемого экстракта в течение 10 минут при длине волны 734 нм, температуре +25°C и постоянном перемешивании [17]. Раствор *ABTS*^{•+} готовили по методике Riedl (2001) [18] и диспергировали дистиллированной водой до значения абсорбции $0,7 \pm 0,02$ при $\lambda = 734$ нм. Измерения проводили на спектрофотометре Proscan MC 122 (РБ).

В качестве стандарта АОА для этих двух методов применяли гидрофильный аналог токоферола – тролокс (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновая кислота). Для построения калибровочной кривой использовали эффективный диапазон концентраций тролокса (CAS № 53188-07-1, фирма «Aldrich») от 1 до 20 мкмоль/л фосфатного буфера (рН 7,4) для метода *ORAC* и от 50 до 300 мкмоль/л для испытания с катион-радикалом *ABTS*. АОА исследуемых плодов выражали в ммоль тролокс эквивалента на 100 г сырого веса (ммоль ТЕ/100 г СВ), учитывая квадратичную зависимость АОА стандарта от его концентрации.

Измерение АОА плодов по способности восстанавливать Fe(III)-трипиридилтриазин в Fe(II)-комплекс (метод *FRAP*) проводили по методике, модифицированной Dudonné с соавторами [19]. Оптическую плотность анализируемой смеси регистрировали при $\lambda = 593$ нм, используя комбинированный спектрофлуориметр BMG LABTECH (Германия). АОА, определенную этим методом, выражали в ммоль Fe⁺² на 100 г сырого веса плодов (ммоль Fe⁺²/100 г СВ), учитывая квадратичную зависимость АОА стандарта от его концентрации.

Для статистической обработки полученных данных применяли программу R software (version 2.14.1, R Foundation for Statistical Computing, Австрия).

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлена характеристика каждой из стадий созревания плодов *A. spicata*, *R. caesius*, *R. fruticosus*, *R. nessensis* и *R. idaeus*. При обозначении той или иной стадии определяющим визуальным параметром служила окраска плодов. В зависимости от типов углеводов, накапливающихся по мере созревания, растения условно разделяют на сахарозные и несакхарозные [20]. Среди изученных нами видов к первой группе относят *A. spicata* [21], ко второй – представителей рода *Rubus* (содержание сахарозы очень низкое) [20]. Изученные виды можно расположить в порядке уменьшения ОСРС зрелых плодов следующим образом: *A. spicata* > *R. idaeus* > *R. fruticosus* > *R. caesius* $\approx$ *R. nessensis*. Отметим, что по мере созревания ОСРС в плодах повышается, а ТК – снижается. Эта закономерность также была выявлена для других сочных плодов [3; 4; 8]. Отметим, что при довольно высоком содержании растворимых сахаров (от 2,32 до 5,83 г/100 г СВ) плоды *A. spicata* имеют низкую ТК (от 0,07 до 0,12 г ЛК/100 г СВ) и, соответственно, высокий ИС. Стадии 1 и 2 этих плодов являются началом созревания (ИС менее 50), стадии 3 и 4 – стадиями полной спелости (ИС более 50).

Для плодов представителей рода *Rubus* значения ИС намного ниже. Этот показатель для темноплодных представителей варьирует: на стадии 1 – от 1,74 до 1,93, на стадии 2 – от 2,49 до 2,79, на стадии 3 – от 4,32 до 5,12 и на стадии 4 – от 7,02 до 8,39. ИС плодов *R. idaeus* возрастает с 3,1 до 10,74.

Таблица 1 – Характеристика стадий спелости плодов некоторых представителей семейства *Rosaceae*

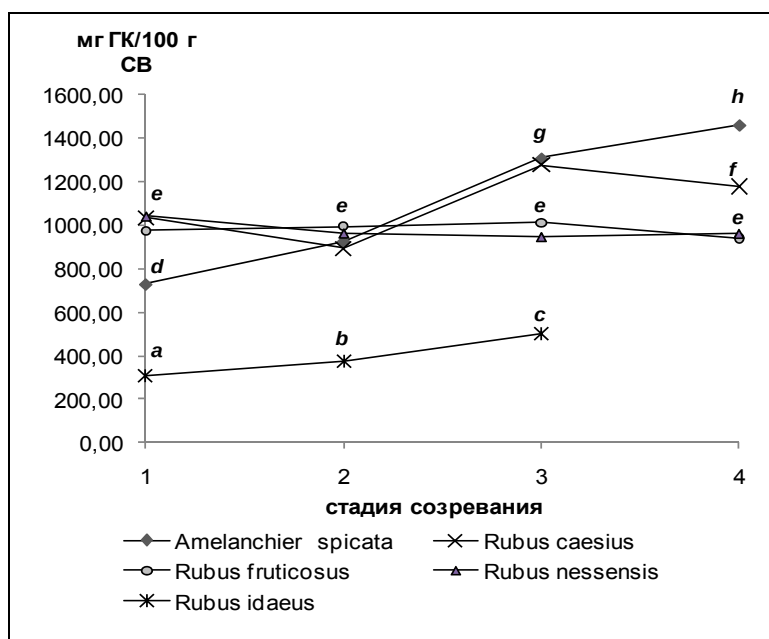
Стадия	Окраска	ОСРС	ТК	ИС	% сухих веществ
<i>Amelanchier spicata</i> (Lam.) C. Koch.					
1	красная	2,32±0,02	0,12±0,005	18,86	23,68
2	красно-фиолетовая	4,51±0,02	0,12±0,004	38,33	27,84
3	темно-синяя	5,54±0,01	0,11±0,017	50,52	27,77
4	темно-синяя с серым налетом	5,83±0,30	0,07±0,008	87,50	26,89
<i>Rubus caesius</i> L.					
1	50% костянок красные	1,70±0,01	0,98±0,02	1,74	12,36
2	50% костянок красные, 50% красно-бурые	2,15±0,11	0,86±0,04	2,49	12,94
3	100% костянок темно-синие	3,27±0,05	0,76±0,03	4,32	14,26
4	100% костянок темно-синие с сизым налетом	3,81±0,09	0,54±0,02	7,07	14,68
<i>Rubus fruticosus</i> L.					
1	50% костянок красные	2,03±0,09	1,13±0,06	1,80	23,51
2	100% костянок красно-бурые	2,47±0,12	0,91±0,01	2,73	20,43
3	100% костянок темно-синие, имеют блеск	3,33±0,10	0,65±0,01	5,12	17,85
4	100% костянок темно-синие матовые	4,71±0,14	0,49±0,03	8,39	21,26
<i>Rubus nessensis</i> W. Hall.					
1	50% костянок красные	1,91±0,05	0,99±0,05	1,93	15,67
2	100% костянок красно-бурые	2,52±0,07	0,90±0,02	2,79	15,23
3	100% костянок темно-синие, имеют блеск	3,15±0,01	0,70±0,02	4,53	16,87
4	100% костянок темно-синие матовые	3,51±0,03	0,50±0,03	7,02	17,53
<i>Rubus idaeus</i> L.					
1	розовая	2,02±0,10	0,65±0,03	3,10	20,54
2	малиновая	3,16±0,23	0,51±0,01	6,18	19,44
3	темно-малиновая	4,10±0,11	0,38±0,01	10,74	19,96

Примечание – ОСРС – общее содержание растворимых сахаров (в г сахарозы на 100 г сырого веса плодов); ТК – титруемая кислотность (в г лимонной кислоты на 100 г сырого веса); ИС – индекс спелости

Процентное содержание сухих веществ колеблется от 23,68 до 27,84 для плодов *A. spicata*, от 17,85 до 23,51 для *R. fruticosus*, от 19,44 до 20,54 для *R. idaeus*, от 15,23 до 17,53 для *R. nessensis* и от 12,36 до 14,68 для *R. caesius*. Масса сочных плодов увели-

чивается в большей степени за счет накопления воды, чем сухих веществ, процентное содержание которых возрастает незначительно, а иногда даже снижается [1].

Динамика изменения содержания фенольных соединений в процессе созревания плодов представлена на рисунке 1. Два вида демонстрируют тенденцию увеличения ОКФС. Этот показатель для плодов *A. spicata* возрастает с 726,88 до 1458,42 мг ГК/100 г СВ, что постадийно составляет 27%, затем 41% и 12%. ОКФС плодов *R. idaeus* на стадии 2 увеличивается на 23%, на стадии 3 – на 32% при значениях показателя от 304,49 до 496,75 мг ГК/ 100 г СВ. Темноплодные виды *Rubus* не демонстрируют четкой тенденции изменения ОКФС в процессе созревания их плодов. Так, для плодов *R. fruticosus* на стадиях 1–3 наблюдается незначительное увеличение показателя с 973,85 до 1010,81 мг ГК/ 100 г СВ, а затем снижение на 7%. Для плодов *R. caesius* и *R. nessesis* в начале созревания ОКФС (в мг ГК/ 100 г СВ) составляет 1033,15 и 1038,61 соответственно. Однако уже на стадии 2 наблюдается заметное снижение этого показателя (до 13,6% и 8% соответственно), далее для плодов *R. nessesis* значение остается на прежнем уровне, а для плодов *R. caesius* сначала повышается на 42%, но к моменту полного созревания снижается до 1176,9 мг ГК/100 г СВ. Пик увеличения ОКФС плодов на стадии 3 соответствуют климактерическому подъему дыхания, который описан в литературе [1; 21]. Вероятно, фенольные соединения участвуют в предотвращении окислительного стресса.



ГК – галловая кислота; СВ – сырой вес плодов;
a, b, c, d, e, f, g, h – статистические различия (при $p < 0,05$)

Рисунок 1 – Динамика изменения содержания фенольных соединений в процессе созревания плодов

Изученные растения можно ранжировать в порядке уменьшения ОКФС их плодов последней стадии созревания следующим образом: *A. spicata* > *R. caesius* > > *R. nessesis* ≈ *R. fruticosus* > *R. idaeus*. Таким образом, динамика изменения этого показателя в процессе созревания плодов генетически детерминирована, что подтверждает ранее высказанные предположения [3–8; 22].

Анализ данных трех методов определения АОА показал одинаковую тенденцию увеличения параметра в процессе созревания плодов *A. spicata* (рисунок 2А): в ммоль ТЕ/100 г СВ с 4,46 до 6,38 (метод *ORAC*) и с 4,79 до 8,75 (метод *ABTS*), а также с 5,12 до 13,63 ммоль Fe^{+2} /100 г СВ (метод *FRAP*). При этом наибольшее повышение АОА наблюдается между стадиями 1 и 2 (в среднем на 12% для метода *ORAC*, на 36% для *ABTS* и на 128% для *FRAP*). Аналогичную тенденцию демонстрируют плоды *R. idaeus* (рисунок 2Е), АОА которых повышается с 1,07 до 2,26 и с 1,66 до 3,41 ммоль ТЕ/100 г СВ (методы *ORAC* и *ABTS* соответственно), а также с 3,50 до 4,46 ммоль Fe^{+2} /100 г СВ (метод *FRAP*).

Каждый из методов определения АОА по-разному характеризует изменение антиоксидантной способности плодов по мере их созревания для темноплодных представителей рода *Rubus*. Так, для плодов *R. fruticosus* метод *FRAP* (рисунок 2С) иллюстрирует довольно плавное снижение АОА: с 12,32 до 10,21 ммоль Fe^{+2} /100 г СВ. Метод *ABTS* показал, что АОА снижается на стадии 3 с 8,12 до 7,13 ммоль ТЕ/100 г СВ, а уже на стадии 4 плоды проявляют практически такую же антиоксидантную способность, как и на начальном этапе созревания (8,17 ммоль ТЕ/100 г СВ). Значения АОА, выявленные методом *ORAC* для плодов данного вида, варьируют от 3,90 до 5,12 ммоль ТЕ/100 г СВ, при этом кривая изменения этого параметра имеет пик на стадии 3. Аналогичные пики подъема АОА, оцененной методом *ORAC*, выявлены для плодов *R. caesius* и *R. nessensis* (рисунок 2В и 2Д), что соответствует климактерическому подъему дыхания. Отметим, что роль климактерического подъема дыхания в процессах созревания и старения плодов до конца не установлена.

Противоположную тенденцию – снижение АОА (хотя и незначительное) плодов *R. nessensis* в период климактерического подъема дыхания – демонстрируют результаты метода *FRAP* (рисунок 2Д). АОА плодов *R. nessensis* снижается с 9,24 ммоль Fe^{+2} /100 г СВ на 0,28%, а затем повышается на 19%. Средний результат АОА, выявленной методом *ABTS*, составил около 6,37 ммоль ТЕ/100 г СВ плодов, и различия значений этого параметра для четырех стадий созревания не были достоверными. Кривые изменения АОА плодов *R. caesius*, оцененные тремя методами, имеют довольно схожий вид (рисунок 2В). Значения АОА в ммоль ТЕ/100 г СВ, согласно данным метода *ORAC* и *ABTS*, колеблются от 2,57 до 4,14 и от 4,93 до 6,67 соответственно, а также от 6,87 до 8,95 ммоль Fe^{+2} /100 г СВ (метод *FRAP*).

В целом в соответствии с результатами трех методов изученные растения можно расположить в порядке уменьшения АОА их плодов на последней стадии созревания следующим образом: *A. spicata* > *R. fruticosus* > *R. nessensis* ≈ *R. caesius* > *R. idaeus*.

В работе [15] установлено, что для поддержания антиоксидантного статуса организма взрослому человеку необходимо употреблять продукты, содержащие 1,2–1,7 ммоль АО в сутки. Согласно нашим данным, эта суточная доза может быть достигнута за счет употребления примерно 28 г плодов *A. spicata*, или 50 г ягод темноплодных представителей рода *Rubus*, или 75 г плодов *R. idaeus*.

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции (*r*-Pearson) между результатами трех методов определения антиоксидантной активности (*ORAC*, *ABTS*, *FRAP*) и общим количеством фенольных соединений (ОКФС)

	<i>ABTS</i>	<i>FRAP</i>	ОКФС
<i>ORAC</i>	0,623*	0,637*	0,532*
<i>ABTS</i>		0,885***	0,775**
<i>FRAP</i>			0,648*

Примечание – *** – уровень значимости (P) < 0,001; ** – 0,001 < P < 0,009; * – 0,01 < P < 0,05.

Проведенный нами статистический анализ выявил положительную корреляцию между ОКФС и АОА (таблица 2), что подтверждает данные предыдущих наших исследований [22], а также сведения других авторов [3–8; 15]. Среди методов определения АОА самый низкий коэффициент корреляции с ОКФС имеет тест *ORAC* ($r = 0,532$). Отметим, что в пределах каждого вида аналогичный коэффициент корреляции был несколько выше (от 0,747 до 0,947). Исключение составили плоды *R. nessensis*, для которых корреляционная связь между ОКФС и методом *ORAC* не была установлена ($r = 0,307$). Таким образом, для выявления вклада в АОА плодов необходим детальный качественный и количественный анализ фенольных соединений. Среди использованных в данном исследовании методов определения АОА достаточно высокая корреляция была между результатами тестов *ABTS* и *FRAP* ($r = 0,885$).

Заклучение

Использованные в данном исследовании методы определения АОА (*ORAC*, *ABTS* и *FRAP*) показали свою эффективность и репрезентативность. Для *A. spicata* и *R. idaeus* выявлено повышение антиоксидантной способности, а так же увеличение содержания фенольных соединений при созревании их плодов. Полученные с помощью метода *ORAC* сведения об увеличении АОА в период климактерического подъема дыхания для плодов *R. caesius*, *R. fruticosus* и *R. nessensis* подтверждают роль антиоксидантной системы растения в поддержании нормального функционирования организма при наличии активных форм кислорода. Заготовку плодов *A. spicata* с целью последующего применения в качестве источника природных АО необходимо осуществлять при значении ИС более 87, плодов *R. idaeus* – более 10, а для темноплодных представителей рода *Rubus* ИС должен составлять от 4,3 до 5,12. Высокое содержание растворимых сахаров в плодах *A. spicata* указывает на перспективность их применения в пищевой промышленности для производства соков, джемов, компотов и другой продукции.

Имеющиеся сведения о терапевтических свойствах, а также полученные данные об общей АОА и достаточно высоком содержании полифенолов позволяют рекомендовать плоды изученных растений к употреблению в свежем виде либо для производства фитопрепаратов повышенной биологической ценности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полевой, В.В. Физиология растений : учебник для биол. спец. ВУЗов / В.В. Полевой. – М. : Высшая школа, 1989. – 464 с.
2. Ванюшин, Б.Ф. Апоптоз у растений / Б.Ф. Ванюшин // Успехи биол. химии. – 2001. – Т. 41. – С. 3–38.
3. Bouaziz, M. Comparative Study on Phenolic Content and Antioxidant Activity during Maturation of the Olive Cultivar Chemlali from Tunisia / M. Bouaziz, M. Chamkha, S. Sayadi // J. Agric. Food Chem. – 2004. – Vol. 52, № 17. – P. 5476–5481.
4. Doshi, P. Phenolic composition and antioxidant activity in grapevine parts and berries (*Vitis vinifera* L.) cv. Kishmish Chorny (Sharad Seedless) during maturation / P. Doshi, P. Adsule, K. Banerjee // Int. J. Food Sci. Technology. – 2006. – Vol. 41, Suppl. 1. – P. 1–9.
5. Effect of maturity stage on the fruit characteristic, total phenolic content and total antioxidant capacity of some plum genotypes / A.A. Polat [et al.] // J. Fac. Agric, Mustafa Kemal University. – 2009. – Vol. 14, № 2. – P. 23–32.

6. Effect of maturity at harvest in relation to changes in antioxidant properties and ethylene in «Chandler» strawberry fruit / F.M. Woods [et al.] // Small Fruits Review. – 2005. – Vol. 4, № 3. – P. 85–105.
7. Changes in chemical composition, antioxidant activities and total phenolic content of *Arbutus andrachne* fruit at different maturation stages // M. Ozgen [et al.] // It. J. Food Sci. – 2009. – Vol. 21, № 1. – P. 65–72.
8. Influence of Cultivar, Maturity, and Sampling on Blackberry (*Rubus* L. Hybrids) Anthocyanins, Polyphenolics, and Antioxidant Properties / T. Siriwoharn [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2004. – Vol. 52, № 26. – P. 8021–8030.
9. Bonnier, G. La grande flore en couleurs de Gaston Bonnier / G. Bonnier, R. Douin. – Paris – Belin, 1990. – Т. 3. – P. 332–335.
10. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В.И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
11. Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания растворимых сухих веществ рефрактометром: СТБ ГОСТ Р 51433-2007. – Введен 01.07.2008. – Минск : Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2007. – 12 с.
12. Соки фруктовые и овощные. Метод определения титруемой кислотности: СТБ ГОСТ Р 51434-2006. – Введен 01.06.2007. – Минск : Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2007. – 12 с.
13. Kader, A.A. Fruit maturity, ripening, and quality relationships / A.A. Kader // Int. Symp. on Effect of Pre- and Post Harvest Factors on Storage of Fruit; Ed. L. Michalczuk. – Acta Hort. – 1999. – № 485. – P. 203–208.
14. Waterhouse, A.L. Determination of Total Phenolics/ A.L. Waterhouse // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2002. – II.1.1–II.1.8.
15. Prior, R.L. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements / R.L. Prior, X. Wu, K. Schaich // J. Agric. Food Chem. – 2005. – Vol. 53, № 10. – P. 4290–4302.
16. Dávalos, A. Extending applicability of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC-fluorescein) assay / A. Dávalos, C. Gomez-Cordoves, B. Bartolome // J. Agric. Food Chem. – 2004. – Vol. 52, № 1. – P. 48–54.
17. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay / R. Re [et al.] // Free Radical Biol. Med. – 1999. – Vol. 26, № 9/10. – P. 1231–1237.
18. Riedl, K.M. Tannin-protein complexes as radical scavengers and radical sinks / K.M. Riedl, A.E. Hagerman // J. Agric. Food Chem. – 2001. – Vol. 49, № 10. – P. 4917–4923.
19. Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, ABTS, FRAP, SOD and ORAC Assays / S. Dudonné [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2009. – Vol. 57, № 5. – P. 1768–1774.
20. Метлицкий, Л.В. Биохимия плодов и овощей / Л.В. Метлицкий. – М. : «Экономика», 1970. – 271 с.
21. Стрельцина, С.А. Биохимический состав Ирги ольхолистной (*Amerlanchier alnifolia* Nutt.) в условиях северо-запада Российской Федерации / С.А. Стрельцина, Л.А. Бурмистров // Аграрная Россия. – 2006. – № 6. – С. 63–67.
22. Kolbas, N. Antioxidant activity and phenolic composition in grape berries (*Vitis vinifera* L.) at different stages of maturation / N. Kolbas [et al.] // Symp. Viticulture & Œnologie «Wine Active Componaunds», 24–26 March 2011, Beaune, France. – IUUV, Bourgogne, 2011. – P. 307–308.

Kolbas N.Y., Reshetnikov V.N. Changes in Antioxidant Activity of Fruits on Different Maturation Stages

Fruits from serviceberry (*Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch), blackberry (*Rubus caesius* L., *Rubus fruticosus* L., *Rubus nessensis* W. Hall.) and red raspberry (*Rubus idaeus* L.) at various stages of maturation were analyzed for total antioxidant capacity and total phenolic content. Maturity indices were also calculated. Antioxidant capacity of berries extracts have been investigated using ABTS radical scavenging capacity assay, oxygen radical absorbance capacity (ORAC) assay and ferric reducing antioxidant potential (FRAP) assay. Total phenolic content was determined by the Folin-Ciocalteu method. The ripe fruits tested serviceberry and blackberries may be the richest source for antioxidants. Recommendations on terms of harvesting the fruits of the studied plants for subsequent use as a source of antioxidants have been submitted.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 16.02.2012

УДК 581.93

А.А. Сакович, Г.Ф. Рыковский

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БРИОФЛОР ФОРТИФИКАЦИЙ ЛИНИИ МОЛОТОВА И ГРОДНЕНСКОЙ КРЕПОСТИ

В результате проведенного экологического анализа бриофлоры фортификаций Линии Молотова и Гродненской крепости по трофоморфам выявлено резкое различие только в соотношении олигомезотрофов, участие которых значительно выше на фортах Гродненской крепости, что связано с более богатым видовым составом бриофитов на фортификациях последней, с одной стороны, и с большей степенью деструкции этих сооружений, с другой стороны. При анализе гидроморф существенных различий не выявлено, несмотря на то, что фортификации 68-го укрепрайона сооружены значительно позже. Это может быть связано с расположением укреплений Линии Молотова в еловых лесах. В целом в составе бриофлоры данных фортификаций отмечается преобладание мезотрофов и мезоэвтрофов, и по отношению к влажности – мезофитов и ксеромезофитов.

Введение

Когда территория Западной Беларуси стала частью Советского Союза и государственная граница переместилась к западу, то спешно принялись возводить линию укреплений, получившую неофициальное название Линии Молотова. В районе Августовского канала в 1940–1941 гг. строился 68-й Гродненский укрепрайон (УР). К началу войны строительство не было закончено, однако 22 июня 1941 г. доты приняли на себя удар вражеских войск. Гродненский укрепрайон был наиболее мощным из всех возводившихся на западе страны: по фронту в 80 километрах от Немана восточнее Сопоткина и до города Гонендза планировалось построить 606 дотов. Глубина обороны должна была составлять 5–6 километров. Но к 1 июня 1941 г. было построено лишь 165 сооружений (в Сопоткинском узле – 67) [1; 2]. Модернизация Гродненской крепости была начата в 1912 г. после русско-японской войны, когда резко возросло стратегическое значение г. Гродно. С введением плана 1912 г. на линии развертывания русских войск должны были быть укреплены Ковно, Брест-Литовск, Осовец, Гродно. Первые три крепости модернизировались, последнюю фактически приходилось строить заново. К началу войны ни один из фортов Гродненской крепости не был готов и на 50%. На большинстве гродненских фортов были возведены лишь стрелковые брустверы и подбрустверные галереи [3; 4].

Район исследованных фортов находится на северо-западе Гродненской области; по геоботаническому районированию он принадлежит к Неманскому району, Неманско-Предполесскому округу и к провинции грабово-дубово-темнохвойных лесов [5].

Целью нашей работы является исследование бриофлоры фортификаций северо-запада Гродненской области. Задачи исследования: 1) изучение видового состава бриевых мхов и печеночников; 2) экологический анализ бриофлоры долговременных огневых точек 68-го укрепрайона; 3) сравнение экоморф бриофлоры укреплений Линии Молотова и Гродненской крепости.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили гербарные коллекции мохообразных с Линии Молотова, собранные нами в 2011 г. на 12 дотах времен II Мировой войны в районе Августовского канала и ранее собранная коллекция (2008–2010 гг.) мохообразных на 12 фортах Гродненской крепости. Также использованы результаты анализа

литературных источников [6]. Гербарный материал (1 300 образцов) обработан в Гербарии ГрГУ им. Я. Купалы (GRSU) и гербарии ИЭБ НАН Беларуси (MSK-B).

При полевых исследованиях применялись маршрутный метод, полустационарный метод и метод тотального учета мохообразных [7], а также методы топографической съемки с помощью GPS навигатора (*Garmin Venture*). Анатомическое и морфологическое строение мохообразных рассматривалось с помощью стандартной светооптической техники. Образцы определены на основе общепризнанного сравнительного анатомо-морфологического метода по [8–12]. Название видов и их таксономическое положение уточнялись по [13]. Объектом исследования являются мохообразные, произрастающие на фортификациях 68-го укрепрайона (Линия Молотова) и Гродненской крепости.

В результате проведенных исследований на долговременных опорных пунктах Линии Молотова (68-й УР) выявлен 61 вид мохообразных, а на фортификациях Гродненской крепости – 89. Анализ бриофлоры 68-го укрепрайона по трофморфам показал, что доминирующими на фортификациях являются бриофиты, приуроченные к умеренно-плодородному субстрату – мезотрофы (46%) и мезоэвтрофы (32%). Меньшая доля участия эвтрофов (17%) связана с меньшей доступностью для мохообразных питательных веществ на таком специфическом субстрате. Минимальное количество олигомезотрофов (5%) обусловлено меньшим видовым разнообразием исследованных дотов (рисунок 1).

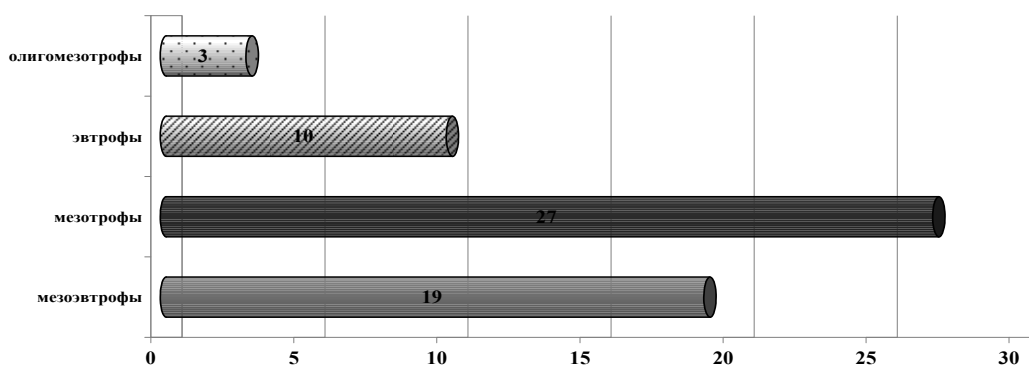


Рисунок 1 – Спектр трофморф бриофлоры 68-го укрепрайона, шт

Среди гидроморф мохообразных в пределах фортификаций преобладают бриофиты умеренно-увлажненных мест обитания (мезофиты) и более сухих (ксеромезофиты) мест обитания (36 и 35% соответственно). Мезофиты, несколько более требовательные к степени увлажнения (гигромезофиты), составляют 13%, гигрофитный ряд (гигрофиты, мезогигрофиты, гигрогидрофиты) – 16% (рисунок 2).

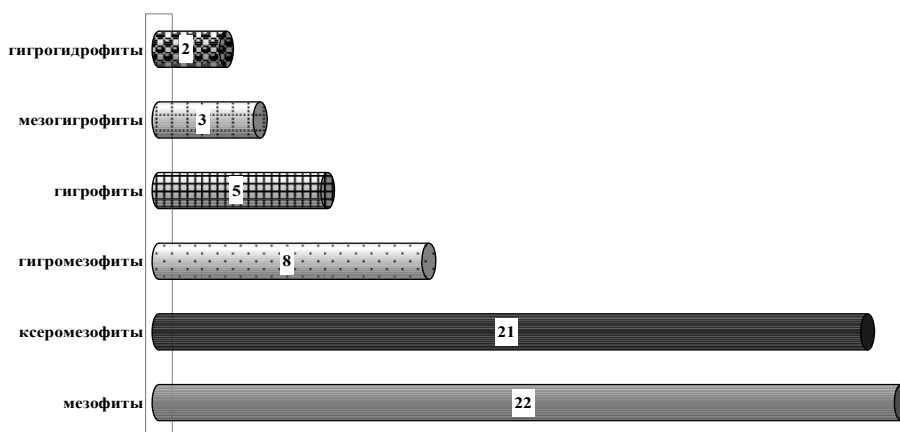


Рисунок 2 – Спектр гидроморф бриофлоры 68-го укрепрайона, шт

Таким образом, бриофлору фортификаций 68-го УР можно охарактеризовать как флору мезофитов и ксеромезофитов. Повышенная степень гигрофитности данных фортификаций связана с расположением большинства долговременных огневых точек вблизи р. Черная Ганча, что создает достаточно влажный микроклимат.

Сравнение бриофлоры укреплений Линии Молотова и фортификаций Гродненской крепости

При сравнении бриофлоры 68-го укрепрайона с бриофлорой Гродненской крепости по трофморфам выявлено некоторое их различие: на дотах 68-го УР отсутствуют эвмезотрофы, количество олигомезотрофов также резко снижается (на 11%), тогда как соотношение мезотрофов увеличивается (на 18%) в сторону УР (рисунок 3). Такое различие в соотношении олигомезотрофов связано, с одной стороны, с более богатым видовым составом бриофитов на фортификациях Гродненской крепости, а с другой – с большей деструкцией этих фортов. По причине меньшей разрушенности отмечается преобладание мезотрофов на дотах 68-го укрепрайона.

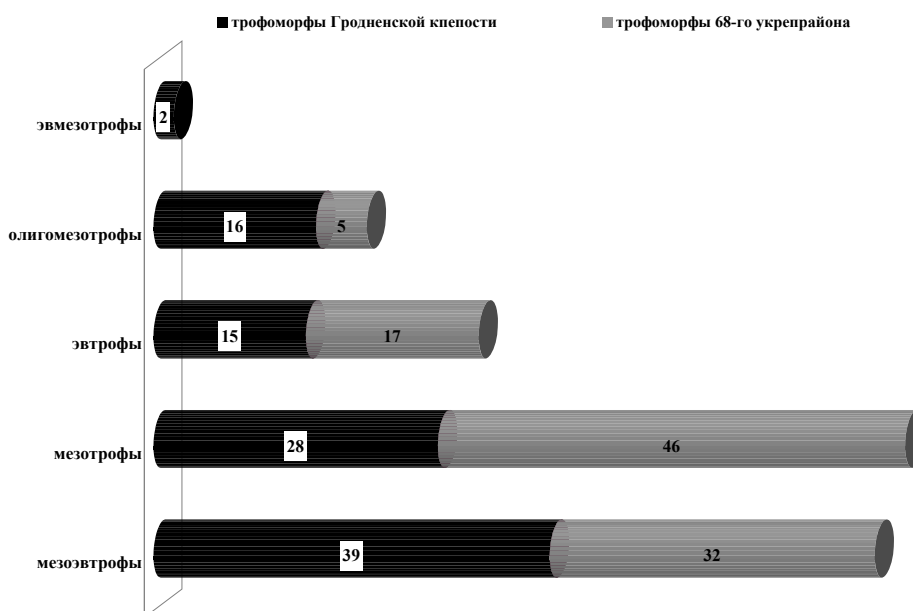


Рисунок 3 – Соотношение трофморф сооружений Линии Молотова и Гродненской крепости, %

При сравнении данных бриофлор выявлены некоторые незначительные различия по отношению к фактору влажности: небольшое преобладание гигрогидрофитов (на 2%), мезогигрофитов (на 4%) на сооружениях 68-го укрепрайона, а также отсутствие здесь мезоксерофитов. Гигрофиты и гигромезофиты представлены практически в одинаковом соотношении, тогда как отмечено небольшое преобладание ксеромезофитов (на 4%) и мезофитов (на 3%) на фортификациях Гродненской крепости (рисунок 4).

Вероятно, такое сходное соотношение гидроморф связано с расположением 68-го укрепрайона преимущественно в лесах, где доминантом и эдификатором является ель, которая влияет на микроклимат в местах произрастания повышением влажности и тем самым нивелирует меньшую степень деструкции данных укреплений в сравнении с Гродненской крепостью.

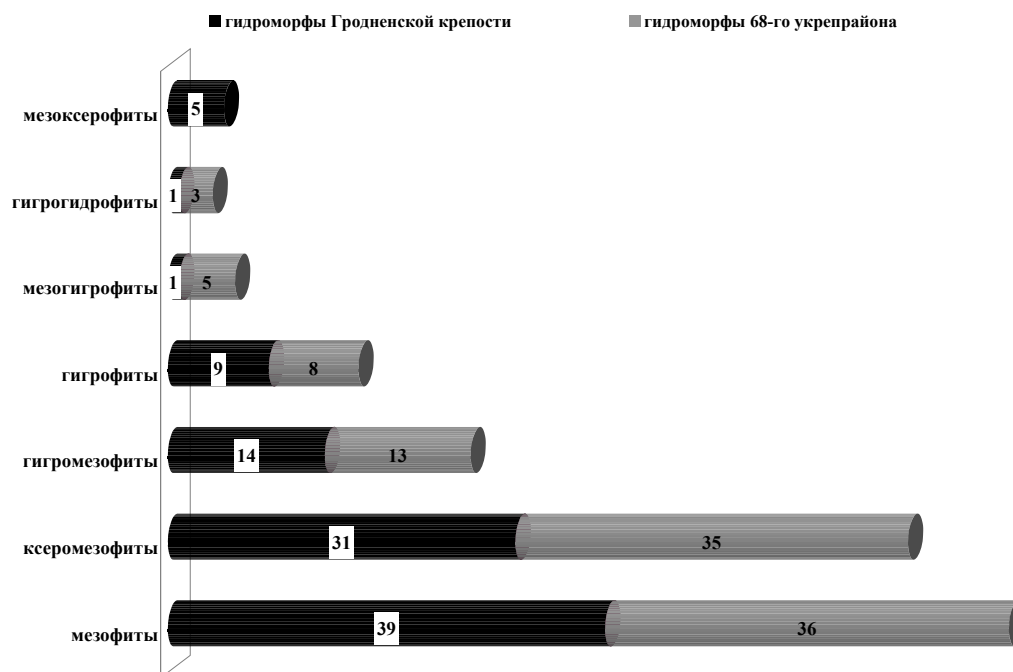


Рисунок 4 – Соотношение гидроморф сооружений Линии Молотова и Гродненской крепости, %

Заключение

В целом в бриофлоре данных фортификаций отмечается преобладание мезотрофов и мезоэвтрофов, что в полной мере отражает трофическую специфику экотопов в системе старых бетонных фортификаций, некоторой деструкции их поверхности, наличия на ней в ряде мест дерна, гумуса и пыли, частично проникающих в поры субстрата, обогащенного карбонатами. Все это определяет наличие здесь значительной доли элементов минерального питания для мохообразных. Именно в аридных областях мохообразные зачастую находят пристанище на карбонатных горных породах, аналогом которых в известной мере являются данные фортификации. По отношению к влажности бриофлора бетонных сооружений характеризуется преобладанием преимущественно мезофитов и ксеромезофитов. Это связано с тем обстоятельством, что все фортификации в основном находятся на более или менее облесенных участках территории, но все же этот субстрат – своего рода аналог природного каменистого карбонатсодержащего субстрата, то есть более экстремального, чем почва. Вместе с тем данный субстрат более влагоемкий, чем силикатные камни. Поэтому на всех фортах наряду с ксероморфными и мезоморфными бриофитами встречаются также и мхи гигрофильного ряда увлажнения, находящие здесь себе подходящие экониши.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Линия Молотова. Гродненский укрепрайон [Электронный ресурс]. – 1994–2011. – Режим доступа: <http://m.if.by/article/14609>. – Дата доступа: 10.07.2011.
2. Fortyfikacje Linii Mołotowa 1940–41 гг. [Электронный ресурс]. – 1994–2011. – Режим доступа: <http://kriepost.org>. – Дата доступа: 10.07.2011.
3. Форты Гродненской крепости [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://www.fortress.grodno.by/fortress.htm>. – Дата доступа: 15.09.2008.

4. Пивоварчик, С.А. Белорусские земли в системе фортификационных строений Российской империи и СССР (1772–1941 гг.) / С.А. Пивоварчик. – Гродно : ГрГУ, 2006. – 252 с.
5. Юркевич И.Д., Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование / И.Д. Юркевич, Д.С. Голод, В.С. Адерихо. – Минск : Наука и техника, 1979. – 248 с.
6. Рыковский, Г.Ф. Мохообразные, произрастающие на бетонных сооружениях в условиях Западной окраины русской равнины (Белоруссия) / Г.Ф. Рыковский, М.П. Млынарчик, О.М. Масловский // Ботаника (исследования). – Минск, 1988. – Вып. 29. – С. 107–116.
7. Федорук, А.Т. Ботаническая география. Полевая практика / А.Т. Федорук. – Минск : Изд-во БГУ, 1976. – 224 с.
8. Флора Беларуси. Мохообразные : в 2 т. / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский; под ред. В.И. Парфенова. – Минск : Тэхналогія, 2004. – Т. 1: Andreopsida–Bryopsida. – 437 с.
9. Флора Беларуси. Мохообразные : в 2 т. / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский; под ред. В.И. Парфенова – Минск : Беларус. навука, 2009. – Т. 2: Hepaticopsida–Sphagnopsida – 213 с.
10. Игнатов, М.С. Флора мхов Средней России. Т. 1: Sphagnaceae–Hedwigiaceae / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова. – М. : КМК, 2003. – С. 1–608.
11. Игнатов, М.С. Флора мхов Средней России. Т. 2: Fontinalaceae–Amblystegiaceae / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова. – М. : КМК, 2004. – С. 609–944.
12. Мельничук, В.М. Определитель листовых мхов средней полосы и юга Европейской части СССР / В.М. Мельничук. – Киев : Наукова думка, 1976. – С. 192.
13. Игнатов, М.С. Список мхов Восточной Европы и Северной Азии / М.С. Игнатов, О.М. Афонина, Игнатова Е.А. – М. : Arctoa, 2006. – Т. 1. – С. 1–130.

Sakovich A.A., Rykovskij G.F. Comparative Environmental Analysis of Bryoflora Fortification Molotov Line and Grodno Fortress

Environmental comparative analysis on diversity of brown moss species indicating trophical state on the Molotov Line fortifications (Avgustov canal) and Grodno fortress (Southwest Belarus) revealed a differentiation only in oligomesotrophic species that prevail in the fortifications of the Grodno fortress. This may be reasoned in the richness in species on the fortifications of the Grodno fortress on the one hand and with more destruction of the forts on the other hand. In the hydromorphological comparative analysis of species sharp differences could not be identified, despite the fact that the structures of the Molotov Line (68th fortification) are younger. This may be due to the location of the Molotov Line fortifications in spruce forests, which provides constantly moist conditions, in contrast to the Grodno fortress, which is located in a diverse environment. In general, dominating moss species are indicators for mesotrophic to mesoeutrophic conditions, and concerning moisture – mesophytic and mesoxerophytical conditions.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 23.09.2011

УДК 550.42 (476)

М.А. Богдасаров

ГЕОЛОГИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОЙ СЕДЛОВИНЫ

Работа посвящена установлению особенностей геологического строения четвертичных отложений, распространенных на территории Полесской седловины, как рельефообразующей и минерагенической толщи, выделению стратиграфических подразделений, описанию состава и генезиса четвертичных отложений.

На площади Полесской седловины четвертичные отложения развиты повсеместно и сплошным чехлом разной мощности покрывают более древние породы. В связи с этим большое значение приобретают подробные знания о четвертичных отложениях региона, являющихся материнскими породами для формирования почв, форм рельефа, вмещающих в себе полезные ископаемые, которые представляют собой основу для развития местной строительной индустрии. Рациональное использование территориальных природных ресурсов является одним из наиболее актуальных направлений, определяющих перспективы социально-экономического развития Беларуси.

Существенную и хозяйственно важную часть природных ресурсов любой территории составляют полезные ископаемые. На территории Беларуси разведаны сотни месторождений полезных ископаемых местного значения, которые могут использоваться предприятиями, действующими в непосредственной близости от их местонахождения. Литологическое разнообразие отложений, их своеобразный комплекс, специфическое положение и выражение в рельефе, приуроченность территории к Балтийско-Черноморскому водоразделу, использование ее в качестве ресурсной базы минеральных строительных материалов – все это определяет актуальность проведения работ в этом направлении.

Полесская седловина – тектоническая структура, разделяющая Подляско-Брестскую впадину и Припятский прогиб; по кровле фундамента выражена поднятием, ось которого ориентирована субмеридионально в направлении Слоним – Телеханы – Пинск. Граница Полесской седловины в основном совпадает с изолинией поверхности фундамента минус 500 м, длина составляет 140 км, ширина – около 100 км. С востока к ней примыкает Микашевичско-Житковичский выступ кристаллического фундамента, на севере граница Полесской седловины с Белорусской антиклизой проходит по Свислочскому и Ляховичскому разломам, на юге – с Украинским щитом и Луковско-Ратновским горстом – по Северо-Ратновскому разлому.

Местной питающей провинцией при формировании четвертичной толщи послужили меловые породы (в сводовой части седловины их мощность составляет 10–20 м, на западном склоне возрастает до 115 м), палеогеновые глауконитово-кварцевые пески и алевриты мощностью около 5–25 м и неогеновые песчано-глинистые отложения мощностью от нескольких до 30–70 м. Кроме того в пределах ледниковых ложбин непосредственно под четвертичной толщей могут встречаться также верхнепротерозойские отложения, представленные в основном красноцветными, хорошо отсортированными мелкозернистыми алевритистыми песчаниками, часто переходящими в крупнозернистые песчанистые алевриты.

Абсолютные отметки рельефа поверхности дочетвертичных отложений на изученной территории в целом возрастают с северо-запада и севера на юг от 60–70 до 110–

120 м. На этом фоне выделяется серия локальных переуглублений – ложбин ледникового выпахивания и размыва, нередко соединяющихся в цепи, которые прослеживаются на значительном расстоянии. На участках таких понижений отметки кровли коренных пород опускаются до 25 м. Общая амплитуда рельефа ложа четвертичных отложений в пределах Полесской седловины достигает 200 м. Наибольшая расчлененность этой поверхности отмечается на севере и западе региона.

Поверхность ложа коренных пород отчетливо подразделяется на два уровня: более низкий северный (преимущественно 60–70 м) и более высокий южный (в основном 110–120 м). Эти основные уровни разделяются зоной наиболее активной ледниковой экзарации, которая протягивается примерно по линии Кобрин – Дрогичин – Пинск. Здесь отмечены наиболее глубокие ложбины ледникового выпахивания, гляциодислокации. В месте сочленения Полесской седловины с Подляско-Брестской впадиной на структуру поверхности дочетвертичных отложений заметное влияние оказали карстовые процессы позднего олигоцена – неогена.

Для четвертичных отложений характерны неравномерность в распределении мощности, различный состав и генезис, невыдержанность отдельных слоев и горизонтов по простирацию, существенные нарушения залегания, вызванные проявлениями гляциотектоники. Средняя мощность отложений в южной части седловины составляет 25–35 м, северной – 40–50 м, резко возрастающая в пределах отрицательных форм поверхности дочетвертичных пород и ледниковых переуглублений, где достигает 120 м (д. Дружиловичи Ивановского района). Изучение разрезов многочисленных скважин, обобщение других фондовых материалов и литературных источников, детальное изучение кернового материала скважин, пробуренных на отдельных участках Полесской седловины, проведение полевых наблюдений позволили восстановить ход палеогеографических событий и выделить стратиграфические подразделения разного ранга.

Толща четвертичных образований в пределах исследуемой территории четко расчленяется на ледниковые и разделяющие их межледниковые горизонты (рисунки 1–3). Наиболее представительными являются ледниковые горизонты, состоящие из собственно ледниковых, потоково-ледниковых и озерно-ледниковых образований трех оледенений: наревского, березинского и припятского. Отложения межледниковых горизонтов относительно маломощны, прерывисты и занимают малые площади. Верхнечетвертичные отложения в пределах седловины формировались в перигляциальных условиях и представлены аллювиальными, озерно-аллювиальными, озерно-болотными, озерными, болотными, эоловыми, пролювиальными и другими образованиями. Наиболее распространенными из них являются аллювиальные, болотные, озерные аккумуляции. Голоценовые образования завершают разрез четвертичных отложений в исследуемом регионе.

В 2010 г. белорусскими геологами была утверждена новая стратиграфическая схема четвертичных отложений Беларуси [1], в которой граница между четвертичной и неогеновой системами принята на уровне 1,8 млн лет назад. Плейстоценовый отдел охватывает почти весь объем четвертичной системы и состоит из нижнего, среднего и верхнего подотделов. Нижний плейстоцен включает гомельский горизонт (Q_{1gm}); средний плейстоцен – брестский (Q_{2bs}), наревский (Q_{2nr}), беловежский (Q_{2bv}), березинский (Q_{2bz}), александрийский (Q_{2alk}) и припятский (Q_{2pr}) горизонты; верхний плейстоцен – муравинский (Q_{3mr}) и поозерский (Q_{3pz}) горизонты. Граница между нижним и средним подотделами проходит на рубеже 0,8 млн лет назад, а между средним и верхним – 0,13 млн лет назад. Голоцен представлен отложениями судобльского (Q_{4sd}) горизонта. Объем голоцена небольшой – всего 0,01 млн лет. Эта схема и положена в основу расчленения толщи четвертичных отложений территории Полесской седловины (таблица).

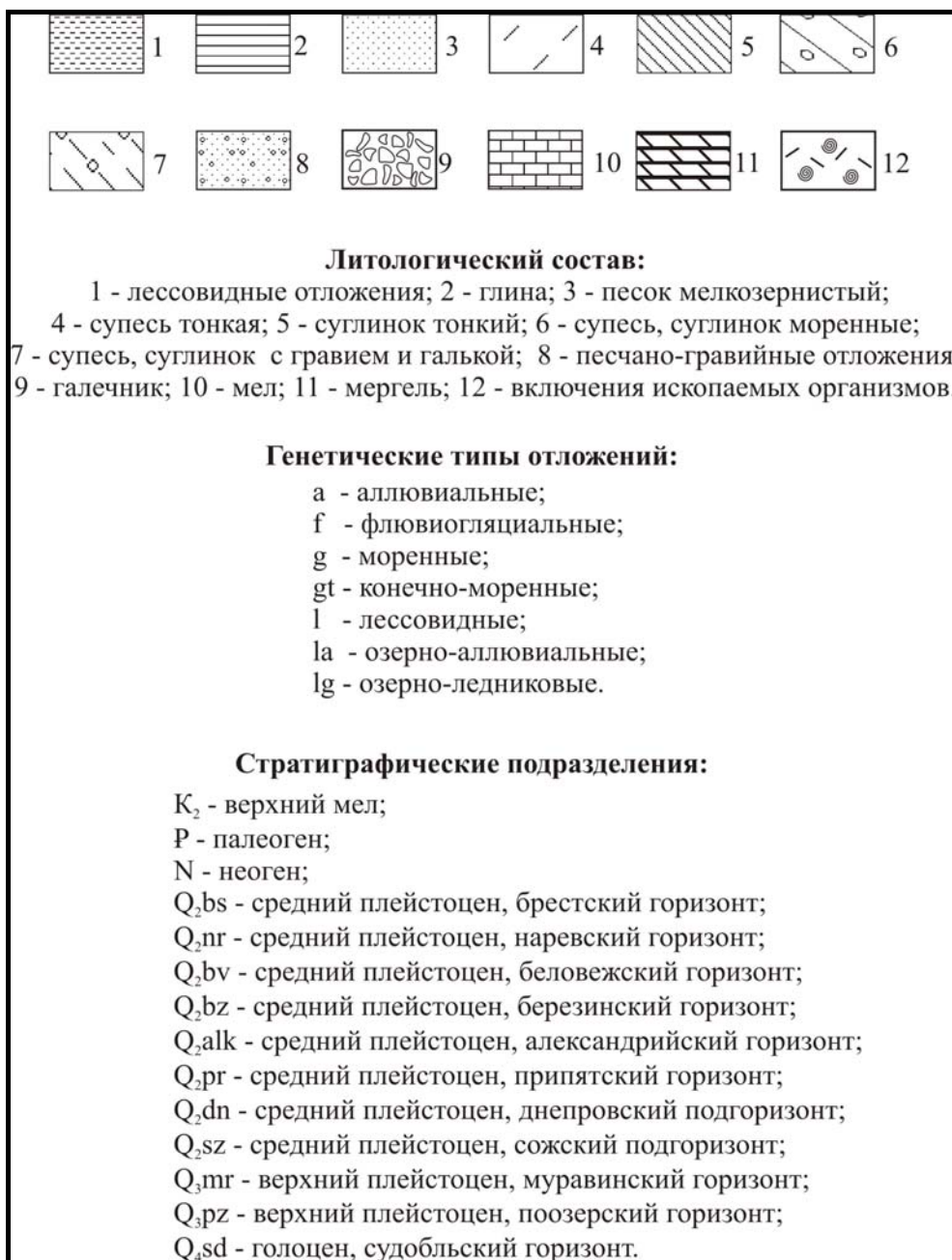


Рисунок 4 – Условные обозначения к рисункам 1–3

Гомельский горизонт представлен алевроитами, мелкозернистыми песками, торфом, сапропелитами, которые в пределах Полесской седловины встречаются в центральной и северо-восточной части Березовского района, где вскрыты скв. 1309 у д. Стригин на глубине 42,3–45,7 м [2].

Брестский горизонт представлен отложениями двух седиментационных циклов [1; 3]. Нижняя и частично верхняя части первого седиментационного цикла изучены на глубине 63,6–72,4 м в разрезе скважины 13 у д. Смолярка Березовского района [3–5]. Здесь выделены русловая фация аллювия, состоящая из конгломератовидных отложений, включающих обломки выветрелого тонкозернистого кварцевого песчаника, бурого угля, мелкозернистый кварцевый песок с остатками растительного детрита и обломками древесины (глубина 64,4–72,4 м), а также озерно-аллювиальные темно-серые и серые алевроиты с растительными остатками (глубина 63,6–64,4 м). Верхняя часть первого седимен-

тационного цикла, судя по разрезу скважина 343 (глубина 71–83 м) у д. Верчицы Пружанского района, построена мелкозернистыми, кварцевыми, глинистыми песками, которые перекрыты глиной, алевроитами, переслаивающимися с мелкозернистыми песками.

Таблица – Стратиграфическая схема четвертичных отложений территории Полесской седловины

Система	Отдел	Подотдел	Индекс	Горизонт	Подгоризонт	Основные типы отложений
Четвертичная	Голоцен		Q _{4sd}	Судобльский		Пески, супеси, торф, сапропели, мергели, техногенные отложения
	Плейстоцен	Верхний	Q _{3pz}	Поозерский		Пески, моренные супеси и суглинки, гравий, галька, глины, лессовидные отложения
			Q _{3mr}	Муравинский		Пески, супеси, суглинки, глины, торф, гиттия, сапропелиты
		Средний	Q _{2pr}	Припятский	Сожский	Пески, моренные супеси и суглинки, песчано-гравийный и валунный материал, глины
					Днепроовский	
			Q _{2alk}	Александровский		Пески, супеси, алевроиты, глины, сапропелиты, гиттия, торф
			Q _{2bz}	Березинский		Пески, моренные супеси и суглинки, гравийно-галечный и валунный материал
			Q _{2bv}	Беловежский		Пески, супеси, суглинки, глины, торф, гиттия
			Q _{2nr}	Наревский		Пески, алевроиты, моренные супеси и суглинки, глины
			Q _{2bs}	Брестский		Пески, алевроиты, глины
		Нижний	Q _{1gm}	Гомельский		Алевроиты, мелкозернистые пески, торф, сапропелиты

Разрез брестского горизонта в других частях Полесской седловины включает озерные, озерно-аллювиальные, реже аллювиальные и болотные образования. Основные литологические разности представлены алевроитами, тонкозернистыми и мелкозернистыми слабослюдистыми кварцевыми, реже полевошпатовыми серыми, темно-серыми, зеленовато-серыми песками, тонкими супесями, пестроцветными суглинками, серыми, пластичными голубовато-серыми глинами. Во всех литологических разностях отмечается наличие зерен глауконита, включений кусочков бурого угля, торфяного материала. Мощность отложений колеблется от 9 до 16 м.

Наревский горизонт. Наревское время на территории Полесской седловины ознаменовано проникновением первого материкового оледенения. Предельная граница

распространения ледника проводится по линии Брест – Кобрин – севернее Пинска и Лунина и далее на восток. Наревские отложения сложены мореной древнейшего оледенения и водно-ледниковым материалом общей мощностью 0,5–62 м, сохранившимися в глубоких эрозионных врезях. Сравнительно крупные массивы таких отложений отмечаются восточнее и северо-восточнее г.п. Коссово. Моренные отложения представлены суглинком и супесью с незначительным (до 5%) содержанием гравия и гальки (в основном осадочных пород).

В гравийно-галечном материале наревской морены преобладают породы серого цвета, в меньшей степени розовообращенные. Коэффициент влияния фенноскандинавских пород составляет 1,25–2,20, коэффициент карбонатности – 0,3–0,5, отношение кварца к кристаллическим породам – 0,22–0,59. По минералогическим данным в наревской морене повышено содержание глауконита, пирита, роговой обманки и минералов группы эпидота: цоизита, клиноцоизита, ортита. В тяжелой фракции в больших количествах отмечаются пирит, доломит, сидерит, биотит. Среди глинистых минералов преобладают гидрослюда, реже встречаются монмориллонит, хлорит, каолин.

Беловежский горизонт в пределах Полесской седловины имеет ограниченное распространение, вскрыт примерно 30 скважинами непосредственно под березинской мореной преимущественно в долинах рек Ясельда, Припять, Пина, Гривда, где он представлен песком, супесью, глиной, торфом, гитией. Мощность отложений в среднем составляет 6–8 м, колеблясь от 0,1 до 26,8 м.

Березинский горизонт. В конце беловежского межледниковья произошло изменение климата в сторону похолодания, что привело к новому оледенению. Березинский ледник полностью покрывал территорию Полесской седловины. Предельная граница его распространения проводится несколько юго-восточнее от г. Столина на Давид-Городок – Петриков – Наровлю. Отложения этого оледенения представлены собственно ледниковыми, потоково-ледниковыми и озерно-ледниковыми генетическими типами. Наиболее широко они распространены южнее Волковыска, западнее Ружан – Волька; в треугольнике Дрогичин – Хомск – Логишин, в полосе от оз. Белое до оз. Выгоновское, на Загородье. Мощность их составляет в среднем 6–8 м, увеличиваясь во врезях до 65 м.

Моренные отложения сложены валунными темно-серыми супесями с линзами песчано-гравийного материала, песками разнотернистыми, глинистыми. В толще валунных супесей отмечаются отторженцы неогеновых, палеогеновых, меловых пород. Среди крупных обломков в морене доминируют доломиты, известняки, песчаники, реже – кварциты. Кристаллические породы представлены гранитами, гнейсами. В моренных горизонтах южной части впадины количество кристаллических пород существенно уменьшается. В составе материала березинской морены в легкой фракции преобладают кварц, полевые шпаты и карбонаты. Среди тяжелых минералов – ильменит, магнетит, роговая обманка, гранаты, минералы группы эпидота. В небольших количествах отмечаются пироксены, бурые окислы железа, андалузит, силлиманит.

Наряду с моренными образованиями в пределах впадины выделяют потоково-ледниковые, озерно-ледниковые, гляциоаллювиальные отложения. Потоково-ледниковые разности представлены разнотернистыми песками с редкими включениями гравия, иногда мелких валунов и катунов глины. Озерно-ледниковые отложения сложены тонкими супесями, мелкозернистыми песками.

Александрыйский горизонт сложен комплексом озерных, аллювиальных, озерно-аллювиальных, гляциоаллювиальных, болотных и озерно-болотных отложений. Они встречаются в долинах рек Пина, Щара и их притоков, в котловинах оз. Черное и оз. Белое. Всего на исследуемой территории насчитывается около 30 участков распространения александрыйских отложений. Их мощность в среднем 4–6 м. Озерные и озерно-аллювиальные аккумуляции сложены тонкозернистыми и мелкозернистыми

песками, алевритами, реже глинами, диатомитами, гиттиями, сапропелями. Аллювий представлен русловыми, пойменными, старичными фациями. Мощность их местами достигает 15,8 м. В составе преобладают пески разной крупности, тонкие глины, илы, реже гиттии. Озерно-болотные и болотные аккумуляции встречаются реже и сложены сапропелями, тонкими известковистыми илами, гиттиями, торфами.

Припятский горизонт в пределах Полесской седловины имеет широкое распространение и представлен днепровским и сожским подгоризонтами. Нижний, днепровский комплекс распространен повсеместно, а отложения сожского ледникового комплекса встречаются только в северной части седловины. В межморенном днепровско-сожском интервале, к которому по представлениям прежних лет относились межледниковые отложения шкловского типа, автохтонных межледниковых толщ и органогенных образований более или менее продолжительных интерстадиалов не обнаружено, что доказывает стадильную природу обоих ледниковых комплексов, рассматриваемых в предлагаемой схеме в ранге подгоризонтов [1; 3].

Днепровский подгоризонт включает собственно ледниковые, потоково-ледниковые, озерно-ледниковые и перигляциальные отложения. Первые из них развиты довольно широко, но сплошного распространения не имеют. Основные площади отмечаются в северной и центральной частях территории седловины. Места их отсутствия соответствуют наиболее пониженным участкам современной земной поверхности. Мощность днепровской морены колеблется от 0,5 до 55 м, в среднем составляя около 20 м. Конечно-моренные отложения занимают менее 10% региона. Они отчетливо выделяются на площади Загородья и Логишинско-Краглевичской возвышенности, где также получили развитие мощные гляциодислокации складчато-чешуйчатого типа (Бездеж, Кремно, Охово и др.).

Среди основных литологических разностей выделяются супеси и суглинки плотные, грубые с гравием, галькой и валунами. Содержание валунного материала составляет до 20%. В составе обломочного материала днепровской морены преобладают кристаллические фенноскандинавские породы: граниты, граниты рапакиви, гранодиориты, порфириды, мигматиты, гнейсы, кварциты, в редких случаях пегматиты, сиениты, габбро. Из осадочных пород встречаются песчаники, доломиты, мергели. У д. Краглевичи и г.п. Логишин Пинского района установлены глыбовые отторженцы меловых пород и крупные блоки сцементированных карбонатами конгломератов диаметром до 5,0 м. В составе днепровской морены среди легких минералов преобладают кварц, полевые шпаты и карбонаты. В тяжелой фракции доминируют ильменит, магнетит, гранаты, роговая обманка, минералы группы эпидота, циркон, рутил, целестин, апатит, в незначительных количествах присутствуют лейкоксен, бурые окислы железа, брукит, турмалин, андалузит, ставролит, фосфаты, хлорит.

Потоково-ледниковые отложения полосой различной ширины окаймляют названные выше конечно-моренные образования, а также развиты в пределах ложбин стока талых ледниковых вод, расчленяющих Загородье, образуют зандровые поля на западе и юге исследуемой территории. В их составе преобладают разнотекстурные желтые, желто-серые, светло-серые и бурые пески с гравием и галькой. Средняя мощность отложений 5–8 м.

Озерно-ледниковые образования формировались в период наступания и отступления ледника. Сложены они алевритами, суглинками, глинами, часто с ленточной слоистостью. Средняя мощность – 8–12 м.

Сожский подгоризонт сформирован в результате деятельности ледника, предельная граница распространения которого проходит по линии Шерешево – Линово – Кабаки – Береза – Ивацевичи – южнее Барановичей – Утес – Головинцы – Кривошин – Ганцевичи – Денисовичи – Старобин. Собственно ледниковые (моренные) отложе-

ния не имеют сплошного развития. Их мощность изменяется от 0,7 до 80 м (д. Кривошин Ляховичского района), в среднем составляя около 10–20 м. Конечно-моренные образования в виде отдельных изолированных массивов встречаются в северной и центральной части описываемой территории и часто содержат отторженцы меловых, палеоген-неогеновых и четвертичных пород.

Сложена моренная толща красно-бурыми и бурыми грубыми супесями и суглинками с прослоями валунных песков, песчано-гравийного материала. От днепровской морены она отличается большей опесчаненностью, преобладанием более крупных фракций обломочного материала [6]. В составе легкой фракции сожской морены преобладает кварц и полевые шпаты. В тяжелой фракции преобладает роговая обманка, ильменит и магнетит; лейкоксен, гранаты (альмандин), циркон, турмалин, минералы группы эпидота имеют меньшее распространение. Незначительное количество составляют бурые окислы железа, глауконит, гематит.

В сожском ледниковом комплексе значительное место занимают потоково-ледниковые отложения – разнотернистые пески с гравием и галькой. Они отмечены как в зоне распространения ледника, так и южнее его границы. В период и особенно во время деградации оледенения в южной части седловины кроме образования зандров происходило накопление аллювиальных, озерных, озерно-болотных, болотных, золотых, пролювиальных аккумуляций.

Муравинский горизонт встречается на территории Полесской седловины небольшими участками преимущественно в озерных котловинах, речных долинах и ложбинах временных водотоков (на отметках 130–155 м). Мощность межледниковых образований колеблется от 0,3 до 13 м, чаще встречается в интервале 3–5 м. Эта толща построена аллювиальными, озерными, озерно-болотными и болотными отложениями. Аллювий не имеет широкого распространения и представлен мелко-, средне- и крупнозернистыми песками, переслаивающимися между собой. Озерно-болотные комплексы распространены гораздо шире. Среди них преобладают тонкие супеси, мелкозернистые пески, тонкие глины. Из других типов отложений встречаются торф с растительными остатками, в нижней части с линзовидными включениями вивианита, озерные тонкие суглинки, глины с маломощными прослоями песков.

Поозерский горизонт представлен перигляциальными, озерно-аллювиальными и аллювиальными отложениями. Среди перигляциальных образований преобладают лессовидные супеси и суглинки, залегающие на возвышенных участках в северной части региона. Мощность их достигает 1 м. Более широко распространены аллювиальные пески, в меньшей степени супеси, суглинки и торф. Мощность их в среднем составляет 10 м. Также широко представлены и озерно-аллювиальные пески, реже супеси, глины, торф. В верхней части эти аккумуляции постепенно переходят в голоценовые. Суммарная их мощность достигает 30 м.

Отложения судобьского горизонта завершают строение четвертичной толщи. Многочисленные разновидности голоценовых образований частично сглаживают формы современного рельефа. Среди отложений судобьского горизонта распространены аллювиальные, озерные, озерно-аллювиальные, болотные, озерно-болотные, золотые, пролювиальные, гравитационные, техногенные генетические типы.

Аллювиальные отложения имеют среднюю мощность 3–6 м (до 10–15 м). Для русловой фации этих отложений характерны хорошо промытые, сортированные пески с включением гальки, реже мелких валунов кристаллических и осадочных горных пород. Пойменные фации сложены супесями, суглинками и тонкозернистыми песками с включениями растительного детрита. Старичные образования представлены тонкозернистыми гумусированными песками, супесями, глинами и илами.

Озерные аккумуляции слагаются тонкими супесями, мелко-, тонкозернистыми песками с прослоями глин, илов, сапропелей с обломками раковин пресноводных моллюсков. Озерно-аллювиальные аккумуляции представлены тонко- и мелкозернистыми песками с прослоями супесей и суглинков, болотные – преимущественно низинными торфами мощностью от 0,3 до 5–9 м, в нижней части которых нередко залегают сапропели. Из озерно-болотных отложений распространены глины, тонкозернистые пески, супеси, торф, сапропелиты и гиттии. На притеррасных склонах речных долин и на возвышенных склонах водораздельных участков развиты пролювиальные отложения. На открытых участках задровых равнин выделяются эоловые отложения. Отложения гравитационного ряда локализованы на крутых притеррасных склонах речных долин и на крутых склонах карьерных выработок.

В настоящее время все большие площади в пределах территории Полесской седловины начинают занимать техногенные грунты, разнообразные по вещественному составу, мощности и имеющие площадную, линейную, точечную локализацию. Для техногенной седиментации характерна очень высокая степень динамичности, что вызывает необходимость ее детального изучения. Среди техногенных образований исследуемой территории выделяются следующие типы: насыпные, засыпные, намывные, перемывные, агротехнические, материал жилых и производственных построек и сооружений, «культурного слоя», осаднения, техногенно измененные и техногенно обусловленные.

Насыпные отложения представлены отвалами промышленных предприятий (шлаки, золы), насыпями транспортных, строительных, защитных сооружений. Геоморфологически они выражены в виде небольших терриконов, валов, дамб. Засыпные отложения возникали в процессе засыпки отрицательных природных и техногенных форм рельефа и при рекультивации земель. Представлены линейными, точечными и площадными телами. Геоморфологически выражены в виде техногенно выровненных участков земной поверхности.

Намывные отложения формировались в результате использования гидромеханических приспособлений. Представлены линейными (дамбы, валы), реже площадными (острова) геологическими телами сложенными песками с включением незначительного количества глин и растительного детрита. Перемывные отложения (гравий, пески с незначительным содержанием глинистого материала) формировались в процессе добычи строительного песка гидромониторами. Геоморфологически выражаются в виде беспорядочно расположенных мелкохолмистых форм.

Агротехнические отложения в пределах исследуемой территории получили наибольшее площадное распространение. Они состоят из материала почвенного слоя с добавлением органических и минеральных удобрений, подвергнутого перемешиванию в процессе вспашки. Геоморфологическое выражение отложений включает большое разнообразие форм (борозды, бугры, микрозападины и др.).

Материал жилых и производственных построек и сооружений – кирпич, блоки из бетона и цемента и др. Геоморфологически он выражается в виде рельефоидов высотой до 50 м.

Отложения «культурного слоя» встречаются в погребенном виде, вскрыты при археологических раскопках. В «культурном слое» представлены остатки материальной культуры, производственно-бытовых отходов и др.

Отложения осаднения образуются выпадением осадков сточных, хозяйственно-бытовых и производственных вод. Они накапливаются на очистных сооружениях крупных населенных пунктов и представлены терригенными, хемогенными, органогенными образованиями.

Техногенно измененные отложения – это отложения различного генезиса, подвергшиеся технодиагенезу (изменению под влиянием разнообразных техногенных, технологических процессов). Представлены пропитанным техногенными растворами (в процессе производства торфобрикета) некондиционным материалом торфопредприятий, асфальтовым покрытием дорог, хемогенно измененными отложениями вдоль автодорог в результате использования песчано-соляных смесей в осенне-зимнее время.

К техногенно-обусловленным относятся отложения, образовавшиеся в результате строительства водохранилищ, каналов, плотин, осушения болотных массивов, вырубки лесов, нарушения почвенно-растительного слоя. Они маломощны, но занимают большие площади в пределах исследуемой территории.

Автор выражает благодарность д. г.-м. н., профессору, академику НАН Беларуси А.В. Матвееву, к. г.-м. н. Г.И. Илькевичу, а также Н.Ф. Гречанику за предоставленные материалы и оказанную в процессе подготовки данной работы помощь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : объяснительная записка / С.А. Кручек [и др.]. – Минск : БелНИГРИ, 2010. – 282 с.
2. Березовский страторайон плейстоцена Белоруссии / Ф.Ю. Величкевич [и др.]. – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 146 с.
3. Геология Беларуси / под ред. А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева. – Минск : ИГН НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
4. Якубовская, Т.В. Позднекайнозойские флоры района проявления неогенового карста в окрестностях Березы / Т.В. Якубовская, Т.Б. Рылова // Флора и фауна кайнозоя Белоруссии. – Минск, 1992. – С. 76–94.
5. Якубовская, Т.В. Стратиграфическая схема отложений эоплейстоцена Беларуси / Т.В. Якубовская, В.И. Назаров // Докл. АН Беларуси. – 1993. – Т. 37, № 4. – С. 100–104.
6. Крутоус, Э.А. Палеогеография антропогена Белорусского Полесья / Э.А. Крутоус. – Минск : Навука і тэхніка, 1990. – 143 с.

Bogdasarov M.A. Geology of Quaternary Deposits on the Territory of Polesje Saddle

The work is about the peculiarities of geological structure of quaternary deposits on the territory of Polesje saddle as relief forming and mineralogical stratum, stratigraphic sections, the description of structure and genesis of quaternary deposits.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 21.12.2011

УДК 550.42 (476)

М.А. Богдасаров**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕКТИТОВ**

Работа посвящена детализации физико-химических особенностей тектитов. Изучены физические свойства и химический состав тектитов и подтверждена принадлежность тектитов из разных районов земного шара к различным систематическим группам. Установлено, что по ряду химических признаков тектиты заметно отличаются от всех геологических пород, включая такие внешне близкие к ним образования, как кварцевые песчаники и силика-глассы, преобразованные при ударе метеоритов (молний и т.п.) в силикатные породы.

Тектиты представляют собой природные образования весьма сложного состава, внутреннее строение которых характеризуется отсутствием упорядоченных кристаллических структур. Осколки тектитов сильно напоминают оплавленное бутылочное стекло или шлак. Нередко тектиты путают с вулканическим стеклом (обсидианом), на который они очень похожи по внешнему виду. Хорошо сохранившиеся тектиты довольно легко узнать: поверхность образца, как правило, почти целиком оплавлена и покрыта своеобразной скульптурой в виде многочисленных канавок и извилин. Морфологические особенности характеризуются значительным разнообразием: капли, груши, конусы, эллипсоиды и т.д.; иногда встречаются полые образцы. Масса найденных находок различна: от десятых долей грамма до нескольких килограммов. Большая часть находок тектитов приурочена к отложениям неоген-четвертичного возраста. Они обнаружены в Чехии (молдавиты), Австралии (австралиты), Индокитае (индошиниты), на Филиппинах (ризалиты, филиппиниты), в Индонезии (биллитониты, яваиты), Африке (африканиты), Северной и Южной Америке (бедиазиты, эмпириды).

Несмотря на большое количество работ, посвященных тектитам, с высокой степенью достоверности происхождение их не установлено до сих пор. Учеными приводится масса доводов в пользу как земного происхождения тектитов, так и космического. Среди «земных» доминирует гипотеза ударного происхождения как результата расплава пород при ударе комет и астероидов, среди «небесных» – гипотеза их кометной доставки на Землю [1; 2].

К числу важнейших диагностических определений свойств тектитов, по которым в литературе накоплен обширный фактический материал, относятся исследования *вязкости (пластичности)* этих образований. Эти определения представляют интерес, с одной стороны, для совершенствования технологических процессов при производстве разного рода стекол, а с другой – для решения вопросов генезиса расплавов минералов и горных пород. Представляется интересным, проанализировав данные изучения вязкости тектитов, попытаться выяснить некоторые особенности их структуры и условий образования. Г.Г. Воробьевым [3] были изучены молдавиты и индошиниты, а также обычное стекло и обсидиан из Армении, измерение вязкости которых было произведено для сравнения теми же методами, которыми пользовались для исследования вязкости тектитов.

До измерения вязкости путем нагревания небольших кусочков в тигле приблизительно определяли температуру размягчения, при этом тектиты (в отличие от обсидианов) не обнаружили процесса пемзообразования. Они оплавляются спокойно без резкого выделения газов, что связано, по-видимому, с небольшим содержанием в тектитах летучих веществ. Температура размягчения молдавитов (1 100°C) оказалась значительно ниже, чем известная из работ Ф. Зюсса, который считал, что при 1 250°C

они даже не начинают размягчаться и плавятся только при 1 400°C [4]. По-видимому, скорость нагревания при этом была слишком велика, тогда как в опытах [3] нагревание проводилось со скоростью около 70°C в минуту. При выдерживании тектитов при 1 400°C в течение часа они сплавлялись в однородную массу без пузырьков, которая при охлаждении застывала в стекло того же цвета, что и исходные образцы.

Измерение вязкости тектитов производилось методом растяжения стержня, ранее разработанным для исследования вязкости кварцевого стекла, а также обсидианов в связи с процессом образования пемзы [3]. Этот метод представляется ценным в том отношении, что позволяет исследовать естественные образцы, не подвергнутые переплавке. Для исследования вязкости при высоких температурах (до 1 400°C) использовалась другая методика, основанная на законе Стокса, которая применялась ранее для измерения вязкости борного ангидрида и системы $B_2O_3-SiO_2$ в расплавленном состоянии. Следует отметить, что впервые метод падения шара по Стоксу при высоких температурах применяли для измерения вязкости стекла [5]. В описываемых опытах образец расплавился в корундовом тигле высотой 3,3 см и диаметром 2,5 см; тигель малого размера брали для экономии исследуемого материала. После того как все пузырьки были удалены из расплава, в него бросали платиновый шарик диаметром 1,0–1,5 мм. По истечении определенного промежутка времени (10–40 мин) тигель с расплавом быстро вынимали из печи и подвергали закалке. Далее, разбивая тигель, можно было измерить расстояние, на которое опустился шарик, определить скорость его падения и по формуле Стокса вычислить вязкость. Плотность определялась только при комнатной температуре, а чтобы узнать плотность расплавленных образцов при температуре опыта на основании данных о плотности расплавленных стекол и горных пород приближенно вводилась поправка на расширение. Таким образом, для расплава молдавита при 1 400°C плотность была принята 2,10 г/см³, для индошинита – 2,05 г/см³. Приближенное знание плотности не вносило в окончательный результат большой ошибки, так как плотность платинового шарика очень велика (21,5 г/см³).

Результаты измерения вязкости тектитов, полученные Г.Г. Воробьевым по методу растяжения стержня [3], представлены в таблицах 1–2; в первом столбце приведена температура, во втором – вязкость в пуазах (1 пуаз = 0,1 паскаль-секунда), в третьем – десятичный логарифм вязкости. Как видно, этим методом удалось исследовать вязкость молдавита в пределах температур 980–1 150°C, а вязкость индошинита – в интервале 950–1 050°C. В таблице 3 приведены данные по вязкости тектитов, полученные методом падения шара по Стоксу (измерения проводились в пределах температур 1 345–1 410°C).

Как видно, повторные измерения методом растяжения в достаточной степени сопоставимы. Интервал между значениями, полученными двумя разными методами, оказался около 250°C, т.е. в пределах, характерных для аналогичных исследований обычных стекол. По вязкости тектиты располагаются где-то посередине между кварцевым и обычным стеклом. Это неудивительно, принимая во внимание связь с их химическим составом.

Вязкость η обычно сопоставляют со значениями кислотно-основных показателей и, в первую очередь, с модулем кислотности, отражающим соотношение четырех оксидов:

$$M_k = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO + MgO}$$

Чем больше M_k , тем выше вязкость. Таким образом, высокая вязкость расплавов горных пород определяется высоким содержанием в них кремнекислоты и глинозема. Роль других окислов сводится к тому, что щелочи понижают вязкость расплавов.

Отсюда ясно, что тектиты, более кислые, чем обычное стекло, заключая в себе некоторое количество Al_2O_3 (10–12%), в то же время оказываются в 1 000–10 000 раз более вязкими, чем стекло с содержанием щелочей около 2%. Вязкость обсидиана несколько выше, чем у тектитов, по-видимому, вследствие повышенного содержания в нем глинозема (13%). У некоторых других образцов обсидиана кривые вязкости весьма близки к тем, которые получаются для тектитов. Любопытно, что, несмотря на то, что $SiO_2 + Al_2O_3$ у тектитов и вулканических стекол составляет около 90% их состава, вязкость их все же почти в 1 000 000 раз меньше, чем у кварцевого стекла, поскольку в последнем практически нет щелочей, а содержание кремнезема близко к 100%.

Таблица 1 – Вязкость молдавитов (метод растяжения стержня)

Первое измерение			Второе измерение		
t, °C	η , пз	Lg η	t, °C	η , пз	Lg η
980	$1,71 \times 10^9$	9,231	980	$1,70 \times 10^9$	9,2305
1 020	$8,0 \times 10^8$	8,904	1 010	$8,67 \times 10^8$	8,938
1 045	$4,85 \times 10^8$	8,685	1 040	$5,60 \times 10^8$	8,749
1 050	$3,50 \times 10^8$	8,544	1 070	$1,95 \times 10^8$	8,290
1 090	$1,33 \times 10^8$	8,124	1 090	$1,81 \times 10^8$	8,258
1 120	$6,7 \times 10^7$	7,828	1 130	$7,66 \times 10^7$	7,885

Таблица 2 – Вязкость индошинитов (метод растяжения стержня)

Первое измерение			Второе измерение		
t, °C	η , пз	Lg η	t, °C	η , пз	Lg η
950	$1,66 \times 10^9$	9,026	950	$1,02 \times 10^9$	9,609
975	$5,56 \times 10^8$	8,747	980	$4,92 \times 10^8$	8,692
1 000	$4,63 \times 10^8$	8,667	1 015	$2,75 \times 10^8$	8,446
1 000	$3,98 \times 10^8$	8,517	1 040	$1,60 \times 10^8$	8,2045
1 010	$3,15 \times 10^8$	8,502			
1 025	$1,92 \times 10^8$	8,285			

Таблица 3 – Вязкость тектитов (метод падения шара)

Молдавиты			Индошиниты		
t, °C	η , пз	Lg η	t, °C	η , пз	Lg η
1 370	$3,97 \times 10^5$	5,600	1 345	$2,35 \times 10^5$	5,371
1 400	$2,21 \times 10^5$	5,3445	1 400	$1,22 \times 10^5$	5,0865
1 410	$2,29 \times 10^5$	5,361			

Для дальнейшего сопоставления вязкости расплавленных горных пород и тектитов интересно было проанализировать полученные данные зависимости вязкости изверженных пород от коэффициента кислотности по Левинсон–Лессингу [6]. Любопытно, что тектиты, обладая большой кислотностью, показывают вязкость меньшую, чем горные породы. Далее на основании данных по вязкости молдавита и индошинита можно привести ряд доводов в пользу теории их космического происхождения, к числу сторонников которой принадлежали В.И. Вернадский, А. Лакруа, Ф. Зюсс. [4]. Если предполагать, что тектиты представляют собой результат сплавления земных горных пород, то неясно, почему они имеют такой одинаковый

состав и почему они весьма однородны в своей массе и лишены газовых пузырьков. Как известно, более или менее легко пузырьки удаляются из стекла при варке лишь при вязкости 100–200 пуазов, что и обуславливает варку стекла при температуре порядка 1 500°C в течение нескольких десятков часов.

Для тектитов вязкость такого порядка можно, по-видимому, получить только при температурах свыше 2 000°C. Нужно иметь в виду, что, хотя линейная экстраполяция дала бы несколько более низкую температуру (1 800°C), этой цифрой пользоваться нельзя, так как при более малых вязкостях у всех жидкостей, в том числе и у всех силикатных расплавов, кривая вязкости имеет такой же характер изгиба, как для обычного стекла. Наличие же такой температуры в момент образования тектитов (если предполагается их образование в пределах Земли) представляется маловероятным.

В решении вопроса о происхождении тектитов важную роль должен сыграть анализ их *химического состава*. Каждая из существующих генетических концепций предусматривает наличие определенных физико-химических процессов, сопровождающих образование тектитов. Эти процессы и сопутствующие им условия можно сравнить с аналогичными процессами, наблюдаемыми в лаборатории или в природе [7; 8]. Анализ выявленных аналогий и различий, по-видимому, позволит правильно подойти к решению проблемы. После первого химического анализа молдавита, выполненного в 1816 г. М. Клапротом, было произведено более 100 полных анализов тектитов, силика-глассов и импактитов. Около 25 анализов, выполненных Г.Г. Воробьевым [3], позволили проверить достоверность более старого материала и статистически обработать известные результаты. Для 10 основных компонентов, определяемых обычным силикатным методом, было собрано следующее количество определений: Fe₂O₃ – 69, FeO и K₂O – по 99, SiO₂ – 107, TiO₂ – 108, MnO – 109, Na₂O – 116, Al₂O₃, CaO и MgO – по 126 (всего 1085). В таблице 4 приведен средний состав некоторых территориальных групп тектитов и силика-глассов. На основании всех имеющихся данных вычислен средний химический состав тектитов, силика-глассов и импактитов (таблица 5). Для тектитов, кроме того, рассчитаны средние геометрические (медиана) и статистические (мода) значения и оценены величины разбега аналитических, данных (дисперсия) (таблица 6).

В физико-химическом отношении тектиты представляют собой аморфную кремнекислоту (точнее двуокись кремния) с растворенными в ней окислами других элементов: Al, Fe, Ca, Mg, Na, K. В статистическом отношении эти окислы относятся антагонистически к SiO₂, показывая более или менее четко выраженную обратную (отрицательную) корреляцию. Геохимическое сродство отдельных элементов может быть выражено в наличии прямой (положительной) корреляции [9].

По данным анализов, содержание SiO₂ в тектитах колеблется в пределах 47,54–88,50%, в импактитах этот диапазон смещается вправо: 68,88–99,88%, а в силика-глассах еще правее: 86,34–98,40%. Среднеарифметические значения соответственно равны 73,29, 84,45 и 93,01%. Все эти цифры превышают среднее содержание SiO₂ в кислых магматических породах (71,00% по А.П. Виноградову [10]). Сравнение с соответствующими данными для осадочных пород показывает, что тектиты располагаются между песчаными (78,66% SiO₂ и глинистыми 50,65% SiO₂) породами. Импактиты соответствуют песчаникам (84,86% SiO₂), а силика-глассы – чистым кварцевым пескам (90,63–99,79% SiO₂).

Таблица 4 – Средний химический состав отдельных видов тектитов и силика-гласов, %

Окислы	Молда- виты	Индо- шиниты	Филип- пиниты	Тектиты Явы	Билли- тониты	Австра- литы	Тасма- ниты	Амери- каниты	Бедиа- зиты	Афри- каниты	Ливиты
SiO ₂	79,33	73,14	71,25	71,39	70,27	67,36	67,98	74,19	75,64	70,98	98,04
TiO ₂	0,6	0,98	0,78	0,66	0,98	1,13	0,69	0,05	0,82	0,73	0,19
Al ₂ O ₃	10,03	12,50	12,36	12,16	13,06	13,11	6,69	15,81	14,59	14,59	0,88
Fe ₂ O ₃	0,85	0,19	1,23	1,17	0,18	1,05	0,36	0,24	0,41	0,18	0,43
FeO	2,42	4,98	4,27	4,62	5,55	5,79	1,54	0,61	4,00	5,50	0,24
MnO	0,13	0,12	0,09	0,12	0,13	0,12	0,00	0,12	0,01	0,08	0,00
CaO	2,25	2,46	3,47	2,91	3,15	4,47	0,10	0,52	0,05	1,67	0,22
MgO	1,65	2,07	3,33	3,09	2,81	2,73	0,68	0,19	1,28	3,28	0,04
Na ₂ O	0,63	1,43	1,5	1,76	1,59	1,74	0,11	3,58	1,36	1,71	0,33
K ₂ O	3,05	2,40	2,02	2,22	2,30	2,05	1,07	4,24	1,85	1,53	0,01

Таблица 5 – Средний химический состав тектитов, силика-гласов и импактитов, %

Окислы	Тектиты	Силика-глассы	Импактиты
SiO ₂	73,29	93,01	84,45
TiO ₂	0,86	0,44	0,81
Al ₂ O ₃	12,04	3,78	4,89
Fe ₂ O ₃	0,79	0,40	2,32
FeO	4,48	0,98	3,48
MnO	0,12	0,00	0,05
CaO	2,76	0,17	1,32
MgO	2,19	0,36	1,13
Na ₂ O	1,35	0,20	0,22
K ₂ O	2,44	0,62	1,54

Таблица 6 – Химическая характеристика тектитов

Окислы	Среднее содержание, %			Дисперсия					
	Арифмет. (X)	Медиана (Me)	Мода (Mo)	Пределы		Среднеарифмет.		Среднеквадрат. (±)	
				min	max	+	–	абс., %	отн., %
SiO ₂	73,29	73,63	74,41	47,54	88,50	4,07	4,96	6,83	9,3
TiO ₂	0,86	0,75	0,53	Следы	3,38	0,35	0,33	0,54	55,1
Al ₂ O ₃	12,04	12,40	13,12	5,10	20,54	1,33	2,08	2,28	18,9
Fe ₂ O ₃	0,79	0,43	0,40	0,00	5,37	1,00	0,41	1,30	164,6
FeO	4,48	4,49	4,51	0,13	11,51	1,32	1,65	2,08	46,5
MnO	0,12	0,10	0,07	0,01	1,25	0,09	0,04	0,13	108,3
CaO	2,76	2,47	1,89	0,00	8,56	1,25	0,77	1,51	54,7
MgO	2,19	2,03	1,71	0,11	7,99	0,81	0,64	1,05	47,9
Na ₂ O	1,35	1,27	1,11	0,23	3,96	0,68	0,53	0,80	59,2
K ₂ O	2,44	2,27	1,99	0,82	4,67	0,59	0,40	0,66	27,1

Отдельные виды тектитов по возрастанию среднего содержания SiO₂ образуют ряд: австралиты < биллитониты < африканиты < филиппиниты < тектиты Явы < индошиниты < американиты < бедиазиты < молдавиты. По очень высокому содержанию SiO₂ довольно резко выделяются молдавиты, по очень низкому – австралиты. Некоторые анализы приближают австралиты к тектитам Африки, Филиппин и Индонезии, подчеркивая разницу между ними и тектитам Индокитая.

В корреляционном ряду выделяется несколько групп: импактиты и силика-глассы с высоким абсолютным содержанием SiO₂ и низким TiO₂ (иногда силика-

глассы нарушают это правило), затем молдавиты, основная группа австралитов, индошиниты, филиппиниты, биллитониты с тектитами Африки и, наконец, отдельная группа австралитов из юго-западной Виктории с низкими значениями SiO_2 и высокими TiO_2 .

По средним отношениям $\text{SiO}_2 : \text{TiO}_2$ выделяются следующие группы:

- 1) австралиты;
- 2) индошиниты и биллитониты;
- 3) филиппиниты, бедиазиты, тектиты Африки и Явы, ливиты, импактиты;
- 4) тасманиты и молдавиты.

Отдельно стоят американиты со средним отношением $\text{SiO}_2 : \text{TiO}_2 = 1\ 500$.

Сравнение с земными горными породами показывает, что по названному соотношению тектиты приближаются к средним и ультраосновным породам и глинам. Характерно, что в магматических породах обратная корреляция $\text{SiO}_2 > \text{TiO}_2$ наблюдается только ряду кисло-средних пород [8; 9].

Содержание собственно TiO_2 колеблется во всех описываемых стеклах от следов до 3,64%. Среднеквадратичное отклонение для тектитов является сравнительно большим (65,1% отн.). Незначительная асимметрия, в отличие от SiO_2 , направлена в сторону малых концентраций ($M_o < M_e$). По средним содержаниям тектиты (0,86%) и импактиты (0,81%) приближаются к средним породам (0,79%) с переходом к основным и к глинам, а силика-глассы (0,44%) – к песчаникам (0,41%). Отдельные виды тектитов в порядке возрастания среднеарифметического располагаются следующим образом: молдавиты, тектиты Явы < африканиты < филиппиниты < бедиазиты < индошиниты, биллитониты < австралиты. Американиты находятся далеко за пределами этого ряда (0,05%). Такую же малую величину имеют ливиты (0,19%), тогда как тасманиты по TiO_2 не отличаются от тектитов и ближе всего соответствуют тектитам Явы.

В корреляционном ряду выделяется несколько групп:

- 1) импактиты и силика-глассы с высоким содержанием SiO_2 и более низким Al_2O_3 ;
- 2) молдавиты;
- 3) индошиниты;
- 4) филиппиниты;
- 5) биллитониты с менее высоким содержанием SiO_2 и более высоким Al_2O_3 .

Австралиты дают значительный разброс данных, захватывая три последние группы и частично вторую. Особняком стоит группа из шести австралитов из юго-западной Виктории с очень низким содержанием SiO_2 . Данные для тектитов Африки, американитов и бедиазитов противоречивы вследствие их малочисленности.

По средним отношениям $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ все тектиты, за исключением молдавитов, образуют одну группу. У молдавитов эта величина равна 8,0, тасманитов – 12,6, импактитов – 17,3, ливитов – 10,9. По среднему отношению тектиты приближаются к кислым породам, а тасманиты с импактитами – к пескам, песчаникам, ультраосновным породам и метеоритам (силикатная фаза). Ливиты эквивалентов по $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ не имеют.

Содержание собственно Al_2O_3 колеблется в тектитах от 5,10 до 20,54%. Среднеквадратичное отклонение равно 18,9% отн. Небольшая асимметрия в сторону меньших величин обуславливает соотношение $M_o > M_e$, как у SiO_2 . По среднеарифметическому содержанию все тектиты, за исключением молдавитов, образуют одну группу (12,16–15,81%) со следующими соотношениями: индошиниты, филиппиниты, тектиты Явы < биллитониты, австралиты < бедиазиты, тектиты Африки < американиты. В молдавитах среднее содержание Al_2O_3 (10,03%) относительно мало, в тасманитах (6,69%) и импактитах (4,89%) – еще меньше. По этим цифрам тектиты

несколько соответствуют кислым породам, импактиты и тасманиты – песчаным, а ливиты – чистым кварцевым пескам.

Для тектитов характерно преобладание FeO над Fe₂O₃, что указывает на более или менее достаточные окислительные условия. Описываемые виды образуют ряд: тектиты Африки, индошиниты, биллитониты > австралиты, молдавиты, бедиазиты > тасманиты, ливиты, импактиты. Отдельные анализы последней группы дают отношение Fe₂O₃ > FeO. По этому признаку тектиты более всего соответствуют ультраосновным, менее – основным и совсем далеко отстоят от средних и кислых пород. Импактиты и силика-глассы соответствуют средним, кислым, а также песчаным породам.

Тектиты характеризуются следующими пределами абсолютных значений: 0,13–11,51% FeO и 0,00–5,37% Fe₂O₃. Среднеквадратичное отклонений равно соответственно 46,5 и 146,6%, что резко выделяет Fe₂O₃ среди других окислов. Кроме того, Fe₂O₃ имеет заметную асимметрию в сторону больших концентраций и, соответственно, отношение Me > Mo. У FeO асимметрия имеет противоположный знак и почти незаметна. По среднеарифметическим значениям Fe₂O₃ тектиты соответствуют более или менее чистым песчаным породам, по FeO – занимают промежуточное положение между средними и основными породами (тасманиты – между кислыми и песчаными, ливиты соответствуют песчаным породам). В первом случае рассматриваемые виды образуют несколько групп:

- 1) тектиты Африки, биллитониты, индошиниты и американиты (0,18–0,24%);
- 2) бедиазиты и тасманиты (0,36–0,41%);
- 3) молдавиты, австралиты, тектиты Явы, филиппиниты (0,85–1,35%);
- 4) импактиты (2,32%).

Во втором случае происходит четкое разделение отдельных видов: ливиты 0,24%, американиты 0,61%, тасманиты 1,54%, молдавиты 2,42% и все остальные (импактиты, бедиазиты, филиппиниты, биллитониты, тектиты Явы, индошиниты) 3,48–5,89%.

Некоторый интерес представляет отношение FeO : MnO. Большинство тектитов укладывается в небольшие интервалы концентраций: 1–7% FeO и 0,04–0,4% MnO. Среднее геометрическое FeO : MnO ~ 40, среднее арифметическое – 37. Здесь выделяются две группы:

- 1) кучная группа индошинитов с 4–6% FeO и 0,10–0,16% MnO (среднегеометрическое и среднеарифметическое FeO : MnO = 42);
- 2) некучная группа молдавитов – 1,5–3,5% FeO и 0,06–0,16 MnO (среднее арифметическое FeO : MnO = 19).

Другие виды дают значительный разброс данных без видимой локализации. Отношение FeO : MnO в силика-глассах и импактитах смещается по сравнению с тектитами в сторону больших величин (более 50 до 100). Сравнение с земными горными породами показывает, что по названному отношению тектиты соответствуют в целом изверженным породам, а силика-глассы и импактиты – песчаным осадочным.

Содержание собственно MnO в тектитах колеблется от 0,01 до 1,25%, что обеспечивает сравнительно большую дисперсию (среднеквадратичное отклонение 108,3%). Заметная асимметрия направлена в сторону больших величин, подобно Fe₂O₃ (Me > Mo). Среднеарифметическая величина 0,12% соответствует ультраосновным, средним и отчасти основным породам, а также глинам. Импактиты и силика-глассы содержат MnO в среднем до 0,05%, что соответствует кислым изверженным и песчаным осадочным породам. Этому правилу в общем подчиняются и все отдельные виды стекол, за исключением бедиазитов, которые по MnO (0,01%) более сравнимы с силика-глассами (и песчаными породами), чем с тектитами.

Содержание GaO в тектитах колеблется в широком интервале: от 0,00 до 8,56%, но дает сравнительно небольшую дисперсию (среднеквадратичное) – 54,7%. Заметная

асимметрия в сторону больших величин, подобно Fe_2O_3 и MnO , приводит к соотношению $\text{Me} > \text{Mo}$ при этом мода отклоняется от среднеарифметического на 0,87%. Последняя величина объединяет все основные виды тектитов в одну группу (1,67–4,47%) со следующими соотношениями: тектиты Африки < молдавиты, индошиниты < тектиты Явы, филиппиниты, биллитониты < австралиты. Значительно меньшее содержание GaO имеют импактиты (1,32%), американиты (0,52%), ливиты (0,22%), тасманиты (0,10%), бедиазиты (0,05%). По этим данным, тектиты соответствуют кислым породам (1,82%) и песчаникам (1,05%); импактиты – песчаникам; американиты и отчасти ливиты – некоторым чистым кварцевым пескам; тасманиты и бедиазиты аналогов не имеют.

Большинство анализов укладывается в интервалы 1–10% для обоих окислов с небольшой дифференциацией по абсолютным содержаниям: филиппиниты > индошиниты > молдавиты. Австралиты, как и в других случаях, дают большой разбег данных, но в целом тяготеют к большим величинам. Импактиты и американиты располагаются после молдавитов. И, наконец, самые малые содержания имеют силика-глассы и бедиазиты, которые вместе с африканитами заметно отклоняются от корреляционной прямой ($\text{GaO} < \text{MgO}$).

По средним отношениям все виды объединяются в 5 групп:

- 1) ливиты – 5,5%;
- 2) американиты – 2,8%;
- 3) импактиты и основная группа тектитов – от 1,6 до 0,9% (австралиты > молдавиты > индошиниты, биллитониты > филиппиниты > тектиты Явы);
- 4) тектиты Африки (африканиты) – 0,5%;
- 5) тасманиты и бедиазиты – от 0,04 до 0,1%.

Результаты сравнения показывают, что в основном тектиты занимают промежуточное положение между основными и ультраосновными породами, тектиты Африки соответствуют средним породам, бедиазиты и тасманиты – силикатной фазе метеоритов, американиты и ливиты приближаются к песчаным породам.

Содержание собственно MgO колеблется в тектитах от 0,11 до 7,99%, среднеквадратичное отклонение 47,9% отн. Небольшая асимметрия направлена в сторону больших концентраций, как и у GaO ($\text{Me} > \text{Mo}$). Мода отклоняется от среднеарифметического на 0,48%. В порядке убывания величины MgO отдельные виды располагаются следующим образом: филиппиниты (3,33%), тектиты Африки и Явы > биллитониты > австралиты > индошиниты > молдавиты > бедиазиты > импактиты (1,13%); отдельное положение занимают тасманиты (0,68%), американиты (0,19%) и ливиты (0,04%). По этим данным, тектиты занимают промежуточное положение между кислыми и средними изверженными породами (с некоторым тяготением к последним), импактиты более всего соответствуют кислым и песчаным породам, а силика-глассы и американиты – чистым кварцевым пескам.

По MgO может быть осуществлен еще один вариант геохимического анализа. На земных материалах достаточно хорошо показано, что отношение $\text{MgO} : \text{SiO}_2$ является четким индикатором кислотности пород, подобно отношению микро-элементов $\text{V}_2\text{O}_5 : \text{Ca}_2\text{O}_3$. По среднему содержанию эти окислы коррелируют следующим образом (таблица 7).

Таблица 7 – Среднее содержание SiO_2 и MgO

Группа пород	SiO_2 , %	MgO , %	$\text{SiO}_2 : \text{MgO}$
Ультраосновные	43,6	24,8	1,4
Основные	50	6,3	8
Средние	57	3,64	15,7

Кислые	71	0,74	96
--------	----	------	----

В корреляционном ряду намечается некоторое дифференцирование по абсолютным значениям концентрации (в порядке возрастания SiO_2 и убывания MgO): группа австралитов из юго-западной Виктории – биллитониты, филиппиниты – индошиниты – молдавиты – импактиты, силика-глассы. Основная группа австралитов распределяется в широком интервале. Бедиазиты соответствуют группе молдавитов, но отличаются от них некоторым смещением линейного коэффициента. Резко диссонируют отмеченной закономерности американиты.

По средним отношениям $\text{SiO}_2 : \text{MgO}$ (в порядке возрастания) образуются следующие группы: основная группа тектитов 21–25 (филиппиниты, тектиты Африки < тектиты Явы < австралиты, биллитониты), индошиниты – 35, молдавиты – 48, бедиазиты – 60, импактиты – 75, тасманиты – 130, американиты – 500, ливиты – 2500. Таким образом, по отношению $\text{SiO}_2 : \text{MgO}$ тектиты в массе отвечают средним породам, тасманиты занимают промежуточное положение между кислыми породами и песчаниками, американиты (и особенно ливиты) соответствуют чистым кварцевым пескам.

Из щелочей Na_2O присутствует в тектитах в количестве 0,23–3,96% со среднеквадратичным отклонением от среднеарифметического 47,9% отн. Асимметрия (в сторону больших величин) очень незначительная, $M_e > M_o$. По среднеарифметическому содержанию все тектиты образуют одну группу с интервалом 1,36 (бедиазиты) – 1,76% (тектиты Явы); исключение составляют, с одной стороны, американиты (3,58%) и, с другой – молдавиты (0,63%). Ливиты, импактиты и тасманиты содержат соответственно 0,33, 0,22 и 0,11% Na_2O . По этим цифрам большинство тектитов располагается между ультраосновными и основными породами, американиты ближе стоят к средним и кислым, молдавиты – к ультраосновным. Силика-глассы и импактиты соответствуют песчаным породам различной степени чистоты.

По отношению $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$ выделяются три отдельных группы:

- 1) молдавиты, тасманиты и импактиты 0–25% отн. Na_2O ($100-75\% < \text{K}_2\text{O}$);
- 2) все другие тектиты 25–75% отн. Na_2O ($75-25\% \text{ K}_2\text{O}$);
- 3) ливиты – до 100% Na_2O (0% K_2O).

Первая группа более всего соответствует песчаным осадочным породам, вторая – в целом магматическим, ливиты аналогов не имеют.

Содержание K_2O в тектитах колеблется в меньших пределах: от 0,82 до 4,67%, дисперсия (среднеквадратичное отклонение) 27,1% отн.; небольшая асимметрия того же характера, что у Na_2O , обеспечивает отношение $M_e > M_o$; превышение моды над среднеарифметическим на 0,45%. Отдельные виды по K_2O делятся на группы: ливиты 0,01%, тасманиты 1,07%, импактиты и тектиты Африки 1,53–1,54%, основная группа тектитов 1,85–2,40%, молдавиты 3,05%, американиты 4,24%. Таким образом, здесь, как и в случае с Na_2O , происходит отделение молдавитов и американитов от других тектитов. Сравнение с горными породами показывает, что тектиты более всего соответствуют средним породам, американиты и отчасти молдавиты – кислым, а силика-глассы и импактиты – песчаным осадочным различной степени чистоты.

Сопоставление данных [3; 9; 11] позволяет охарактеризовать особенности химического состава отдельных видов тектитов и силика-глассов.

Молдавиты содержат много SiO_2 , K_2O и мало TiO_2 , Al_2O_3 , FeO , CaO , MgO , Na_2O ; соответственно для них являются характерными высокие отношения $\text{SiO}_2 : \text{TiO}_2$, $\text{SiO}_2 : \text{MgO}$ и низкие отношения $\text{FeO} : \text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$. Важные диагностические признаки: содержание FeO 2,42%, Na_2O 0,63%, K_2O 3,05% и отношения $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 8$, $\text{FeO} : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2,8$, $\text{SiO}_2 : \text{MgO} = 48$. Молдавиты различаются между собой по содержанию Fe_2O_3 (1,15 и 0,32% соответственно), MnO (0,09 и 0,26%) и отчасти SiO_2 .

В целом молдавиты по химическому составу резко отличаются от других тектитов, но по отдельным показателям обнаруживают сходство с индошинитами и австралитами, а также тасманитами, тектитами Явы и импактитами.

Индошиниты характеризуются небольшим содержанием Al_2O_3 , Fe_2O_3 ; по SiO_2 они резко отделяются от тектитов Индонезии, Филиппин и Африки, по содержанию FeO и MnO – от молдавитов. Очень типичным является высокое отношение $\text{SiO}_2 : \text{MgO} = 35$. Отдельные территориальные группы индошинитов разнятся по следующим признакам: содержание SiO_2 наибольшее в Хайнане (74,52%), к Лаосу оно уменьшается и затем увеличивается в Таиланде и Камбодже. Содержание Al_2O_3 наименьшее (11,98%) в тектитах Хайнаня и наибольшее в Лаосе. В образцах из Таиланда очень мало TiO_2 (0,79%), FeO (4,18%) и MnO (0,10%), в образцах из Чунгбо (Центральный Вьетнам) много FeO (5,40%). Наибольшее количество GaO в Бакбо (Северный Вьетнам) (3,24%), но в других районах оно постепенно уменьшается: до 2,63% в Таиланде, 2,15% в Камбодже и 2,48% на Хайнане; количество MgO возрастает от Хайнаня (1,85%) и Таиланда (1,87%) по направлению к Чунгбо (2,33%). Количество Na_2O закономерно увеличивается от Хайнаня (1,13%) на запад – Бакбо и Чунгбо по 1,37%, Камбоджа и Лаос 1,63 и 1,65% и, наконец, Таиланд 1,80%; содержание K_2O наибольшее в образцах из Таиланда и Лаоса (2,67 и 2,68%) и наименьшее – из Бакбо (2,06%). Трудно сказать, подтверждаются ли отмеченные закономерности дальнейшими исследованиями. Очевидно только одно: территориально индошиниты связаны друг с другом, и краевые районы, не имея самостоятельного значения, испытывают влияние соседних тектитных полей. В целом индошиниты очень сильно тяготеют к биллитонитам и в меньшей степени – к молдавитам, филиппинитам, тектитами Африки.

Биллитониты характеризуются относительно высоким содержанием Al_2O_3 и низким содержанием SiO_2 , Fe_2O_3 . Более всего они тяготеют по составу к индошинитам, австралитам, филиппинитам, а также тектитами Явы и Африки. Из основных районов распространения биллитонитов о. Белитунг заметно отличается по высокому содержанию SiO_2 , TiO_2 , MnO , Na_2O , K_2O и низкому содержанию Al_2O_3 от Борнео и Малайзии; при этом последние два несколько разнятся между собой по MnO , Na_2O и Al_2O_3 ; образцы Белитунга и Борнео совпадают только по Fe_2O_3 , а Малайзии и Белитунга по FeO и MgO . В целом биллитониты по составу ближе подходят к индошинитам, затем к австралитам, филиппинитам, тектитами Явы и Африки.

Филиппиниты отличаются относительным преобладанием окислов щелочноземельных металлов (GaO и MgO) и небольшим содержанием Al_2O_3 . Наибольшее родство они обнаруживают к тектитами Явы, также биллитонитам, тектитами Африки, австралитам, индошинитам, а из отдельных территориальных групп последних – к представителям Камбоджи, Таиланда, Тонкина и Лаоса. Однако присутствие на Филиппинах нескольких обособленных групп тектитов при отдельном рассмотрении может изменить соотношение перечисленных связей.

Австралиты имеют высокое содержание GaO , TiO_2 , низкое содержание SiO_2 и низкую величину отношения $\text{SiO}_2 : \text{TiO}_2 = 66$, что несколько отдаляет их от других видов тектитов. Сравнение анализов по отдельным штатам Австралии обнаруживает сильные колебания. Резко отделяются от других некоторые образцы из штата Виктория, в среднем для штата дающие отклонение в большую сторону для TiO_2 (1,45%), Fe_2O_3 (1,42%), FeO (7,7%), CaO (5,31%), MgO (3,16%), Na_2O (2,08%) и в меньшую – для SiO_2 (63,43%) и K_2O (1,91%). Австралиты Нового Южного Уэльса содержат много Al_2O_3 (15,42%), K_2O (2,50%) и мало TiO_2 (0,08%); образцы из Южной Австралии и прилегающих районов Северной территории содержат много SiO_2 (77,27%) и мало Al_2O_3 (10,19%), FeO (3,32%), CaO (2,75%), MgO (1,68%), а также Fe_2O_3 (0,37%); образцы из Западной Австралии содержат много MnO (0,42%). При рассмотрении перечисленных

территориальных групп устанавливается очень большое сходство образцов Южной Австралии с молдавитами и других штатов (кроме Виктории) – с филиппинитами и отдельными группами Индонезии и Индокитая. Тектиты Виктории в общем не имеют аналогов.

Американиты резко выделяются своим необычным составом: большим содержанием Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , малым содержанием TiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , высоким отношением $\text{SiO}_2 : \text{TiO}_2$, $\text{CaO} : \text{MgO}$, $\text{SiO}_2 : \text{MgO}$. Очень характерными для них являются: содержание TiO_2 0,05%, FeO 0,61%, CaO 0,52%, MgO 0,19%, Na_2O 3,58%, K_2O 4,28% и отношения $\text{SiO}_2 : \text{TiO}_2 = 1500$, $\text{CaO} : \text{MgO} = 2,8$. Образцы Перу и Колумбии различаются по количеству SiO_2 и Al_2O_3 .

Тасманиты отличаются от всех известных природных стекол и в первую очередь от тектитов. Для них характерны: относительно большие количества SiO_2 и малые количества Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , высокие отношения $\text{SiO}_2 : \text{TiO}_2$, $\text{FeO} : \text{MnO}$, $\text{SiO}_2 : \text{MgO}$ и низкие отношения $\text{CaO} : \text{MgO}$, $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$. Диагностическими признаками являются: содержание Al_2O_3 6,69%, FeO 1,54%, MgO 0,68%, Na_2O 0,11%, K_2O 1,07% и отношения $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 12,6$, $\text{CaO} : \text{MgO} = 0,1$ ($\text{CaO} < \text{MgO}$). По отдельным химическим показателям тасманиты более всего соответствуют импактитам, отчасти ливитам, а из тектитов – молдавитами и тектитам Явы.

Импактиты содержат относительно много SiO_2 , Fe_2O_3 и мало TiO_2 , Al_2O_3 , GaO , MgO , Na_2O , K_2O , высокое отношение $\text{FeO} : \text{MnO}$, $\text{SiO}_2 : \text{MgO}$ и низкое $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$. Диагностические признаки: Al_2O_3 0,88%, Fe_2O_3 2,32%, GaO 1,32%, MgO 1,13%, Na_2O 0,22%, $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 17,3$. По содержанию Na_2O и отношениям $\text{SiO}_2 : \text{TiO}_2$, $\text{SiO}_2 : \text{MgO}$, $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{FeO} : \text{Fe}_2\text{O}_3$ импактиты соответствуют силика-глассам, а по содержанию FeO и другим признакам – некоторым тектитам.

В целом тектиты по химическому составу более всего соответствуют магматическим породам, в частности, средним их типам (по TiO_2 , FeO , MnO , MgO , K_2O и отношениям $\text{SiO}_2 : \text{TiO}_2$, $\text{SiO}_2 : \text{MgO}$). По отдельным показателям они приближаются также к другим типам магматических пород: основным, ультраосновным, а также каменным метеоритам (по Na_2O , $\text{FeO} : \text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} : \text{MgO}$ и др.) и в меньшей степени – кислым породам (по Al_2O_3 , CaO , $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$). Химические показатели тасманитов дают перевес в сторону песчаных пород (по Fe_2O_3 , FeO , $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2 : \text{MgO}$, $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$), а ливитов – в сторону чистых кварцевых песков (по Al_2O_3 , CaO , $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$ и др.). Импактиты очень четко соответствуют всем песчаным породам (по SiO_2 , Al_2O_3 , MnO , CaO , MgO , Na_2O , $\text{SiO}_2 : \text{TiO}_2$, $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{FeO} : \text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$).

Таким образом, по ряду химических признаков: малой дисперсии аналитических данных, соотношению между «основными» и «кислыми» компонентами, малому содержанию летучих веществ – тектиты заметно отличаются от всех геологических пород, включая такие внешне близкие к ним образования, как кварцевые песчаники и силика-глассы, преобразованные при ударе метеоритов или молний в силикатные породы.

В вопросе о происхождении тектитов многие исследователи отдают предпочтение гипотезе, предложенной Л. Спенсером [12; 13]. В поисках аналогий он изучил некоторые метеоритные импактиты и выдвинул предположение, что тектиты также образовались при взрывах гигантских метеоритов на Земле. Однако практически непреодолимое препятствие для этой гипотезы – отсутствие видимой связи многих тектитовых полей с какими-либо кратерами и астроблемами. Даже при наличии таких связей невозможно объяснить разлет расплава из кратера на расстояния в сотни километров с последующим выпадением тектитов компактными роями и отсутствие их как в самом кратере, так и в его окрестностях. В результате ученые постепенно перешли от метеоритного варианта к астероидному: тектиты могли образоваться при столкновении Земли с астероидами, вследствие чего продукты взрыва становились

временными спутниками Земли и затем выпадали над определенным районом земного шара. Такая схема увеличивает вероятность превращения исходного вещества в гомогенное стекловатое состояние, хотя механизм этого процесса до сих пор остается неясным.

Вторая гипотеза, основоположником которой является Э.В. Соболевич [14], предполагает, что тектиты представляют собой экранизированный льдом и замерзшими газами материал ядра кометы и поэтому не содержат космогенных изотопов. Комета могла пройти через верхние слои атмосферы или разрушиться на подступах к Земле и оставить след в виде тектитового поля. Такая гипотеза объясняет факты существования близких групп тектитов в Австралии и Юго-Восточной Азии (в т.ч. находку в Лаосе и Таиланде обломков тектитового тела общей массой около 100 кг). Наибольшее свое развитие, причем преимущественно с геологических позиций, идея кометной доставки получила в работах Э.П. Изоха [15]. Достоинство гипотезы кометной доставки состоит в том, что она способна объяснить особенности распределения тектитов на Земле, а также строение отдельных их ареалов и полей.

Тектиты выпадали на Землю, образуя поля рассеяния площадью от десятков тысяч до миллионов квадратных километров, с плотностью, обратно пропорциональной этим площадям. Подобные акты происходили неоднократно в течение геологической истории Земли. Поля могли накладываться одно на другое. Каждое поле имеет по физическим и химическим свойствам концентрическое или близкое к нему строение, не отвечающее петрографической и петрохимической картине данного региона. В целом каждое поле настолько же отличается от других полей по ряду признаков (форме, скульптуре, развитию прогресса дробления, физическим свойствам, химическому составу), указывающих на иные условия образования и эволюции, насколько имеет с ним много общего, позволяя противопоставлять тектиты, с одной стороны, всем геологическим объектам, а с другой – известным классам метеоритов и метеоритным импактатам.

После выпадения тектиты вели себя как рядовые геологические тела и в зависимости от возраста и местных геоморфологических условий подвергались большему или меньшему перераспределению вместе с другими обломочными объектами, концентрируясь в низинных участках, а в фациальном отношении – в молодых песчаных и песчано-галечных отложениях. Интенсивная геологическая транспортировка приводила к частичному дроблению, нивелированию скульптуры, сопровождающемуся уменьшением интенсивности характерного для тектитов блеска, а в галечниковых слоях и почве тектиты могут не отличаться от обычной гальки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев, Е.В. Появление тектитов на Земле / Е.В. Дмитриев // Природа. – 1998. – № 4. – С. 17–25.
2. Баранов, Н.Н. К вопросу о происхождении и возрасте тектитов / Н.Н. Баранов, М.А. Богдасаров // Материалы IV межвуз. науч.-метод. конф. молодых ученых, Брест, 15–17 мая 2002 г. / Брестс. гос. ун-т; под общ. ред. В.С. Секержицкого. – Брест, 2002. – С. 3–4.
3. Воробьев, Г.Г. Проблема тектитов и силика-глассов / Г.Г. Воробьев // Метеоритика. – 1960. – Вып. 19. – С. 26–62.
4. Кринов, Е.Л. Тектиты / Е.Л. Кринов // Природа. – 1946. – № 12. – С. 15–26.
5. Малюга, Д.П. К познанию природы тектитов / Д.П. Малюга // Метеоритика. – 1949. – Вып. 6. – С. 92–99.

6. Левинсон-Лессинг, Ф.Ю. О химизме тектитов / Ф.Ю. Левинсон-Лессинг // Доклады АН СССР. – 1935. – Т. 56, № 4. – С. 181–184.
7. Левин, Б.Ю. Средний химический состав метеоритов / Б.Ю. Левин, С.В. Козловская, А.Г. Старкова // Метеоритика. – 1956. – Вып. 14. – С. 38–53.
8. Явнель, А.А. Химический состав метеоритов / А.А. Явнель, М.Н. Дьяконова // Метеоритика. – 1958. – Вып. 15. – С. 136–151.
9. Кваша, Л.Г. Векторная диаграмма химических составов тектитов и земных лав / Л.Г. Кваша, Г.С. Горшков // Метеоритика. – 1961. – Вып. 20. – С. 193–203.
10. Виноградов, А.П. Закономерности распределения химических элементов в земной коре / А.П. Виноградов // Геохимия. – 1956. – Т. 1, № 1. – С. 6–52.
11. Тектиты / под ред. Дж. О'Кифа. – М. : Мир. – 1966. – 303 с.
12. Spencer, L.J. Origin of tektites / L.J. Spencer // Nature. – 1933. – № 131. – P. 117–118.
13. Spencer, L.J. Origin of tektites / L.J. Spencer // Nature. – 1933. – № 132. – P. 571.
14. Соботович, Э.В. Лунное или кометное вещество / Э.В. Соботович // Природа. – 1967. – № 8. – С. 90–91.
15. Изох, Э.П. Парадокс возраста тектитов и полей их выпадения / Э.П. Изох // Метеоритика. – 1985. – Вып. 44. – С. 127–134.

Bogdasarov M.A. Physicochemical Peculiarities of Tektites

The work is about detailed physicochemical peculiarities of tektites. Physical property and chemical composition of tektites has been studied and it is confirmed that tektites from different parts of the Earth belong to various systematic groups. It is found that according to a number of chemical features tektites much differ from all other geological rocks including quartzose sandstone and silica-glass transformed into silicate rocks after stroke of meteorite (lightning, etc.).

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 21.12.2011

УДК 528.94 (476-14)

Н.Ф. Гречаник

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ТЕРРИТОРИИ ПОДЛЯССКО-БРЕСТСКОЙ ВПАДИНЫ

В статье дана геоморфологическая характеристика одиннадцати геоморфологических районов и шести подрайонов, которые соответствуют местным морфологическим комплексам современного рельефа территории восточной части Подляско-Брестской впадины. В геоморфологическом отношении районы и подрайоны входят в состав трех геоморфологических областей и трех подобластей. В описании геоморфологических единиц выделены высотно-ярусные уровни, особенности физиономического облика территории, выделены генетические агенты, проявление которых способствовало формированию типов и форм рельефа.

Территория восточной части Подляско-Брестской впадины в геоморфологическом отношении входит в состав трех геоморфологических областей и трех подобластей. В их пределах автором данной работы в 2006 году было выделено 11 геоморфологических районов и 6 подрайонов [1]. В настоящей статье приводится описание геоморфологических районов и подрайонов.

Порозовская конечно-моренная равнина. Геоморфологический район расположен на севере исследуемой территории и вытянут в субмеридиональном направлении на 12 км при ширине 14 км. Он граничит с Добровольско-Новодворской равниной. Это самый малый геоморфологический район по занимаемой площади. В тектоническом отношении район приурочен к крайней северной части впадины. Породы кристаллического фундамента залегают на глубине от –200 до –300 м. Дочетвертичные породы с отметками кровли 50–70 м представлены меловыми, палеоген-неогеновыми отложениями. Поверхность их иродирована ложбинами ледникового выпахивания и размыва, часто совпадающими с долинами современных водотоков. Мощность четвертичных отложений составляет 150–160 м. Доминируют моренные валунные суглинки и супеси и песчано-гравийный материал, а западнее д. Тераполь под покровом валунной супеси и суглинка залегают отторженцевые меловые породы.

Каркас современного рельефа района сформирован при участии свислочского, русского языков неманского потока припятского оледенения сожского времени. Территория равнины с южной стороны ограничена изогипсой 180 м и совпадает с границей могилевской стадии вышеназванного ледникового покрова. Максимальные высотные отметки составляют 200–242 м. Поднятия представляют собой типичные угловые и краевые массивы, крупнейшим из которых является Порозовский с максимальной высотой 256 м. В строении массива выделяется несколько десятков гляцигенных чешуй в меловых и четвертичных отложениях. Наиболее четко они выражены вблизи речных долин, где образуют крупнохолмистые грядовые формы напорного типа в виде провисающих дуг в южном направлении с относительными превышениями 25–45 м [2]. На междуречных пространствах равнины преобладает мелкохолмистый рельеф с относительными высотами 5–12 м. В центральной части района получили развитие крупные холмистоувалистые формы, максимальные высотные отметки которых достигают 242 м с относительным превышением до 30 м. Склоновые поверхности крутизной до 40° покрыты древесно-кустарниковой растительностью, что в некоторой степени уменьшает зрительное восприятие, а с геоморфологической стороны, защищает их от активного проявления эрозионных процессов. Западнее Порозово холмы, небольшие гряды, увалы

сливаются своими основаниями и формируют холмисто-, мелкоувалистую, местами мелкохолмистую грядку, которая простирается от д. Хрущевичи в направлении деревень Теляки – Дешковцы – Боровики – Малые Масушины. Абсолютные отметки высот находятся в пределах 195 м в северной части и постепенно снижаются в южном направлении до 180 м. Относительные отметки 12–15 м, склоновые поверхности гряды постепенно выполаживаются в южном направлении от 40–30° до 25°. Ширина гряды на севере составляет 2,5 км, на юге она расширяется до 3 км. На востоке района юго-западнее д. Тереховичи находится массив высоко приподнятой (197 м) широкой плосковершинной поверхности конечно-моренного происхождения. Плоская вершинная поверхность данной формы плавно снижается к уровню соседней водно-ледниковой равнины. На юге у д. Тераполь абсолютные высотные отметки холмисто-увалистых форм достигают 213 м с относительным превышением 8–10 м и углом наклона склоновых поверхностей 30°, постепенно на протяжении 2,7 км поверхность выполаживается и недалеко от д. Новый Двор сливается с поверхностью водно-ледниковой равнины.

На территории района берет начало р. Рось. Длина в пределах района составляет 12 км. Речная долина реки с восточной части разрезает образования Порозовского конечно-моренного комплекса и устремляется в направлении центральной части Волковысской возвышенности. Долина реки четко выражена уже в верхней части реки. Ширина ее 40–50 м, она трапецевидной формы, пойма отсутствует, русло канализировано.

Современные процессы рельефообразования связаны с проявлением плоскостной и линейной эрозии, особенно на склоновых поверхностях, слабо покрытых естественной растительностью, и на распаханых участках. Техногенное преобразование рельефа связано со строительством гравийных и асфальтированных дорог, что, в свою очередь, способствует разработке песчано-гравийного материала. В результате этого образовались техногенные формы в виде карьеров у деревень Большие Масушины, Сокольники и Михалки.

Добровольско-Новодворская водно-ледниковая равнина. Геоморфологический район расположен в крайней северной части впадины. На юге граничит с Верхне-Наревско-Ясельдинской озерно-аллювиальной низиной. Северное ограничение совпадает с субширотным простираанием Свислочского разлома. Территория района, ограниченная в этих пределах, простирается с запада на восток на 45 км, а с севера на юг на 16–18 км. Глубина залегания пород кристаллического фундамента составляет от –0,5 до –0,6 км. Поверхность коренных пород отличается значительной расчлененностью. В ледниковых ложбинах ее отметки находятся на уровне 0 – минус 10 м, а в небольших по площади изометричных понижениях 50 м. Отметки ложа четвертичных отложений в пределах небольших по площади возвышений находятся в пределах 80 м. Мощность четвертичных отложений 110–140 м. В их основании залегают породы верхнего олигоцена–миоцена–плиоцена, представленные песками и глинами. Незначительные площади занимают образования среднего–верхнего эоцена, а в понижениях вскрываются породы позднемиоценового возраста.

Абсолютные отметки земной поверхности постепенно снижаются с севера на юг в интервале 182–165 м. Минимальные отметки приурочены к урезам рек и составляют 155 м. Для рельефа района доминирующей является пологоволнистая водно-ледниковая равнина. Равнинность ее поверхности нарушается благодаря наличию холмов различного генетического происхождения. Так, у деревень Новоселки и Новый Двор и в урочище Пожарище находятся участки пологоволнистой и плоской моренной равнины с отметками 175–181 м. Площадь таких участков составляет 5–5,5 км². Относительные превышения форм моренного происхождения от 2 до 4,5 м. Склоновые поверхности моренных форм длиной 35–160 м с углом наклона 10–18°. Юго-восточнее д. Гринки-3 в правобережной части речной долины р. Колонки (верхняя часть р. Коло-

на) отмечены возвышенные формы, связанные с залеганием на небольшой глубине отторженцев меловых пород. Относительная высота форм 2–3 м. Здесь также выделяются небольшие изометричные западины, возможно, связанные с растворением меловых пород; их глубина 1,5–2 м. В южной, центральной и восточной части района повсеместно сосредоточены площади эоловых форм рельефа. Холмы диаметром основания 50–80 м с относительным превышением 3–5 м. Длина серповидных и параболических дюн достигает 0,6–1,2 км, а относительная высота составляет 3–4 м. На некоторых участках положительные эоловые формы разделяются округлыми, реже со слабо вытянутыми очертаниями дефляционными котловинами диаметром 45–50 м, а в вытянутых формах по длинной оси – 90 м. Относительное понижение таких форм составляет 0,8–1,3 м. Дюнные береговые валы распространены в южной части района и приурочены к полосе сочленения заболоченных пространств Наревско-Ясельдинского водораздела и пространствам водно-ледниковой равнины. Длина форм 3–5 км, высота 4–6 м. Учитывая особенности их вершинной поверхности (холмистость) можно предположить, что они возникли в результате слияния отдельных холмисто-бугристых форм. Редко в южной части района встречаются кольцевые и полукольцевые дюны высотой 2,5–3 м и диаметром 50–80 м. Внутренняя часть таких форм покрыта торфяной массой незначительной мощности (0,3 м), подстилаемой илесто-глинистыми и песчаными отложениями.

На участке от деревень Занки, Огородники и в южном от них направлении выделяется водно-ледниковая дельта, состоящая из наносов различной гранулометрической размерности. Поверхность дельты наклонена в южном направлении под углом 15°. Основание дельты оконтуривает изгиб русла р. Колоны, где в береговом обрыве обнажены песчаные крупно- и среднезернистые с примесью гравийных разностей отложения, имеющие четкую слоистость, наклоненную в дистальном направлении. В карьерной выработке северо-восточнее д. Занки вскрываются в основном крупнообломочные разности пород.

В западной части района у деревень Колосы и Рыболы отмечены скопления камов. Камовые холмы разделены термокарстовыми западинами, балками, оврагами. Камы находятся в среднем течении р. Колоны, в окрестностях деревень Гринки-1, Гринки-2, Гринки-3. Единичные камы отмечены южнее д. Доброволья. Изучение литологического состава камов показало, что они сложены средне-крупнозернистыми песками, песчано-гравийным и гравийно-галечным материалом с линзовидными включениями глинистого и суглинистого материала. Слоистость горизонтальная, косая, иногда сочетание косой с горизонтальной, наблюдается также переслаивание песчано-гравийно-галечного материала. Среди текстур камов в пределах геоморфологического района распространены косослоистые, диагонально-слоистые, мультислойные. Иногда слоистость отложений прерывается дизъюнктивными нарушениями в виде микросбросов, клиновидных, грабеноподобных блоков. Камы характеризуются относительно крутыми склонами: от 15 до 25°, а их скопления – более расчлененным рельефом. Камы достигают высоты 7–12 м и имеют ширину основания 150–300 м.

Гидросеть района представлена реками Друневка, Рудава, Колона, Свислочь и сетью небольших безымянных ручьев. По степени выраженности геоморфологических элементов выделяется р. Свислочь. Долина в верхнем течении трапецевидная, шириной 0,8–2 км, склоны пологие и умеренно крутые, изрезаны долинами притоков и оврагами. Пойма двусторонняя, шириной 300–500 м, ровная, заболоченная. Русло извилистое в некоторых местах канализировано. Ширина в пределах района 6–10 м. Густота расчленения составляет 0,2–0,4 км/км².

В современном рельефообразовании ведущую роль играют эоловые процессы, проявления плоскостной и линейной эрозии. Техногенный морфогенез связан с открытой разработкой песчано-гравийных смесей, в результате чего образуются крупные карьеры.

Верхне-Наревско-Ясельдинская озерно-аллювиальная низина. Геоморфологический район расположен между Вискулянской-Шерешевской и Пружанской равнинами на юге и Добровольско-Новодворской равниной на севере. В пределах впадины территория района узкой полосой вытянута в субширотном направлении на 34 км при ширине 10–14 км. Глубина залегания пород кристаллического фундамента от –400 до –600 м. Поверхность ложа коренных пород приурочена к переуглублениям, представляющим собой типичные ложбинные понижения, относящихся к генетическому типу ложбин ледникового выпахивания и размыва. Наревскую ложину с глубиной ложа –85 м наследует современная долина р. Нарев с его притоками. Верхняя часть долины р. Ясельда также наследует ложбинные понижения глубиной 40–50 м. Мощность четвертичных отложений 100–230 м. В основании толщи четвертичных отложений в западной части района залегают породы позднеюрского, позднемелового и средне-позднеэоценового возраста, представленные мергелями, известняками, песками, алевроитами, глинами. В районе д. Смоляница залегают породы позднемелового и средне – позднеэоценового возраста. В северной и южной частях района четвертичные отложения подстилаются песками, алевроитами среднего – верхнего эоцена. В восточной части доминируют отложения верхнего олигоцена – миоцена – плиоцена.

Территория геоморфологического района примечательна по многим параметрам: минимальной протяженности с севера на юг, максимальной мощности рельефообразующих пород и максимальной глубины их залегания, самыми широкими реликтовыми участками речной сети и, наконец, здесь на сильно заболоченных пространствах находится водораздельный узел расхождения рек Балтийско-Черноморского водораздела. Абсолютные отметки высот составляют 157–165 м. Есть участки и с более высокими отметками: например, у д. Смоляница отметки на уровне 180–185 м. Доминирующую часть площади геоморфологического района занимают пространства озерно-аллювиального генезиса поозерско-голоценового возраста. В течение этого времени территория развивалась в различных природно-климатических условиях, что в конечном итоге отразилось на накоплении различных генетических типов отложений и сформированных ими форм рельефа. В прибрежных, возвышающихся частях района у деревень Wybроды и Корнады в обнажениях по характеру слоистости и отсортированности осадков выделяются слои, которые накапливались в спокойной водной обстановке, и слои материала, отлагавшегося в динамических водных условиях осадконакопления. На разных уровнях материал слоев ритмично по условиям осадконакопления сменяется, что свидетельствует о ритмичной последовательности осадконакопления в озерных, аллювиальных и озерно-аллювиальных условиях. Позже накопленные отложения были подвергнуты воздействию эоловых процессов. В связи с этим на территории района широко распространены эоловые формы рельефа. На западе района преобладающими эоловыми формами являются песчаные холмы высотой 2,5–4 м, реже встречаются параболические дюны с ассиметричными склонами. Наветренные склоны пологие 8–10°, подветренные достигают крутизны 20°. Встречаются единичные кольцевые и полукольцевые дюны высотой до 2 м, а в поперечнике 85 м. Данные формы повторяют контуры бывших озер. В восточной части района доминируют параболические дюны. Особенно много их западнее д. Смоляница. В междуречии Мацовки и Ясельды расположен массив пологоволнистой водно-ледниковой равнины, поверхность которой осложнена эоловыми формами. Площадь массива 18,7 км². Отметки поверхности 174–185 м. В центральной части района расположен крупный болотный массив Дикое с абсолютной отметкой 160 м. В этом месте берут начало реки Нарев и Ясельда. Слабовыпуклая поверхность болота осложнена небольшими эоловыми и биогенными растительного происхождения формами. Торфяная залежь мощностью 3,4 м состоит из осокового, осоково-гипнового и древесно-тростникового торфа.

Современное изменение рельефа геоморфологического района происходит в результате процессов торфообразования и проявления эоловой деятельности. Техногенное воздействие связано с добычей торфа и проведению мелиоративных работ по вторичному обводнению (заболачиванию) территории.

Вискулянско-Шерешевская моренно-водно-ледниковая равнина. Территория геоморфологического района расположена в северо-западной части впадины. Район граничит на севере с Верхне-Наревско-Ясельдинской озерно-аллювиальной низиной, на востоке с Пружанской равниной, а по речным долинам Левой Лесной и Правой Лесной отделен от пространств Каменецкой и Высоковской равнин. С севера на юг территория района вытянута на 32 км, а с запада на восток простирается от государственной границы Беларуси и Польши на 25–30 км. Глубина залегания пород кристаллического фундамента составляет от –700 до –800 м. Поверхность ложа четвертичных отложений отличается относительной выравненностью. Для нее характерны абсолютные высоты 70–80 м. Мощность четвертичных отложений варьирует от 70 до 130 м. В основании толщи четвертичных отложений залегают образования верхнего олигоцена – миоцена – плиоцена, представленные в основном песками и глинами, незначительные площади занимают образования среднего – верхнего эоцена.

Современная уровенная земная поверхность наиболее сложно устроена в западной части района. Здесь на небольшом удалении друг от друга соседствуют участки равнины, сформировавшиеся при воздействии различных генетических агентов: гляциогенного, флювиального, эолового и биогенного. Наиболее выразительными формами рельефа являются конечноморенные среднехолмистые, реже среднеувалистые гряды, дугообразно простирающиеся с северо-запада от государственной границы Республики Беларусь вдоль левобережья р. Правой Лесной на юго-восток к д. Голосятино. Поверхность гряды размыта. Гряды составляют отдельные массивы длиной от 2,5 до 12,5 км при ширине 2,6 км. Выделяются неглубокие, но широкие сквозные ложбины, которые возникли в результате эрозионной деятельности талых ледниковых вод. В настоящее время в их днищах протекают воды рек Соломенки и Вишни. Северная часть гряды длиной 15 км при ширине 2,5 км простирается в направлении поселка городского типа (пгт) Шерешево. Поверхность гряды осложнена изометричными формами термокарстовых западин. Абсолютные отметки высот конечноморенных гряд максимальные для района и имеют свои собственные названия. Самой высокой точкой, расположенной в квартале 686 лесного массива, является Козья гора высотой 202 м. Абсолютная отметка Кремневой горы составляет 197 м. Красная и гора Вискули имеют высоту 192 м. Относительное превышение этих форм составляет 20–30 м, а крутизна склонов достигает 25–45°. Гряды сформировались в результате аккумулятивной деятельности припятского ледникового покрова сожского времени. К конечноморенным массивам примыкают пространства пологоволнистой, плоской водно-ледниковой равнины, высота поверхности которой находятся на отметках 170–180 м. От д. Пашуцкая Буда – Подбельские Огородники – Глубокий Угол поверхность водно-ледниковой равнины мелкохолмистая. Это связано с распространением аккумулятивных флювиальных форм в виде камов и озов. Камы в виде округлых конусовидных куполов, отдельные с плоскими вершинами с относительным превышением 3–5 м с диаметром основания 200–500 м и крутизной склонов до 15°, разделены понижениями, некоторые из которых заторфованы. Сложены камы хорошо отсортированными песками с горизонтальной слоистостью озерного типа. На западе района в окрестностях д. Переров и севернее д. Вискули расположены единичные высокие камы с относительным превышением 10–15 м. Камы встречаются в окрестностях деревень Приколесы, Непомациновка. Озовые формы расположены в левобережной части долины Правой Лесной и ярко выражены у д. Подбельские Огородники. Гряда в виде извилистых валов с волнистыми очертаниями.

ниями гребня длиной 6,5 км при ширине до 800 м простирается параллельно речной долине. Абсолютные отметки высот поверхности – 181–182 м. Относительное превышение составляет 4–8 м. Крутизна склонов 10–20°. Озовые формы сложены разнзернистым темно-серым, местами бурым ожелезненным, горизонтальной и субгоризонтальной слоистости песком с линзовидными включениями гравия, суглинистого и глинистого материала, содержащего разноразмерные валуны кристаллических пород. На территории района, особенно в южной его части, получили развитие эоловые формы рельефа. Участок распространения эоловых форм площадью 16 км² находится возле деревень Дворцы, Воля, Старуны. Доминирующим формами являются песчаные бугры, холмы и небольшие параболические дюны. Абсолютные отметки форм – 162–166 м. Эоловые формы примыкают к размытым участкам конечноморенных образований.

Водные артерии района представлены Правой илевой Лесной. Более мелкими водотоками являются Соломенка (Переволока) и Вишня (Плюсковка). Речная долина Правой Лесной невыразительная, шириной до 4 км. Пойма двусторонняя шириной 200–400 м, в нижнем течении 1 км. Русло извилистое, свободно меандрирующее, с разветвлениями шириной 12–20 м. Берега низкие и заболоченные. Речная долина Левой Лесной имеет ширину 1,6–2,5 км с пологими склонами высотой 7–9 м. Пойма двусторонняя шириной 0,3–0,5 км. Русло канализовано.

Современное преобразование рельефа в основном происходит под влиянием природных экзогенных процессов. Это проявляется в заболачивании территории, развитии эоловой деятельности в долине Правой Лесной, слабо протекающими склоновыми процессами.

Пружанская моренно-водно-ледниковая равнина. Равнина расположена на северо-востоке впадины. На западе граничит с Вискуляно-Шерешевской равниной, на юге с Каменецкой и участком Лео-Мухавецкой равнины. Протяженность с запада на восток составляет 40 км, а в меридиональном направлении – до 28 км. Южная граница района совпадает с предельной границей распространения припятского ледника сожского времени. В тектоническом отношении равнина приурочена к северо-восточной части впадины. Глубина залегания пород кристаллического фундамента – от –500 до –700 м. Поверхность пород, залегающих в основании четвертичной толщи, неровная, с отметками 60–90 м, а в местах изометричных понижений опускается до отметки 20 м. Мощность четвертичных отложений 60–90 м, а в переуглублениях достигает до 140 м. В основании толщи четвертичных отложений залегают образования верхнего олигоцена – миоцена – плиоцена, представленные в основном песками и глинами, реже четвертичные отложения подстилаются известняками и мергелями позднемиоценового возраста.

Абсолютные высотные отметки лежат в интервале 157–189 м. Максимальные высотные отметки характерны для северной части района, в южном направлении они постепенно снижаются. Пространства пологоволнистой и плоской водно-ледниковой равнины с отметками высот от 160 до 168 м являются доминирующими на территории района. В северной части поверхность этой равнины осложнена флювиокамами и термокарстовыми западинами. Камы встречаются в окрестностях деревень Бакуны, Клепахи, Козлы, Силичи и Нестерки. Относительные превышения аккумулятивных форм достигают 5–8 м. Диаметр основания камов 150–340 м. Крутизна склонов 10–15°. Более высокий гипсометрический уровень занимают пространства пологоволнистой моренной равнины у деревень Линово, Оранчицы, Чахец. Самый высокий уровень имеют денудированные участки среднехолмистых и выровненные водораздельные поверхности конечноморенных образований с отметками 170–189 м. Глубина расчленения составляет 4–9 м, а на участке между деревнями Арабники и Бузуны достигает 10–18 м. На территории района выделен угловой Пружанский массив, который приурочен к междуречью верховьев Ясельды и Поперечной [3]. Наиболее выражен данный массив на участ-

ке деревень Лихосельцы – Трухановичи – Силичи, где развит крупнохолмистогрядовый рельеф с относительными превышениями 10–15 м. Склоны холмов имеют крутизну от 10 до 30°. В восточной части района денудированные конечно-моренные гряды выделяются возле деревень Малечь, Кабаки и Ворожбиты. На этом участке выделяется полоса гляциодислокации, которая имеет чешуйчато-надвиговое строение. Мощность чешуй – 100–120 м. Выполнены чешуи меловыми, палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными отложениями. В настоящее время дислоцированные породы в виде писчего мела разрабатываются карьерным способом возле д. Кабаки. Самый низкий гипсометрический уровень занимают заторфованные ложбинные понижения шириной в 1–2,5 км, простирающиеся в субмеридиональном направлении, выходя за пределы района. По тальвегам ложбин протекают канализированные водотоки. В пределах района широкое распространение получили эоловые формы. Они представлены песчаными буграми, серповидными и параболическими формами в северной части района у д. Трухановичи. Крупный линейный массив эоловых песков, простирающийся в субширотном направлении, расположен южнее д. Ворожбиты. Его длина составляет 9,9 км.

В современном рельефообразовании существенную роль играют процессы плоскостной и линейной эрозии, активизируются эоловые процессы. Техногенный морфогенез, связан с добычей торфа, песчано-гравийного материала, мелиоративным и гидротехническим строительством.

Камене́цкая моренно-водно-ледниковая равнина. Территория геоморфологического района расположена в центральной части впадины. Район на севере граничит с Вискулянско-Шерешевской и Пружанской равнинами, на юге с Право-Мухавецкой равниной, а на западе граница проходит по речной долине Лесной. В этих пределах территория района простирается с юго-запада на северо-восток на 58 км, а с севера на юг на 17–20 км. Глубина залегания пород кристаллического фундамента в юго-западной части района – 1 400 м, а в восточной – 700 м. Кровля пород, подстилающих рельефообразующую толщу, отличается значительной расчлененностью, что связано с наличием глубоких ложбин ледникового выпахивания и размыва. Тальвеги их опущены до абсолютной отметки 20 м. Отмечаются и возвышения поверхности ложа до отметок 80–90 м. Сложное строение ложа четвертичных пород отразилось на резком колебании их мощности, составляющей 60–120 м (максимальные значения достигают 170 м). В разрезе четвертичных отложений представлены отложения трех покровных оледенений и межледниковых эпох, а также различные генетические типы голоценовых образований. В основании толщи четвертичных отложений залегают образования верхнего олигоцена – миоцена – плиоцена, представленные в основном песками и глинами; незначительные площади занимают образования среднего – верхнего эоцена, а в переуглублениях вскрываются известняки позднемелового возраста.

Колебание высот современной земной поверхности района варьирует в интервале 133–180 м. Преобладают абсолютные высоты 165–170 м, которые на участках распространения кончно-моренных гряд возрастают до 175–180 м. Глубина расчленения на большей части района составляет 5 м/км², а на придолинных участках возрастает до 8–10 м/км². Средняя густота расчленения составляет 0,35 км/км². Основу современного рельефа района составляет плоско-волнистая и плоская поверхность водно-ледниковой равнины, которая осложняется мелкими западинными формами и формами эолового генезиса. На крайнем юго-западном участке района получила развитие волнистая водно-ледниковая равнина с небольшими по занимаемой площади моренными аккумуляциями. В пределах этой и соседних территорий выделена положительная кольцевая структура. В этой связи на территории активизировались эрозионные процессы, что привело к изменению земной поверхности по сравнению с близлежащими пространствами. По этой причине данную территорию можно выделить в отдельный под-

район. Доминирующие высотные отметки водно-ледниковой равнины составляют 160–165 м. В северной части района по левобережью Лево́й Лесной поверхность равнины осложнена эоловыми формами в виде непротяженных линейных песчаных гряд и дюн, возвышающихся на 2–5 м. В центральной части района отмечены камы в окрестностях деревень Голосятино, Щерчево, Поддубно, Седруж и Орепичи. Здесь они образуют группы холмов высотой 4–8 м с крутизной склонов южной экспозиции 10–15°, северной – до 20° и шириной основания 90–330 м. Сложены камы средне- и крупнозернистым песком с горизонтальной слоистостью. Во вскрытом каму у д. Орепичи слоистая толща, состоящая из среднезернистого желто-серого песка, в верхней части покрыта мо́ломошным (0,5 м) слоем моренного материала. В крайней восточной части района в заторфованных ложбинообразных понижениях развиты участки озерно-аллювиальной равнины с абсолютными отметками поверхности 151–154 м. Поверхность ее плоская, местами вогнутая и изрезана сетью мелиоративных канав. В западной части района в субмеридиональном направлении от деревень Пруска Волги́нова – Мурины – Лашевичи – Видомля простирается холмисто-увалистая конечно-моренная гряда, соседствующая с участками полого-волнистой водно-ледниковой равнины. Абсолютные отметки холмов достигают 177–180 м; диаметр основания холмов 700–900 м, крутизна склонов 10–25°, относительное превышение данных форм – 5–10 м. Хорошо сохранившиеся обособленные участки краевых моренных образований простираются в восточном направлении от деревень Пруска-Веливейская – Чемери-I – Кривляны – Смольники – Дымники – Щерчево – Поддубно – Городечна. Возле д. Дымники находится узел ответвления, и новая гряда имеет направление на д. Завершьё – Свищи. Простирание этой моренной гряды изменяется в юго-восточном направлении. Вместе они формируют единый комплекс конечно-моренных форм. Моренный комплекс представлен системой обособленных слабоденудированных аккумулятивных гряд и отдельных холмов с абсолютными отметками 168–179 м. Гряды имеют протяженность 8–10 км при ширине 2–2,5 км. Отдельные холмы в основании достигают 500 м. Аккумулятивные гряды и холмы возвышаются над окружающими пространствами водно-ледниковой равнины на 8–11 м. Склоны отдельных гряд и холмов достигают крутизны 20–30° при максимальной абсолютной высоте в 180 м.

Речная сеть района представлена Лево́й Лесной, Лесной, Градовкой. Левая Лесная дренирует территорию района своей средней и нижней частью. Долина реки шириной 1,6–2,5 км невыразительная, склоны пологие высотой 7–9 м, изрезаны ручьями, канавами. Пойма низкая, заболоченная, с большим количеством стариц. Ее ширина от 0,2 до 0,5 км. Река Градовка протяженностью 13 км полностью протекает по территории района и впадает недалеко от д. Чернавчицы в Лесную. Долина пойменного типа, невыразительная и только в нижнем течении приобретает четкие очертания. Русло полностью канализировано. Река Лесная имеет ярко выраженную долину с двусторонней широкой поймой и фрагментарно выраженными участками надпойменной террасы.

Рельеф района в настоящее время испытывает воздействие со стороны проявления денудационных процессов. Склоновые поверхности подвержены проявлению плоскостной и линейной эрозии, что провоцирует смещение материала; на распаханых поверхностях проявляется ветровая эрозия. Техногенное воздействие выражается в строительстве автодорог и добыче полезных ископаемых, а также мелиорации земель.

Чернавчицкая водно-ледниковая равнина с моренными образованиями. Площадь территории подрайона составляет 80 км². Его территория дренируется средним и нижним течением р. Градовки, начиная от д. Большая Турна и до самого ее устья в 2 км от д. Чернавчицы. На территории доминирует водно-ледниковая поверхность, местами перекрытая слоем мощностью до 2 м материалом моренного валунного суглинки. Кроме того, данная территория находится в пределах положительной кольцевой

структуры, для которой характерны процессы воздымания [3]. Современный облик поверхности территории резко отличается от окружающих пространств. Проявление флювиальных процессов, связанных с деятельностью временных и постоянных водотоков, предопределило ее волнистый, реже волнисто-холмистый характер. Абсолютные высотные отметки равнины – 160–164 м: отметки 160 м соответствуют уровню водно-ледниковой поверхности, а отметки 162–164 м соответствуют моренным аккумуляциям.

Высоковская моренно-водно-ледниковая равнина. Район расположен в западной части впадины. Речная долина Правой Лесной отделяет территорию района от Вискулянско-Шерешевской равнины, а по левобережной части долины реки Лесной район граничит с Каменецкой равниной. С западной и южной стороны проходит линия государственной границы Республики Беларусь с Республикой Польша. Территория района вытянута с севера на юг на 54 км, с запада на восток – на 30–35 км. Глубина залегания пород кристаллического фундамента – от 0,8 до 1,6 км. Ложе четвертичных отложений устроено очень сложно. В западной и юго-западной части выделяются ледниковые ложбины, днища которых опущены до отметок 30–40 м, а в некоторых местах до 30 м. В остальной части территории отметки поверхности ложа колеблются от 90 до 120 м. Мощность четвертичных отложений от 60 до 130 м, а в ледниковых ложбинах – свыше 170 м. В основании толщи четвертичных отложений доминируют породы верхнего олигоцена–миоцена – плиоцена, представленные в основном песками и глинами, а в ложбинах ледникового выпавивания и размыва они подстилаются известняками и мергелями позднемелового возраста.

Абсолютные отметки дневной земной поверхности изменяются в широком диапазоне: от 121 до 193 м. Максимальные высотные отметки характерны для центральной части района, где сосредоточены среднехолмистые, реже среднеувалистые конечно моренные гряды. Абсолютные отметки высот составляют 175–193 м. Доминирующими формами рельефа являются крупные холмы диаметром до 2 км в основании и гряды, вытянутые в широтном направлении от 3 до 5,5 км при ширине до 0,5 км. Относительные превышения составляют 5–10 м. Крутизна склонов достигает 15–25°. В этой же части геоморфологического района выделяются участки платообразных поверхностей площадью до 8 км². Участок среднехолмистых конечноморенных образований с отметкой 168 м и площадью 12,5 км² находится между д. Заполье и д. Зборомирово в юго-западной части района. Уровенная поверхность с отметками 165–175 м соответствует площади распространения моренной равнины припятского оледенения днепровского времени. На площади района доминирует мелкохолмистая, пологоволнистая поверхность моренной равнины. Она изрезана речными долинами рек и ручьев, впадающих в Правую Лесную, Лесную и Зап. Буг. Наиболее сложно устроен участок моренной равнины, находящийся у деревень Волчин – Паниквы – Новоселки – Ставы. Поверхность равнины мелкоувалистая, волнистохолмистая у д. Паниквы, волнистая у д. Ставы, холмистая у д. Волчин. Между деревнями Паниквы и Новоселки она изрезана небольшими оврагами и балками. На склоновых поверхностях крутизной 25–40° развиты задернованные рытвины и террасеты. Волнистый характер поверхности у д. Ставы определяется развитием чередующихся флювиальных понижений шириной до 300 м и покрытыми глинисто-песчаным материалом возвышений шириной до 500 м. Понижения вытянуты в направлении р. Пульвы, и по их тальвегам происходит сток временных водных потоков и талых вод. Именно четкая выраженность возвышений и понижений придает волнистый характер территории. У д. Волчин широко распространены отдельные пологосклонные холмы диаметром 300–400 м и холмистая гряда, которую прорезает р. Пульва. Высотный уровень в 150–160 м занимает пологволнистая и плоская поверхность водно-ледниковой равнины, среди которой выделяются камы и озовые гряды и термокарстовые западины. Участок волнистой водно-ледниковой равнины

находится у дурувень Залесье – Мачулище – Колодно – Гремяча. На западе района в окрестностях д. Заречье находятся камы, происхождение которых связано с отложениями припятского ледника днепровского времени. Здесь они образуют группу холмов высотой 5–10 м с крутизной склонов 10–15° и шириной основания 100–250 м. Сложены они средне-крупнозернистым песком с горизонтальной слоистостью, которая в западной стенке выработки, вскрывающей один из камовых холмов, дизъюнктивно нарушена в виде микросбросов. В другом вскрытом каме слоистая толща, состоящая из средне-зернистого желто-серого песка в верхней части и слоев крупнозернистого песка с линзовидными включениями гравия в нижней части, полого наклонена в одну сторону под углом 10°. Крутизна северного склона кама составляет 15°. На территории района выделяются озовые форы. Озовая гряда простирается от деревень Чернево – Миньковичи – Борщево и далее по направлению к д. Кустичи. Протяженность гряды 5,5 км, ширина 0,8–1 км. Гряда возвышается на 5–8 м. Высотный уровень с отметками 150–155 м занимают участки плоской слабоогнутой озерно-аллювиальной равнины. Самый низкий гипсометрический уровень с отметками 121–140 м занимают речные долины в большинстве пойменного типа. Характерным примером такой долины является долина р. Пульвы, которая имеет трапецевидный поперечный профиль с глубиной от 1 до 25 м. Днище долины занято низкой поймой и руслом реки. Пойма выполнена материалом трех типов аллювиальных фаций: русловой, подстилающей самую нижнюю часть поймы, пойменной, которая кроет русловую фацию, и старичной. Русло имеет ширину от 0,8 до 8,5 м. Для русла реки характерна высокая степень меандрирования: от 1,13 до 2,01.

Особенности рельефа равнины и геоморфологическая степень выраженности его форм и их сочетаний, целостность сосредоточения позволили выделить в ее пределах два геоморфологических подрайона.

Омеленецкая озерно-аллювиальная равнина. Площадь подрайона составляет 180 км². Глубина залегания пород кристаллического фундамента – 1,2 км, мощность четвертичных отложений – 70–80 м. Абсолютные отметки на территории подрайона 145–152 м. Территория дренируется реками Сипурка, Полична, Белая и густой сетью мелиоративных каналов. Поверхность плоская, слабо вогнутая, а в местах развития эоловых форм – бугристая. Ложбинные и округлой формы понижения заторфованы. Под слоем торфа мощностью 0,6–1,2 м залегают мелко- и среднезернистые кварцево-полевошпатовые обводненные пески.

Скоковская моренно-водно-ледниковая равнина. Территория подрайона площадью 37 км² ограничена с юга долиной р. Лесная, а с севера – широким заторфованным ложбинным понижением, по тальвегу которого проложено русло Мотыкальского канала. Данная территория как бы отрезана от Высоковской равнины долинными понижениями. Глубина залегания пород кристаллического фундамента – до 1,5 км, мощность четвертичных отложений – 60–80 м. В основании толщи четвертичных отложений залегают породы среднего – верхнего эоцена, представленные песками, алевроитами, глинами. Абсолютные отметки высот находятся в пределах 157–160 м и плавно понижаются к долинным пространствам. Для участка моренной равнины, доминирующего на данной территории, характерны крупные холмистые формы диаметром основания 1–1,8 км с относительным превышением 2,5–3 м. Склоновые поверхности имеют крутизну 8–12°. Холмистые формы отделены плоскодонными термокарстовыми западинами глубиной до 2 м. В пределах высотных отметок 154–156 м расположена полого наклонная водно-ледниковая равнина, обрамляющая выше расположенные моренные аккумуляции. Водно-ледниковые пространства плавно переходят к долинным формам р. Лесная и ложбинному понижению у д. Большие Мотыкалы.

На территории района в настоящее время активно проявляются современные эрозионные процессы. Этому способствует высокая освоенность территории. Распаханные пространства составляют более 50% территории, что способствует проявлению процессов плоскостной и линейной эрозии. Значительные площади занимают места карьерной добычи песчано-гравийной смеси, торфа и глины. В настоящее время проводятся работы по очистке мелиоративных систем территории района.

Право-Мухавецкая водно-ледниковая равнина с останцами моренных образований. Геоморфологический район простирается с запада на восток по правобережью р. Мухавец на 65 км при ширине 15–20 км. Главные черты рельефа этого района связаны с геологической деятельностью водно-ледниковых потоков припятского ледника сожского времени. На севере район граничит с Высоковской, Каменецкой и Пружанской морено-водно-ледниковыми равнинами. В этой части четко выделяется орографическая ступень, соответствующая области Полесской низменности, и стадияльная орографическая граница мозырской стадии припятского оледенения днепровского времени. На юго-западе район ограничен изгибом долины р. Лесная. На юге район граничит с Лево-Мухавецкой равниной. Глубина залегания пород кристаллического фундамента составляет 1500 м на западе и 700 м на востоке района. Подошва четвертичных отложений имеет наклон к югу, залегая на отметках 90–100 м, а в углублениях до 60 м и выполнена отложениями верхнего олигоцена – миоцена – плиоцена. Незначительные площади заняты образованиями вернего мела. Мощность четвертичных отложений составляет 40–80 м, а по эрозионным углублениям достигает 100–120 м.

Максимальные высотные отметки земной поверхности 168 м находятся в северной части района у д. Свищи Жабинковского района. Минимальные отметки (131–140 м) приурочены к долинам рек Дахловка, Полахва, Мухавец и Зап. Буг. Отдельные сильно размытые участки плоской, реже пологоволнистой моренной равнины прослеживаются в окрестностях деревень Степанки, Кривляны, Мотясы, Глинянки, Малыши. Абсолютные отметки на этих участках составляют 157–164 м, мощность моренного материала незначительна. В карьере у д. Горелки она составляет 0, 65 м. Площадь участков с размытыми останцами моренных образований варьирует от 4 до 20 км². Физиономический облик местности определяется своеобразием чередования плоских водораздельных пространств водно-ледниковой и слабо всхолмленных моренных участков, расчлененных параллельными незначительно вогнутыми ложбинами стока талых ледниковых вод, в тальвегах которых текут воды правосторонних притоков р. Мухавец. Ширина ложбинных понижений – от 0,5 до 3,5 км, протяженность – 10–15 км, глубина вреза – 3–8 м. Современные водотоки района заложены в основном по параллельным ложбинам, простирающимся с севера на юг или с северо-запада на юго-восток. Территория района дренируется водами рек Полахва, Жабинка, Дахловка, сетью безымянных водотоков и мелиоративных каналов. Все реки и ручьи района канализированы, некоторые обвалованы дамбами. В западной части района широкое развитие получили эоловые формы рельефа. Крупный массив эоловых форм в виде бугров, холмов и песчаных гряд с высотными отметками 146 м находится между деревнями Черни и Бердычи.

Современные геоморфологические процессы связаны с эоловой деятельностью и наиболее активно протекают в северной части района. На придолинных участках получила развитие линейная эрозия, сопровождающаяся образованием промоин длиной до 50 м. Интенсивно разрабатываются месторождения глин у деревень Щебрин и Ямно.

Лево-Мухавецкая водно-ледниковая равнина. Геоморфологический район простирается с запада на восток на 85 км при ширине в 20 км и приурочен к левобережной части р. Мухавец. На севере район граничит с Право-Мухавецкой водно-ледниковой равниной, на западе его ограничивает речная долина р. Зап. Буг, на юге он примыкает к Мокранско-Хабовичской озерно-аллювиальной низине. Максимальная протяжен-

ность района с запада на восток составляет 80 км, с севера на юг – 18–25 км. В геоструктурном отношении район приурочен к осевой части впадины, и только крайняя юго-западная часть примыкает к участку Луковско-Ратновского горста. Глубина залегания пород кристаллического фундамента составляет 0,5–1,8 км и постепенно понижается в западном направлении. Ложе четвертичных пород ровное, находится на отметках 100 м и только в небольших переуглублениях опускается до 70 м. Мощность отложений составляет 30–50 м, а в депрессиях ложа достигает 110 м. Четвертичная толща подстилается палеогеновыми, неогеновыми песками и глинами, а в западной части района – известняками позднемелового возраста. Абсолютные отметки земной поверхности колеблются в пределах 165–131 м и постепенно снижаются в направлении речных долин. Минимальные отметки характерны для урезов вод рек, самая низкая соответствует урезу р. Зап. Буг и составляет 131 м. Долинная сеть района имеет различную выраженность. Наиболее четко выражена долина р. Зап. Буг. Четко выражена первая надпойменная терраса шириной до 6,5 км, притеррасный склон высотой 10–15 м и крутизной 25–40°, высокая пойма шириной до 200 м и русло шириной 50–75 м. Левобережная часть долины р. Мухавец в основном пойменного типа и лишь на отдельных участках выражена первая надпойменная терраса. Наличие первой надпойменной террасы характерно для р. Рыта за 5 км от приустьевой ее части. Долины р. Осиповка и других небольших рек и ручьев – пойменного типа. Рельеф равнины, степень выраженности его форм и их сочетаний позволили выделить в ее пределах три подрайона.

Радваничская водно-ледниковая равнина. Глубина залегания пород кристаллического фундамента – 1,1–1,2 км. Мощность четвертичных отложений 70 м. Абсолютные отметки высот возрастают от р. Зап. Буг в восточном направлении в интервале 131–152 м. Земная поверхность характеризуется чередованием плоских, вытянутых в северо-западном направлении водораздельных пространств, разрезанных параллельными речными долинами рек и ручьев, впадающих в реки Мухавец и Зап. Буг. Долины двухсторонние, врезаются на глубину 3–10 м при ширине 20–80 м. В правобережной части долины р. Рыта на широте д. Франополь находятся останцы сильно денудированных моренных грядово-холмистых форм площадью 0,3 км² с абсолютными отметками 145 м. Возвышенные элементы рельефа сформированы эоловыми образованиями в виде песчаными холмов высотой 3–8 м, реже серповидными дюнами с крутыми (до 20°) заветренными склонами. Абсолютные отметки эоловых форм составляют 150–155 м.

Озятско-Суховицкая водно-ледниковая равнина с участками озерно-аллювиальной низины. Глубина залегания пород кристаллического фундамента – 0,9–1,0 км, мощность четвертичных отложений – 30–50 м. Ложе четвертичных пород составляют пески, алевроиты, глины палеоген – неогенового возраста. В геоструктурном отношении подрайону соответствует приподнятый Кобринский блок. Территория подрайона вытянута в субширотном направлении от р. Осиповка до Днепровско-Бугского канала на 30 км. В пределах данной территории участки плоской водно-ледниковой равнины с высотами 146–148 м чередуются с заболоченными низменными плоскими участками озерно-аллювиальной низины с абсолютными отметками 141–143 м. Слабо выраженные заболоченные водораздельные пространства рек и каналов изрезаны мелиоративными канавами. По середине территории района в северо-западном направлении протекает р. Тростяница. Долина реки – пойменного типа, невыразительная; русло шириной 6–8 м канализовано; берега высотой до 1 м. Естественные формы рельефа преобразованы в ходе мелиорации, дорожного строительства и интенсивной разработкой торфяных залежей.

Антопольская водно-ледниковая равнина. Глубина залегания пород кристаллического фундамента – 0,5–0,6 км, мощность четвертичных отложений – 30–40 м. В основании толщи четвертичных отложений залегают образования верхнего олигоцен-

на – миоцена – плиоцена, представленные в основном песками и глинами; незначительные площади занимают образования среднего – верхнего эоцена, а в переуглублениях, в районе д. Городец, вскрываются известняки верхнемелового возраста. В геоструктурном отношении подрайону соответствует Антопольский блок. Абсолютные отметки территории составляют 149–158 м. На территории доминируют пространства водно-ледниковой равнины, а незначительные по площади участки озерно-аллювиальной низины приурочены к заболоченным ложбинным понижениям. На водораздельных пространствах ложбинных понижений отмечаются эоловые формы, а в прибортовой части понижений выделяются округлые плоскодонные термокарстовые западины. Восточнее и южнее Антополя находятся холмисто-грядовые эоловые массивы площадью 0,6 км² с относительным превышением над окружающими пространствами 3–5 м. Холмисто-, линейно грядовые эоловые формы находятся южнее д. Деревная. Между ней и д. Детковичи находится массив мелко холмистого моренного рельефа припятского ледника днепровского времени площадью 0,5 км². Длина склонов холмов – 50–70 м, а крутизна – 5–10°. Абсолютные отметки этих форм составляют 158 м, относительные превышения до 6 м.

Мокранско-Хабовичская озерно-аллювиальная низина с участками водно-ледниковой равнины. Геоморфологический район находится в южной части впадины. Территория района вытянута в широтном направлении на 50 км, а с севера на юг – на 18 км. Южная граница района четко совпадает с линией границы Республики Беларусь с Украиной, на севере и северо-западе район граничит с Лево-Мухавецкой водно-ледниковой равниной, на северо-западе и западе территория района граничит с Малоритской водно-ледниковой равниной. Глубина залегания пород кристаллического фундамента составляет 0,6–0,8 км, мощность четвертичных отложений – 30–70 м. В основании этой толщи на большей части района залегают известняки позднемелового возраста, а в северной и восточной части района и у д. Мокраны она подстилается песками, алевроитами, глинами среднего – верхнего эоцена. Ложе четвертичной толщи в пределах Дивинской ступени залегает на абсолютных отметках 118–125 м, а в восточной части оно опущено до отметок 88–92 м. В одном из самых крупных переуглублений карстового генезиса в районе д. Черняны мощность отложений составляет более 90 м. В геоструктурном отношении району соответствует приподнятый блок Дивинской ступени. Абсолютные отметки современной уровенной земной поверхности находятся в пределах 144–165 м. Минимальные отметки соответствуют урезу воды каналов, а максимальные находятся в южной части района в местах распространения эоловых образований. На территории района преобладают плоские поверхности, местами наблюдаются слабо вогнутые, а в местах островного развития водно-ледниковой равнины поверхность мелкохолмистая. В местах широкого развития эоловых аккумуляций она приобретает мелко-, крупногрядово-бугристый характер. Прерывистые островные участки водно-ледниковой равнины площадью 1,96–5,4 км² простираются в восточном направлении от д. Новоселки до д. Повитье, возвышаясь над поверхностью озерно-аллювиальной низины на 2,5–3 м. Эоловые формы рельефа, занимающие доминирующее высотное положение, возвышаются над окружающими пространствами низины на 6–12 м. Абсолютные отметки этих форм составляют 156–165 м. На территории района находятся заторфованные ложбины длиной 8–10 км, шириной 0,8–2 км, простирающиеся в северном и северо-восточном направлениях. По тальвегам ложбин проложены русла каналов, крупнейшими из которых являются каналы Бона, Низовский, Казацкий, Ореховский. Каналы принимают воды из более мелких мелиоративных систем и доставляют их в р. Мухавец и Днепровско-Бугский канал. Реки района немногочисленны, крупнейшей из них является Осиповка. Долина ее невыразительная, русло канализировано, средний наклон водной поверхности 0,4‰. Густота расчленения рельефа

0,2 км/км². На территории района в понижениях карстового генезиса находятся озера, крупнейшими из которых являются Луковское и Любань.

В современном преобразовании рельефа главную роль играет техногенный морфогенез, связанный со строительством автодорог и транспортных развязок, реанимированием осушительных систем, мелиоративным и гидротехническим строительством и добычей полезных ископаемых. На определенных площадях в результате глубинного выгорания торфа возникают пирогенные котловины округлой формы глубиной 1,2–3,0 м и диаметром до 80 м.

Малоритская водно-ледниковая равнина с участками конечно-моренных образований. Геоморфологический район находится в юго-западной части впадины. Территория района вытянута в субширотном направлении на 40 км, а с севера на юг – на 17 км. Южная граница района четко совпадает с простиранием Северо-Ратновского разлома, отделяющего впадину от Луковско-Ратновского горста; на севере и северо-западе район граничит с Лево-Мухавецкой водно-ледниковой низиной, с северо-востока территория района примыкает к Мокранско-Хабовичской озерно-аллювиальной низине. Глубина залегания пород кристаллического фундамента – 0,6 км в пределах Дивинской ступени и 1,0–1,2 км в северо-западной части. Мощность четвертичных отложений от 10 до 30 м, а в пределах небольших по площади насыпных гряд достигает 45–52 м. Ложе четвертичных пород относительно ровное и залегает на абсолютных отметках в 115–120 м. В основании четвертичной толщи залегают мергельно-меловые породы позднемелового возраста, реже пески, алевроиты среднего – верхнего эоцена. Геоморфологическую основу района составляет водно-ледниковая поверхность, в пределах которой выделяются небольшие участки конечно-моренных образований днепровского времени с холмисто-грядовыми формами с абсолютными отметками 160 м и золотые холмы и гряды позднепозерско – голоценового возраста. Минимальные отметки современного рельефа (147–140 м) приурочены к урезам рек. Неотъемлемой чертой рельефа являются многочисленные, чаще всего округлой формы котловины и неглубокие западины карстового и термокарстового генезиса. В наиболее крупных котловинах находятся озера глубиной 5,5 м. Речная сеть района немногочисленна и представлена реками Рыта, Малорыта и сетью безымянных ручьев. Долины рек пойменного типа, невыразительные, склоны изрезаны сетью мелиоративных каналов. Поймы рек двусторонние, низкие, осушенные, шириной 0,5–1,5 км. Руслу канализированы. Берега выровненные, реже обрывистые высотой от 1 до 2,5 м. Густота расчленения составляет 0,4–0,5 км/км². В западной части района находится озеро Меднянское, площадью 0,24 км². В прибрежной части по всему периметру озера выражена лимно-терраса, сформировавшаяся в результате абразионно-аккумулятивных процессов и свидетельствующая об изменении уровня водоема. Высота террасы около 1,5 м. В рельефе района выделяются отдельные сильно размытые разноплощадные участки краевых конечно-моренных ледниковых образований. Так, у г. Малорита выделяется северный участок Олтушко-Малоритского краевого комплекса, сформировавшегося во время отступления припятского ледника днепровского времени. В пределах участка выделяются холмисто-грядовые формы высотой до 167 м с крутизной склонов от 8 до 12°. Гряды вытянуты в северо-восточном направлении на расстояние до 2 км. Небольшие по площади участки пологовсхолмленного рельефа находятся у деревень Струга, Масевичи, Пожежин, Великорита и Гусак. Участок моренного рельефа между деревнями Струга и Мосевичи площадью 4,2 км² имеет абсолютные отметки 161–163 м при относительных превышениях в 4,5 м. Разрозненные участки пологовсхолмленного рельефа с отметками 159–160 м находятся у деревень Великорита и Гусак. Относительные превышения форм составляют от 2 до 3 м. Незначительный по площади (0,8 км²) участок сильно денудированных моренных образований высотой 159 м находится северо-

западнее д. Пожежин. Рельеф района отличается малой глубиной расчленения, составляющей до 5 м/км^2 , а в пределах участков развития краевых образований она увеличивается до 8 м/км^2 . Доминирующую часть площади района занимает в основном плоская, осложненная неглубокими заторфованными понижениями термокарстового, карстового и дефляционного генезиса водноледниковая равнина. Кроме того поверхность равнины осложнена и положительными формами эолового рельефа. Максимальная площадь их распространения – между деревнями Медна и Бродятин. Эоловые формы в виде песчаных бугров, холмов, линейных гряд, серповидных и параболических дюн возвышаются на 3–6 м над окружающими пространствами водноледниковой равнины. Склоны большинства эоловых форм ассиметричны. Крутизна наветренных склонов составляет $5\text{--}8^\circ$, заветренных достигает $20\text{--}25^\circ$.

В настоящее время существенные изменения естественной поверхности происходят в результате техногенного воздействия. Оно выражается в преобразовании территории в ходе гидромелиоративного, дорожного, селитебного строительства и открытой разработки полезных ископаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гречаник, Н.Ф. Геоморфологическое районирование территории Подляско-Брестской впадины / Н.Ф. Гречаник // Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. прыродазн. навук. – 2006. – № 1 (25). – С. 93–97.
2. Левков, Э.А. Гляциотектоника / Э.А. Левков. – Минск : Наука и техника, 1980. – 280 с.
3. Матвеев, А.В. Рельеф Белоруссии. / А.В. Матвеев, Б.Н. Гурский, Р.И. Левицкая. – Минск : Университетское, 1988 – 320 с.

Grechanik N.F. Description of Geomorphological Districts of the Territory of Podljassko-Brest Depression

The paper presents geomorphological characteristics of the eleven geomorphic regions and six sub-areas that correspond to the local morphological complex contemporary terrain in eastern part of Podljassko-Brest depression. Geomorphology of areas and subareas are part of the three geomorphic regions and three sub-areas. In the description of geomorphic units identified height-tiered levels, especially physiognomic image area identified genetic agents, the manifestation of which contributed to the formation of types and forms of relief.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 21.12.2011

УДК 911:332.33(476.7)

С.А. Заруцкий

ЗЕМЕЛЬНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье рассматриваются результаты исследования по оценке земельно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций и эффективности их использования в разрезе административных районов Брестской области. Выявлены внутрирегиональные различия и проведена типология административных районов Брестской по уровню земельно-ресурсного потенциала и эффективности производства сельскохозяйственной продукции. Приведены рекомендации по повышению эффективности сельскохозяйственного производства.

Введение

Земельные ресурсы – это национальное богатство любой страны, пространственный базис расселения населения, размещения хозяйственной инфраструктуры и основное средство производства для сельского и лесного хозяйства. Главным видом землепользования является аграрное землепользование. Оно выступает ведущим фактором преобразования природных ландшафтов и формирования их культурного облика. При этом характер аграрного землепользования, структура земельных угодий, вовлечённых в сельскохозяйственный оборот, интенсивность сельскохозяйственного производства во многом определяется естественным плодородием земель.

За период с 2000 г. по 2010 г. наиболее динамично развивающимся структурным компонентом хозяйства Брестской области является аграрно-промышленный комплекс, который в настоящее время в структуре хозяйства занимает ведущие позиции по численности занятых в экономике области (33%) и объёме промышленного производства области (31%) [1, с. 219]. Сельское хозяйство региона специализируется на молочно-мясном скотоводстве, свиноводстве, выращивании картофеля, зерновых культур, сахарной свеклы, рапса (18% сельскохозяйственной продукции Беларуси) [2, с. 341]. Площадь земель, находящихся в пользовании сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств в Брестской области, на 2010 г. составляет 1 487 тыс. га (45,3% территории региона). При этом пахотные земли занимают 26,3% территории области, пастбищные и сенокосные земли – 18,2%, земли под многолетними насаждениями – 0,7%. Пищевая промышленность Брестской области ориентирована на переработку местного сельскохозяйственного сырья и является ведущей отраслью промышленности по объёмам выпускаемой продукции (в 2010 г. – 35,7%); с 2005 г. Брестская область является лидером в Беларуси по производству продовольственных товаров [3, с. 32].

Одним из важных научно обоснованных инструментов, определяющих и регламентирующих рациональное размещение и использования земель в аграрном секторе экономики, является оценка земельно-ресурсного потенциала, предполагающая наиболее полный учёт влияния природных и экономических факторов на эффективность сельскохозяйственного производства. Для выявления территориальных различий продуктивности сельскохозяйственных земель, исходя из их природных условий, была проведена оценка земельно-ресурсного потенциала и экономической эффективности его использования по административным районам Брестской области.

Теоретические и методические основы исследования

Под земельно-ресурсным потенциалом понимается степень естественной продуктивности почвенного покрова, обусловленная качеством земли, при определённых

затратах для производства продовольствия и сельскохозяйственного сырья. Экономическая эффективность использования сельскохозяйственных земель определяется объёмом производства валовой продукции растениеводства и животноводства на единицу площади сельскохозяйственных угодий.

Для оценки земельно-ресурсного потенциала и экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции по административным районам Брестской области была применена методика, разработанная УП «БелНИЦзем», по которой проведена оценка земельно-ресурсного потенциала административных районов Беларуси и выявлены региональные различия [4]. Для проведения расчётов использовались показатели кадастровой оценки сельскохозяйственных земель (бал плодородия почв по видам сельскохозяйственных земель, дифференциальный доход, распределение площади обрабатываемых земель по благоприятности для земледелия) [5; 6] и данные сводных годовых отчётов по сельскому хозяйству Главного статистического управления по Брестской области за 2005–2010 гг. (площадь сельскохозяйственных земель от площади района, структура сельскохозяйственных угодий, распаханность земель, площади осушенных земель, урожайность и валовой сбор основных сельскохозяйственных культур). Каждая из характеристик рассматривалась в виде индексов территориальной локализации, рассчитанных как отношение соответствующих показателей административных районов к значению данного показателя по области в целом.

Общий индекс земельно-ресурсного потенциала по районам определялся на основе кадастровых показателей как среднеарифметическое значение индексов общего значения плодородия почв и дифференциального дохода сельскохозяйственных земель по отношению к общеобластным показателям. Также были рассчитаны индексы земельно-ресурсного потенциала основных видов сельскохозяйственных земель (земель под пашнями, многолетними насаждениями, земель под улучшенными пастбищами и сенокосами, земель под естественными пастбищами и сенокосами).

Показатель эффективности производства продукции растениеводства определялся как среднеарифметическое значение индексов производства валовой продукции основных видов сельскохозяйственных культур (зерновых и зернобобовых, картофеля, сахарной свеклы и овощей в тоннах) в расчёте на 100 га сельскохозяйственных земель и их урожайности; для животноводства – среднеарифметическое значение индекса производства валовой продукции мяса и молока на 100 га сельскохозяйственных земель по отношению к среднеобластным показателям за период 2005–2010 гг.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам проведённой оценки общий индекс земельно-ресурсного потенциала изменяется по административным районам Брестской области с 0,793 (Малоритский р-н) до 1,25 (Барановичский р-н). 7 из 16 районов имеют индекс земельно-ресурсного потенциала ниже среднего по области (все эти районы расположены в полесской части области). Высокое и среднее значение показателя земельно-ресурсного потенциала по отношению к среднеобластному значению имеют районы, занимающие северную и западную части области; основные площади их сельскохозяйственных земель полностью или частично расположены на предполесских равнинах. Самое высокое значение данного показателя имеют Ляховичский и Барановичский районы.

По уровню земельно-ресурсного потенциала с учётом показателей, отображающих характер аграрного землепользования (значение частных индексов земельно-ресурсного потенциала основных видов земель, степень сельскохозяйственной освоенности и распаханности территории, структура сельскохозяйственных угодий, площадь осушенных земель) на территории Брестской области можно выделить 3 типа районов (рисунок 3).

1. *Районы с высоким уровнем земельно-ресурсного потенциала (Брестский, Жабинковский, Каменецкий, Берёзовский, Ляховичский и Барановичский).* Основные площади сельскохозяйственных угодий этих районов расположены на предполесских равнинах. Для них характерен высокий уровень индексов земельно-ресурсного потенциала земель под пашнями и многолетними насаждениями, улучшенными пастбищами и сенокосами, а также средний и низкий уровень индексов земельно-ресурсного потенциала под естественными сенокосными и пастбищными землями. По данным кадастровой оценки, свыше 80% пахотных земель районов относятся к категории «благоприятных и хороших для земледелия». Их нормативный чистый доход сельскохозяйственных земель составляет свыше 110 у.е./га. Районы имеют самые высокие показатели сельскохозяйственной освоенности (более 45%) и распаханности территории (более 30%), низкую долю осушенных земель (менее 35%), за исключением Жабинковского и Берёзовского районов (50%). В структуре сельскохозяйственных угодий пахотные земли занимают 62–70%, сенокосные и пастбищные земли – 27–35%, земли под многолетними насаждениями – более 1%.

2. *Районы со средним уровнем земельно-ресурсного потенциала (Кобринский, Пружанский и Ивацевичский).* Эти районы частично расположены на предполесских равнинах, а более половины всех сельскохозяйственных угодий сконцентрировано в полесской части. Они характеризуются средними индексами земельно-ресурсного потенциала по всем видам земель. Для этих районов, по данным кадастровой оценки, доля пахотных земель категории «благоприятных и хороших для земледелия» составляет в среднем около 60%, а нормативный чистый доход – 80–90 у.е./га. Низкая сельскохозяйственная освоенность (35%) и распаханность (менее 20%) наблюдается в Ивацевичском и Пружанском районах. Для Кобринского района характерна высокая степень сельскохозяйственной освоенности (57%) и распаханности (34%). Площадь осушенных сельскохозяйственных земель меняется от 36% в Пружанском районе до 55% в Кобринском. В структуре сельскохозяйственных угодий пахотные земли занимают 58–62%, сенокосные и пастбищные земли – 36–42%, земли под многолетними насаждениями – около 1%.

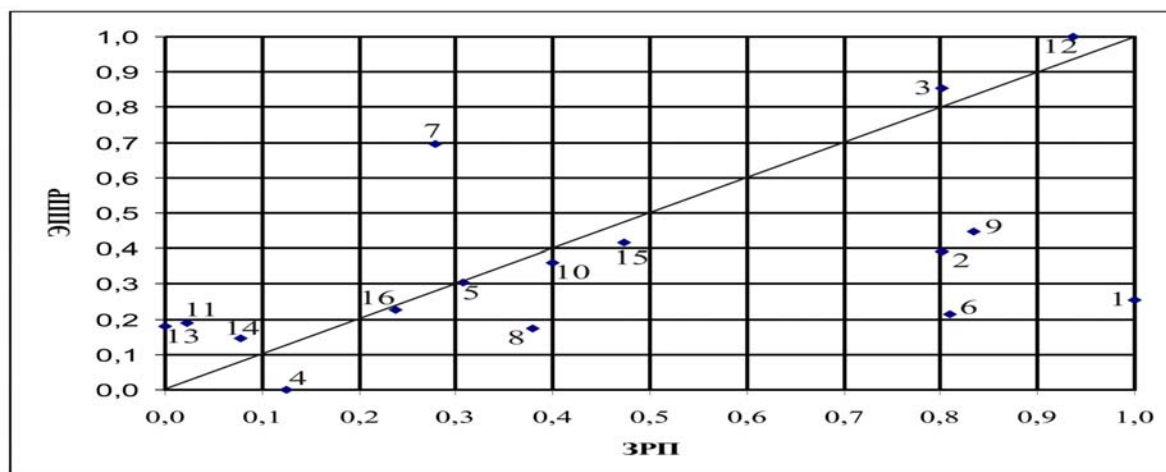
3. *Районы с низким уровнем земельно-ресурсного потенциала (Малоритский, Дрогичинский, Ивановский, Пинский, Столинский, Лунинецкий и Ганцевичский).* Основные площади сельскохозяйственных земель этих районов расположены в полесской части области. Они имеют низкий уровень индексов земельно-ресурсного потенциала по всем видам земель. Исключением является Столинский район, который при низком уровне земельно-ресурсного потенциала пахотных земель имеет самое высокое значение по области индексов земельно-ресурсного потенциала земель под естественными и улучшенными пастбищами и сенокосами. По данным кадастровой оценки, в районах доля пахотных земель «благоприятных и хороших для земледелия» составляет 45–60%, нормативный чистый доход – 55–80 у.е./га. По характеру сельскохозяйственной освоенности особое место занимают преимущественно расположенные на Загородской возвышенности Дрогичинский и Ивановский районы, которые отличаются высокой сельскохозяйственной освоенностью (свыше 55%) и распаханностью (более 25%). Остальные районы характеризуются низкой сельскохозяйственной освоенностью (менее 40%) и распаханностью (менее 22%), высокой долей осушенных земель (более 60%). В структуре сельскохозяйственных угодий земли под пашнями занимают 45–60%, сенокосные и пастбищные земли – 38–55%, земли под многолетними насаждениями – менее 1%.

За период 2005–2010 гг. индекс эффективности производства продукции растениеводства по результатам исследования изменяется: от 0,647 в Ганцевичском районе до 1,654 в Ляховичском районе. Самый высокий индекс эффективности производства продукции растениеводства имеют Ляховичский и Брестский районы (в 1,5 раза выше среднего показателя по области).

Расчеты корреляционной зависимости эффективности производства продукции растениеводства районов Брестской области от их земельно-ресурсного потенциала показывают низкий уровень взаимосвязи (контингенции) ($K_1 = 0,3$). По уровню эффективности производства продукции растениеводства административных районов и их земельно-ресурсного потенциала выделяют 7 групп (таблица 1). В 7 административных районах Брестской области значение индекса эффективности производства продукции растениеводства выше значения земельно-ресурсного потенциала (рисунок 1). К ним относятся Ляховичский, Брестский, Ивановский, Дрогичинский, Пинский, Лунинецкий, Малоритский районы, в которых, согласно расчетам, земельно-ресурсный потенциал сельскохозяйственных земель достаточно рационально используется в целях эффективного производства растениеводческой продукции. Барановичский, Березовский, Жабинковский, Каменецкий, Пружанский и Кобринский районы имеют значение индекса эффективности производства продукции растениеводства ниже, чем значение земельно-ресурсного потенциала. Это создает необходимость более рационального использования земельно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных земель в данных районах с целью повышения эффективности производства продукции растениеводства. Это характерно и для Ивацевичского, Столинского и Ганцевичского районов, где также необходимо повышать уровень земельно-ресурсного потенциала.

Таблица 1 – Распределение районов Брестской области по уровню индексов эффективности производства продукции растениеводства (ЭППР) и земельно-ресурсного потенциала (ЗРП)

ЭППР	ЗРП		
	Высокий	Средний	Низкий
Высокая	Брестский, Ляховичский	–	Ивановский
Средняя	Барановичский, Березовский, Жабинковский, Каменецкий	Кобринский, Пружанский	Дрогичинский
Низкая	–	Ивацевичский	Ганцевичский, Лунинецкий, Малоритский, Пинский, Столинский



Районы: 1 – Барановичский, 2 – Березовский, 3 – Брестский, 4 – Ганцевичский, 5 – Дрогичинский, 6 – Жабинковский, 7 – Ивановский, 8 – Ивацевичский, 9 – Каменецкий, 10 – Кобринский, 11 – Лунинецкий, 12 – Ляховичский, 13 – Малоритский, 14 – Пинский, 15 – Пружанский, 16 – Столинский

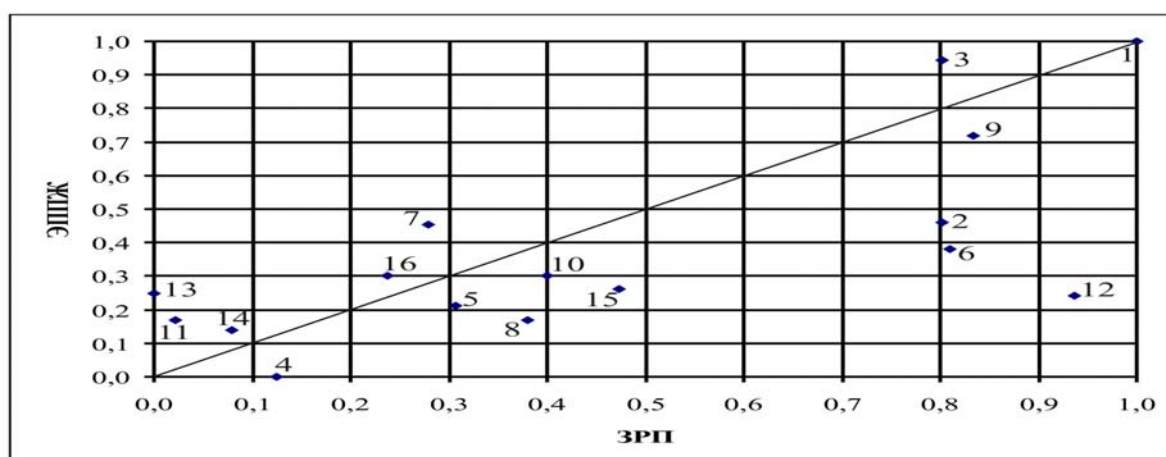
Рисунок 1 – Индексы эффективности производства продукции растениеводства (ЭППР) и земельно-ресурсного потенциала (ЗРП) районов Брестской области

Индекс эффективности производства продукции животноводства в 2005–2010 гг. изменяется с 0,372 (Ганцевичский р-н) до 2,026 (Барановичский р-н). Самый высокий индекс эффективности производства продукции животноводства имеют Барановичский и Брестский районы (в 2 раза выше среднего показателя по области). Это связано с тем, что на их территориях находятся два крупнейших города области и четко выражены сельскохозяйственные пригородные зоны мясомолочного направления [7, с. 44].

Таблица 2 – Распределение районов Брестской области по уровню индексов экономической эффективности производства продукции животноводства (ЭППЖ) и земельно-ресурсному потенциалу (ЗРП)

ЭППЖ	ЗРП		
	Высокий	Средний	Низкий
Высокая	Барановичский, Брестский, Каменецкий	–	–
Средняя	Березовский, Жабинковский	–	Ивановский
Низкая	Ляховичский	Ивацевичский Кобринский Пружанский	Ганцевичский, Дрогичинский, Малоритский, Лунинецкий, Пинский, Столинский

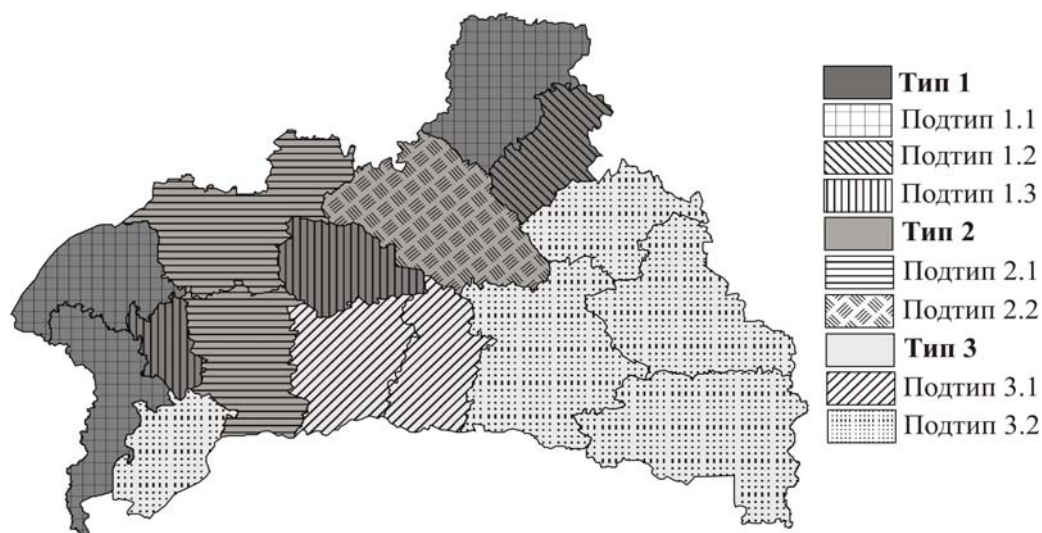
Расчеты зависимости эффективности производства продукции животноводства районов Брестской области от их земельно-ресурсного потенциала указывают на низкий уровень взаимосвязи (контингенции) ($K_1 = 0,3$). По степени зависимости эффективности производства продукции животноводства районов и их земельно-ресурсного потенциала выделяют 6 групп (таблица 2). Только 7 районов Брестской области имеют значение индекса эффективности производства продукции животноводства выше, чем значение земельно-ресурсного потенциала (рисунок 2). К ним относятся Барановичский, Брестский и 5 районов с низким уровнем земельно-ресурсного потенциала: Ивановский, Пинский, Лунинецкий, Столинский и Малоритский районы. Для остальных районов Брестской области эффективность производства продукции животноводства ниже уровня земельно-ресурсного потенциала, что говорит о необходимости более эффективного использования земельных ресурсов для производства животноводческой продукции.



Районы: 1 – Барановичский, 2 – Березовский, 3 – Брестский, 4 – Ганцевичский, 5 – Дрогичинский, 6 – Жабинковский, 7 – Ивановский, 8 – Ивацевичский, 9 – Каменецкий, 10 – Кобринский, 11 – Лунинецкий, 12 – Ляховичский, 13 – Малоритский, 14 – Пинский, 15 – Пружанский, 16 – Столинский

Рисунок 2 – Индексы эффективности производства продукции животноводства (ЭППР) и земельно-ресурсного потенциала (ЗРП) районов Брестской области

В целом на территории Брестской области можно выделить 3 типа районов по уровню земельно-ресурсного потенциала (ЗРП) с 7 подтипами по уровню эффективности производства продукции растениеводства и животноводства (ЭППЖ) (рисунок 3). Районы с высоким уровнем ЗРП занимают северную и западную части Брестской области, и основные площади сельскохозяйственных земель этих районов расположены на предполесских равнинах. Они имеют высокий и средний уровень эффективности производства продукции растениеводства и животноводства. Исключение составляет Ляховичский район, который имеет низкий уровень ЭППЖ. Средний уровень ЗРП имеют районы, частично расположенные на предполесских равнинах, где более половины всех сельскохозяйственных угодий сконцентрировано в полесской части. Для них характерен средний и низкий уровень эффективности производства продукции растениеводства. Низкий уровень ЗРП имеют типично полесские районы, расположенные в центральной и восточной части области; для них характерны низкие уровни эффективности производства продукции растениеводства и животноводства. Исключением являются преимущественно расположенные на Загородской возвышенности Дрогичинский и Ивановский районы, которые при низком уровне ЗРП имеют высокий и средний уровни эффективности производства продукции растениеводства и отличаются более высокой сельскохозяйственной освоенностью территории.



Тип 1 – районы с высоким уровнем ЗРП: 1.1 – высокий и средний уровень ЭППР и высокий уровень ЭППЖ; 1.2 – высокий уровень ЭППР и низкий уровень ЭППЖ; 1.3 – средний уровень ЭППР и ЭППЖ.
 Тип 2 – районы с средним уровнем ЗРП: 2.1 – средний уровень ЭППР и низкий уровень ЭППЖ; 2.2 – низкий уровень ЭППР и ЭППЖ.
 Тип 3 – районы с низким уровнем ЗРП: 3.1 – высокий и средний уровень ЭППР и средний и низкий уровень ЭППЖ; 3.2 – низкий уровень ЭППР и ЭППЖ

Рисунок 3 – Типология районов Брестской области по уровню земельно-ресурсного потенциала (ЗРП), уровню эффективности производства продукции растениеводства (ЭППР) и уровню эффективности производства продукции животноводства (ЭППЖ)

Заключение

Выделенные территориальные закономерности распределения административных районов по качеству земельных ресурсов (согласно данным кадастровой оценки) в целях сельскохозяйственного использования не совпадают с характеристикой рай-

онов по показателям эффективности производства сельскохозяйственной продукции, о чём свидетельствуют проведённые корреляционные расчёты.

Оценка районов Брестской области по уровню ЗРП и эффективности его использования указывает на то, что проблема низкой эффективности использования ЗРП сельскохозяйственных организаций существует в большинстве районов. Так, данная проблема крайне остро стоит во всех полесских районах по причине низкого уровня земельно-ресурсного потенциала. В районах со средним и высоким ЗРП низкая эффективность сельскохозяйственного производства связана с нерациональным использованием земельных ресурсов.

Административные районы Брестской области для повышения эффективности использования земельно-ресурсного потенциала требуют разработки комплексных мер со стороны органов власти, направленных на повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции. Так, типично полесские районы при низком показателе ЗРП в первую очередь нуждаются в проведении комплекса мероприятий для повышения естественного плодородия земель и увеличения производственных фондов сельхозназначения. Для районов со средним и высоким уровнем ЗРП необходимо проводить комплекс мероприятий, направленных на обновление и повышение концентрации основных производственных фондов, увеличение интенсификации сельскохозяйственного производства.

Для детального анализа и разработки рекомендаций по повышению эффективности производства сельскохозяйственной продукции необходимо провести исследование земельно-ресурсного потенциала отдельных сельскохозяйственных организаций с целью выявления закономерностей локального уровня, что позволит более рационально и эффективно использовать земельные ресурсы в сельскохозяйственном производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистический ежегодник Брестской области. – Брест : Главное статистическое управление Брестской области, 2011. – 398 с.
2. Смоляков, Г.С. Сельское хозяйство Брестской области / Г.С. Смоляков // Регионы Беларуси : энциклопедия : в 7 т. / редкол.: Т.В. Белова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі. – 2009. – Т. 1, кн. 2. – С. 341–345.
3. Регионы Республики Беларусь. Статистический сборник. – Минск : Национальный статистический комитет РБ, 2011. – 800 с.
4. Климова, Т. Региональные различия в земельно-ресурсном потенциале сельскохозяйственных организаций административных районов / Т. Климова, И. Кононович // Земля Беларуси. – 2004. – № 4. – С. 18–22.
5. Кадастровая оценка сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств. – Минск : Госкомзем, 2000. – 140 с.
6. Кадастровая оценка сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Распределение площади обрабатываемых земель по благоприятности для земледелия. – Минск : Госкомзем, 2002. – 156 с.
7. Омелянчук, М.В. Население Брестской области в конце XX – начале XXI столетий: особенности расселения и воспроизводства / М.В. Омелянчук. – Брест : Издатель Лавров С.Б., 2003 – 116 с.

Zarutski S.A. The Potential Ground Resource and its Effective use in the Brest Region

This article is about the results of the research in evaluation of the potential ground resource in agricultural organizations and the efficacy of their use in the context of the administrative districts in the Brest region. The intraregional differences were identified and a typology of administrative districts of Brest regions were made on the level of the potential ground resource and of the efficacy of the agricul-

tural production. There was given the advices how to increase the efficacy of agricultural production.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 27.02.2012

УДК 911.3(476)

К.К. Красовский

ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

На основе статистических данных проведен анализ динамики основных демографических показателей Беларуси в начале XXI века. Выявлены тенденции показателей рождаемости и смертности, половозрастной и брачно-семейной структуры. Обоснована необходимость эффективной долгосрочной научно-обоснованной демографической политики.

Введение

Объектом географического исследования населения региона любого ранга выступает геодемографическая обстановка, которая включает в себя структурно-функциональные подсистемы, характеризующие различные стороны развития населения [1; 2]. Среди них особая роль принадлежит демографической и экономической подсистемам. Роль демографических и экономических аспектов в изучении геодемографической обстановки объясняется их определяющим значением в развитии общества. Связи населения и производства осуществляются прежде всего в формировании половозрастной структуры и использовании трудового потенциала страны, который является главным понятием экономической подсистемы геодемографической обстановки.

К концу XX в. вследствие совпавших по времени трансформационных процессов в экологическом, экономическом и политическом развитии Республики Беларусь резко обострилась демографическая ситуация. Отрицательный естественный прирост из-за снижения рождаемости и роста смертности привел к суженному типу воспроизводства населения. Беларусь вступила в стадию устойчивой и длительной депопуляции населения, сопровождающейся прогрессирующим процессом старения нации, снижением среднего размера семьи, значительным увеличением среднего возраста вступления в брак, неблагоприятными миграционными тенденциями. Состояние демографической ситуации в стране стало представлять потенциальную угрозу устойчивому развитию государства и его национальной безопасности. Поэтому неслучайно законодательными и исполнительными органами государственной власти Республики Беларусь принят ряд важных документов, способствующих выходу страны из демографического кризиса и стабилизации показателей, показывающих уровень демографической безопасности республики.

Цель и задачи исследования: на основе анализа динамики численности населения, показателей его естественного движения и миграционных процессов выявить особенности демографической ситуации в Беларуси в начале XXI века.

Анализ данных текущей статистики и материалов переписей населения Республики Беларусь свидетельствуют о новых качественных характеристиках демографического потенциала страны в исследуемый период. Прежде всего в демографическом развитии республики следует отметить снижение среднегодовых темпов сокращения численности населения. Так, если в начале XXI в. ежегодно число жителей в стране уменьшалось на 40–50 тыс. человек, то в 2009 году сокращение составило всего 13 тысяч. Общая численность населения на 1 января 2011 года составила 9 481,1 тыс. человек. Вследствие продолжающегося в стране процесса урбанизации происходит дальнейшее перераспределение населения между городскими и сельскими населенными пунктами в пользу го-

родов и городских поселков, что приводит к увеличению уровня урбанизированности Беларуси. Если, по данным переписи населения 1999 г., доля городских жителей составляла 69,3% от общей численности населения, то, согласно результатов переписи 2009 г., – 74,3%. Соответственно снизился удельный вес сельского населения с 30,7% до 25,7% (абсолютная численность его начала сокращаться еще с 1977 года).

На протяжении длительного исторического периода естественное движение наряду с миграцией были основными источниками роста численности населения Беларуси. Естественное движение населения является итогом взаимодействия двух составляющих его процессов: рождаемости и смертности. Основное влияние на динамику естественного движения населения Беларуси оказала рождаемость. На протяжении последних 60 лет ее общий коэффициент в городских населенных пунктах снизился с 28,1‰ в 1950 г. до 11,8‰ в 2010 г., т. е. почти в 3 раза (таблица 1). В целом по республике уровень рождаемости за этот же период уменьшился с 25,5‰ до 11,5‰, а в сельской местности с 24,7‰ до 10,8‰.

Таблица 1 – Динамика общего коэффициента рождаемости в городских и сельских поселениях Республики Беларусь, ‰

Типы поселений	Год						
	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Городские	28,1	24,8	18,8	18,8	14,9	9,8	11,8
Сельские	24,7	24,3	14,2	12,3	11,7	8,5	10,8

Снижение рождаемости в Беларуси происходило далеко не равномерно, так как изменение общего коэффициента рождаемости прерывалось частыми падениями и подъемами, вызванными крупными социально-экономическими процессами. Это обусловлено тем, что «уровень рождаемости, как чуткий барометр, реагирует на все изменения в политике, экономике и культуре страны» [3, с. 41]. В первые послевоенные годы наблюдался компенсаторный рост рождаемости вследствие повышенной брачности, характерной для послевоенного времени. Однако уже начиная с 1952 г. стала проявляться тенденция к снижению общего коэффициента рождаемости. Анализируя данные статистики, динамику общего коэффициента рождаемости на территории Беларуси в период 1950–2010 гг. можно разделить на 4 этапа. Первый этап (1950–1964 гг.) – медленное снижение уровня рождаемости; второй этап (1965–1984 гг.) – стабилизация и даже некоторое повышение общего коэффициента рождаемости; третий этап (1985–2000 гг.) – резкое снижение уровня рождаемости; четвертый этап (2001–2010 гг.) – незначительный рост показателей рождаемости.

Некоторый рост показателей рождаемости в городских и сельских поселениях страны в первое десятилетие XXI в. явился следствием не только целенаправленной демографической политики по социально-экономической поддержке семей с детьми, пропаганды семейного благополучия и здорового образа жизни, но и влияния демографической волны. В настоящее время в активном детородном возрасте находится поколение, рожденное до аварии на Чернобыльской АЭС и до распада Советского Союза. В недалеком будущем, по мере вступления в детородный возраст малочисленного поколения, рожденного в конце XX века, показатели рождаемости опять начнут снижаться. При сохранении такого режима рождаемости естественная убыль населения Беларуси возрастет. По расчетам демографов, даже для простого воспроизводства населения каждая брачная пара, способная к деторождению, в среднем должна иметь не менее двух детей. В Беларуси суммарный коэффициент рождаемости хотя и повысился к 2010 г. до 1,44, однако, учитывая смертность, этот показатель даже для простого воспроизводства следует признать недостаточным. В связи с этим существующую в на-

стоящее время в Беларуси проблему рождаемости можно назвать проблемой даже не третьего, а второго ребенка.

Выявленные особенности динамики общего коэффициента рождаемости на территории Беларуси в послевоенный период во многом обусловлены брачной структурой населения. Браки и разводы в научной литературе обычно относятся к естественному движению населения. Хотя непосредственно они и не влияют на динамику численности населения, однако процессы рождаемости находятся в тесной зависимости от этих двух демографических факторов. Современная брачная структура населения Беларуси сложилась в результате взаимодействия ряда социально-экономических, демографических и других факторов. Для Беларуси в целом характерна довольно высокая степень брачности населения. На протяжении всего послевоенного периода наблюдалась тенденция к увеличению абсолютных показателей брачности и разводимости. Безусловно, это обстоятельство было связано с процессом урбанизации и ростом численности населения. В последние десятилетия XX в. количество браков (как и разводов) не увеличивалось, а даже несколько снижалось, в связи с тем что прирост населения в республике отсутствовал. Кроме этого на снижение абсолютных показателей брачного состояния населения республики значительное влияние оказали и другие факторы, и прежде всего социально-экономический кризис и снижение уровня жизни населения. Влияние последних привело к резкому снижению в последнее десятилетие XX в. относительных показателей брачности, рассчитываемых на 1 000 населения. Если в 1959 г. на 1 000 жителей заключалось 14 браков, то к 2000 г. их число сократилось почти вдвое и составило 6,2. В начале XXI в. наблюдается некоторый рост данного показателя: в 2009 г. Относительный показатель брачности составил 8,3.

Совершенно противоположная тенденция наблюдается при анализе относительных показателей разводимости среди населения республики. Разводимость, как демографический процесс, зависит как от объективных и субъективных факторов, так и от действующего семейно-брачного законодательства. Хотя с 1944 г. по 1965 г. действовал закон, который различными мерами ограничивал расторжение браков, однако коэффициент разводимости и в этот период увеличивался. Принятый в 1965 г. указ об упрощении процедуры разводов привел к их дальнейшему росту, и к 1992 г. коэффициент разводимости по сравнению с 1959 г. увеличился в 3 раза и составил 4,8 разводов на 1 000 жителей. Рост разводов отражает развитие и трансформацию семьи, повышение требовательности к брачным партнерам. Особенно это относится к городским жителям, так как, например, коэффициент разводимости в 2000 г. в городских поселениях Беларуси более чем в 2 раза превышал соответствующий показатель по сельской местности. В последнее десятилетие наметилась тенденция к стабилизации и даже снижению коэффициента разводимости, показатель которого в 2009 г. составил 3,7.

Долгие годы существовавшая тенденция увеличения разводов в Беларуси может быть объяснена ростом культуры внутрисемейных отношений, совершенствующимся укладом жизни, почти всеобщей занятостью женщин. Однако в последние годы специальный коэффициент разводимости, который показывает количество разводов на 100 браков, уменьшился с 69 в 2000 г. до 45 в 2009 г., что свидетельствует о снижении напряженности ситуации в социальной сфере страны.

Проведенный анализ динамики рождаемости в Республике Беларусь показывает, что этот сложный демографический процесс детерминирован объективными социально-экономическими закономерностями. Уровень рождаемости определялся комплексным воздействием на него ряда факторов социально-экономического, демографического, психологического и культурного характера.

В динамике общего коэффициента смертности в анализируемый период изменений не произошло, и он по-прежнему увеличивался, составив в 2010 году 14,2‰. Уве-

личение ритма жизни, информационные и транспортные перегрузки, недостаточность физической активности, ухудшение экологической ситуации привели к перераспределению по удельному весу факторов смерти. Если раньше большой удельный вес занимали причины, связанные с инфекционными и паразитарными заболеваниями, то в настоящее время первые две позиции в структуре смертности приходятся на «болезни цивилизации». Наибольший удельный вес среди всех причин смертности приходится на болезни системы кровообращения. В последние годы они составляют около 50% всех смертных случаев. На втором месте стоит смертность от новообразований. Рост смертности от злокачественных опухолей в Беларуси связан в первую очередь с ухудшением экологической обстановки. Если в 1970–80-е гг. смертность по причине злокачественных новообразований была около 10%, то в последнее десятилетие наметилась тенденция к ее увеличению (13,5% в 2010 г.). Если раньше от этой причины умирали в основном люди пожилого возраста, то сейчас эти болезни значительно омолодилась и стала характерной также для лиц средних возрастных групп. Третье место среди причин смерти занимают несчастные случаи, отравления и травмы.

Одним из наиболее чувствительных показателей качества жизни населения, его социально-бытовых условий, уровня развития медицины является детская смертность. Как показывают материалы текущей статистики, в целом по республике коэффициент детской смертности за послевоенный период снизился более чем в 10 раз и составил в 2009 г. 4,7‰. В сельской местности за этот же период младенческая смертность снизилась с 55,1‰ до 6,3‰, в городах – с 65,2‰ до 4,2‰ (таблица 2).

Таблица 2 – Младенческая смертность в Республике Беларусь, ‰

Год	Дети до 1 года на 1 000 родившихся		
	Всё население	Городское население	Сельское население
1950	57,4	65,2	55,1
1960	34,9	32,1	36,2
1970	18,8	18,1	19,5
1980	16,3	15,3	18,2
1990	11,9	11,8	12,3
1991	12,1	11,4	13,8
1992	12,3	12,3	12,5
1993	12,5	11,8	14,1
1994	13,2	12,5	14,8
1995	13,3	12,3	15,6
1996	12,5	12,0	13,8
1997	12,4	10,8	15,9
1998	11,3	10,0	14,3
1999	11,5	9,8	15,4
2000	9,3	8,3	12,0
2009	4,7	4,2	6,3

Рост общей смертности в Республике Беларусь в конце XX в. привел к значительному снижению средней продолжительности жизни – одного из основных показателей уровня жизни населения. Важность этого показателя связана с тем, что он является одним из ключевых при ежегодном расчете ООН индекса человеческого развития для стран мира. В целом по республике за период от проведения первой Всероссийской переписи населения 1897 г. до первой послевоенной переписи 1959 г. Показатель про-

должительности жизни населения вырос с 38 до 70 лет. Самая высокая продолжительность жизни населения Беларуси была отмечена в 1973–1974 гг. (73 года). Затем началось ее снижение, и в 2000 г. продолжительность жизни в стране составила всего 69 лет. В последнее десятилетие этот показатель несколько увеличился и составил в 2009 г. 70,5 года. Однако по-прежнему одной из самых высоких в Европе остается разница в средней продолжительности жизни мужского и женского населения: в настоящее время она составляет более 11 лет (таблица 3).

Таблица 3 – Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет

Год рождения	Всё население	Мужчины	Женщины
1990	71,1	66,3	75,6
1991	70,7	65,5	75,5
1992	70,3	64,9	75,4
1993	69,2	63,8	74,4
1994	68,9	63,5	74,3
1995	68,6	62,9	74,3
1996	68,6	63,0	74,3
1997	68,5	62,9	74,3
1998	68,4	62,7	74,4
1999	67,9	62,2	73,9
2000	69,0	63,4	74,7
2009	70,5	64,7	76,4

Считается, что различия в продолжительности жизни населения по полу связаны с образом жизни мужчин и женщин, так как именно от этого фактора на 51,2% зависит состояние здоровья человека. Продолжительность жизни населения на 20,4% связана с биологическими данными организма, на 19,9% зависит от состояния окружающей среды и на 8,5% – от уровня развития здравоохранения [4, с. 83].

В результате длительной эволюции показателей рождаемости и смертности и их перекрестного влияния друг на друга формировался определенный уровень естественного прироста. В целом на протяжении всего послевоенного периода прослеживалась тенденция к его снижению, хотя практически до 1990 г. в стране наблюдалось расширенное воспроизводство населения. Решающее влияние на снижение естественного прироста населения в конце XX в. оказала рождаемость, так как показатели смертности в этот период изменялись незначительно. На 1990-е годы пришелся демографический переход от расширенного к простому типу воспроизводства населения. В 1993 г. впервые за всю демографическую историю Беларуси уровень рождаемости и смертности населения страны выровнялись и коэффициент естественного прироста стал равным нулю. С 1994 г. в стране начался период затяжной депопуляции населения. В 1997 г. и в городских населенных пунктах республики произошла демографическая революция, так как общее число умерших превысило число родившихся – естественный прирост стал отрицательным. С 2006 г. в городах страны наблюдается незначительный естественный прирост.

Миграция населения вместе с естественным приростом стали основными компонентами динамики численности населения Беларуси в первое десятилетие XXI в., так как сальдо миграции в 2009 г. по сравнению с 2005 г. увеличилось в 6 раз и составило 12,2 тыс. человек. В целом миграционный прирост в Республике Беларусь за 2000–2009 гг. составил 66,7 тыс. человек, что значительно больше, чем в предыдущий период. При этом следует отметить, что положительное сальдо миграции в стране

наблюдалось исключительно за счет городской местности и составило 219,9 тыс. человек. Сельская местность теряла свое население (как и в предыдущие периоды), и в целом в первое десятилетие XXI в. миграционная убыль составила –153,2 тыс. человек. Положительное сальдо было достигнуто за счет внешней миграции из стран СНГ и Балтии (86,7 тыс. чел.); в обмене населением с другими странами мира Беларусь по-прежнему теряет (–20,0 тыс. чел.).

Половозрастной состав населения не только воздействует на все демографические процессы, но и сам находится под их влиянием. В частности, от соотношения различных возрастных групп зависит доля трудового потенциала в общей численности населения. За период с 1959 г. по 2009 г. доля лиц старше трудоспособного возраста в общей численности населения Беларуси увеличилась с 10 до 22%, а доля дотрудоспособных снизилась с 30 до 16% (таблица 4).

Таблица 4 – Возрастной состав населения Беларуси на основе экономической группировки, %

Год	Дотрудоспособное	Трудоспособное	Послетрудоспособное
1959	30	60	10
2009	16	62	22

Проведенный анализ половозрастной структуры населения Беларуси с 1959 г. По 2009 г. свидетельствует о наличии устойчивой тенденции демографического старения населения. Являясь следствием снижения рождаемости и повышения продолжительности жизни, процесс старения населения является качественной особенностью современных тенденций воспроизводства населения. Во второй половине XX в. демографическая статистика констатировала процесс старения во многих развитых странах мира. Став серьезной демографической проблемой минувшего столетия и наступившего XXI века, старение населения привлекло к себе внимание ведущих демографов и геронтологов мира. Так, польский ученый Э. Россет с целью оценки процесса старения в различных странах предлагает использовать в качестве измерителя долю пожилых людей в общей численности населения. При этом порогом, за которым начинается старость, по его мнению, является возраст в 60 лет. Для оценки возрастного состояния общества Э. Россет предлагает шкалу, состоящую из четырех типов населения [5]:

I – состояние демографической молодости (доля лиц старше 60 лет не превышает 8%);
 II – состояние преддверия демографического старения (доля старших возрастных групп составляет 8–10%);

III – состояние демографического старения (доля старших возрастов от 10 до 12%);

IV – состояние демографической старости (доля лиц старше 60 лет – более 12%).

Если применить данную шкалу для оценки демографического состояния населения Беларуси, то оказывается, что за послевоенный период население страны переместилось из первого типа в последний, то есть из состояния демографической молодости в состояние демографической старости.

Процесс старения населения Беларуси носит противоречивый характер. С одной стороны, изменение его возрастной структуры является положительным моментом, так как означает увеличение средней продолжительности жизни людей. С другой стороны, увеличение доли людей пенсионного возраста оказывает отрицательное влияние на формирование трудового потенциала страны. В частности, процесс старения ведет к увеличению трудовой нагрузки на активную часть общества по содержанию лиц, вышедших из трудоспособного возраста или в него еще не вступивших. Что касается населения Беларуси, то показатель экономической нагрузки за послевоенный период изменялся несколько раз: как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения. Это связано

с особенностями динамики рождаемости и смертности, которые способствовали удержанию на довольно высоком уровне (более 60%) на протяжении всего анализируемого периода показателей удельного веса лиц трудоспособного возраста. В перспективе перехода в пенсионный возраст довольно многочисленного трудоспособного контингента трудовая нагрузка на ныне нетрудоспособное население значительно возрастет.

Воспроизводство населения является демографической основой формирования трудового потенциала, так как численность населения, его структура и особенности развития определяют размер и состав трудовых ресурсов. Количественной составляющей трудового потенциала Республики Беларусь является трудоспособное население в трудоспособном возрасте. По данным текущей статистики, в 2009 г. численность трудовых ресурсов Беларуси составила 6 230,8 тыс. человек, или 64% всего населения страны. В городских поселениях республики сконцентрировано более 80% всех трудовых ресурсов, в сельских – менее 20%. За период с 1990 г. по 2009 г. доля трудовых ресурсов в городах в общей численности населения страны росла, а в сельской местности снижалась (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика трудовых ресурсов в Республике Беларусь (1990–2009 гг.)

Год	Численность трудовых ресурсов, тыс. чел.			%	
	Всего	Город	Село	Город	Село
1990	5 938,8	4 329,5	1 609,3	72,9	27,1
1991	6 005,2	4 339,7	1 665,5	72,3	27,7
1992	5 871,8	4 375,4	1 596,4	73,3	26,7
1993	5 880,6	4 357,7	1 522,9	74,1	25,9
1994	5 855,9	4 381,6	1 474,3	74,8	25,2
1995	5 848,7	4 408,2	1 440,5	75,4	24,6
1996	5 829,5	4 428,2	1 400,8	76,0	24,0
1997	5 837,3	4 455,8	1 381,5	76,3	23,7
1998	5 864,0	4 523,2	1 340,8	77,1	22,9
1999	5 927,9	4 600,9	1 327,0	77,6	22,4
2000	6 004,6	4 677,1	1 327,5	77,9	22,1
2009	6 230,8	4 955,3	1 275,3	81,5	18,5

Как видно из приведённых данных, за последние 20 лет в Беларуси выросла общая численность трудовых ресурсов, а также произошло их перераспределение между сельской и городской местностью. Численность трудовых ресурсов села снизилась с 1 609,3 до 1 275,3 тыс. человек, а трудовой потенциал городов соответственно увеличился с 4 329,5 до 4 955,3 тыс. чел. Рост доли трудовых ресурсов в городах и снижение его удельного веса в сельской местности связаны прежде всего с продолжающейся урбанизацией страны, уровень которой за это время вырос с 66 до 75%.

Основу трудовых ресурсов страны составляет трудоспособное население, находящееся в трудоспособном возрасте. В 2009 г. эта категория населения составила 5 927,2 тыс. человек, или 95,1% всех трудовых ресурсов. Доля работающих пенсионеров и подростков до 16 лет в общей численности трудового потенциала незначительна и составляет всего 4,9%. Проведённый сравнительный анализ с 2000 г. показывает, что за последние десять лет доля трудоспособного населения в составе трудовых ресурсов и удельный вес работающих подростков и пенсионеров практически не изменилась. Причиной данной тенденции является динамика возрастной структуры населения, обусловленная процессами рождаемости и смертности.

Для разделения трудовых ресурсов по источникам средств существования выделяются категории экономически активного и экономически неактивного населения (таблица 6). Доля экономически неактивного населения в составе трудовых ресурсов Беларуси в 2000–2009 гг. имела тенденцию к росту и увеличилась с 24,5 до 25,2%. Удельный вес экономически активного населения в составе трудовых ресурсов за этот же период снизился с 75,5 до 74,8%. Этот факт свидетельствует об увеличении в последние годы в составе трудовых ресурсов Беларуси населения, находящегося на иждивении государства или отдельных лиц.

Таблица 6 – Трудовые ресурсы Республики Беларусь, тыс. чел.

Показатель	Год					
	1995	1997	1998	1999	2000	2010
Трудоспособное население в трудоспособном возрасте	5 503,3	5 539,6	5 579,2	5 641,7	5 711,0	5 927,2
Пенсионеры и подростки	345,4	297,7	284,8	286,2	293,0	303,6
Экономически активное население:						
а) занятое население	4 524,2	4 527,9	4 527,8	4 542,0	4 536,0	4 663,4
б) безработные	4 409,6	4 369,9	4 416,6	4 442,0	4 440,0	4 621,2
	114,6	158,0	111,2	100,0	96,0	42,2
Экономически неактивное население	1 324,5	1 309,4	1 336,2	1 385,9	1 468,0	1 567,4
Всего трудовых ресурсов	5 848,7	5 837,3	5 864,0	5 927,9	6 004,0	6 230,8

Экономически активное население включает в себя всё занятое население и безработных. Уровень занятости населения Беларуси (отношение числа занятых к численности трудовых ресурсов) в последние годы имеет тенденцию к снижению и в 2009 г. составил 74,2%. Половой состав экономически активного и занятого населения является практически отражением половой структуры населения Беларуси. Так, в 2009 г. женщины среди экономически активного населения составили 52,5%, среди занятого – 52,2%; мужчины соответственно 47,5 и 47,8%. Доля занятого населения к экономически активному населению за 1995–2000 гг. незначительно возросла: с 97,5 до 97,8%. Эта же тенденция сохранилась и в первое десятилетие XXI в. В 2009 г. доля занятого населения к экономически активному составила уже 99,1%. Это связано с тем, что в состав экономически активного населения, кроме занятых, входят безработные, численность которых в последние годы имела тенденцию к снижению. Долгое время категория безработных в составе экономически активного населения в официальной статистике стран бывшего Советского Союза отсутствовала. Впервые факт существования безработицы как социального явления был признан Госкомстатом СССР в 1990 г. Изменение количества безработных в Беларуси в 1991–2009 гг. отражено в таблице 7.

Таблица 7 – Численность и половая структура безработных в Республике Беларусь, тыс. чел.

Показатель	Год										
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2009
Мужчины	0,5	4,5	22,3	36,7	46,7	66,1	42,1	35,3	34,2	37,6	18,4
Женщины	1,8	19,5	44,0	64,5	84,3	116,4	84,1	70,6	61,2	58,2	23,8
Всего	2,3	24,0	66,3	101,2	131,0	132,5	126,2	105,9	95,4	95,8	42,2

Как свидетельствуют данные таблицы 7, начиная с 1991 г. число безработных в Республике Беларусь стремительно увеличивалось, достигнув в 1996 г. 132,5 тыс. че-

ловек, что составило чуть более 2,5% от экономически активного населения и 2,2% от общего числа трудовых ресурсов. Начиная с 1997 г. уровень безработицы в стране начал постепенно снижаться. В 2000 г. число безработных составило 95,8 тыс. человек (1,6% от численности трудовых ресурсов). Наиболее существенное падение численности безработных в Республике Беларусь произошло в последние годы: по данным статистики, к 2009 г. по сравнению с 2000 г. число безработных в стране уменьшилось более чем в 2 раза. На протяжении всего анализируемого периода большинство безработных были женщины: в отдельные годы их число достигало 80% общей численности безработного населения.

Последние годы XX в. и первое десятилетие XXI в. внесли коренные изменения в социально-экономическое развитие Республики Беларусь. В этот период особую актуальность приобретает эффективность использования трудового потенциала страны, важнейшими характеристиками которого являются занятость населения, ее уровень, динамика и структура. За последние 10 лет произошли существенные изменения в занятости населения по отраслям хозяйства. Сложившаяся в настоящее время отраслевая структура занятости населения в Беларуси определилась как результат соотношения масштабов и темпов развития отдельных её отраслей.

Заключение

Проведенный анализ геодемографической обстановки в Беларуси в начале XXI в. показал, что вследствие проводимой в стране демографической политики несколько выросла рождаемость, повышается средняя продолжительность жизни, до показателей высокоразвитых государств снизилась детская смертность, наметились положительные тенденции в миграционных процессах. Однако по-прежнему увеличивается общая смертность населения. Мероприятия реализуемой в настоящее время Программы демографической безопасности Республики Беларусь на 2011–2015 гг. должны быть направлены на закрепление наметившихся положительных тенденций в демографическом развитии страны и ликвидацию угрозы ее демографической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов, Н.Т. Демографическая обстановка и ее связь с производственно-территориальной структурой районов / Н.Т. Агафонов // Проблемы размещения трудовых ресурсов. – М. : Экономика, 1973. – С. 105–118.
2. Агафонов, Н.Т. Категории и факторы демографической обстановки (ситуации) / Н.Т. Агафонов, А.А. Голубев // Народонаселение. Прикладная демография : сб. ст.; гл. ред. Д.И. Валентей. – М. : Статистика, 1973. – С. 25–41.
3. Шахотько, Л.П. Воспроизводство населения Белорусской ССР / Л.П. Шахотько; под ред. А.А. Ракова. – Минск : Наука и техника, 1985. – 128 с.
4. Шахотько, Л.П. Население Республики Беларусь в конце XX века / Л.П. Шахотько. – Минск : НИИ статистики при Минстате Республики Беларусь, 1996. – 251 с.
5. Россет, Э. Процесс старения населения : Демографические исследования / Э. Россет. – М. : Статистика, 1968. – 510 с.

Krasovskiy K.K. Geodemographic Situation in Belarus at the Beginning of the 21st Century

Analysis of the main demographic criteria of Belarus at the beginning of the 21-st. centuries has been conducted on the basis of statistical data. Unfavorable tendencies of birth and death rates, age-sex and matrimonial structures have been detected. The necessity for conducting an effective long-term scientific-grounded demographic policy has been proved.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 26.01.2012

УДК 550.834 (265.5)

В.Л. Ломтев

К ГАЗОНОСНОСТИ МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКОГО ЧЕХЛА ЛОЖА СЗ ПАЦИФИКИ

По результатам нефтегазогеологической интерпретации материалов профиля МОВ-ОГТ 1 и НСП на ложе СЗ Пацифике и смежной Восточно-Марианской котловине описаны признаки газо- и, возможно, нефтеносности мезо-кайнозойского осадочно-траппового чехла (аномалия типа «залежь», газовые окна, столбы и «нити» как зоны перерыва или заметного ослабления интенсивности отражающих границ, грязевулканы). Обсуждаются вероятные источники углеводородов и особенности их термогенерации (тепло трения срыва).

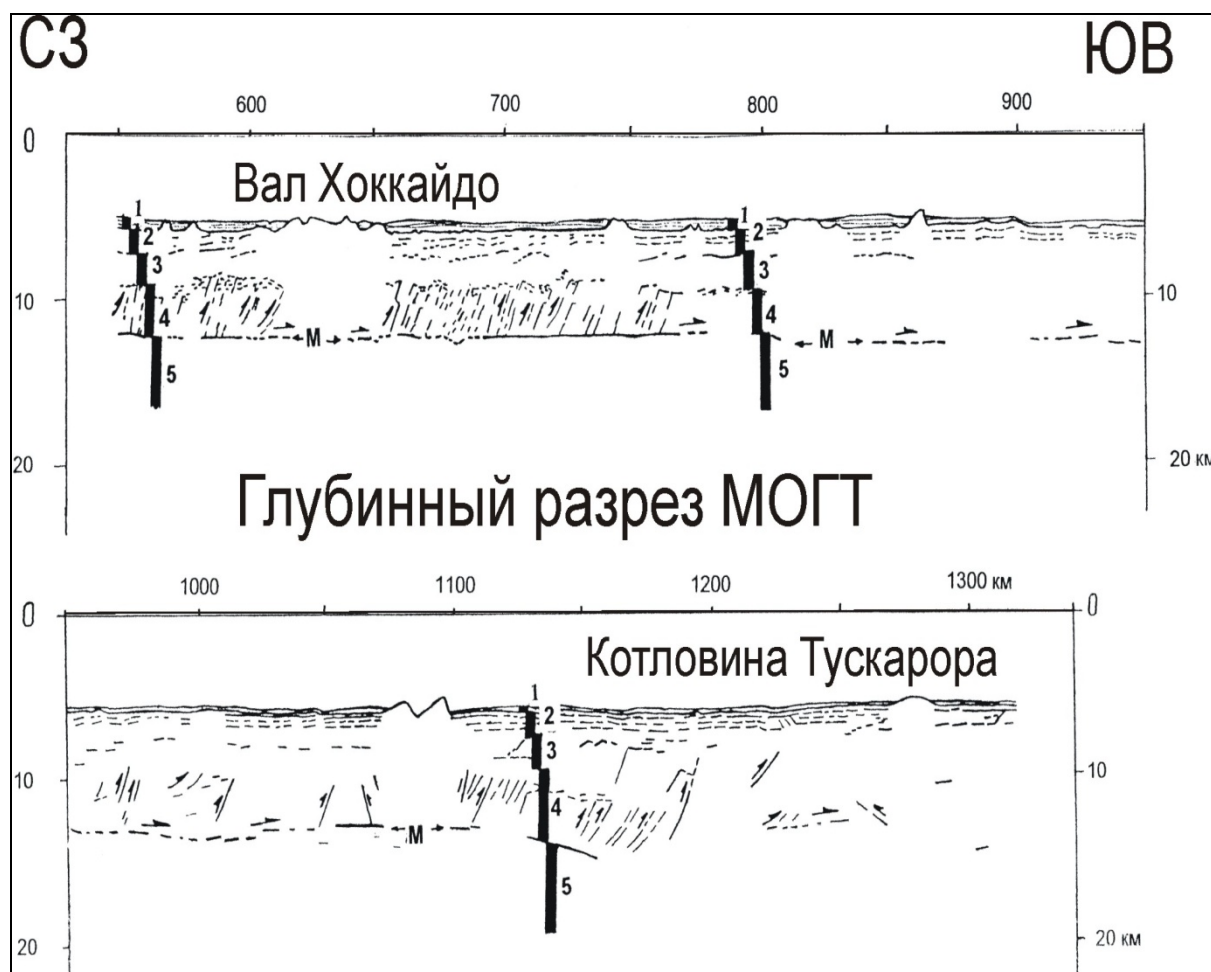
Введение

По результатам нефтегазогеологической интерпретации профиля МОВ-ОГТ 1 (метод отраженных волн – общая глубинная точка) близ разлома Тускарора и данных высокочастотного (120–150 Гц) НСП МОВ (непрерывное одноканальное сейсмопрофилирование методом отраженных волн) по пикурильской части ложа СЗ Пацифики (СЗ плита), выделены и обсуждаются признаки углеводородов (УВ) в слоях 1,2 и их возможные источники (рисунки 1–3; [6–11; 13]). К ним относятся одна крупная (гигант – рисунок 2) и две мелкие, шириной ~1,5 км аномалии типа «залежь» (АТЗ – симметричные провалы или мульды отражающих границ, обычно захватывающие и часть покрывки) в верхней, осадочной части слоя 2 на профиле МОВ-ОГТ 1 [7; 13], разнообразные газопроявления в виде окон, столбов, «нитей» или тонких столбов на профилях НСП в котловинах Тускарора, Восточно-Марианской и абиссальном проходе в котловину Картографов к югу от поднятия Шатского, а также абиссальные грязевулканы [2] на полигоне Н10-2 в Магеллановых горах (рисунки 4, 5). Эти и некоторые другие сейсмические аномалии (АТЗ типа минигайота в краевой части залежи УВ, газоводяные и газонефтяные контакты, смена полярности сигнала и др.) хорошо известны в нефтегазовой сейсморазведке МОВ-ОГТ) [7; 24], а нередко встречаются и на профилях малоглубинного НСП по нефтегазоносному шельфу СВ Сахалина [4; 6].

Актуальность настоящей работы связана не только с проблемами расширения ресурсной базы УВ современной цивилизации и разработкой месторождений УВ на подводных континентальных окраинах с глубинами более 2,5 км. Этот вид интерпретации давно пора ввести в методический инструментарий геологов-интерпретаторов данных НСП и МОВ-ОГТ, ориентированных на сеймостратиграфию, палеогеографию, историю осадконакопления, тектонику, выбор точек драгирования и бурения (в том числе на шельфе). Последнее существенно во избежание аварий, связанных с выбросами газа, как, например, в Японском море [3] или недавно в Мексиканском заливе.

Сложившиеся к настоящему времени представления по геологии ложа Тихого и других океанов не предполагают сколько-нибудь благоприятных условий для термогенерации, аккумуляции и консервации УВ [1; 19–23; 25]. Отчасти это связано со стратиграфией тонкой океанической коры, в которой низы слоя 2 и ниже слагают магматические комплексы основного и ультраосновного состава, или т.н. базальтовый фундамент океанической плиты [16; 23] и маломощностью (первые километры) вышележащей осадочной толщи позднего мезозоя и кайнозоя (рисунок 1). В рамках классических представлений Н.Б. Вассоевича термогенерация УВ возможна в осадочных толщах мощностью более 5–7 км (по данным д.г.-м.н. Б.К. Остистого, >4 км). Если УВ имеют неорганическое происхождение (внешнее ядро, мантия), то их, следовательно, можно встретить в породах любого состава и возраста и за пределами осадочных бас-

сейнов; главное чтобы были условия для их аккумуляции и консервации (надежные коллектора и покрывки).



М – подошва океанической коры и деколlement аллохтонной СЗ плиты; 1–5 – геофизические слои; наклонные линии со стрелками в слое 4 – чешуйчатые надвиги и смещения по ним

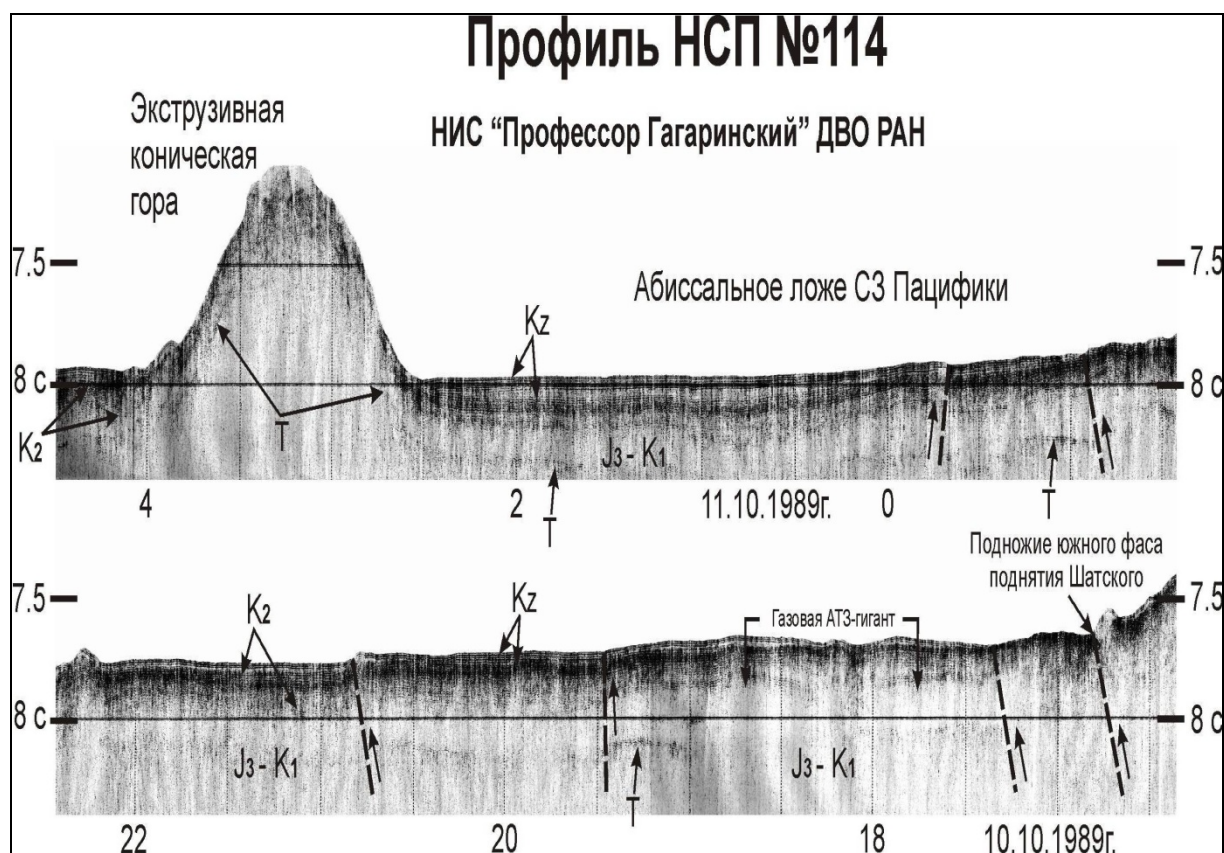
Рисунок 1 – Глубинный разрез МОГТ 1 близ разлома Тускарора [9; 18]

Гагаринская абиссальная АТЗ-гигант

Обнаружена в абиссальном проходе между котловинами Тускарора и Картографов близ основания южного субширотного фаса поднятия Шатского на профиле НСП 114 (рисунок 2) [7; 9; 13]. Он начинает региональный профиль НСП ИМГиГ 114–119, отработанный в 5 рейсе НИС «Проф. Гагаринский»–1989 между южным блоком поднятия Шатского и Магеллановыми горами в Восточно-Марианской абиссальной котловине неподалеку от полигона Н10-2 (10 рейс НИС «Акад. Александр Несмеянов») [8].

Гагаринская АТЗ представляет собой ложный симметричный провал (мульда или псевдосинклиналь) отражающих границ позднемелового опакового слоя (горизонта) пестрых кремней и глин (уплотненные лессы [7; 10]) близ пикета 18.30 час. с координатами 30°09'34" с.ш. и 158°56'60" в.д. Ширина аномалии достигает 13,8 км, и, по расчетам В.Н. Агеева, в ее контуре на 29% снижается скорость распространения продольных волн [7]. Последнее является надежным признаком крупной залежи газа в малоамплитудной структурной ловушке, сложенной акустически прозрачными шельфовыми карбонатами позднего эпиконтинентального Тетиса (поздняя юра – ранний мел) с надбазальтовой мощностью 400 м. Коллектором газа, вероятно, являются тре-

щиноватые финальные траппы мезозойской трапповой формации мощностью около 100 м и подстилающие их толщи карбонатов (вмещающий комплекс), слагающих верхнюю осадочную часть слоя 2 мощностью 1–2 км [18; 22; 23].



Вертикальный масштаб в секундах двойного пробега здесь и на рисунках 3–5.
Вертикальные линии – получасовые марки времени здесь и на рисунках 3–5 [10; 17]

Рисунок 2 – Фрагмент профиля НСП 114 с АТЗ-гигантом, газовыми окнами в кровельных траппах, разломами и смещениями по ним (пунктир со стрелкой) [6; 11]

Литология карбонатного коллектора определяется на том же сейсмопрофиле в 120 км южнее, где он пересекает коническую экструзивную гору высотой 1 км. Подъем на ее крутые ($\sim 10^\circ$) склоны горы видимого разреза, включая кровельные траппы, указывает на ее диапировую природу, хотя здесь, с учетом низкого (~ 1 е.т.п.) кондуктивного теплопотока на ложе СЗ Пацифики [19; 22; 23], видимо, преобладают протрузии гранитов из слоя 4 [9; 11]. Отметим также молодой (вероятно, позднекайнозойский) возраст этой горы и отсутствие развитого цоколя или пьедестала по периметру основания, обычно связанного с развитием сбросов и оползней на ее склонах [8]. Следовательно, приходим к выводу о значительном сцеплении в породах, слагающих склоны: т.е. акустически прозрачный разрез ложа здесь в основном слагают известняки (региональный коллектор) позднего эпиконтинентального Тетиса, частью закарстованные в эпоху пенепленизации региона (конец позднего мела – палеоген). Экраном, или крышкой, Гагаринской залежи являются кремни и глины опакового слоя мощностью 300 м и 50-метровый слой кайнозойских алевропелитов (вероятно, лессов, частью перетолженных) [7; 11].

Если поперечник данной залежи соотносится с шириной ее АТЗ аналогично северосахалинским месторождениям УВ как 3:1 (по данным В.Э. Кононова), то он составит

примерно 42 км [7; 11; 13]. Протяженность Гагаринской залежи с учетом разломной, тектонической природы южного субширотного фаса поднятия Шатского [19; 20] может достигнуть 400–500 км (т.н. «жильная» залежь), но это требует полевой заверки материалами НСП. Заметим, что мощность земной коры здесь достигает 30 км, а ее подошва залегают на глубине 36 км [28], что более характерно для континентальной коры, чем океанической [26]. По результатам регионального сейсмостратиграфического анализа данных НСП ИМГиГ, профиля МОГТ 1 и глубоководного бурения, выполненного автором, в районе южного блока поднятия Шатского располагался депоцентр позднемезозойского платформенного осадочного бассейна позднего эпиконтинентального Тетиса [10; 17; 18].

Итак, Гагаринский газовый гигант располагается на небольшой глубине под дном и вполне доступен для бурения. Давление водного столба высотой 6 км таково, что данная залежь, если поместить ее в континентальный осадочный бассейн, находилась бы на глубине 3–4 км.

Газопроявления

Они известны в нефтегазовой сейсморазведке МОВ с конца 1950-х гг. и нередко обнаруживаются при бурении [3–5; 14]. Газопроявления имеют разные названия: «слепые зоны» [14], трубы дегазации (по П.Н. Кропоткину), зоны ОО, или отсутствия отражений, зоны газонасыщения, плюмы, газовые окна, столбы, конусы, факелы, струи, «нити» [4; 5; 7; 15]. На временных разрезах МОВ-ОГТ и НСП они опознаются по перерыву или заметному ослаблению интенсивности отражающих границ в осадочном чехле или магматических комплексах (траппы, силлы, вулканические постройки и др.). По данным газового каротажа в кайнозойском Северо-Сахалинском нефтегазоносном бассейне (сведения В.Э. Кононова) и других нефтегазоносных бассейнах мира газопроявления вызваны избыточным (~5–30%) газонасыщением геологического разреза, обусловленным миграцией газа. Для Луньской массивной залежи газоконденсата (по данным МОВ-ОГТ треста «Дальморнефтегеофизика») А.В. Журавлев показал, что зона газопроявлений в ее покрывке практически не выходит за периметр этой залежи [5].

По данным малоглубинного НСП ДВМИГЭ на шельфе СВ Сахалина газопроявления сконцентрированы в покрывках газовых и нефтегазовых залежей, откуда газ мигрирует кверху (т.н. дыхание залежей) [4; 15]. Местами газ достигает дна и выходит в воду в виде факелов и струй, иногда из-за течений наклонных. По мнению А.М. Жильцова, придонные газопроявления являются надежным поисковым критерием для оконтуривания залегающих глубже газовых и/или нефтегазовых залежей [4]. Под Изильметьевской залежью газа на сахалинском шельфе Татарского пролива на профиле МОВ-ОГТ 420 (фонды треста «Дальморнефтегеофизика») обнаружен газовый столб, достигающий подошвы кайнозойского осадочного чехла близ выхода ретронадвиги, входящего в дуплекс Западно-Сахалинского корового разлома [13]. Миграция газа по нему кверху привела, очевидно, к формированию газовой залежи и придонных шельфовых газогидратов, вскрытых мелкой структурной скважиной ДВМИГЭ (по данным А.М. Жильцова [13]).

На ложе СЗ Пацифики газопроявления на профилях высокочастотного НСП обнаружены в котловине Тускарора, разделяющей краевой вал Зенкевича (Хоккайдо), зону разлома Хоккайдо и поднятие Шатского, а также в абиссальном проходе в котловину Картографов (рисунки 2, 3). Примеры газопоявлений в неоген-четвертичном чехле представлены также на профилях НСП 2,4,5, отработанных на полигоне Н10-2 в Восточно-Марианской котловине (крупное газовое окно и три абиссальных грязевулкана – рисунки 4, 5).

В проходе между котловинами Тускарора и Картографов (части более крупной СЗ котловины на ложе Пацифики – по Г.Б. Удинцеву [22; 23]) широкие газовые окна

надежно фиксируются на профиле НСП 114 на уровне обычно контрастных кровельных траппов поздней юры – раннего мела, здесь почти незаметных (рисунок 2) [7; 11]. Газовые окна в неоген-раннечетвертичных отложениях северной части или вершины Камчатского мегафана встречаются реже и не столь большие (рисунок 3).

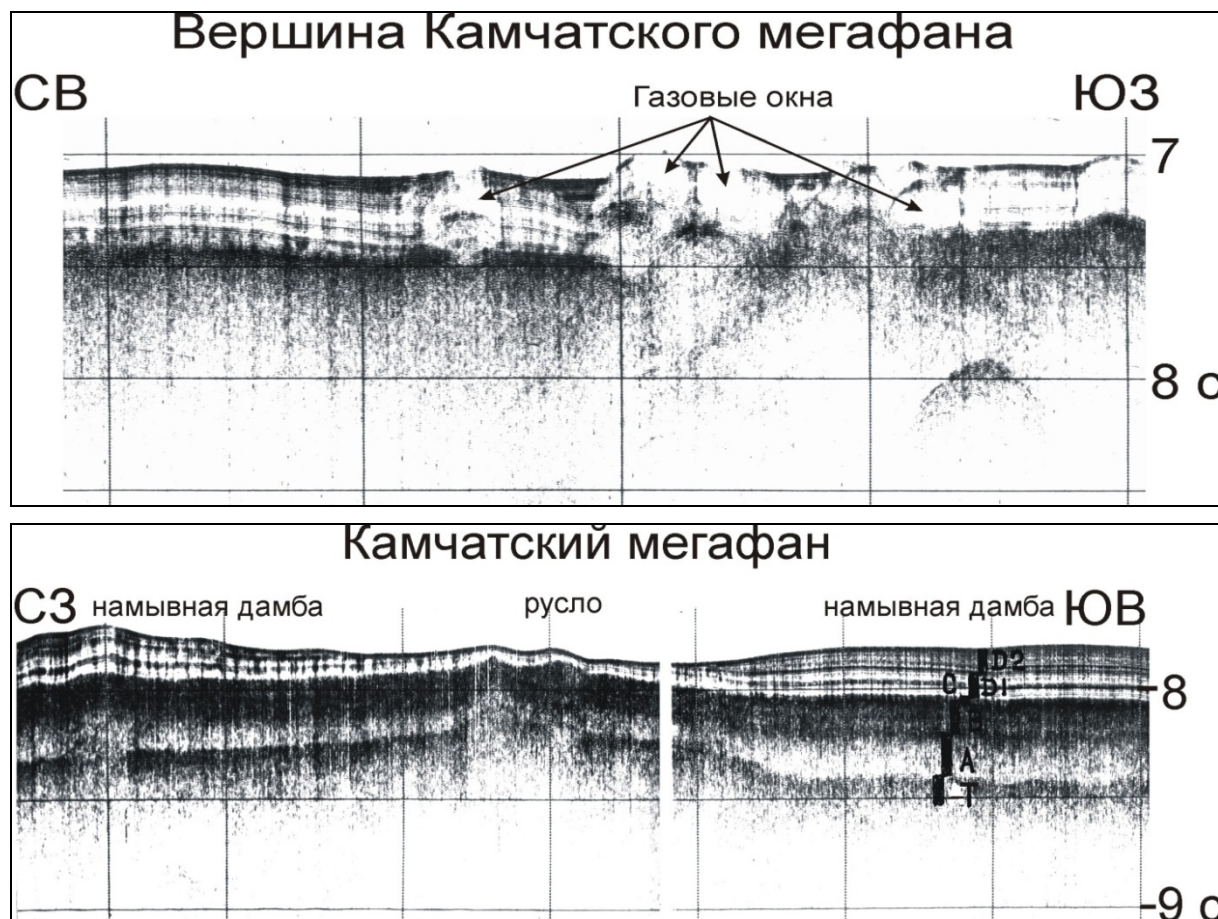


Рисунок 3 – Фрагменты профилей НСП в котловине Тускарора с газовыми окнами (вверху) и «нитеями» (внизу) в неоген-раннечетвертичных осадках (толща D) Камчатского контурного мегафана

Значительно шире в котловине Тускарора и проходе в котловину Картографов на профилях НСП встречаются многочисленные узкие вертикальные газовые столбы или «нити», в основном связанные с миграцией газа по зонам трещиноватости. Наиболее отчетливо они видны в контрастных отложениях русла и намывных дамб Камчатского контурного мегафана (рисунок 3). Менее заметны «нити» в контрастном опаковом слое (региональная покрывка) и практически незаметны в подстилающих прозрачных карбонатах (равно как АТЗ и газовые окна). С учетом географии газопоявлений в мезокайнозойском, осадочно-трапповом чехле прикурильской части ложа СЗ Пацифики [16] приходим к выводу, что источником УВ, вероятно, является подтрапповый разрез раннего Тетиса (рифей-палеозой?) мощностью более 3 км. Он прогреет теплом трения пластового гравитационного срыва, или сползания слоев 1–4 (коровая аллохтонная СЗ плита [7; 9]), направленного в обе стороны от продольных рифтограбенов (раздвижки) краевого вала и зоны разлома Хоккайдо (дивергентный срыв). Срыв развивается последние примерно 20 млн. лет, т.е. практически синхронно с затоплением пепленина Пацифики водами молодой Пацифики [9; 10].

Выделим одну особенность термогенерации УВ в СЗ Пацифике, связанную с гранитизацией осадочных толщ раннего Тетиса при срыве и формированием в слое трения (4) ядер протыкания («холодные» экструзии, точнее, протрузии с учетом низкого кондуктивного теплопотока [9; 22; 23]). Поднимаясь кверху, они образуют конические диапировые горы, холмы и гайоты (рисунки 2, 4) [8–12]. Заметим, что их принято считать подводными насыпными вулканическими постройками в основном позднемезозойского возраста [1; 19; 20; 22; 23; 25], хотя, по данным НСП, в том числе на полигоне Н10-2 (рисунок 4), заметно, что это более молодые в основном позднекайнозойские бескорневые формы океанической плиты [9; 12; 16].

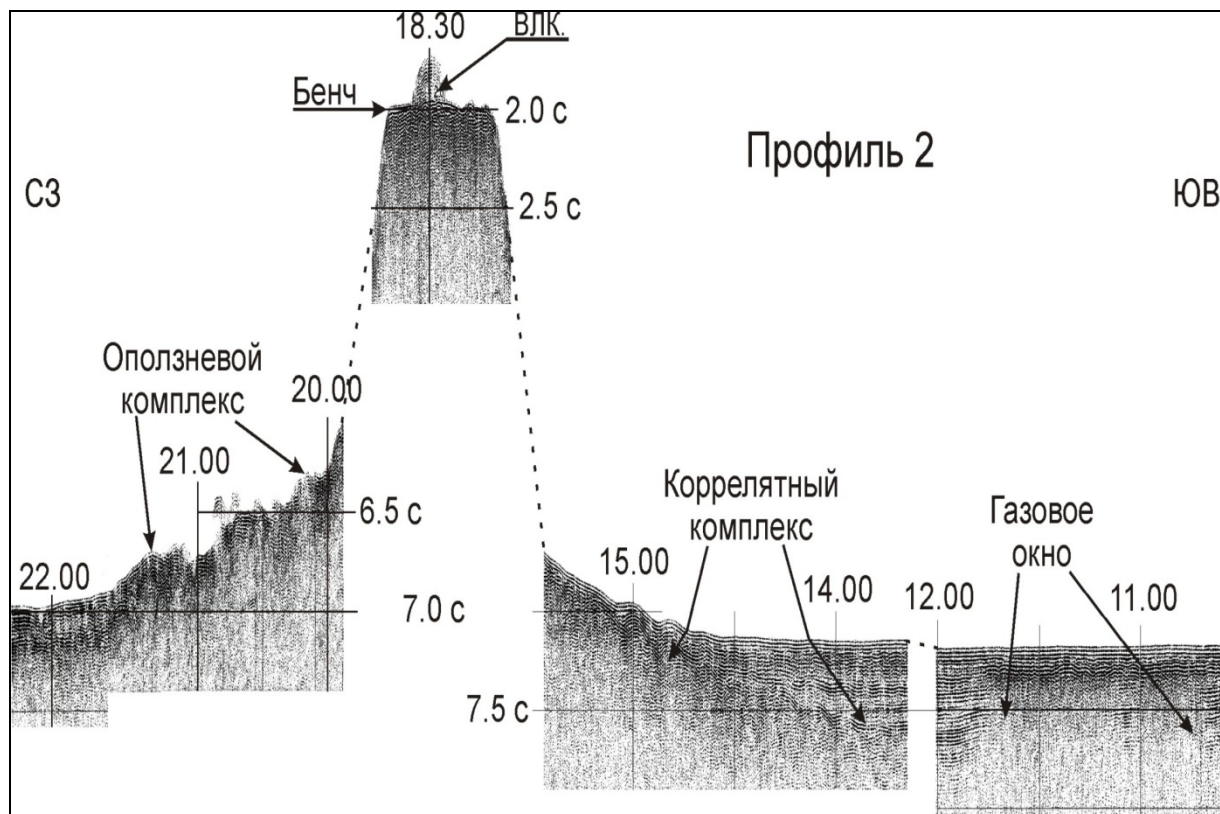


Рисунок 4 – Фрагмент профиля НСП 2 на полигоне Н10-2 в Магеллановых горах Восточно-Марианской котловины с крупным абиссальным газовым окном в неоген-четвертичном чехле и молодым экструзивным гайотом Несмеянова [8]

Грязевулканы

Термин взят из работы [2]. Согласно [21], грязевулканы являются спутниками нефтегазоносных провинций. Еще недавно они были известны только на суше и в прибрежной зоне (Тамань, Апшерон и др.). На Сахалине образование крупных Южно-Сахалинского и Пугачевского грязевулканов связывают с коровым Центрально-Сахалинским взбросо-надвигом западного падения, зонами аномально высокого пластового давления (АВПД) в его лежащем крыле (поднадвиг) и формированием газодонасыщенной глинистой сопочной брекчии в основном из кайнозойских (по мнению ряда авторов) и разуплотненных меловых морских отложений и ее последующим подъемом к поверхности [7]. По данным эхолотирования, НСП и гидролокации бокового обзора, много грязевулканов в последние десятилетия открыто на дне Черного и Средиземного морей, некоторые из них разбурены и заверены керном сопочной, нередко газодонасыщенной брекчии [24; 26].

В контексте данной работы уместно представить три из четырех абиссальных грязевулкана, открытых, по данным НСП ИМГиГ, на полигоне Н10-2 в Магеллановых горах Восточно-Марианской абиссальной котловины (рисунок 5) [8]. С черноморскими и средиземноморскими грязевулканами [24; 26] их объединяет низкоскоростной, близкий скорости распространения продольных волн в воде (~1500 м/с) полупрозрачный разрез, указывающий на газо- и водонасыщенность слагающих их осадков (сопочная брекчия?), когда с трудом определяется даже положение дна в их контуре, компенсационная депрессия в подстилающих контрастных отложениях, связанная с оттоком грязевых масс к поверхности, многочисленные дифракции и перерыв в прослеживании горизонтально-слоистого неоген-четвертичного вулканогенно-осадочного чехла на профиле 5 (турбидиты, выполняющие впадину палеорельефа [8; 20]), обусловленные внедрением в чехол и выходом грязевых масс на дно. Последнее с учетом отсутствия следов донной эрозии надежно фиксирует постседиментационный и заведомо четвертичный возраст этих абиссальных грязевых построек высотой 90 (2), 130 (3) и 35 (4) м и шириной основания 2,5, 3,5 и 1,9 км соответственно.

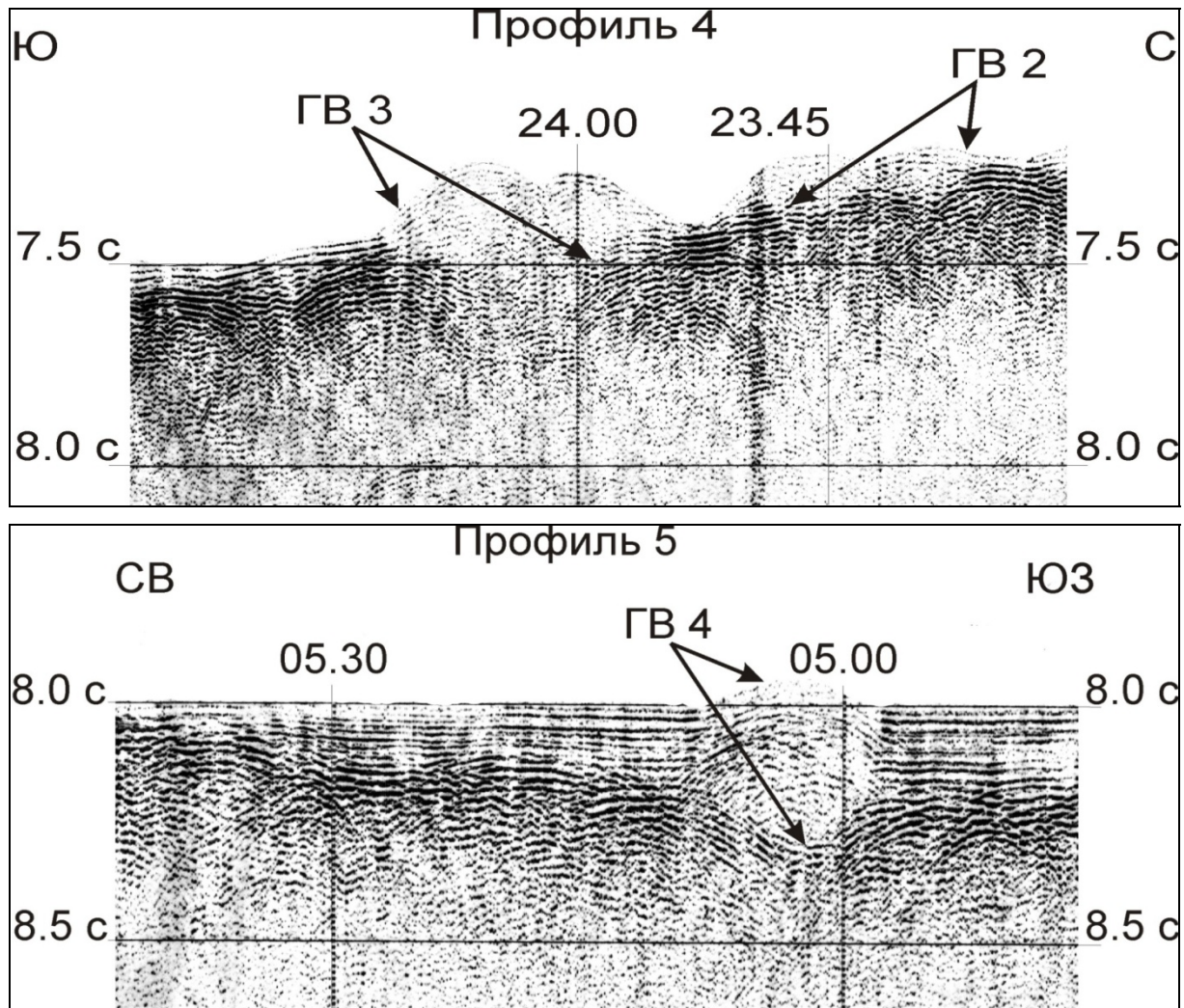


Рисунок 5 – Абиссальные грязевулканы № 2, 3 и 4 на профилях НСП 4 и 5 полигона Н10-2 в Магеллановых горах, Восточно-Марианская котловина [8]

Открытые на полигоне Н10-2 грязевулканы вместе с крупным газовым окном на профиле 2 (рисунок 4) позволяют предполагать новую нефтегазоносную провинцию

на ложе Пачіфікі. Аднак прырода абіссальнага грязевулканизма из-за недастаточнай глыбіннасьці НСП застаецца адкрытай. Так, неясна, ёсць лі ў Магеллановых горах рэгіянальныя надвігі з зонамі АВПД ці апошнія ўзнікаюць пад козырькамі экструзіяў гранітаў (точнее, протрузіяў), фарміруючых гайоты, напрыклад, Несмеянова, (рысунк 4), конічныя горы і холмы [8; 9].

Обсуждение результатов

Представленные в настоящей работе материалы глубинного разреза МОВ-ОГТ 1 близ разлома Тускарора и высокочастотного НСП ИМГиГ по ложу СЗ Пачіфікі і Восточно-Маріанскай котловіны надзейна фіксуюць прызнакі газо- і, адчасткі, верагодна, нефтеноснасьці іх мезакайнозойскага, асадкава-траппавога чэхла, калі арыентавацца на геалёгію Сяверо-Сахалінскага і рэда дрых нефтэгазонасных басейнаў Дальняга Востка і Інданезіі [24; 25]. Такім абразам, ў іх кантурах намечайцця першыя абіссальныя нефтэгазонасныя правінцы Зямлі, вядомыя да сых пар толькі на кантынентах і месцамі на іх падводных, пасьпівных і актывных кантынэнтальных акраінах. Істочнікам УВ здысь, верагодна, явяляюцца падтраппавыя (рыфэй-палеозой?) асадкавыя толцы раньняга Тетіса ў слое 4 [9; 11; 18]. Асновым довадам ў палзу гэтага явяляецца тат факт, што на вярэмным разрэзе МОВ-ОГТ 1 [16] ў кровельнай часткі слоя 5 мацнасьцю нескількі кіламетраў кантрастным субгорызонтальна слоістым разрэзам з непратяжэннымі адражаючымі плошадкамі (кантынэнтальны платформенны чэхол Пачіфіды) адсутствуюць АТЗ і газопроявленья. Кромэ таго, акустычэская кантрастнасьць зон чэшуйчатых надвігаў СЗ паданьня ў слое 4 на вярэмным разрэзе МОВ-ОГТ 1 указывае на заметную (1–2 км/с), нэ лэкальную інвэрсію скорасті распастраненьня продольных волн, звязанную з іх газанасышчэннасьцю [18]. Апырэдэленнае ісклчэньне маглі бэ састваіць акна ў мааофазным дэколлемэнта (павярхнасьць срыва слоёв 1–4) ў кровлэ слоя 5, нэ с ўчэтам яго платформеннага палеорэльефа, скорэе вьсего, іаі маюць эразіоннае, а нэ «газавое» праясходжэньне (рысунк 1) [16; 18].

Вместе с тем недавно стал известен и другой возможный источник газовых углеводородов (в основном метана), связанный с серпентинизацией перидотитов, предполагаемых в слое 4 в присутствии морской воды, поступающей сверху по трещинам в опаковом слое и мезозойских траппах слоя 3 и низов слоя 2 [16]. Вместе с тем на известной трансгрессивной кривой уровня Пачіфікі ў кайнозое, пастроэнной ў [25], нэа сколькі-нібудь значітэльных спадаў, звязаных з ізьятіем бэольшых абьёмов вэды на прэдапалагаемую серпентінізацію перідотітаў. Эта ідея тааке нэ абьяьняеа нэбэольшую (~0,5 км/с) інвэрсію, ілі снїжэньне скорасті распастраненьня продольных волн, ў слое 4 вьследствіе яго тэктонічэскай дэформіраваннасьці прі срыве (слоя трэня аллохтона). Сьущэствэнна тааке, што ў саотвэствіі с ўпамянутой трактоўкай пріходіцца гаварыць о серпентінітавых ядрах протыканія («холодные» экструзіі, тааке, протрузіі), фарміруючых бэскорнэвыя конічныя горы, холмы і гайоты абіссальнага ложка СЗ і ЮЗ Пачіфікі (Восточно-Маріанская котловіна), хоа ў іьвэстных і хорашэ іьзучэнных разрэзах Сявэрнага Сахаліна і Корьякіі серпентініты слагаяюа аддэльныя тэктонічэскія пластыны, частьцю смятыя ў ськладкі і ў адлічэіе, напрыклад, от гранітаў нэ фарміруючых купольных дыапіровах структура [1; 9; 19; 25].

Заклучение

По результатам нефтегазогеологической интерпретации данных профиля МОВ-ОГТ 1 и высокочастотного НСП в прикурильской части ложа СЗ Пачіфікі і на полігоне Н10-2 ў Магеллановых горах Восточно-Маріанскай котловіны, абнаружэны прызнакі газаноснасьці (анамаліі тыпа «залэжь», газопроявленья разлїчнэй фармы і грязевулканы) іх мезакайнозойскага, асадкава-траппавога чэхла (слои 1, 2). Т.е. прэда

исследователями на длительную перспективу открываются новые объекты (Гагаринская АТЗ-гигант, абиссальный проход между котловинами Тускарора и Картографов, грязевулканы Магеллановых гор) и горизонты в геологии этих и других регионов ложа Тихого океана, включая корректировку существующих представлений по его стратиграфии, тектонике и истории геологического развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, Б.И. Геологическое строение и происхождение Тихого океана / Б.И. Васильев. – Владивосток : Дальнаука, 2009. – 560 с.
2. Казанцев, Ю.В. Загадки грязевых вулканов / Ю.В. Казанцев, Т.Т. Казанцева // Наука в России. – 2004. – № 5. – С. 34–42.
3. Кириллова, Г.Л. Структура кайнозойских осадочных бассейнов зоны сочленения Восточной Азии и Тихого океана / Г.Л. Кириллова. – Владивосток, 1992. – 139 с.
4. Жильцов, А.М. Зоны газонасыщения в верхней части осадочного чехла – прямой признак наличия углеводородных залежей на глубине / А.М. Жильцов // Строение земной коры и перспективы нефтегазоносности в регионах северо-западной окраины Тихого океана. – Южно-Сахалинск : ИМГиГ ДВО РАН, 2000. – Т. 1. – С. 76–92.
5. Журавлев, А.В. Возможности нестандартного анализа сейсмических материалов для поисков полезных ископаемых (на примере Охотско-Курильского района) / А.В. Журавлев – М. : ВНИИОУ и ЭНП, 1995. – 43 с.
6. Ломтев, В.Л. АТЗ-гигант и газовые окна на профиле НСП №114 / В.Л. Ломтев [и др.] // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и связанные с ними парагенезы – М. : ГЕОС, 2008. – С. 291–293.
7. Ломтев, В.Л. Возможности метода непрерывного сейсмического профилирования (НСП) при нефтегазопроисловых исследованиях / В.Л. Ломтев [и др.] // Геодинамика, геология и нефтегазоносность осадочных бассейнов Дальнего Востока России. – Южно-Сахалинск : ИМГиГ ДВО РАН, 2004. – Т. 1. – С. 107–119.
8. Ломтев, В.Л. Газопроявления и грязевулканы полигона Н10-2 в Магеллановых горах (ЮЗ Тихого океана) / В.Л. Ломтев [и др.] // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и связанные с ними парагенезы. – М. : ГЕОС, 2008. – С. 288–291.
9. Ломтев, В.Л. Новые данные по тектонике и магматизму СЗ Тихого океана / В.Л. Ломтев // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2008. – №4. – С. 93–105.
10. Ломтев, В.Л. Тетис и Тихого океана / В.Л. Ломтев [и др.] // Геодинамика, геология и нефтегазоносность осадочных бассейнов дальнего Востока России : доклады междунар. науч. симп. – Южно-Сахалинск : ИМГиГ ДВО РАН, 2004. – Т. 1. – С. 131–144.
11. Ломтев, В.Л. Признаки газонасыщенности мезокайнозойского чехла ложа СЗ Тихого океана / В.Л. Ломтев // Физика геосфер : Седьмой Всерос. симпозиум : мат. докл. – Владивосток : Дальнаука, 2011. – С. 340–344.
12. Ломтев, В.Л. Сейсмостратиграфия кайнозойского осадочного чехла Северо-Западной плиты Тихого океана / В.Л. Ломтев [и др.] // Структура и вещественный состав осадочного чехла Северо-Запада Тихого океана – Южно-Сахалинск : ИМГиГ ДВО РАН, 1997. – С. 21–41.
13. Ломтев, В.Л. Углеводороды Западной Тихого океана / В.Л. Ломтев [и др.] // Геология морей и океанов : тезисы докл. XIV Междунар. науч. школы по морской геологии. – М. : ГЕОС, 2005. – Т. 1. – С. 134–135.

14. Медовский, И.Г. О природе «слепых» зон при сейсморазведке в прибрежных районах Каспийского моря / И.Г. Медовский, К.А. Мустафаев // Геофизическая разведка на нефть и газ. – М., 1959. – С. 31–37.
15. Мудрецов, В.Б. Аномальные сейсмоакустические зоны на северо-восточном шельфе о. Сахалин / В.Б. Мудрецов, А.М. Жильцов // Тихоокеанская геология. – 1990. – № 3. – С. 108–112.
16. Патрикеев, В.Н. Атлас сейсмических разрезов Северо-Западной плиты Тихого океана / В.Н. Патрикеев. – М. : ГЕОС, 2009. – 207 с.
17. Патрикеев, В.Н. Сейсмостратиграфия мезозойского осадочного чехла Северо-Западной плиты Тихого океана / В.Н. Патрикеев [и др.] // Структура и вещественный состав осадочного чехла Северо-Запада Тихого океана. – Южно-Сахалинск : ИМ-ГиГ ДВО РАН, 1997. – С. 5–20.
18. Патрикеев, В.Н. Сейсмостратиграфия Северо-Западной плиты Тихого океана на профиле МОГТ / В.Н. Патрикеев, В.Л. Ломтев // Структура и вещественный состав осадочного чехла Северо-Запада Тихого океана. – Южно-Сахалинск : ИМГиГ ДВО РАН, 1997. – С. 42–64.
19. Пишон, Ле К. Тектоника плит / Ле К. Пишон [и др.] – М. : Мир, 1977. – 288 с.
20. Рудич, Е.М. Расширяющиеся океаны: факты и гипотезы / Е.М. Рудич. – М. : Недра, 1984. – 251 с.
21. Словарь по геологии нефти и газа. – Л. : Недра, 1988. – 679 с.
22. Строение дна северо-запада Тихого океана (геофизика, магматизм, тектоника). – М. : Наука, 1984. – 232 с.
23. Тектоника северо-западной части Тихого океана. – М. : Наука, 1983. – 118 с.
24. Хведчук, И.И. Прогнозирование нефтегазоносности на акваториях / И.И. Хведчук [и др.]. – М. : Недра, 1988. – 168 с.
25. Хосино М. Морская геология / М. Хосино – М. : Недра, 1986. – 432 с.
26. Choi, D.R. Continental crust under the NW Pacific Basin / D.R. Choi // Journal of Petroleum Geology. – 1987. – Vol. 10, № 4. – P. 425–440.
27. Gaynanov, V.G. Seismic evidence for gas accumulation related to the area of mud volcanism in the deep Black Sea // V.G. Gaynanov [et al.] // Geo-Marine Letters. – 1998. – Vol. 18, № 2. – P. 139–145.
28. Gettrust, J.F. Crustal structure of the Shatsky rise from refraction measurements / J.F. Gettrust [et al.] // Journal of Geophysical Researches. – 1980. – Vol. B85. – P. 5411–5415.
29. Kopf, A. Mechanism of mud extrusion on the Mediterranean Ridge Accretionary Complex / A. Kopf [et al.] // Geo-Marine Letters. – 1998. – Vol. 18, № 2. – P. 97–114.

Lomtev V.L. To Gas Presence of the Meso-Cenozoic Cover of Nw Pacific Sea-Floor

Signes of the gas- & possibly oil presence of the sedimentary-trapp cover of NW Pacific sea-floor and adjacent East-Mariana basin are described from results of oil-gas geological interpretation of CDP 1& seismic continuous profiles («field» type anomaly, gas windows, columns and «threads» as zones of break or visible weakening of reflector intensity, mud volcanoes). Probable sources of hydrocarbons and peculiarities of their thermogeneration discuss (heat friction of glide).

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 05.12.2011

УДК 550.43 (476)

А.В. Матвеев, В.Е. Бордин

ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОСНОВНЫХ ОКСИДОВ В ЧЕТВЕРТИЧНОЙ ТОЛЩЕ БЕЛАРУСИ

На основании обобщения результатов 1 200 химических анализов четвертичных отложений Беларуси выявлены особенности территориального распределения основных оксидов (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O). Установлена корреляция их концентраций с составом подстилающих четвертичную толщу пород и преобладанием в разрезе определенных генетических типов отложений. Полученные данные можно использовать при палеогеографических реконструкциях, прогнозировании залежей полезных ископаемых, некоторых экологических оценках территории.

Введение

В четвертичных отложениях Беларуси наиболее распространенными являются оксиды кремния, алюминия, железа, кальция, магния, калия и натрия. На их долю приходится около 95% состава, и эти соединения могут рассматриваться в качестве породообразующих компонентов. Изучение территориального распределения их концентрации имеет разностороннее значение, так как позволяет решать многие вопросы строения, генезиса четвертичного чехла, динамики ледниковых покровов, поиска ряда полезных ископаемых (песчано-гравийного материала, глин, отторженцев мела и доломита, пресноводных известковых отложений, вивианита, сапропелей). Отложения с повышенным содержанием определенных оксидов широко используются в промышленности и сельском хозяйстве (производство стройматериалов, сорбентов, пищевой, химической продукции, известкование почв и т.д.), позволяют прогнозировать состав верхних горизонтов подземных вод и оценивать уровень их «защищенности» от внешнего воздействия. Кроме того, образующие перечисленные оксиды элементы играют важнейшую роль в нормальном функционировании человеческого организма. Их значение для здоровья человека подробно рассмотрено в [1]. Коротко, но весьма емко об этом значении свидетельствуют следующие названия подразделов названной книги: Si – естественный ключ к здоровью, Al – «серебро» из обыкновенной глины, Fe – нормализатор кровеносной системы, Ca – «начальник» костно-минерального обмена, Mg – главный «строитель» тела человека, K – хранитель тканевых структур, Na – «специалист» по удержанию воды. Поэтому естественно, что дефицит или избыток рассматриваемых элементов могут влиять на развитие самых серьезных заболеваний.

В организм человека эти элементы попадают с пищей, водой, воздухом. Их содержание в продуктах питания, воде, атмосфере в определенной степени зависит от состава отложений, на которых протекает вся жизнедеятельность человека. Однако обобщающих данных по распределению основных оксидов в четвертичных отложениях опубликовано немного. Это и послужило причиной подготовки настоящей публикации.

Фактический материал

Для выяснения особенностей распределения основных оксидов использованы результаты 1 200 химических анализов четвертичных отложений из скважин, шурфов, карьеров, естественных обнажений. Эти данные получены из архивов различных организаций РУП «Белгеология», которые в свое время были обобщены при составлении банка геохимической информации, созданного в 2000 г. в Институте геологических наук НАН Беларуси. Частично материал (около 100 образцов) был получен также при вы-

полнении авторами исследований по составлению Геохимической карты четвертичных отложений М 1:500 000 [2], ряду проектов Государственной программы ориентированных фундаментальных исследований «Недра», а также из публикаций [3–6].

Все собранные анализы были сгруппированы по 35 участкам, которые различаются между собой особенностями геологического строения четвертичной толщи, а для характеристики каждого участка использовались построенные ранее типовые разрезы [7]. Затем с учетом мощности различных генетических типов отложений и усредненных содержаний в них оксидов определялись средневзвешенные значения этих компонентов в четвертичной толще для каждого из 35 участков. Эти данные и были использованы для построения схем, которые приведены на рисунках 1 и 2.

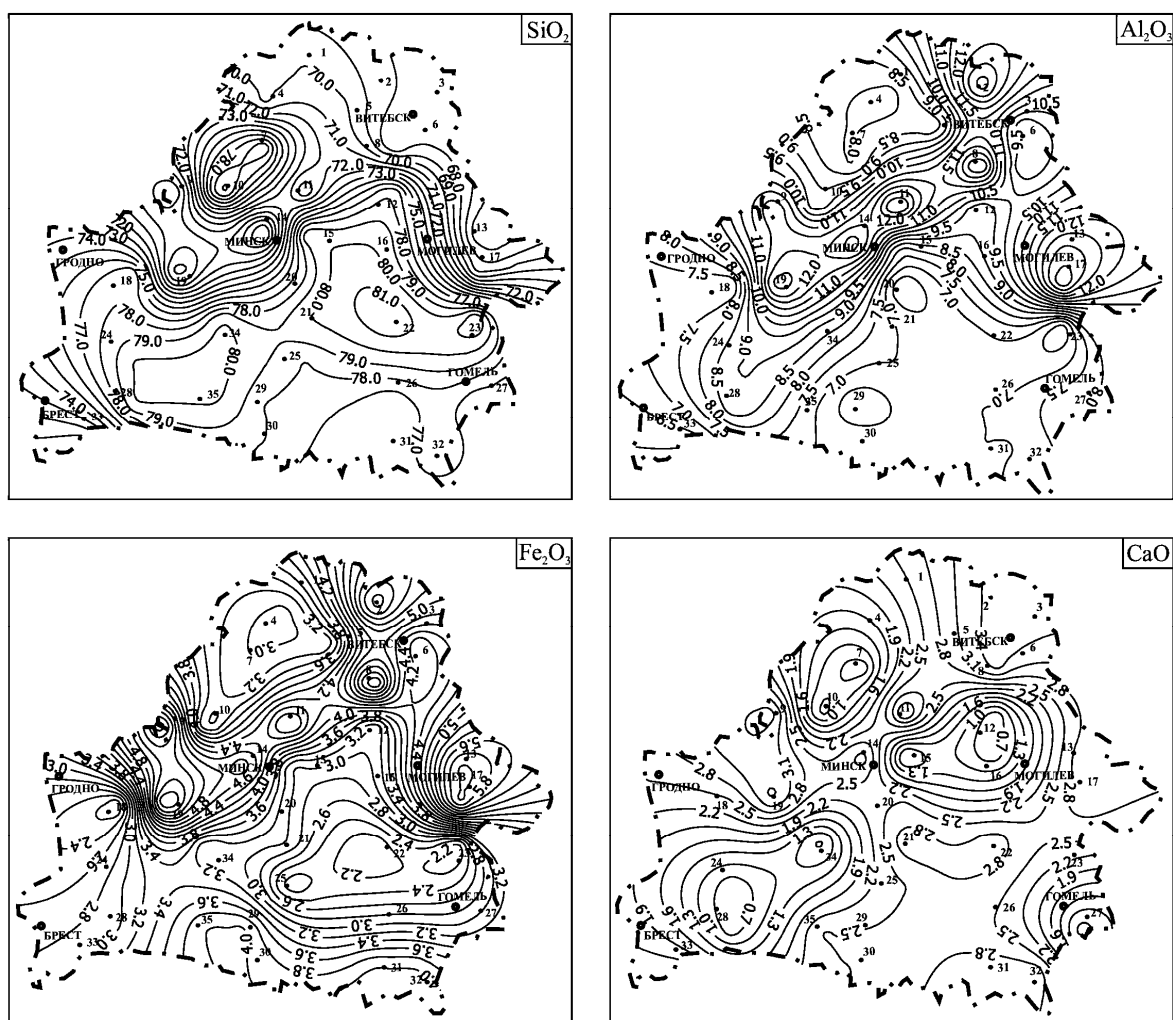


Рисунок 1 – Содержание в четвертичной толще оксидов кремния, алюминия, железа и кальция

Обсуждение полученных результатов

Анализ особенностей территориального распределения породообразующих компонентов четвертичной толщи свидетельствует о том, что их концентрация достаточно хорошо коррелируется с особенностями геологического строения кровли коренных пород и преобладанием в четвертичном разрезе определенных генетических типов отложений. Так, минимальные количества SiO_2 (менее 70%) тяготеют к северной и северо-восточной частям Беларуси, к площади распространения верхнедевонских долами-

тов, известняков, мергелей и глин, а максимальные содержания (более 78%), выявленные в южной Беларуси, соответствуют в самых общих чертах контурам меловых, палеогеновых и неогеновых пород, среди которых заметную роль играют песчаные разности. Это подтверждает сделанный ранее вывод о значительном участии материала подстилающих пород в формировании толщи ледниковых отложений [5]. При этом необходимо иметь в виду, что максимальные количества обломочного материала подстилающих пород в четвертичных отложениях несколько смещены в дистальном направлении по сравнению с площадями их распространения в коренном залегании в ложе. Кроме того следует отметить, что распределение SiO_2 хорошо увязывается с особенностями строения четвертичных отложений. Например, в зоне с пониженными концентрациями SiO_2 на севере и северо-востоке республики четвертичная толща сложена преимущественно озерно-ледниковыми и моренными глинистыми отложениями. В противоположность этому в южной Беларуси шире представлены песчаные разности флювиогляциальных, аллювиальных и озерно-аллювиальных отложений.

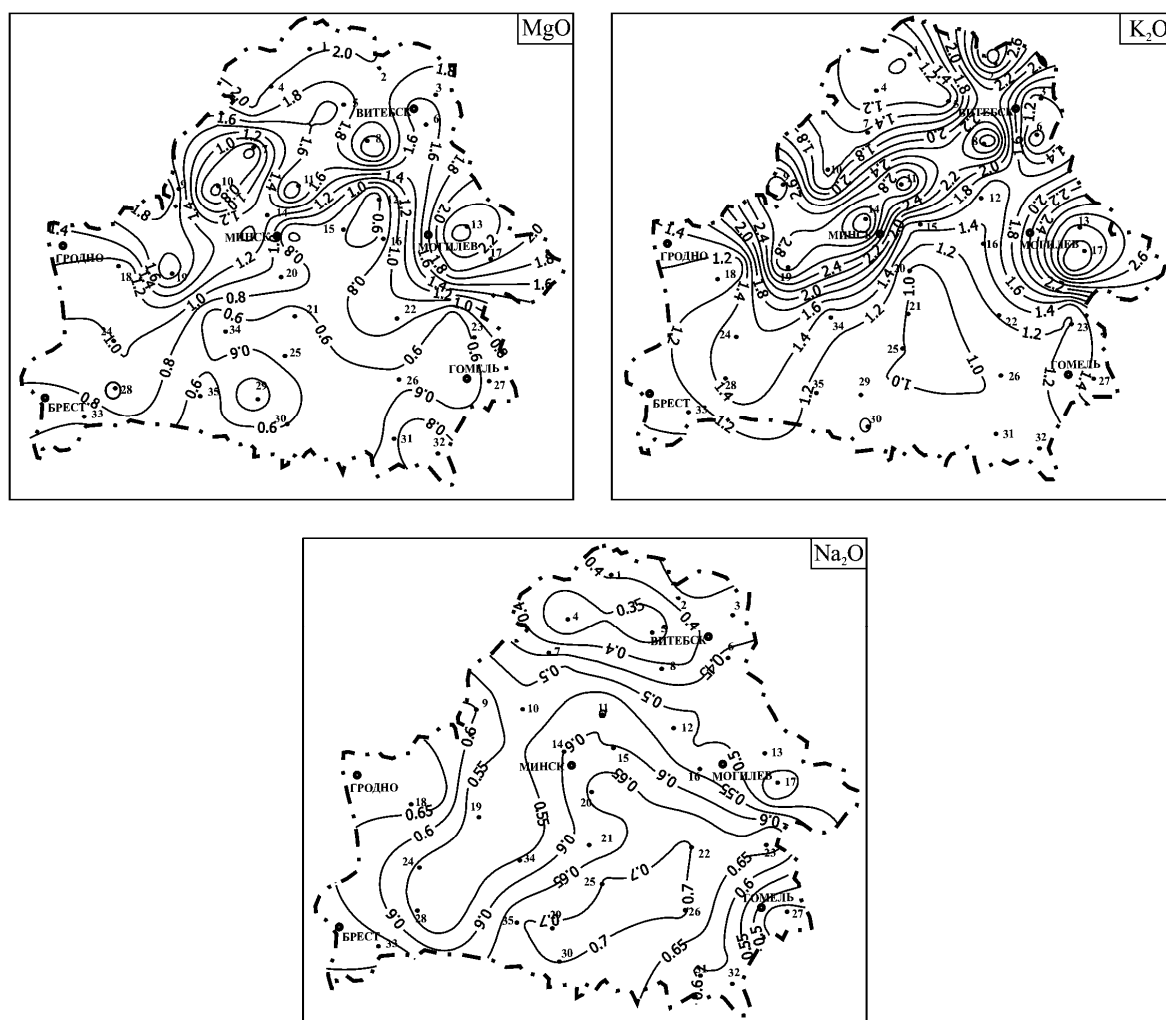


Рисунок 2 – Содержание в четвертичной толще оксидов магния, калия и натрия

Практически противоположную картину представляет распределение по площади оксидов алюминия, железа и калия. Максимальные содержания Al_2O_3 (более 10%), K_2O (более 2%), Fe_2O_3 (более 5%) установлены в широкой полосе, простирающейся примерно от Городокской возвышенности в юго-восточном направлении до Новогруд-

ской возвышенности, и на востоке региона – на площади Горецкой, Могилевской и Костюковичской моренных равнин. На этих территориях до 60–80% всего объема четвертичных отложений приходится на моренные и озерно-ледниковые супеси, суглинки и глины. В составе подстилающих коренных пород значительную роль играют девонские, в меньшей степени ордовикские, силурийские и вендские глины, алевролиты, известняки, доломиты и мергели, а на востоке региона встречаются также юрские глины, глинистые меловые коры выветривания. Сказанное вполне объясняет особенности распределения Al_2O_3 , Fe_2O_3 и K_2O , так как высокие содержания этих оксидов связаны с глинистыми минералами. И, соответственно, минимальные количества оксидов алюминия (менее 7%), железа (менее 3,0%) и калия (менее 1,2%) тяготеют к относительно небольшой площади на северо-западе региона и более значительной территории на юге страны, где в разрезе четвертичной толщи преобладают песчаные разности отложений, а в подстилающих коренных породах широко представлены малоглинистые известняки, доломиты, песчаники и пески девонского, мелового и палеоген-неогенового возраста. Некоторое увеличение концентрации оксида железа вдоль границы с Украиной, возможно, связано со сносом материала с Украинского кристаллического щита, а также малой мощностью четвертичной толщи, значительной заболоченностью территории и повышенной ожелезненностью болотных аккумуляций.

Содержание в четвертичной толще оксида кальция в основном варьирует в интервале 0,7–3,3%. Максимальные количества (более 3,1%) установлены в северо-восточной части Беларуси, в районе Новогрудка и к северу и северо-западу от него. На этих площадях в ложе четвертичного покрова распространены преимущественно девонские и меловые карбонатные породы, перекрытые толщей отложений, среди которых на долю моренных супесей и суглинков, а также глин, суглинков и супесей озерно-ледникового генезиса приходится не менее 80% всего разреза.

Минимальные количества CaO (менее 1%) выявлены между г.п. Шарковщина и г. Глубокое, северо-западнее Могилева, в районе г. Дрогичина и юго-восточнее Гомеля. На всех этих участках верхняя часть коренных пород сложена в основном песками, песчаниками, глинами, алевролитами девонского возраста (на севере страны) и песками, песчаниками и алевролитами палеоген-неогенового возраста в южной части региона. В разрезе четвертичной толщи в районах пониженных концентраций CaO заметно преобладают флювиогляциальные отложения. При этом необходимо отметить, что минимальные содержания оксида кальция в районе Дрогичина и юго-восточнее Гомеля (вблизи этих площадей среди коренных пород широко представлены меловые мела и мергели) могут быть связаны с тем, что флювиогляциальные песчаные отложения днепровского возраста здесь длительное время промывались подземными водами, что и привело к выщелачиванию значительной части карбонатов кальция.

Концентрации в четвертичной толще MgO варьирует в основном интервале 0,6–2,2%, причем вариации содержаний четко увязывается с распространением среди подстилающих пород девонских доломитов, известняков и мергелей. Поэтому на севере республики количества Mg выше (преимущественно более 1,2), чем на юге (менее 0,8%), где широко распространены меловые, палеогеновые и неогеновые отложения.

Еще в меньших пределах (0,4–0,7%) изменяются содержания в четвертичной толще оксида натрия, причем максимальные его количества (0,7% и более) тяготеют к территории примерно между населенными пунктами Василевичи – Светлогорск – Октябрьский – Давид-Городок – Лельчицы – Калинковичи. Возможно, причиной повышенных концентраций Na_2O на этой площади могут быть довольно многочисленные выходы, по данным [8], на земную поверхность минерализованных вод и преобладанием песчаных отложений как в составе четвертичной толщи, так и в подстилающих породах.

Заклучение

1. Построенные схемы территориального распределения основных оксидов (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O), которые являются породообразующими компонентами четвертичной толщи Беларуси, свидетельствуют о значительных вариациях химического состава этой толщи.

2. Содержание оксидов в изученных отложениях коррелируется с составом подстилающих четвертичную толщу коренных пород и преобладанием в ее разрезе определенных генетических типов отложений.

3. Выявленные особенности распределения концентраций породообразующих компонентов четвертичной толщи можно использовать при реконструкциях динамики ледниковых покровов, изучении дискуссионных проблем ледникового литогенеза, прогнозировании полезных ископаемых в четвертичной толще и особенностях состава подстилающих эту толщу коренных пород, определении уровней возможной защищенности подземных вод, экологических оценках территорий и обосновании мероприятий по рациональному природопользованию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богдасаров, А. Элементы и минералы биологически активных добавок / А. Богдасаров, С. Силич. – Брест, 2003. – 224 с.
2. Геохимическая карта антропогенных отложений Беларуси / А.В. Матвеев [и др.] // Современные проблемы геохимии. – Минск, 2002. – С. 147–149.
3. Кузнецов, В.А. Геохимия речных долин / В.А. Кузнецов. – Минск, 1986. – 303 с.
4. Лукашев, В.К. Геохимические особенности моренного литогенеза / В.К. Лукашев, С.Д. Астапова. – Минск, 1971. – 196 с.
5. Матвеев, А.В. Ледниковая формация антропогена Белоруссии / А.В. Матвеев. – Минск, 1976. – 160 с.
6. Петухова, Н.Н. Геохимия почв Белорусской ССР / Н.Н. Петухова. – Минск, 1987. – 231 с.
7. Районирование территории Беларуси по типам разрезов четвертичных отложений / А.В. Матвеев [и др.] // Літасфера. – 2002. – № 2 (17). – С. 13–26.
8. Кудельский, А.В. Гидрогеология / А.В. Кудельский, В.И. Пашкевич, М.С. Капора // Геология Беларуси. – Минск, 2001. – С. 635–652.

A.V. Matveyev, V.E. Bordon Peculiarities of Territorial Distribution of Basic Oxides Concentrations in the Quaternary Depth of Belarus

On the basis of generalized results of 1200 chemical analyses of quaternary deposits of Belarus the peculiarities of territorial distribution of main oxides (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O) have been revealed. The correlation of their concentrations with composition of the bedding the quaternary thickness of rocks and predominance in the cut of definite genetic deposits has been stated. The data gained may be used to make paleogeographic reconstructions, forecast of useful minerals, and some ecological territory estimation.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 31.01.2012

УДК 338.4; 911 (476.7)

Т.Н. Сидорович, А.А. Сидорович

ИНФРАСТРУКТУРНЫЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье проводится анализ и дается интегральная оценка уровня развития инфраструктуры западной части Брестской области; определены сильные и слабые стороны инфраструктуры районов, на основе чего выявлены перспективы их развития.

Введение

В силу своего геополитического положения западная часть Брестской области (Брестский, Жабинковский, Каменецкий, Кобринский, Малоритский, Пружанский районы) неоднократно входила в состав различных государств, что, несомненно, нашло отражение в ее историко-культурном наследии. Приграничное положение и пересечение путей, связывающих Европейский Союз с Российской Федерацией и Казахстаном, обеспечивает данному региону конкурентные преимущества в развитии въездного туризма. Одним из направлений развития туристско-рекреационной зоны западной части Брестской области является совершенствование ее инфраструктурного состояния. Следовательно, исследование вопросов развития инфраструктуры как одного из элементов функционирования туризма стоит в ряду актуальных задач современной политики в области туризма.

Материалы и методика исследования

Методика исследования инфраструктурного фактора формирования туристско-рекреационного потенциала территории включает в себя определение состава инфраструктуры; отбор показателей, характеризующих развитие каждой из ее составных частей; покомпонентная оценка уровня развития инфраструктуры на основе отобранных показателей; интегральная оценка; выявление сильных и слабых сторон инфраструктуры туризма на данной территории; определение перспектив развития туристической инфраструктуры.

В роли связующего звена между туристом и объектом посещения (аттракцией) выступает инфраструктура. В ее составе можно выделить две крупные подсистемы: туристическую индустрию и индустрию гостеприимства.

Туристическую индустрию формируют туристические предприятия, транспортная система и объекты культурно-развлекательной сферы. Под туристическими предприятиями понимаются организации, оказывающие туроператорскую и турагентскую деятельность, т.е. занимающиеся формированием, продвижением и реализацией туров, а также предоставляющие отдельные туристические услуги. Система транспортного обслуживания представляет собой сеть автомобильных и железных дорог, речных путей, а также совокупность организаций, оказывающих транспортные услуги. Культурно-развлекательная сфера связана с предоставлением услуг, выполняющих второстепенную роль по отношению к услугам, непосредственно формируемым аттракциями. Объекты культурно-развлекательной сферы в зависимости от степени участия туристов в мероприятиях досуга классифицируются на 3 группы:

- 1) объекты активного участия туристов (боулинг, бильярд, аквапарки и т.д.);
- 2) объекты пассивного участия туристов (театры, кинотеатры, музеи и т.д.);
- 3) объекты смешанного участия туристов (спортивные объекты).

Объекты активного участия туристов предполагают, что туристы принимают непосредственное участие в развлечении; пассивного участия – туристы выступают только в качестве зрителей; смешанного – туристы в одних случаях принимают активное участие в развлечении, в других – выступают как зрители. Например, при посещении туристами соревнований по пулевой стрельбе, стрелковый тир выступает в качестве объекта пассивного участия. Если туристы принимают участие в стрельбе в этом же тире, то тир в таком случае является объектом активного участия.

Индустрия гостеприимства включает в себя систему средств размещения и систему общественного питания. Средство размещения – это объект, регулярно или эпизодически предоставляющий услуги временного проживания. Организации, занимающиеся удовлетворением потребностей туриста в пище, включая ее приготовление, относятся к предприятиям общественного питания.

Следует отметить, что в ряде случаев одни и те же объекты могут одновременно рассматриваться и как элементы инфраструктуры, и как элементы аттракции. Наиболее показательный пример из сферы международного туризма – круизный лайнер «Queen Mary 2». Несмотря на явную принадлежность к транспортным средствам, он рассматривается как аттракция, поскольку у туристов сам по себе является объектом интереса. Этот лайнер задействован в семидневном трансатлантическом круизе по маршруту Саутгемптон – Нью-Йорк [1]. При этом на самолете при такой же стоимости расстояние между Саутгемптоном и Нью-Йорком может быть преодолено всего за 7 часов.

Оценка уровня развития инфраструктуры западной части Брестской области проведена по 5 модулям. Каждый модуль включает набор показателей, характеризующих одну из составляющих инфраструктуры туризма (таблица 1). Выбор самих показателей обусловлен доступностью и наличием статистической информации.

Конкретное значение каждого показателя переводится в балльную систему от 0 до 7 в соответствии с рейтинговой позицией административно-территориальной единицы. Максимальное количество баллов получает район с наилучшим показателем, 1 – с наименьшим и 0, если явление отсутствует. Использование балльной системы дает возможность суммирования полученных баллов с целью комплексной оценки уровня развития той или иной инфраструктурной составляющей и туристической инфраструктуры в целом. Поскольку число составных частей инфраструктуры равняется 5, то значение интегрального показателя, характеризующего общий уровень развития инфраструктуры, находится в пределах от 0 до 35 включительно.

Как было отмечено выше, выбор показателей в значительной степени лимитирован доступностью статистической информации. Поэтому в данном исследовании для характеристики каждой инфраструктурной составляющей приведено разное количество показателей, что усложняет получение интегральной оценки. Для устранения этого недостатка применяется следующая формула:

$$p = \frac{\sum B_i}{n_i}, \quad (1)$$

где p – балльное значение инфраструктурной составляющей; B – балльное значение i -го показателя; i – показатель, характеризующий данную структурную составляющую; n – количество показателей.

В таком случае комплексная оценка уровня развития инфраструктурной составляющей представляет собой среднее арифметическое балльных значений всех показателей одного модуля.

Таблица 1 – Модульная система оценки инфраструктурного фактора формирования туристско-рекреационного потенциала территории

		Модули			
		Туристические предприятия	Система транспортного обслуживания	Система средств размещения	Система общественного питания
Показатели	Обеспеченность населения туристическими предприятиями (чел./фирма)	Густота автодорог (м/км ²)	Номерной фонд гостиниц (число койко-мест)	Обеспеченность населения предприятиями общепита (количество объектов на 1 000 жит.)	Количество объектов пассивного участия туристов
		Густота железных дорог (м/км ²)	Вместимость баз отдыха (число койко-мест)		Количество объектов активного участия
		Количество маршрутов (ед.)	Номерной фонд санаториев (число койко-мест)		Количество объектов смешанного участия
			Вместимость агроусадеб (число койко-мест)		Обеспеченность населения культ.-развлек. объектами (число жит. на 1 объект)
			Обеспеченность населения средствами размещения (число койко-мест на 1 000 чел.)		

Обсуждение результатов исследования

Туристические фирмы. Туристическая деятельность – это деятельность, связанная с организацией всех форм выезда людей с места постоянного жительства в оздоровительных целях, для удовлетворения познавательных интересов или в профессионально-деловых целях без занятия оплачиваемой деятельностью в местах временного пребывания. Особая роль в осуществлении такой деятельности принадлежит туристическим фирмам [2, с. 78]. Туристическое предприятие (фирма) – самостоятельный хозяйствующий субъект, организующий свою деятельность в сфере туризма в целях удовлетворения общественных потребностей и получения прибыли [2, с. 141]. С точки зрения вида предпринимательства на туристическом рынке, фирмы можно подразделить на туроператоров и турагентов [3, с. 135]. Первые осуществляют формирование, продвижение и реализацию создаваемых ими туров, вторые – продвижением (рекламой) и реализацией туров, созданных туроператорами, т.е. являются посредниками. На практике большинство фирм осуществляет как туроператорскую, так и турагентскую деятельность, однако доминирующее положение в формировании структуры доходов играет турагентская деятельность.

По состоянию на 2010 г. лицензии на осуществление туристической деятельности в западной части Брестской области имели 66 субъектов хозяйствования, что со-

ставляет около 60% всех туристических фирм области. По нашим оценкам, лишь для 70–80% фирм, имевших соответствующие разрешения, туристическая деятельность являлась преобладающей. Для остальных туристическая деятельность – это вспомогательное направление. Так, СП ООО «БелТрансОйл», являющееся резидентом СЭЗ «Брест», предоставляет широкий спектр услуг придорожного сервиса: от реализации нефтепродуктов до предоставления стояночных мест для большегрузного автотранспорта. При этом компания владеет небольшой базой отдыха в Ивацевичском районе и предлагает туры для любителей охоты [4–6]. Такие предприятия отличаются от «классических» турфирм, имеющих отдельный офис и проводящих интенсивную маркетинговую политику в том числе путем размещения рекламных материалов в газетах, на радио, телевидении и сети Интернет, а также посредством участия в туристических ярмарках, выставках и семинарах.

В тоже время для большинства «классических» турфирм наибольший интерес представляет реализация зарубежных туров при одновременном снижении внимания к внутреннему туризму, что негативно сказывается на развитии всего туристско-рекреационного комплекса не только в исследуемом регионе, но и в целом в стране.

Из всего количества туристических фирм региона $\frac{3}{4}$ сконцентрированы в областном центре (таблица 2). Это обуславливает наиболее высокий уровень обеспеченности населения туристическими фирмами в г. Бресте: 1 туристическая фирма приходится почти на 6 000 человек. Для сравнения: в Каменецком районе 1 туристическая фирма, представленная туристическим отделом ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуща» в д. Каменюки, обслуживает 39 000 человек.

Таблица 2 – Туристические фирмы на территории западной части Брестской области

Район	Население, тыс. чел	Количество тур-фирм	Обеспеченность, тыс. чел./ турфирма
Брестский	39,3	1	39,3
Жабинковский	25,0	1	25,0
Каменецкий	39,0	1	39,0
Кобринский	87,8	9	9,8
Малоритский	25,6	1	25,6
Пружанский	52,2	2	26,1
г. Брест	310,8	51	6,1
Всего	579,7	66	8,9

Высокий показатель в г. Бресте – 7 баллов (таблица 3). Это объясняется как статусом областного центра и большой численностью населения, так и непосредственно приграничным положением и ролью Брестского транспортного узла в европейской транспортной системе. Так, значительная часть экскурсионных автобусных туров по странам Европы, ориентированных на российских и белорусских туристов, начинается именно с города Бреста.

Таблица 3 – Сводная таблица интегральной и модульной оценки уровня развития инфраструктуры западной части Брестской области (баллы)

Показатели	Районы						
	Брестский	Жабинковский	Каменецкий	Кобринский	Малоритский	Пружанский	г. Брест
	Туристические фирмы						
Обеспеченность	1	5	2	6	4	3	7
Балльное значение, р	1,0	5,0	2,0	6,0	4,0	3,0	7,0
Система транспортного обслуживания							
Густота автодорог	4	1	6	5	2	3	7
Густота железных дорог	6	5	2	3	4	1	7
Кол-во маршрутов	7	2	1	5	3	4	6
Балльное значение, р	5,7	2,7	3,0	4,3	3,0	2,7	6,7
Система средств размещения							
Число койко-мест в гостиницах	2	0	6	5	3	4	7
Число койко-мест на базах отдыха	7	0	4	6	5	3	0
Число койко-мест в санаториях	7	6	2	5	0	3	4
Число койко-мест в усадьбах	7	3	6	5	2	4	0
Обеспеченность	7	6	5	4	1	2	3
Балльное значение, р	6,0	3,0	4,6	5,0	2,2	3,6	1,8
Система общественного питания							
Обеспеченность	1	7	6	2	3	5	4
Балльное значение, р	1,0	7,0	6,0	2,0	3,0	5,0	4,0
Культурно-развлекательная сфера							
Количество объектов пассивного участия туристов	5	4	6	4	3	4	7
Количество объектов активного участия туристов	0	0	0	6	5	5	7
Количество объектов смешанного участия туристов	6	0	0	6	0	6	7
Обеспеченность	6	5	6	3	4	2	7
Балльное значение, р	4,3	2,3	3,0	4,8	3,0	4,3	7
ИТОГО	18,0	20,0	18,6	22,1	15,2	18,2	27,5

Туристы добираются до г. Бреста железнодорожным транспортом. Дальнейшее путешествие осуществляется автобусом, как правило, предоставляемым польскими партнерами и соответствующим стандартам ЕВРО-4 или ЕВРО-5 (экологические стандарты, регулирующие содержание вредных веществ в выхлопных газах) [7; 8]. Количество туристических фирм тесно коррелирует с уровнем урбанизации. Действительно, самый низкий уровень развития сети туристических фирм характерен для Брестского района (1 балл). Это также связано и с расположением в пределах отмеченной территории областного центра, концентрирующего, как уже было отмечено, основную массу туристических фирм. Как результат – имеющиеся туристические фирмы имеют узкую специализацию.

Система транспортного обслуживания. Туризм как вид деятельности, тесно связанный с перемещением туристов за пределы их постоянного места проживания, не может рассматриваться вне его связи с транспортным обеспечением [2, с. 242]. Транспортная система выступает в роли связующего звена между всеми компонентами туристической сферы. Благодаря транспорту осуществляются перевозки и доставка туристов как к объектам туристического интереса (аттракциям), так и к местам размещения и питания.

На территории западной части Брестской области в качестве крупнейшего организатора пассажирских транспортных перевозок выступает ОАО «Брестоблавтотранс», которое осуществляет более 270 маршрутов в исследуемом регионе [9]. Причем более 50% всех маршрутов приходится на Брестский район и г. Брест, в то время как на Каменецкий район приходится всего 1,8% (таблица 4).

Таблица 4 – Система транспортного обслуживания на территории западной части Брестской области

Район	Площадь, км ²	Количество маршрутов	Длина железных-дорог, км	Длина авто-дорог, км	Густота железных-дорог, м/ км ²	Густота авто-дорог, м/ км ²
Брестский	1545	75	121,9	144,7	78,9	93,7
Жабинковский	684,2	19	46,8	45,8	66,9	66,9
Каменецкий	1 687,1	5	34,5	208,6	20,4	123,6
Кобринский	2 039,8	51	51,6	191,8	25,3	94,0
Малоритский	1 373,6	21	39,2	94,2	28,5	68,6
Пружанский	2 826	38	27,4	218,8	9,7	77,4
г. Брест	145,3	65	65,1	23,4	448,0	161,0
Всего	10 301,0	274	385,5	928,3	37,4	90,1

Анализ показателей, характеризующих развитие транспортной инфраструктуры, свидетельствует о значительных территориальных диспропорциях в пределах исследуемого региона. Так, совокупный показатель, рассчитанный для г. Бреста, более чем в 2 раза превысил аналогичный показатель для Пружанского и Жабинковского районов. Относительно высокий показатель в Брестском районе (5,7 балла), что обусловлено как непосредственно приграничным положением, так и прохождением через территорию района магистральных путей сообщения и расположением в пределах района областного города.

По показателю густоты железных дорог явным лидером выступает г. Брест. Далее следуют Брестский и Жабинковский районы. Последние места принадлежат Каменецкому и Пружанскому районам, занимающим периферийное положение по отноше-

нию к сформировавшемуся каркасу железнодорожной сети. Сеть автомобильных дорог распределена по территории западной части Брестской области более равномерно: разница в густоте автодорог между отдельными административно-территориальными единицами не превышает двукратной величины против восьмикратного для железных дорог (исключая г. Брест). По густоте автомобильных дорог после г. Бреста следует Каменецкий, Кобринский и Брестский районы. Наименее развита сеть автомобильных дорог в Малоритском и Жабинковском районах. Это объясняется тем, что Малоритский район находится в стороне от основных автомагистралей, а Жабинковский район отличается небольшой территорией и вытянутостью в субмеридианальном направлении (притом что магистраль М1/Е30 пересекает его в субширотном направлении).

Таким образом, наиболее развита система транспортного обслуживания в г. Бресте и Брестском районе. Кроме того, необходимо отметить наличие на территории Брестского района аэропорта международного класса. В 2011 г. из Брестского аэропорта осуществлялись чартерные рейсы в Анталию (Турция) и Хургаду (Египет).

Система средств размещения. Размещение занимает центральное место в комплексе услуг, предоставляемых туристам во время путешествия, и является неотъемлемой частью каждого тура. На средства размещения приходится до 65% лиц, занятых в туристической сфере, и около 68% инвестиций в сфере туризма [2, с. 215].

Как видно из таблицы 5, наибольшая обеспеченность гостиничным номерным фондом характерна для г. Бреста, на который приходится до 80% единовременной вместимости гостиниц исследуемого региона. Вместимость отдельных гостиничных предприятий во всем регионе варьирует от полутора десятков номеров («Старт», «Каменюки-1») до полутора сотен («Беларусь», «Дружба»).

Таблица 5 – Система средств размещения в западной части Брестской области

Район	Гостиницы, койко-мест	Санатории, койко-мест	Базы отдыха, койко-мест	Усадьбы, койко-мест	Всего койко-мест	Население, тыс. чел.	Обеспечен- ность, ед./ тыс. чел.
Брестский	22	1 586	855	112	2 575	39,3	65,5
Жабинковский	–	840	–	25	865	25,0	34,6
Каменецкий	248	196	52	68	564	39,0	14,5
Кобринский	132	632	94	38	896	87,8	10,2
Малоритский	50	–	66	4	120	25,6	4,7
Пружанский	55	283	9	29	376	52,2	7,2
г. Брест	1 929	380	–	–	2309	310,8	7,4
Всего (койко-мест)	2 436	3 917	1 076	276	7 705	579,7	13,3

Учреждения санаторно-курортного профиля наибольшее развитие получили в Брестском и Жабинковском районах, на которые приходится до 60% номерного фонда. В отличие от гостиниц санаторно-курортные учреждения ориентированы исключительно на лечебный и оздоровительный виды туризма, развивающиеся на основе различного сочетания лесных, водных, климатических, бальнеологических и грязелечебных ресурсов, обладающих целебными свойствами.

До 80% вместимости баз отдыха и 40% вместимости агроусадоб приходится на Брестский район. Вместе с областным центром это более 60% всех койко-мест западной части Брестской области. По обеспеченности номерным фондом в расчете на 1 000 человек лидирует также Брестский район – 65,5 ед./тыс. чел. В тройку лидеров

по данному показателю входят Жабинковский и Каменецкий районы: 34,6 ед./тыс. чел. и 14,5 ед./тыс. чел. соответственно.

Анализ проведенных данных показал, что наиболее развитой системой средств размещения обладает Брестский район (6,0 балла). Его показатель более чем в 2 раза превышает аналогичный показатель для г. Бреста (2,8 балла). В областном центре широкое развитие получила гостиничная сеть, при этом сектор баз отдыха и усадеб вообще не представлен. Последнее обстоятельство определяет низкий суммарный показатель. Достаточно высокие показатели имеют Кобринский и Каменецкий районы (5,0 и 4,6 балла соответственно). В данных районах широко представлены все типы объектов системы средств размещения. Как следствие, туристические фирмы могут предложить большой выбор мест проживания с учетом возможностей и желаний туристов.

Система общественного питания. Физиологическую потребность туриста в пище удовлетворяют предприятия общественного питания. Они отличаются разнообразием типов: рестораны, кафе, бары, пиццерии, столовые. На территории западной части Брестской области насчитывается более 150 подобных заведений, причем более 50% объектов общественного питания сконцентрированы в г. Бресте. Это объясняется тем, что здесь проживает более 300 тыс. чел., что предопределяет высокий объем спроса и стимулирует, таким образом, развитие системы общепита. Далее следует Каменецкий район, на который приходится 13,7% от общего числа предприятий общепита.

В структуре типов объектов общепита во всех исследуемых районах преобладают кафе и бары, рассчитанные на потребителя среднего класса. Аналогичная ситуация характерна и для областного центра, который также отличается большим разнообразием объектов питания. В Бресте получили развитие такие заведения, как пиццерии и рестораны. Однако последние приурочены в основном к гостиницам, например, рестораны «Буг», «Интурист», «Беларусь».

Как видно из таблиц 3 и 6, обеспеченность объектами общественного питания на 1 000 человек наибольшая в Жабинковском (7 баллов) и Каменецком районах (6 баллов), что обусловлено, с одной стороны, близостью к областному центру и границе, а с другой – наличием аттракций. Однако следует заметить, что данный показатель и в г. Бресте, и в районах меньше 1, т.е. на 1 000 человек приходится менее 1 объекта общественного питания.

Сфера общественного питания в западной части Брестской области развита в недостаточной степени. Это в свою очередь предопределяет легкость организации бизнеса в данном секторе в силу слабой конкуренции. Одним из перспективных направлений является открытие объектов питания, предоставляющих широкий ассортимент блюд национальной кухни.

Таблица 6 – Система общественного питания западной части Брестской области

Район	Количество, ед.	Население, тыс. чел.	Обеспеченность, ед./1 000 чел.
Брестский	3	39,3	0,1
Жабинковский	16	25,0	0,6
Каменецкий	22	39,0	0,6
Кобринский	16	87,8	0,2
Малоритский	5	25,6	0,2
Пружанский	15	52,2	0,3
г. Брест	84	310,8	0,3
Всего	161	579,7	0,3

Культурно-развлекательная сфера. Расширение спектра услуг культурно-развлекательной сферы, с одной стороны, повышает общую удовлетворенность от туристической поездки, а с другой – увеличивает общие затраты туриста, повышая тем самым социально-экономическую отдачу от туристической отрасли. Культурно-развлекательная сфера очень разнообразна на территории западной части Брестской области насчитывается более 60 объектов развлекательно-зрелищной сферы, причем около 65% из них сконцентрировано в г. Бресте (таблица 7).

Таблица 7 – Культурно-развлекательная сфера западной части Брестской области

Район	Население, тыс. чел	Количество объектов			Всего	Обеспеченность, тыс. чел./кол-во объектов
		а	п	с		
Брестский	39,3	–	3	1	1	9,8
Жабинковский	25,0	–	2	–	2	12,5
Каменецкий	39,0	–	4	–	4	9,8
Кобринский	87,8	2	2	1	5	17,6
Малоритский	25,6	1	1	–	2	12,8
Пружанский	52,2	1	2	1	4	13,1
г. Брест	310,8	18	15	9	42	7,4
Всего	579,7	22	29	12	63	10,7

Примечание – а – объекты активного участия туристов, п – пассивного участия туристов, с – смешанного участия туристов

Кроме того, для г. Бреста характерна и наибольшая обеспеченность объектами культурно-развлекательной сферы, которая представлена объектами активного, пассивного и смешанного участия. Среди объектов пассивного участия туристов следует отметить археологический музей «Берестье», мемориальный комплекс «Брестская крепость-герой», музей «V форт». Среди объектов активного участия – бильярдный клуб «Олимп», боулинг-клуб «Космикс». К объектам смешанного участия относятся лукодром, гребной канал, дворец водных видов спорта и т.д.

Наиболее распространенными объектами за пределами г. Бреста являются объекты пассивного участия туристов, в роли которых выступают кинотеатры и музеи. Примерами могут служить Жабинковский историко-краеведческий музей, музей космонавтики в д. Томашовка Брестского района, кинотеатр «Беларусь» в Пружанах. На объекты смешанного участия приходится 19% общего числа объектов культурно-развлекательной сферы западной части Брестской области, и представлены они лишь в г. Бресте, Брестском, Кобринском и Пружанском районах.

Анализ отобранных показателей свидетельствует о высокой степени территориальной дифференциации в пределах исследуемого региона. Необходимо отметить, что по всем показателям г. Брест занимает 1 место. С другой стороны, в Жабинковском и Каменецком районах представлены лишь объекты пассивного участия туристов.

Таким образом, в развитии отдельных составляющих туристической инфраструктуры наблюдаются существенные территориальные различия. Однако низкий уровень развития одной из составляющих компенсируется более высоким уровнем развития другой. Это отражается на суммарном показателе, который дифференцирован в меньшей степени. Исключением является Малоритский район, который из максимально возможных 35 баллов получил всего 15,2, что в 1,8 раза меньше аналогичного показателя для г. Бреста. По степени развития туристической инфраструктуры все административно-территориальные единицы 2 уровня сгруппированы в 3 класса:

1) районы с низким уровнем развития инфраструктуры (менее 17,0 баллов) – Малоритский район;

2) районы со средним уровнем развития инфраструктуры (17,1–21,7 балла) – Брестский, Жабинковский, Каменецкий, Пружанский районы;

3) районы с высоким уровнем развития инфраструктуры (более 21,8 балла) – Кобринский район и г. Брест.

Перспективы развития инфраструктуры западной части Брестской области. Проведенный анализ и интегральная оценка уровня развития инфраструктуры западной части Брестской области позволили выявить сильные и слабые стороны инфраструктуры районов, а также на этой основе определить перспективы (возможности) их развития (таблица 8).

Таблица 8 – Комплексная характеристика инфраструктуры районов западной части Брестской области

Район	Слабые стороны	Сильные стороны
Брестский	1. Отсутствие продолжения железнодорожной ветки «Брест – Томашовка» (ст. Влодава) далее в южном направлении. 2. Отсутствие дорог с усовершенствованным покрытием в южной части Брестского района, связывающих ее с Малоритским районом. 3. Недостаточно развитая сеть придорожного питания и мест отдыха (кемпингов). 4. Отсутствие единой системы размещения объектов питания и развлечения в пределах курорта местного значения «Белое озеро».	1. Наличие автомобильного погранперехода в г.п. Домачево и д. Томашовка. 2. Разнообразие средств размещения. 3. Тесная связь с инфраструктурой г. Бреста. 4. Включенность населенных пунктов Брестского района в систему транспортного обслуживания маршрутами городского экспрессного сообщения.
Жабинковский	1. Отсутствие гостиниц. 2. Низкая густота автомобильных дорог в южной части района. 3. Отсутствие объектов культурно-развлекательной сферы активного и смешанного участия туристов.	1. Наличие санаториев «Буг» и «Надзея». 2. Прохождение через территорию района транспортного коридора европейского значения № 2 (Париж – Брест – Москва). 3. Узловое положение г. Жабинка (железные дороги «Брест – Гомель», «Брест – Москва»).
Каменецкий	1. Концентрация гостиниц исключительно в д. Каменюки. 2. Отсутствие туристических фирм, за исключением туристического отдела НП «Беловежская пуца». 3. Отсутствие объектов культурно-развлекательной сферы активного и смешанного участия туристов.	1. Наличие железнодорожного и автомобильного погранпереходов. 2. Густая сеть автомобильных дорог. 3. Широкая сеть агроусадеб.

Продолжение таблицы 8

Кобринский	1. Низкая пропускная способность погранперехода «Дивин – Самары». 2. Недостаток объектов общественного питания.	1. Высокая конкуренция на рынке туристических услуг. 2. Диверсифицированная культурно-развлекательная сфера. 3. Пересечение автомобильных дорог «Брест – Минск» и «Брест – Гомель». 4. Разнообразие средств размещения.
Малоритский	1. Низкий уровень развития средств размещения. 2. Недостаток объектов культурно-развлекательной сферы.	1. Наличие железнодорожного («Хотислав – Заболотье») и автомобильных («Мокраны – Доманово», «Олтуш – Пища») погранпереходов. 2. Прохождение автомобильных и железных дорог, связывающих Брест с Западной Украиной.
Пружанский	1. Отсутствие дороги с асфальтным покрытием в направлении г. Гродно через деревню Новый Двор. 2. Недостаточная гостиничная сеть в районе НП «Беловежская пуца» (например, в деревне Белый Лесок).	1. Культурно-развлекательная сфера представлена объектами активного и пассивного участия туристов (аквапарк, кинотеатр). 2. Пешеходный переход в Беловежской пуце. 3. Объездная дорога вокруг НП «Беловежская пуца».
г. Брест	1. Автомобильные заторы, особенно в часы пик. 2. Отсутствие концертного зала большой вместимости. 3. Концентрация туристических фирм в центральной части города. 4. Превалирование турагентской деятельности в структуре доходов фирм.	1. Автомобильные и железнодорожные переходы. 2. 5 веток железной дороги. 3. Близость аэропорта международного класса. 4. Хорошо развита культурно-развлекательная сфера. 5. Разнообразие спортивных объектов высокого класса (гребной канал, лукодром, бейсбольное поле и др.).

Таким образом, дальнейшее развитие инфраструктуры как составляющей части туризма должно базироваться, с одной стороны, на минимизации проявления слабых сторон либо их полной ликвидации, с другой – на укреплении сильных.

Заключение

Составными частями инфраструктуры туризма выступают туристические фирмы, системы транспортного обслуживания, средств размещения, общественного пита-

ния и культурно-развлекательная сфера, изучение которых наиболее полно и точно отражает уровень развития инфраструктуры.

1. Проведенная в соответствии с авторской методикой оценка уровня развития инфраструктуры по отдельным районам западной части Брестской области не выявила большой дифференциации в уровне развития туристической инфраструктуры. Наиболее отстающим районом является Малоритский, а наиболее высокий уровень развития инфраструктуры характерен для г. Бреста и Кобринского района.

2. Характерной особенностью распределения туристической инфраструктуры в западной части Брестской области является ее сосредоточение в пределах г. Бреста.

3. Покомпонентная оценка позволяет выявить сильные и слабые стороны туристической инфраструктуры, а также определить дальнейший путь развития инфраструктуры на территории западной части Брестской области: как в целом по региону, так и по отдельным районам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cunard cruise line [Electronic resource] / Cunard cruise line. – Southampton, 2011. – Mode of access: <http://www.cunard.co.uk/Ships/Queen-Mary-2>. – Date of access: 06.02.2011.

2. Организация туризма : учеб. пособие / А.П. Дурович [и др.]; под общ. ред. Н.И. Кабушкина. – Минск : Новое знание, 2003. – 632 с.

3. Менеджмент туризма. Туризм как вид деятельности : учебник / И.В. Зорин [и др.]; под общ. ред. И.В. Зорина. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 288 с.

4. Брестчина производит, предлагает, приглашает – 2002 / Отдел внешней торговли комитета промышленности и торговли Брестского облисполкома, предприятие «Технический цент-88». – Барановичи : Баранов. укрупненная типография, 2002. – 452 с.

5. Официальный сайт Министерства спорта и туризма Респ. Беларусь [Электронный ресурс] / Министерство спорта и туризма Респ. Беларусь. – Минск, 2011. – Режим доступа: <http://www.mst.by/ru/>. – Дата доступа: 11.01.2011.

6. Официальный сайт компании «БелТрансОйл» [Электронный ресурс] / СП «БелТрансОйл» ООО. – Брест, 2011. – Режим доступа: <http://www.beltransoil.by/>. – Дата доступа: 11.01.2011.

7. Бел-Ориентир – экскурсионные туры по Европе [Электронный ресурс] / Тур. компания «Бел-Ориентир». – Минск, 2012. – Режим доступа: <http://www.bel-orientir.ru/>. – Дата доступа: 08.02.2012.

8. DSBW-TOUR [Электронный ресурс] / Тур. компания «DSBW-TOUR Континент». – Москва, 2012. – Режим доступа: www.dsbw.ru. – Дата доступа: 13.02.2012.

9. Официальный сайт ОАО «Брестоблавтотранс» [Электронный ресурс] / ОАО «Брестоблавтотранс». – Минск, 2012. – Режим доступа: <http://oblavtotrans.brest.by>. – Дата доступа: 13.02.2012.

Sidorovich T.N., Sidorovich A.A. Infrastructure Factor of Tourist and Recreational Potential in Western Part of Brest Region

In the article the integrated assessment of the level of infrastructure development in the western part of Brest region is given. The strengths and weaknesses of the infrastructure of the areas and the prospects of its development are determined.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 30.01.2012

УДК 550.7+551.4 (476)

А.В. Силук

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ФАКТОРЫ ПРОЯВЛЕНИЯ СИЛЬНЫХ ВЕТРОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

В статье рассмотрена территориальная приуроченность повторяемости сильного ветра в пределах республики. На основании статистических данных по пятидесяти метеостанциям определены зоны с повышенным риском возникновения сильного ветра. Описаны метеорологические условия возникновения аномальной для территории страны скорости ветра и характеристики деятельной поверхности, влияющие на перемещение приземных воздушных масс. Приведено описание геоморфологических особенностей и распределение лесных массивов на участках с максимальной и минимальной повторяемостью сильного ветра в стране. Выявлены принципиальные ландшафтные отличия рассмотренных территорий.

Введение

В последние десятилетия отмечается устойчивое увеличение количества погодных аномалий. Большинство исследователей связывают это с наметившимися изменениями климата и антропогенной трансформацией ландшафтов. В 2010 г., по данным ООН, было зафиксировано рекордное количество стихийных бедствий, жертвами которых по всему миру стали свыше 300 000 человек, а мировой экономике был причинен ущерб порядка 180 млрд. евро [1]. Проблема стихийных бедствий актуальна и для территории Республики Беларусь, причем наибольший ущерб наносят сильные ветры. По данным МЧС Республики Беларусь, в 2010 г. на территории страны зарегистрировано 3 чрезвычайные ситуации (ЧС), связанные с сильным ветром. В результате этого 771 населенному пункту нанесен ущерб около 7 млрд. бел. руб. [2]. Снижение возможных потерь от ЧС гидрометеорологического характера тесно связано с необходимостью выявления пространственно-временных закономерностей их формирования, совершенствования методов их мониторинга и прогнозирования. Данное научное направление относится к числу приоритетных в Республики Беларусь на 2011–2015 гг., что определяет актуальность проводимых исследований [3].

Результаты исследований

В соответствии с действующей инструкцией [4], к числу одного из видов стихийных явлений относится сильный ветер с максимальной скоростью 25 м/с и более. Ветер такой силы вызывает повреждение линий электропередач, разрушение построек, ветровалы и буреломы, травмирование и гибель людей и т.д. В качестве исходных данных для оценки территориальной приуроченности сильного ветра в пределах страны и выявления факторов, определяющих обеспеченность данного явления, использованы материалы Республиканского гидрометеорологического центра Республики Беларусь (РГМЦ) по 50 гидрометеостанциям за весь период наблюдений [5]. В качестве анализируемой величины взята повторяемость сильного ветра (p), которая рассчитана как отношение лет, когда наблюдалось явление (n), к числу лет обобщения (T).

Возникновение сильного ветра обусловлено действием крупных барических систем, затрагивающих, как правило, всю территорию страны или большую ее часть. Сила ветра при этом зависит от разности возникающего давления между барическими системами (барический градиент): чем меньше расстояние и выше барический градиент, тем выше скорость ветра. Равнинный характер территории Беларуси не препятствует перемещению воздушных масс. Вследствие этого потенциальная вероятность воз-

никновения сильного ветра равна для всей страны. Вместе с тем анализ пространственной приуроченности данного явления выявил неравномерное распределение повторяемости сильного ветра в пределах Беларуси (рисунок 1). Показатели повторяемости сильных ветров изменяются от 0 до 54% (в данном случае показатель 54% означает, что явление наблюдается чаще, чем раз в два года). Следует отметить, что приведенные данные о повторяемости сильного ветра принято рассматривать в качестве ее нижнего предела для административного района. Это обусловлено трудностью регистрации данного метеорологического явления ввиду большой дискретности и быстротечности, а также малой повторяемостью и локальностью проявления. В региональном плане метеостанции, фиксирующие высокую повторяемость сильного ветра, как установлено, приурочены к крупным речным долинам [6]. Центральная наиболее возвышенная часть страны, ввиду ее водораздельного положения, характеризуется отсутствием крупных речных долин, поэтому повторяемость сильных порывов ветра в ее пределах редко превышает 20%.

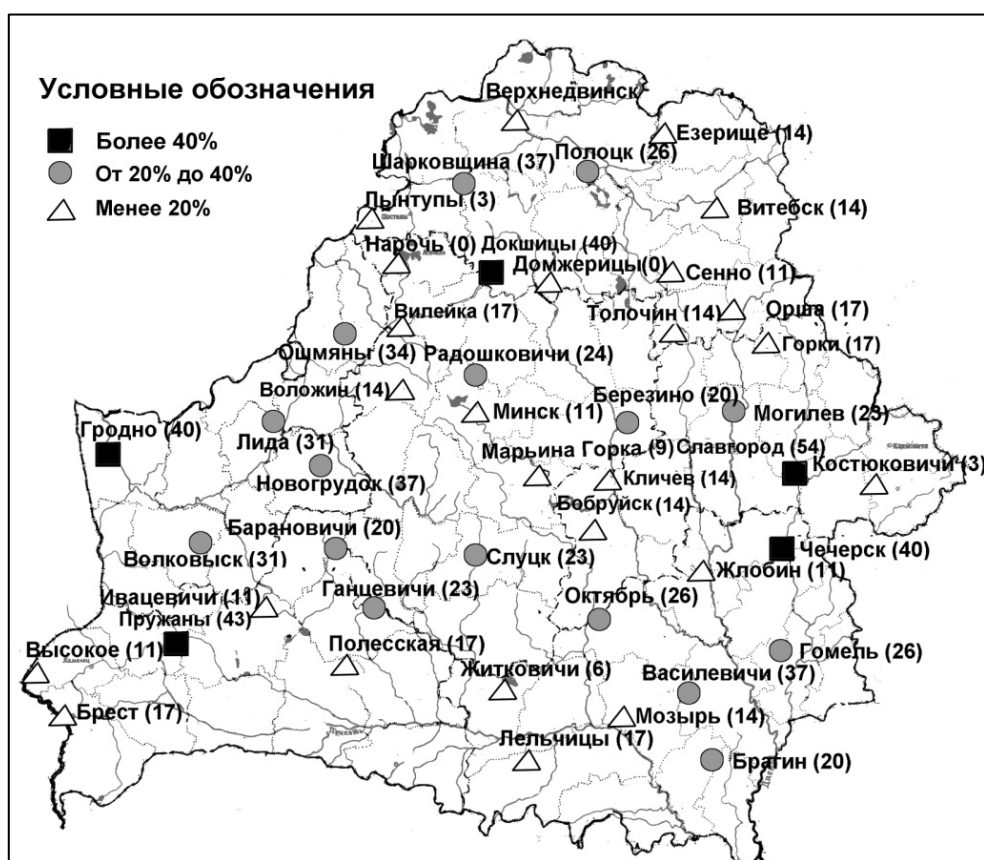


Рисунок 1 – Повторяемость сильного ветра по метеостанциям РБ

Пункты с высокими и низкими показателями повторяемости нередко находятся на небольшом расстоянии друг от друга. Это объясняется тем, что такие характеристики движения приземных слоев атмосферы, как скорость и направление, определяются не только барической составляющей. Именно мезомасштабные неоднородности подстилающей поверхности на расстоянии нескольких километров могут вызвать различия в условиях погоды, превышающие изменения, определяемые крупномасштабными процессами. Возвышенности являются для воздушного потока препятствием с более изрезанным рельефом, чем равнина. Над ними воздушные потоки замедляются и формируют области сходимости течений. В результате динамического воздействия рельефа

на ветер, возникающего при различиях в шероховатости поверхностей, различной ориентации склонов по отношению к переносу воздуха, происходит усиление ветра в местах сближения линий тока и ослабления в местах их расхождения. [7]. В результате изменяется скорость и направление ветра. Выраженные в рельефе речные долины также могут в значительной степени изменять скорость и направление ветра [8]. При ветрах, дующих параллельно долине, наблюдается некоторое усиление их скорости (до 25%) по сравнению с открытыми равнинными участками, а при перпендикулярном направлении – существенное ослабление. Дополнительным условием, влияющим на движение приземных слоев атмосферы, является лесная растительность. Так, по данным [9], лесозащитные полосы уменьшают скорость ветра на 17–47% в сравнении с открытым пространством. Также установлено, что лесные полосы влияют на уменьшение скорости ветра на расстоянии, равном 20–25-кратной высоте полос. Таким образом, деятельный слой оказывает на воздушный поток существенное влияние: в первую очередь, он трансформирует ламинарный поток в турбулентный, зачастую изменяя скорость и направление. Влияние деятельного слоя на воздушные потоки, в свою очередь, определяется орографией и характером растительного покрова, т.е. конкретными ландшафтными условиями. Сочетание перечисленных факторов приводит к уменьшению или увеличению скорости ветра. Следовательно, мезомасштабные различия деятельного слоя выступают дополнительной причиной неравномерной повторяемости сильного ветра в пределах Беларуси.

Для выявления обстоятельств неодинаковой встречаемости явления нами рассмотрен ряд характерных участков с низкой (до 20%), средней (20–39%) и высокой (40% и выше) обеспеченностью сильным ветром (таблица).

Таблица – Некоторые природные особенности метеостанций с различной повторяемостью сильного ветра

Метеостанция	Повторяемость, %	Коэффициент лесистости	Долина (ширина), км	Превышение, м
Домжерицы	0	1	–	10
Нарочь озерная	0	0,75	–	10–15
Лынтупы	3	0,875	–	10–15
Березино	20	0,25	1,5	10–20
Ганцевичи	23	0,25	–	10–15
Радошковичи	24	0,375	0,9	30–50
Докшицы	40	0,125	1	30–40
Чечерск	40	0	5	20–50
Славгород	54	0	5	30–40

Предложенная нами классификация условна, однако она позволяет оценить роль ландшафтных факторов в распределении повторяемости сильного ветра на территории Республики Беларусь. В таблице коэффициент лесистости показывает, какую часть окрестности в радиусе 0,5–2 км от метеостанции занимают крупные лесные массивы, способные влиять на скорость ветра. Окружность условно разделена на 8 секторов, одному сектору соответствует коэффициент 0,125. Коэффициент 1 означает, что в этом радиусе лесная растительность окружает метеостанцию со всех сторон. Морфометрические данные в таблице получены с помощью программы *MapInfo Professional*. Данные таб-

лицы свидетельствуют, что ландшафтные условия вблизи метеостанций с минимальными и максимальными показателями в значительной мере отличаются. Территории с невысокой повторяемостью характеризуются высокими коэффициентами лесистости и плоским, с незначительными превышениями, рельефом. Метеостанции с высокой обеспеченностью возникновения сильного ветра выделяются практически полным отсутствием лесных массивов и наличием крупной, относительно спрямленной речной долины. Пункты со средней повторяемостью характеризуются различным сочетанием данных показателей, находящихся в пределах средних значений.

Для выявления конкретных ландшафтных условий, влияющих на повторяемость сильного ветра, нами рассмотрены два участка с максимальным и минимальным показателями повторяемости. По данным РГМЦ, максимальная для Беларуси повторяемость сильного ветра зафиксирована на метеостанции г. Славгорода (54% за 35 лет наблюдений), минимальная – в поселке Домжерицы (0% за 22 года наблюдений).

Город Славгород расположен в пределах Оршано-Могилевской равнины, абсолютные отметки данной территории составляют в основном 130–170 м, отдельные высоты достигают 190 м. Особенностью рельефа здесь является преобладание пологоволнистых поверхностей с отдельными моренными, камовыми и эоловыми возвышенностями. Кроме того здесь наблюдается сочленение краевых образований сожской стадии оледенения, которые просматриваются в виде цепочек конечноморенных возвышенностей. В региональном плане выделяются отрицательные линейные элементы рельефа – выработанные долины рек Сож и Проня (рисунок 2).

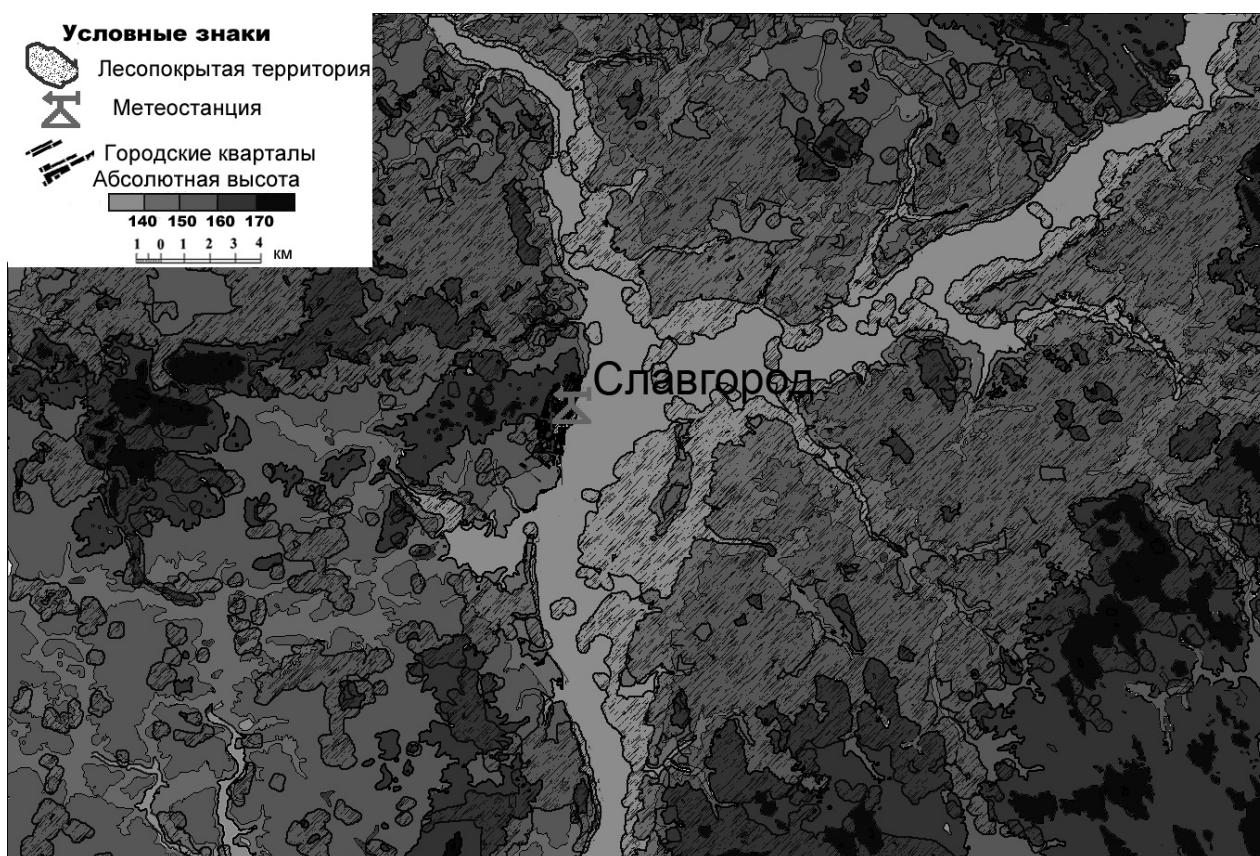


Рисунок 2 – Картограмма: геоморфология и распределение лесопокрытой территории в окрестностях г. Славгорода

Городские кварталы Славгорода приурочены преимущественно к правобережью рек Проня и Сож в месте их слияния и находятся на коренном берегу. Сочленение долин этих рек имеет Т-образный вид. Урез воды здесь находится в пределах 129,7–128,2 м. Коренной берег поднимается на 140–150 м, отдельные превышения достигают высоты 160 м и более. Вершина с максимальной высотой (178 м) находится в 2 км к Западу от города. Превышение бортов долины над тальвегом данного участка составляет от 20 до 50 м. Таким образом, долины рек с окаймляющими населенный пункт возвышенностями формируют своеобразный желоб шириной более 2 км и высотой бортов до 50 м. По-видимому, такая геоморфологическая специфика в определенные моменты способствует каналированию ветровых потоков. При ветрах, параллельных долине, сходимость линий тока воздуха возникает в районе города. Древесная растительность является дополнительным условием, влияющим на формирование местного ветрового коридора. Контуры лесных массивов в значительной степени совпадают с очертаниями долины, усиливая влияние рельефа на движение приземных воздушных масс. На территории, прилегающей к г. Славгороду, коэффициент лесистости равен нулю (таблица). Таким образом, на рассмотренном участке хорошо выделяется единый ветровой коридор, сформированный специфическим сочетанием русла водотоков, речными террасами, коренными берегами, а также высотой древостоя. Во время опасной синоптической ситуации ландшафтные условия территории могут влиять на усиление ветра до разрушительной скорости.

На метеостанции, расположенной в Березинском биосферном заповеднике, по данным РГМЦ, повторяемость сильного ветра равно нулю. Рельеф территории представлен плоскими флювиогляциальными и лимноаллювиальными равнинными территориями, ограниченными конечноморенными образованиями. Моренный комплекс сформирован сожским ледником и основательно переработан в поозерское время, вследствие чего образующие гряды моренные холмы разобщены и имеют сглаженную куполообразную форму. Абсолютные отметки рельефа достигают 180–226 м. Метеостанция размещается в центральной части заповедника у подножья меридионально расположенной гряды (рисунок 2).

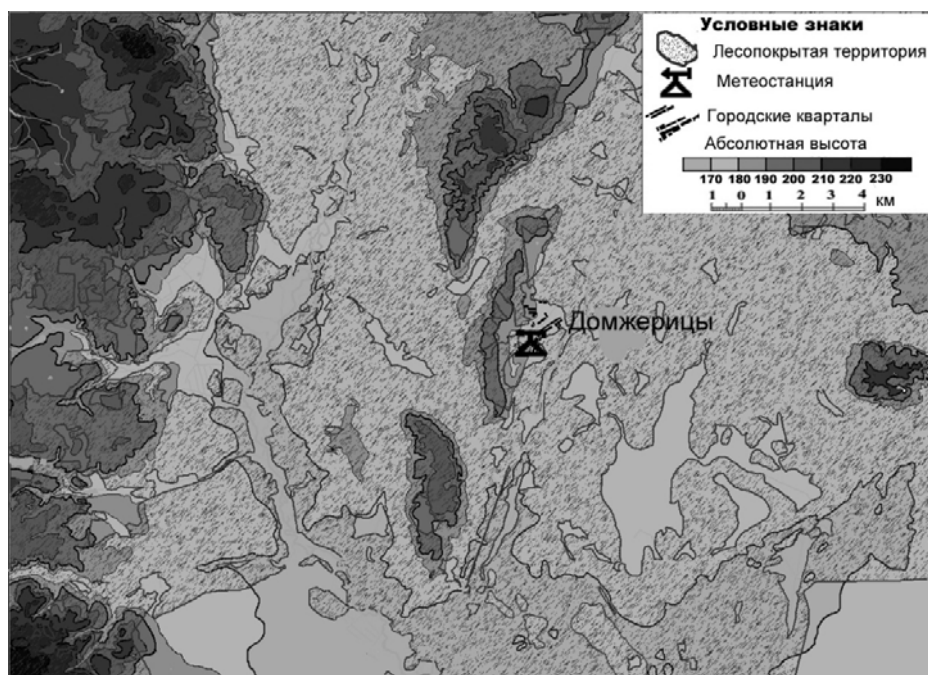


Рисунок 3 – Картограмма: геоморфология и распределение

лесопокрытой территории в окрестностях д. Домжерицы

При ветрах западных румбов станция находится в ветровой тени, а при восточных – в центре подветренного склона в месте расхождения линий тока воздуха. При субмеридиональном движении воздуха воздействие рельефа нейтрально. Таким образом, геоморфология участка данной метеостанции в зависимости от синоптической обстановки либо способствует снижению здесь скорости ветра, либо не оказывает на нее никакого влияния. Кроме того, окружающая метеостанцию территория практически полностью залесена, о чем свидетельствует коэффициент лесистости, равный единице (таблица). Данная ситуация выступает в качестве дополнительного фактора, снижающего скорость ветра. Отмеченное сочетание локальных факторов, воздействующих на перемещение приземных слоев атмосферы, обуславливает один из самых низких показателей повторяемости сильного ветра на данной территории.

Заключение

Вследствие равнинного характера территории Беларуси потенциальная вероятность возникновения (риск) сильного ветра одинакова во всех ее регионах. Однако, согласно данным РГМЦ, частота этого события изменяется в широких пределах и распределяется неравномерно по территории страны. Сопоставление полярных участков с высокой (54%) и низкой (0%) обеспеченностью сильного ветра выявил ряд ландшафтных особенностей сравниваемых территорий. Так, участки с низкой повторяемостью шквалов характеризуются высокими коэффициентами лесистости и плоским (с незначительными превышениями) рельефом. Метеостанции с высокой обеспеченностью проявления сильного ветра приурочены к спрямленным участкам крупных речных долин со значительными превышениями (30–50 м) бортов над руслом, с невысокой лесистостью (таблица). Участки со средней повторяемостью сильных ветров имеют различные комбинации названных ландшафтных условий. Как известно, скорость и направление ветра определяются не только барическим градиентом. Ландшафтные условия конкретной территории, со своей стороны, способны в существенной степени трансформировать основные характеристики перемещения воздуха. Сочетание элементов рельефа и растительного покрова рассмотренных участков приводит к уменьшению или увеличению скорости и частичному изменению направления ветра. Таким образом, деятельный слой является одним из ведущих факторов, определяющих скорость и направление ветра локальных участков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад комиссара ЕС по вопросам гуманитарной помощи Кристалины Георгиевой // Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/>. – Дата доступа: 10.12.2010.
2. Сведения о чрезвычайных ситуациях в Республике Беларусь по данным учета МЧС // Мв-о по чрезвычайным ситуациям в Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www/rescue01.gov.by/>. – Дата доступа: 26.08.2011.
3. Об утверждении перечня приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2011–2015 г. : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 19 апреля 2010 г. № 585.
4. Инструкция о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : утв. постановлением М-ва по чрезвычайным ситуациям от 19.02. 2003 г. № 17. – Минск, 2003. – 86 с.

5. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси : справочник / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь; под общ. ред. М.А. Голберга. – Минск : БелНИЦ Экология, 2002. – 132 с.

6. Кадацкий, В.Б. Ландшафтная приуроченность нежелательных природных явлений на территории Беларуси / В.Б. Кадацкий, А.В. Силук // Вести БГПУ. Сер. 3. Физика. Математика. Информатика. Биология. География. – 2007. – № 4. – С. 42–48.

7. Микроклимат холмистого рельефа и его влияние на сельскохозяйственные культуры / Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Глав. геофиз. обсерватория им. А. И. Воейкова. – Л. : Гидрометеиздат, 1962. – 250 с.

8. Песков, П.И. Микроклимат пойм рек (на примере рек Европейской территории Советского Союза) : автореф. дисс. ... канд. геогр. наук / П.И. Песков; Глав. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова. – Л., 1967. – 28 с.

9. Костюкевич, Н.И. Введение в лесную метеорологию / Н.И. Костюкевич; под ред. Л.П. Смоляка. – Минск : Выш. шк., 1969. – 248 с.

Silyuk A.V. Territorial Features and Factors of Origin of Strong Winds in Conditions of Belarus

The article discusses the territorial association of the repeatability of strong winds in the republic. On the basis of statistical data received from fifty weather stations we identified areas at high risk of strong winds. The occurrence of abnormal weather conditions are described for our country in wind velocity and the characteristics of the active surface, affecting the movement of surface air masses. Geomorphological details, forest distribution as well as areas with high and low frequency of strong winds in the country are described in the article. Fundamental differences are revealed between the considered landscape areas.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 03.09.2011

УДК 556.51 (282.243.613)

О.В. Токарчук

ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕК ТРАНСГРАНИЧНОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА ЗАПАДНОГО БУГА

В работе представлен опыт изучения водного режима рек трансграничной части бассейна р. Западный Буг. Проведенное исследование основано на результатах наблюдений на гидрологических постах и материалах, опубликованных в гидрологических ежегодниках и систематизированных в базах данных гидрометеорологических ведомств Беларуси, Украины и Польши. Автором изучена география гидрологических постов в пределах бассейна, установлена обеспеченность обоснованных физико-географических районов и округов территории гидрологическими постами. Из действующих гидрологических постов отобраны репрезентативные и транзитные посты. Выполнен анализ среднесуточных расходов воды за период 1951–2010 гг., установлены крайние значения расходов воды. Изучена нерегулярность расходов в пределах отдельных физико-географических районов и ее изменения по мере нарастания площади бассейна. Обобщены многолетние и сезонные данные, касающиеся колебания водности, и установлены значения отдельных видов питания рек бассейна.

Введение

Западный Буг, являясь крупнейшим левосторонним притоком р. Нарев, протекает по территории трех государств: из 755 км длины реки 185 км верхнего течения находятся на территории Украины; затем на протяжении 363 км река служит природной границей Польши с Украиной и Беларусью; нижний отрезок течения, протяженностью 207 км, находится на территории Польши. Из 39 420 км² поверхности бассейна Западного Буга 30 025 км² образуют т.н. трансграничную часть (до створа выхода реки за пределы территории Беларуси), сток воды с которой происходит через государственную границу на территорию Польши. Трансграничная часть бассейна практически поровну распределена между тремя государствами: Украиной, Польшей и Беларусью.

Целью работы являлось изучение водного режима рек трансграничной части бассейна р. Западный Буг. Материал и методика исследования основывались на анализе существующих результатов наблюдения за водным режимом рек, а также на результатах изучения автором неоднородности природной среды территории [1].

В ходе настоящего исследования были использованы результаты наблюдений на гидрологических постах, опубликованные в гидрологических ежегодниках и систематизированные в базах данных гидрометеорологических ведомств Беларуси, Украины и Польши. Также были использованы доступные справочные [2–5], картографические [6–9] и литературные [10–13] источники.

Изучение водного режима рек бассейна основывалось на результатах наблюдений на гидрологических постах за период 1951–2010 гг. Под водным режимом рек понимались закономерные изменения стока воды, скорости течения, уровней воды и уклонов водной поверхности во времени и пространстве [14]. В данном исследовании в качестве интегральной характеристики водного режима рассматривался расход воды.

Была изучена география гидрологических постов в пределах трансграничной части бассейна р. Западный Буг. Устанавливалась обеспеченность физико-географических районов и округов гидрологическими постами. Из действующих гидрологических постов были выбраны репрезентативные (отражают однородные физико-географические условия; водосбор полностью или почти полностью расположен в пределах одного физико-географического района) и транзитные (отражают некоторый

комплекс физико-географических условий; водосбор в пределах нескольких физико-географических районов).

Анализ данных наблюдений на репрезентативных и транзитных постах являлся основой изучения водного режима рек бассейна. Ставилась цель установить связь характеристик водного режима с физико-географической неоднородностью территории.

Первоначально анализировались среднесуточные расходы воды на выбранных репрезентативных и транзитных гидрологических постах. Для них за указанный период наблюдений были установлены крайние значения расходов воды. Изучена нерегулярность расходов в пределах отдельных физико-географических районов и ее изменения по мере нарастания площади бассейна. Коэффициент нерегулярности расходов определялся как отношение максимального расхода к минимальному.

Далее за указанный период наблюдений были установлены многолетние колебания водности рек бассейна, при этом анализировались изменения средних годовых расходов воды рек для репрезентативных и транзитных гидрологических постов.

На заключительном этапе изучались сезонные колебания водности рек. При этом анализировались внутригодовые колебания среднемесячных расходов воды осредненные за указанный период наблюдений для р. Западный Буг и ее основных притоков (многолетние изменения средних месячных расходов воды рек) и гидрографы для репрезентативных гидрологических постов. Исследовались различия в протекании характерных фаз водного режима. Путем расчленения гидрографов репрезентативных гидрологических постов методом Б.В. Полякова [15] для характерных лет средней обеспеченности водности определялись значения отдельных видов питания рек.

Результаты исследования и их обсуждение

В пределах трансграничной части бассейна р. Зап. Буг расположены 67 гидрологических постов: 18 на территории Республики Беларусь, 18 в Украине и 31 в Польше [16]. В настоящее время действующими являются 30 гидрологических постов: 10 в пределах белорусской, 9 украинской и 11 польской частей бассейна. Их средняя плотность составляет 1 пост на 995,81 км².

Условия формирования поверхностных вод в пределах отдельных физико-географических районов отражают 20 действующих гидрологических постов (таблица 1). Из их числа были отобраны 16 репрезентативных постов с наибольшим рядом наблюдений: 5 постов в белорусской, 6 в украинской и 5 в польской частях бассейна (рисунок 1). Некоторую «сумму» физико-географических условий отражают 10 действующих постов, их водосборы находятся в пределах нескольких физико-географических районов. Из их числа были отобраны 8 постов с наибольшим рядом наблюдений, замыкающих характерные участки бассейна. Данные посты в дальнейшем рассматривались как транзитные (рисунок 1). В качестве транзитного также был выбран недавно закрытый гидрологический пост на р. Зап. Буг в г. Сокаль (Украина).

Величины расходов воды р. Западный Буг и его притоков в пределах трансграничной части бассейна изменяются в значительном интервале. Минимальные расходы рек составляют от нескольких десятков до нескольких сотен литров в секунду, максимальные – от нескольких десятков до нескольких сотен метров кубических в секунду. Коэффициент нерегулярности расходов основных притоков р. Западный Буг изменяется в интервале от 62 (для р. Хучва) до 2 140 (для р. Пульва). Нерегулярность расходов Западного Буга уменьшается вниз по течению от 483 до 36.

Нерегулярность расходов рек на репрезентативных гидрологических постах в первую очередь зависит от местных природных условий формирования стока. Наибольший удельный коэффициент нерегулярности расходов характерен для Высоков-

ской равнины и Южного Розточья, наименьший – для Сокальской гряды, Хрубешувско-Иваничевской котловины и Лукувской равнины.

Таблица 1 – Обеспеченность физико-географических районов и округов в пределах трансграничной части бассейна р. Западный Буг гидрологическими постами

Округ	Район	Гидрологический пост
Подольская возвышенность	Гологоро-Воронякская гряда	р. Западный Буг (с. Сасов)
Розточье	Южное Розточье	р. Свиня (г. Жолква)
Малое Полесье	Верхне-Бугская равнина	р. Полтва (г. Буск)
	Побужская котловина	р. Рата (с. Волица)
		р. Рата (с. Межиречье)
		р. Солокия (г. Червоноград)
Волинская возвышенность	Сокальская гряда	р. Хучва (с. Гоздув)
	Хрубешувско-Иваничевская котловина	
	Городельско-Хотячिवская гряда	р. Луга (г. Владимир-Волинский)
Волинское Полесье	Хелмская равнина	р. Ухерка (с. Руда Опалин)
	Любомльская равнина	–
Западное Полесье	Ленчыньско-Влодавская равнина	р. Влодавка (с. Окунинка)
	Шацкая равнина	–
	Верхне-Припятская равнина	кан. Ореховский (с. Меленково)
	Малоритская равнина	р. Малорыта (г. Малорита)
		р. Копаювка (с. Черск)
	Брестская равнина	р. Рыта (с. Малые Радваничи)
	Верхне-Припятская равнина	кан. Ореховский (с. Меленково)
	Коденьская равнина	р. Мулава (с. Россось)
	Коденьская равнина	р. Зелява (с. Перковице)
	Ломазская равнина	
Предполесье	Пружанская равнина	р. Лесная (г. Каменец)
	Высоковская равнина	р. Пульва (г. Высокое)
Южно-Подляская равнина	Лукувская равнина	р. Кшна (с. Поросюки)

Нерегулярность стока рек на транзитных гидропостах в значительной степени определяется площадью замыкаемого водосбора: чем больше площадь водосбора, тем меньше коэффициент нерегулярности расходов. Установленные характерные расходы воды для репрезентативных и транзитных гидрологических постов на р. Зап. Буг и ее притоках в пределах исследуемой территории, а также амплитуда их колебаний показаны в таблицах 2 и 3. Анализ изменения средних годовых расходов воды рек за период 1951–2010 гг. показал синхронность их динамики на репрезентативных и транзитных гидрологических постах, что говорит о климатической природе многолетних колебаний водности рек исследуемой территории.

**Рисунок 1 – Репрезентативные и транзитные гидрологические посты**

В то же время синхронность динамики водности рек бассейна, обусловленная климатическими факторами, нарушается спецификой общих тенденций (трендов) изменения средних годовых расходов воды за период 1951–2010 гг., обусловленных физико-географическими особенностями и характером хозяйственного освоения водосборов.

Так, известно, что величина средних годовых расходов воды в р. Западный Буг в 1951–1981 гг. имела отчетливую тенденцию роста; в следующем десятилетии величина стока была чуть ниже средней; расходы в 1991–2010 гг. приближались к средним показателям. В целом за 50 пять лет среднегодовые показатели расхода воды в р. Западный Буг выказывали тенденцию незначительного роста. В то же время для репрезентативных постов на р. Рыта (с. Малые Радваничи), на р. Лесная (г. Каменец) характерна тенденция уменьшения средних годовых расходов воды за период 1951–2010 гг. (рисунок 2).

Анализ сезонных колебаний водности рек показал, что большие расходы воды и наибольшие месячные их величины чаще всего регистрируются во время весенних половодий, а максимальные месячные расходы приходятся на апрель. Реже отмечается значительное увеличение расходов в период летне-осенних или зимних паводков. В целом расходы летнего полугодия ниже зимнего.

Таблица 2 – Характерные значения расходов для репрезентативных гидрологических постов за 1951–2010 гг.

Гидрологический пост	Водосбор (А), км ²	Расход воды, м ³ /с		
		Q _{max}	Q _{min}	K _н (K _н /A)
р. Западный Буг (с. Сасов)	107,0	46,1	0,17	271 (2,53)
р. Свиня (г. Жолква)	96,6	16,0	0,03	533 (5,52)
р. Полтва (г. Буск)	1 440,0	119,0	0,33	361 (0,25)
р. Рата (с. Межиречье)	1 740,0	222,0	0,37	600 (0,35)
р. Солокия (г. Червоноград)	931,0	104,0	0,26	400 (0,43)
р. Хучва (с. Гоздув)	1 215,0	32,1	0,52	62 (0,05)
р. Луга (г. Владимир-Волынский)	1 270,0	117,0	0,26	450 (0,35)
р. Ухерка (с. Руда Опалин)	433,0	28,1	0,05	562 (1,30)
р. Влодавка (с. Окунинка)	576,0	48,2	0,12	402 (0,70)
кан. Ореховский (с. Меленково)	1 070,0	15,7	0,01	1 570 (1,47)
р. Копаявка (с. Черск)	461,0	19,1	0,02	955 (2,07)
р. Рыта (с. Малые Радваничи)	968,0	68,4	0,13	526 (0,54)
р. Зелява (с. Перковице)	955,0	39,5	0,28	141 (0,15)
р. Лесная (г. Каменец)	1 920,0	201,0	0,90	223 (0,12)
р. Пульва (г. Высокое)	317,0	42,8	0,02	2 140 (6,75)
р. Кшна (с. Поросюки)	1 210,0	76,5	0,74	103 (0,09)

Примечание – K_н – коэффициент нерегулярности расходов (Q_{max} / Q_{min})

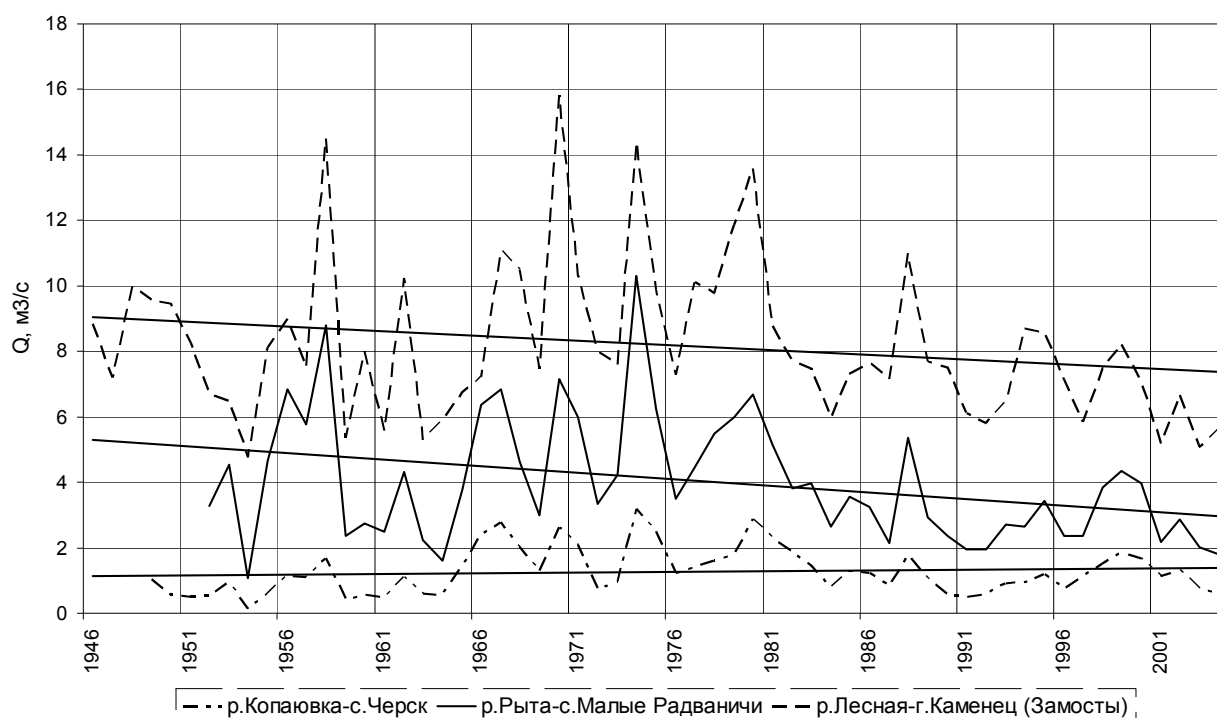
Таблица 3 – Характерные значения расходов для транзитных гидрологических постов за 1951–2010 гг.

Гидрологический пост	Водосбор, км ²	Расход воды, м ³ /с		
		Q _{max}	Q _{min}	K _н (K _н /A)
р. Западный Буг (г. Каменка Бугская)	2 360,0	222,0	0,46	483 (0,20)
р. Западный Буг (г. Сокаль)	6 250,0	536,0	3,15	170 (0,03)
р. Западный Буг (с. Стшыжув)	8 944,6	692,0	3,20	216 (0,02)
р. Западный Буг (с. Дорохуск)	12 398,7	526,0	11,40	46 (0,004)
р. Западный Буг (г. Влодава)	14 410,0	769,0	8,01	96 (0,007)
р. Западный Буг (с. Кшычев)	26 284,0	902,0	25,1	36 (0,001)
р. Мухавец (г. Брест)	6 590,0	269,0	0,84	320 (0,05)
р. Кшна (с. Малова Гура)	3 127,7	182,0	1,00	182 (0,06)
р. Лесная (с. Тяхиничи)	2 590,0	166,0	1,66	100 (0,04)

Весеннее половодье на реках исследуемой территории начинается в начале либо середине февраля еще при ледоставе. Наибольший расход половодья обычно наблюдается при ледоходе. Пик весеннего половодья, как правило, длится одни сутки, спад уровня происходит значительно медленнее подъема. Заканчивается половодье в первой половине мая.

В летний период расходы рек уменьшаются, несмотря на значительную величину осадков. Это связано с физическим испарением и транспирацией. Минимальные расходы чаще всего отмечаются поздним летом либо ранней осенью, когда запасы подземных вод исчерпываются. Во второй половине календарной осени расходы рек возрастают.

В летне-осенний период на р. Западный Буг и его притоках наблюдается 3-4, иногда до 6 паводков, в маловодные годы – 1-2 паводка. Средняя продолжительность паводков составляет 8–15 суток, наибольшая – 35 суток.



Примечание – прямыми линиями показаны тренды изменений водности

Рисунок 2 – Изменение средних годовых расходов воды для гидрологических постов с наибольшими рядами наблюдений в пределах белорусской части бассейна р. Западный Буг

Зимой величины расходов несколько уменьшаются. Причиной этому служит ограничение питания, вызванное отрицательными температурами воздуха.

Сходные особенности внутригодового распределения стока основных рек водосбора дают возможность отнести их к одному типу водного режима. Однако во времени наступления половодья и меженных периодов между гидрологическими постами ежегодно наблюдаются определенные временные разбежки. Отличается также выраженность отдельных фаз водного режима, определяемая местными условиями.

Наиболее отчетливо различия между гидрологическими постами наблюдаются на гидрографах для характерных лет. Из гидрографов видно, что каждый репрезентативный створ, характеризующий формирование стока в пределах отдельного физико-географического района, имеет свою специфику протекания фаз водного режима, что в первую очередь обусловлено определенным соотношением различных видов питания рек в однотипных условиях. Анализ гидрографов разных лет показал, что отмеченная специфика протекания отдельных фаз водного режима на репрезентативных гидрологических постах сохраняется для периодов разной водности, т.к. существующие ландшафтные особенности формирования стока в целом остаются неизменными либо однотипно нарушаются в ходе хозяйственного освоения территории водосборов.

Анализ полученных результатов позволяет выявить региональные отличия в формировании водного режима рек бассейна. Отчетливо выделяются южная возвышенная и северная равнинная части бассейна, для которых различия в питании рек обуславливаются наиболее существенными различиями в природных условиях. Расчетные

средние значения различных видов питания рек для репрезентативных гидрологических постов показаны в таблице 4.

Таблица 4 – Среднее соотношение различных видов питания рек для репрезентативных гидрологических постов за 1951–2010 гг.

Пост	Вид питания, %		
	Поверхностное снеговое	Поверхностное дождевое	Подземное (грунтовое)
р. Западный Буг (с. Сасов)	27	9	64
р. Свиня (г. Жолква)	31	25	44
р. Полтва (г. Буск)	29	16	55
р. Рата (с. Межиречье)	33	14	53
р. Солокия (г. Червоноград)	34	9	57
р. Хучва (с. Гоздув)	35	9	56
р. Луга (г. Владимир-Волинский)	32	6	62
р. Ухерка (с. Руда Опалин)	55	11	34
р. Влодавка (с. Окунинка)	49	10	41
кан. Ореховский (с. Меленково)	52	3	45
р. Копаявка (с. Черск)	49	15	36
р. Рыта (с. Малые Радваничи)	44	11	45
р. Зеява (с. Перковице)	51	10	39
р. Лесная (г. Каменец)	28	9	63
р. Пульва (г. Высокое)	36	9	55
р. Кшна (с. Поросюки)	32	10	58

Так, южная возвышенная часть бассейна характеризуется преимущественно подземным питанием рек, на долю которого в среднем для региона приходится 55–59% годового объема стока; доля снегового питания в среднем составляет 29–33,5%. Однако для этой части бассейна присущи значительные различия в доле дождевого питания (от 6 до 25%), что позволяет разделить территорию на более дробные регионы.

Для створов р. Западный Буг (с. Сасов), р. Свиня (г. Жолква), р. Полтва (г. Буск), которые характеризуют Подольскую возвышенность, Розточье и Верхне-Бугскую равнину Малого Полесья, характерна достаточно высокая доля дождевого питания, что обусловливается большим количеством атмосферных осадков (650–750 мм), более расчлененным рельефом и характером подстилающих грунтов. Гидрограф в пределах данного подрайона характеризуется большими перепадами значений расходов, а пики дождевых паводков сопоставимы с таковыми для половодья.

Для створов р. Рата (с. Межиречье) и р. Солокия (г. Червоноград), представляющих Побужскую котловину Малого Полесья, характерна меньшая доля дождевого питания (в среднем 12,5%), что в первую очередь связано с уменьшением количества атмосферных осадков. Гидрограф имеет более плавные очертания; его фигуру, как правило, образует выраженный, иногда сложный, пик половодья, дополняемый менее значимыми пиками паводков.

Для створов р. Хучва (с. Гоздув) и р. Луга (г. Владимир-Волинский), которые характеризуют водный режим Волынской возвышенности, уменьшение доли дождево-

го питания в среднем до 7,5% связано не только с уменьшением суммы жидких осадков, но и с характером гидрографической сети, рельефа и подстилающих грунтов, которые способствуют более интенсивной инфильтрации воды. Доля грунтового питания рек в пределах Волынской возвышенности имеет наибольшие среднее значение для всего бассейна (59%) и достигает максимума в бассейне р. Луга. Гидрограф характеризуется значительными перепадами расходов в весенний период, большой вариабельностью расходов в летний и зимний периоды в сочетании с потенциально большими расходами воды в межень.

Для северной равнинной части бассейна также характерны различия в питании рек в пределах отдельных физико-географических регионов.

Часть бассейна в пределах Волынского и Западного Полесья характеризуется преимущественно снеговым питанием рек: на его долю в среднем для региона приходится 50% годового объема стока, а диапазон изменений доли данного вида питания составляет 44–55%. Доля подземного питания составляет в среднем 40%, варьируя в пределах различных водосборов в интервале 34–45%. Доля дождевого питания составляет в среднем 10%, изменяясь по территории региона от 3 до 15%. Динамика доли различных видов питания в пределах региона во многом объясняется неоднородностью гидрографической сети и рельефом территории. Так, территории с большой густотой мелиоративной сети характеризуются меньшей долей дождевого питания, а водосборы с ровным пониженным рельефом – большей долей подземного питания. Водосборы с большой густотой русловой сети характеризуются большей долей снегового питания. Гидрографы характеризуются выраженным сложным пиком весеннего половодья, колебания расходов в летне-осенний и зимний периоды выражены слабо.

Часть бассейна в пределах Южно-Подляской равнины и Предполесья характеризуется преимущественно подземным питанием, на долю которого в среднем для региона приходится 58% годового объема стока, диапазон изменений доли данного вида питания составляет 55–63%. Доля подземного питания составляет в среднем 32%, варьируя в пределах различных водосборов в интервале 28–36%. Доля дождевого питания составляет в среднем 10%, практически не изменяясь по территории. Гидрографы в пределах региона характеризуются значительными временными колебаниями значений расхода воды в зимний и весенний периоды. Расходы в летне-осенний период более устойчивы и испытывают незначительные колебания во время дождевых паводков.

Для исследуемой территории соотношение различных видов питания говорит о значительном разрыве их доли в речном стоке: 53% составляет подземное питание, 36% снеговое и 11% дождевое. Таким образом, трансграничную часть бассейна р. Западный Буг можно охарактеризовать как территорию с преимущественно подземным питанием рек.

Заключение

Выявленные закономерности водного режима рек трансграничной части бассейна р. Западный Буг могут быть использованы при планировании мероприятий по рациональному использованию и охране поверхностных вод, а также при выработке предложений по оптимизации мониторинга рек бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Токарчук, О.В. Физико-географическое районирование трансграничной части бассейна реки Западный Буг / О.В. Токарчук // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2005. – № 3. – С. 88–92.

2. Блакітная кніга Беларусі : энцыклапедыя / Беларус. энцыкл. ; рэдкал.: Н.А. Дзісько [і інш.]. – Мінск : БелЭн, 1994. – 415 с.
3. Волчек, А.А. Водные ресурсы Брестской области / А.А. Волчек, М.Ю. Калинин. – Минск : Изд. центр БГУ, 2002. – 440 с.
4. Малі річки України : довідник / редкол.: А.В. Яцик [та інш.]. – Київ : Урожай, 1991. – 296 с.
5. Atlas posterunków wodowskazowych dla potrzeb państwowego monitoringu środowiska / red. kol.: W. Szczepański [i in.]. – Warszawa–Katowice : Państwowa inspekcja ochrony środowiska, 1995–1996. – 86 s.
6. Національний атлас України / рэдкал.: Л.Г. Руденко [та інш.]. – Київ : ДНВП «Картографія», 2008. – 440 с.
7. Нацыянальны атлас Беларусі / рэдкал.: М.У. Мясніковіч [і інш.]. – Мінск : РУП «Белкартаграфія», 2002. – 292 с.
8. Atlas hydrologiczny Polski. – Warszawa : Wyd. Geol., 1987. – 93 s.
9. Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. – Warszawa : PPWK, 1993–1997. – 934 s.
10. Природные ресурсы Брестской области / редкол. А.В. Грибко [и др.]. – Брест, 2007. – 68 с.
11. Korytarz ekologiczny doliny Bugu (Stan – Zagrozenia – Ochrona) / red. kol.: A. Dombrowski [i in.]. – Warszawa : IUCN Poland, 2002. – 368 s.
12. Michalczyk, Z. Stosunki wodne Lubelszczyzny / Z. Michalczyk, T. Wilgat. – Lublin : UMCS, 1998. – 168 s.
13. Rzeka Bug: zasoby wodne i przyrodnicze / red. kol.: J. Dojlido [i in.]. – Warszawa : IMGW, 2003. – 416 s.
14. Чеботарев, А.И. Гидрологический словарь / А.И. Чеботарев. – Л. : Гидрометеиздат, 1978. – 308 с.
15. Евстигнеев, В.М. Речной сток и гидрологические расчеты / В.М. Евстигнеев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 304 с.
16. Токарчук, О.В. Гидрологическая характеристика трансграничной части бассейна реки Западный Буг / О.В. Токарчук // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. прыродазнаўчых навук. – 2008. – № 2(31). – С. 114–125.

Tokarchuk O.V. Peculiarities of the Water Regime of the Rivers of Transboundary Part of Western Bug basin

The article describes the experience of researching of a water regime of the rivers of a transboundary part of the Western Bug basin. The carried research is based on observation on the hydrological posts published in hydrological year-books and systematised in databases of hydrometeorological departments of Belarus, Ukraine and Poland. The author studies the geography of hydrological posts within the basin; the provision of the proved physics-geographical areas and territory districts with hydrological posts is established. From operating hydrological posts representative and transit posts are selected. The paper views the analysis of daily average and extreme values of water discharge during 1951–2010. The article describes the irregularity of water discharge within separate physics-geographical areas and its change in the process of increase of basin area. The paper views many-year and seasonal fluctuations of water content and values of separate kinds of an alimentation of basin rivers.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 21.12.2011

УДК 711.4:001

С.М. Токарчук, Д.А. Трофимчук

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ГИС-АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

В статье рассматриваются основные подходы к оценке качества городской среды с использованием геоинформационных систем (ГИС). Предлагается методика ГИС-анализа качества городской среды центральной части г. Бреста. Указываются основные сведения о структуре и особенностях создания ГИС «Городская среда города Бреста». Приводятся примеры использования встроенных (*GeoProcessing Wizard*, *XTools*, *Legend Tool*, *Database Access*, *Geographic Transformer*) и внешних (*ArcView3D Analyst*, *ArcView Spatial Analyst*) модулей *ArcView GIS* для проведения анализа качества городской среды.

Введение

Одним из наиболее перспективных направлений в области геоинформационных систем (ГИС) в настоящее время является создание локальных ГИС, которые позволяют объединить многоуровневые и многоотраслевые информационные потоки с целью создания пространственно-временной модели небольшой территории для выработки и принятия управленческих решений в различных областях деятельности. Данное направление широко развивается в России и странах дальнего зарубежья [1–4], однако практически не представлено в Беларуси.

В настоящее время в Республике Беларусь наибольшее внимание уделяется разработке и созданию ГИС республиканского и регионального уровня, основанных на использовании существующего картографического и статистического материала. Локальные и ультралокальные ГИС, основой которых являются непосредственные наблюдения либо труднодоступная статистическая информация, отражающая свойства объектов исследований на микроуровне, в материалах научных работ встречаются редко [5; 6]. Таким образом, на современном этапе развития географической науки наиболее перспективным направлением в области использования геоинформационных систем является создание не только региональных, но и локальных, а также ультралокальных ГИС-проектов на основе использования данных непосредственных наблюдений.

На основании вышесказанного в настоящей работе была предпринята попытка создания ультралокальной ГИС городской среды на примере центральной части г. Бреста и разработки на ее основе методики ГИС-анализа качества городской среды. Исходным материалом для создания данной ГИС послужили план г. Бреста [7], космические снимки и данные полевых исследований.

Материал и методика исследования

ГИС-анализ представляет собой процесс поиска географических закономерностей в имеющихся данных и взаимоотношений между пространственными объектами [8]. Для правильного использования ГИС-инструментов при проведении исследований городской среды необходимо учитывать следующие положения:

1. Городская среда является сложным образованием, включающим три основных взаимосвязанных, но существенным образом отличающихся друг от друга компонента: природную среду, техносферу и население.

2. Для адекватного проведения ГИС-анализа необходимо достаточно четко сформулировать основные цели-вопросы: «Какова плотность застройки городских кварталов?», «Какие кварталы находятся на расстоянии 200, 400, 600 метров от остановок общественного транспорта?» и т.д.

3. На проведение ГИС-анализа оказывают сильное воздействие также способ использования результатов и то, кто их будет использовать.

4. Для анализа городской среды можно использовать значительное количество разнообразных данных: статистических, расчетных, субъективных, анкетных и т.д. Таким образом, большое внимание следует уделять правильному выбору как метода обработки информации, так и способа предоставления данных.

5. Результаты ГИС-анализа чаще всего представляются в виде карт и картосхем. Необходимо иметь четкое представление о том, какую информацию включать в каждую карту, как сгруппировать данные для наилучшего предоставления информации, а также решить, насколько другой иллюстративный (диаграммы, фотографии и др.) и табличный материал может помочь в восприятии представленной информации.

Основой для проведения ГИС-анализа качества городской среды является ГИС-проект. В настоящем исследовании ГИС-проект «Городская среда города Бреста» создавался для центральной части города Бреста, ограниченной улицами Ленина и Мицкевича, бульваром Космонавтов и проспектом Машерова, с использованием пакета настольной ГИС – *ArcView GIS*.

ГИС «Городская среда города Бреста» характеризуется сложной (многоярусной и многоуровневой) структурой. В ГИС «Городская среда города Бреста» можно выделить внутреннюю и внешнюю структуры [5].

Внешняя структура ГИС включает статистическую (реляционную), которая содержит табличный материал, и картографическую, в которой хранятся карты, картограммы и др., базы данных. Статистическая база данных представляет собой легенды к векторным темам географической базы данных либо таблицы статистической информации, включающей расчетные первичные и интегральные показатели.

Картографический блок включает тематические карты (дома, улицы, остановки общественного транспорта и др.) и оценочный блок, содержащий синтетические и оценочные карты центральной части города Бреста (озелененность кварталов, плотность потоков общественного транспорта и др.).

Внутренняя структура представляет собой схему хранения документов; в ней выделяется шесть основных блоков:

1) «Data» (включает тематические, статистические и расчетные базы данных в виде *Excel*, *Access*, а также блок-схемы оценочных элементов, фотографии и др.);

2) «Layers» (хранит основные шейп-файлы);

3) «Legends» (содержит легенды в формате *.avl к тематическим, оценочным и другим картам);

4) «Raster» (включает растровые карты, космические снимки);

5) «Information» (хранит текстовые файлы (источники данных, методики расчета оценочных показателей, краткий анализ оценочных карт и др.);

6) «Vector» (хранит итоговые карты в формате *.wmf).

ГИС-анализ качества городской среды опирается на использование внутренних и внешних модулей *ArcView GIS* [9]. В настоящей работе приводится описание использования модулей *ArcView GIS* при проведении ГИС-анализа качества городской среды на примере центральной части города Бреста.

Результаты и их обсуждение

Структура пакета *ArcView GIS* состоит из базовой оболочки и набора внутренних и внешних модулей. Модули могут добавляться по мере необходимости, расширяя функциональность основного ядра.

При проведении ГИС-анализа качества городской среды используются следующие внутренние модули: *GeoProcessing Wizard* (Мастер пространственных операций), *Xtools*, *Legend Tool* (Конструктор легенды), *Database Access*, *Geographic Transformer*.

GeoProcessing Wizard (Мастер пространственных операций) используется для создания буферных зон, а также операций разбиения, пересечения, вырезания и объединения объектов разных тем.

Например, при анализе качества городской среды важное значение имеет близость к основным объектам инфраструктуры (школам, детским садам, магазинам). В данном случае возможно построение буферной зоны с различными интервалами для проведения ГИС-анализа доступности. На рисунке 1 представлена доступность к общеобразовательным школам, на рисунке 2 – к продовольственным магазинам.

Необходимо отметить, что методика построения данных карт несколько отличается друг от друга. Во-первых, для школ радиус построения зоны доступности был выбран равным 250 м, для продуктовых магазинов – 100 м. Во-вторых, для анализа доступности к школам использовалась базовая шейп-тема, на которой были нанесены все школы в Центральном районе Бреста, а не только в пределах объекта исследования. Для анализа доступности к магазинам – базовая шейп-тема, содержащая продуктовые магазины в пределах объекта исследования и одного квартала вокруг него. Следует подчеркнуть, что выбор данных характеристик определяется особенностями центральной части города Бреста, для которой отмечается значительное количество объектов социальной инфраструктуры.



Рисунок 1 – ГИС-анализ доступности к общеобразовательным школам

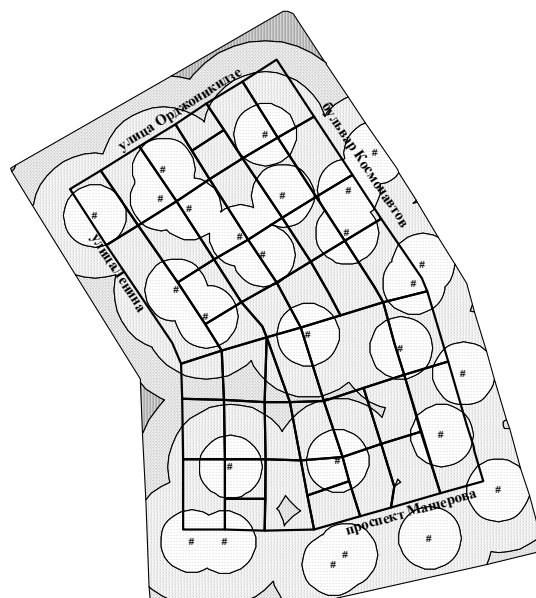


Рисунок 2 – ГИС-анализ доступности к продовольственным магазинам

Модуль *GeoProcessing Wizard* используется также для создания карт зонирования городской среды. В данном случае первоначально создается полигональная шейп-тема, в которой основные классы зонирования выделяются в пределах кварталов (рисунок 3), а затем, используя операцию «Слить объекты по общему атрибуту», создается итоговая карта зонирования центральной части г. Бреста (рисунок 4).

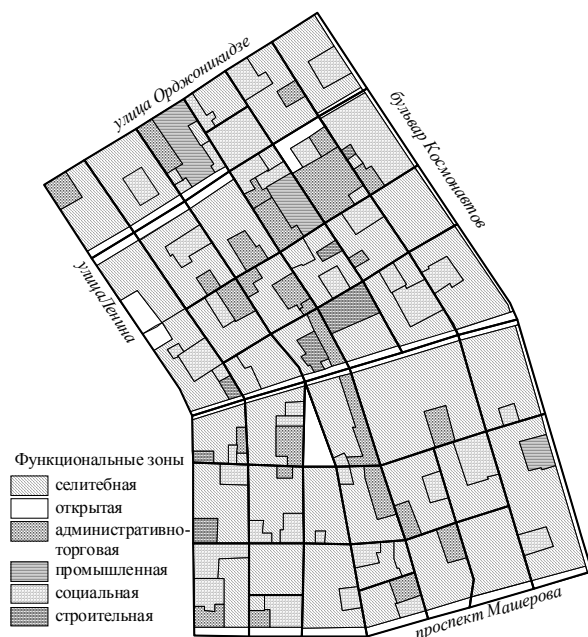


Рисунок 3 – Функциональное зонирование центральной части г. Бреста в пределах кварталов

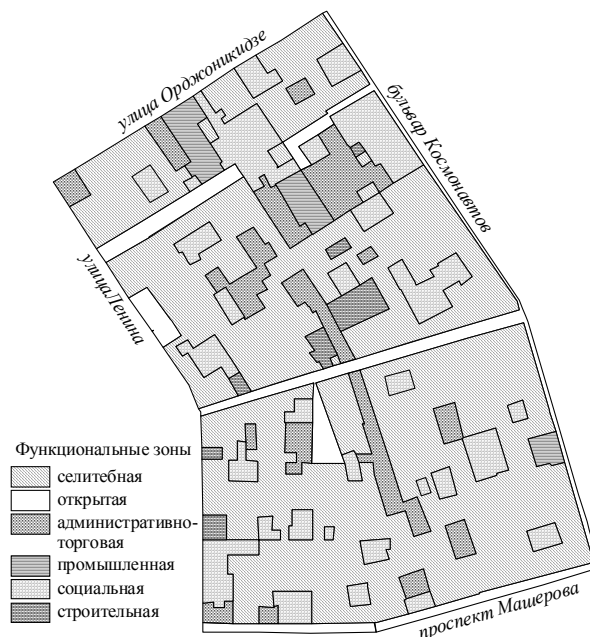


Рисунок 4 – Функциональное зонирование центральной части г. Бреста

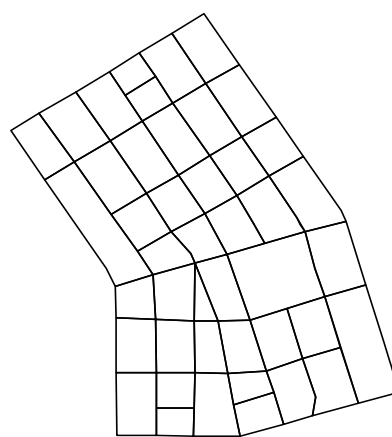
В некоторых исследованиях модуль *GeoProcessing Wizard* используется параллельно с модулем *Xtools*. Модуль *Xtools* разработан как набор полезных инструментов для пространственного анализа, конвертации объектов и работы с атрибутивными таблицами для ArcView GIS 3.x.

Например, для расчета плотности застройки городских кварталов первоначально проводится объединение полигональной темы «Кварталы» с полигональной темой «Дома». Результирующая тема в данном случае содержит атрибуты как входной темы («Дома»), так и темы наложения («Кварталы»). В дальнейшем, используя операцию «*Update Area, Perimeter, Hectares, and Length*», проводится расчет площадных показателей застроенной территории в пределах кварталов, которые на следующем этапе при помощи другой составляющей модуля – «*Export Table to Excel Spreadsheet*» – экспортировались в таблицы *Excel* (рисунок 5).

Модуль *Database Access* предоставляет собой единый интерфейс для обращения к данным *SDE* (*Spatial Database Engine*) либо к базам данных, поддерживаемых *ODBC*. С помощью данного модуля посылаются *SQL-запросы* любым поддерживаемым базам данных без дополнительного копирования результатов запросов. Данные могут быть также запрошены из объединенных таблиц или одновременно из таблиц и различных баз данных. Поскольку при проведении ГИС-анализа городской среды основой исследования являются качественные и количественные характеристики ее основных элементов, то основной алгоритм работы можно представить в следующем виде:

1) оцифровка и привязка к географическим координатам с помощью модуля *Geographic Transformer* базовых картографических слоев, характеризующих отдельные элементы городской среды (застройку, улицы, кварталы и др.);

2) разработка и создание базы данных *Access*, содержащей количественные (этажность зданий) и качественные (период постройки зданий) характеристики элементов городской среды (рисунок 6);

ВХОДНАЯ ТЕМА (Дома)**ТЕМА НАЛОЖЕНИЯ (Кварталы)**

ArcView GIS 3.2a

Файл Редактировать Таблицы Данные XTools Окно Справка

0 667 выбрано

Адресная таблица e:\data\shp

Shape	ИД	название	анкетер	Площадь	Плотность	ИД	анкетер	Площадь	Плотность
Polygon	1	Пушкинская	1	406 661	0.041	118 667	8	15 991 358	1.599
Polygon	2	Пушкинская	4	304 496	0.030	87 527	8	15 991 358	1.599
Polygon	3	Пушкинская	5	194 524	0.019	66 049	15	6 140 993	0.614
Polygon	4	Пушкинская	6	186 185	0.019	66 268	9	8 891 520	0.889
Polygon	5	Пушкинская	10	138 727	0.014	48 953	9	8 891 520	0.889
Polygon	6	Пушкинская	7	315 596	0.032	82 727	15	6 140 993	0.614
Polygon	7	Космодемьянская	25	968 425	0.036	37 195	15	6 140 993	0.614
Polygon	8	Космодемьянская	11	121 668	0.012	50 476	16	5 787 682	0.579
Polygon	9	Пушкинская	19	270 659	0.027	68 593	16	5 787 682	0.579
Polygon	9	Пушкинская	19	270 659	0.027	68 593	16	5 787 682	0.579
Polygon	11	Пушкинская	18	186 536	0.019	66 468	10	8 143 924	0.814
Polygon	12	Пушкинская	16/1	575 805	0.058	143 541	10	8 143 924	0.814
Polygon	13	Пушкинская	20	194 389	0.019	60 456	11	8 078 853	0.808
Polygon	14	Пушкинская	23	150 544	0.015	58 600	17	5 919 606	0.592
Polygon	16	Пушкинская	31	150 115	0.015	55 412	17	5 919 606	0.592
Polygon	17	Пушкинская	33	221 288	0.022	61 246	18	6 041 891	0.604
Polygon	18	Пушкинская	38	126 194	0.013	47 267	12	8 197 075	0.820
Polygon	19	Пушкинская	35	136 313	0.014	47 149	18	6 041 891	0.604
Polygon	20	Пушкинская	40	94 654	0.009	40 581	13	8 578 963	0.858
Polygon	21	Пушкинская	42	33 989	0.003	23 371	13	8 578 963	0.858
Polygon	22	Пушкинская	43	217 293	0.022	65 563	19	6 408 933	0.641
Polygon	24	Булвар Космонав	33/1	96 181	0.010	45 671	19	6 408 933	0.641
Polygon	24	Булвар Космонав	33/1	96 181	0.010	45 671	19	6 408 933	0.641

**АТРИБУТИВНАЯ ТАБЛИЦА
(Пересеченные темы)****РЕЗУЛЬТИРУЮЩАЯ ТЕМА
(Пересеченные темы)**

№ квартала	Общая площадь, м ²	Площадь застройки, м ²	Плотность
1	13 214,3651	4 201,8329	31,80
2	16 334,0891	5 232,3834	32,03
3	14 855,2564	4 699,5284	31,64
4	6 450,5969	2 062,9782	31,98
5	7 226,9255	2 534,3302	35,07
6	14 788,8058	3 991,558	26,99
7	15 046,7384	3 440,995	22,87
8	30 383,5802	8 442,8856	27,79
9	16 893,888	4 755,3827	28,15
10	15 473,4556	4 884,7404	31,57
11	15 349,8207	5 877,3365	38,29
12	15 574,4425	5 039,2541	32,36
13	16 300,0297	3 746,7107	22,99

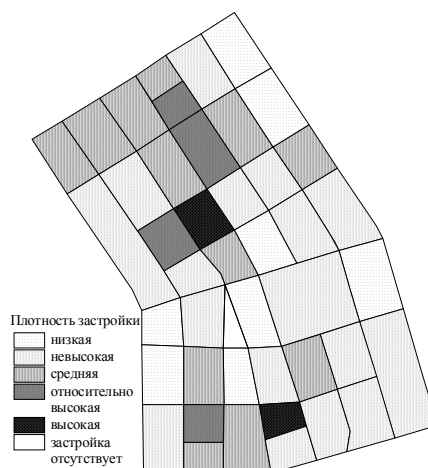
**ТАБЛИЦА EXCEL
(Рассчитанные показатели)****ОЦЕНОЧНАЯ КАРТОСХЕМА
(Плотность квартальной застройки)**

Рисунок 5 – Алгоритм использования модулей *GeoProcessing Wizard* и *Xtools* для расчета плотности квартальной застройки

3) создание тематических карт на основе базовых с использованием стандартных *SQL-запросов* базам данных *Access* (рисунок 7).

ID	Улица	№ дома	Этажность	Назначение	Тип	Период постройки
440	Советская	2	1	социально-бытовое	кирпичный	Хрущевский
467	Площадь Свободы	2	1	жилое	кирпичный	Довоенный
510	Свердлова	2	1	хозяйственное	кирпичный	Довоенный
583	Комсомольская	2	2	торгово-рекреационное	кирпичный	Хрущевский
576	Ленина	2/1	1	хозяйственное	кирпичный	Позднесоветский
13	Пушкинская	20	3	торгово-рекреационное	кирпичный	Хрущевский
287	Ленина	20	4	жилое	кирпичный	Хрущевский
319	Карла Маркса	20	1	жилое	кирпичный	Довоенный
409	Буденного	20	2	жилое	кирпичный	Сталинский
423	Маяковского	20	9	жилое	кирпичный	Позднесоветский
545	17-го Сентября	20	2	социально-бытовое	кирпичный	Довоенный
410	Буденного	20/1	1	социально-бытовое	кирпичный	Современный
103	Маяковского	21	8	жилое, смешанное	кирпичный	Современный
230	Булвар Космонавтов	21	7	учебно-образовательное	кирпичный	Хрущевский
271	Мицкевича	21	3	жилое	кирпичный	Хрущевский
322	Карла Маркса	21	2	офисное	кирпичный	Хрущевский
393	Дзержинского	21	2	жилое	кирпичный	Довоенный
431	Советская	21	1	жилое	деревянный	Хрущевский
435	Комсомольская	21	2	жилое	кирпичный	Довоенный
529	17-го Сентября	21	2	жилое	кирпичный	Довоенный
563	Советских Погран	21	2	жилое	кирпичный	Довоенный
588	Орджоникидзе	21	2	жилое	кирпичный	Довоенный
637	Гоголя	21	2	жилое	кирпичный	Довоенный

Рисунок 6 – База данных *Access* к теме «Дома»

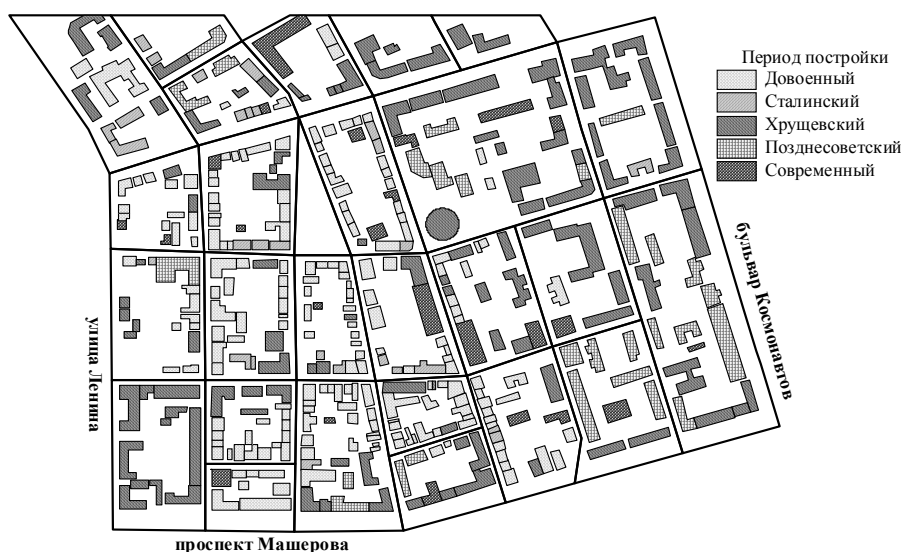
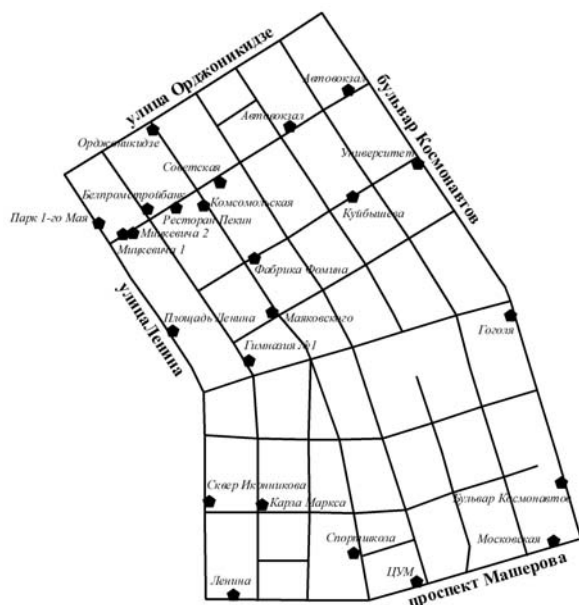
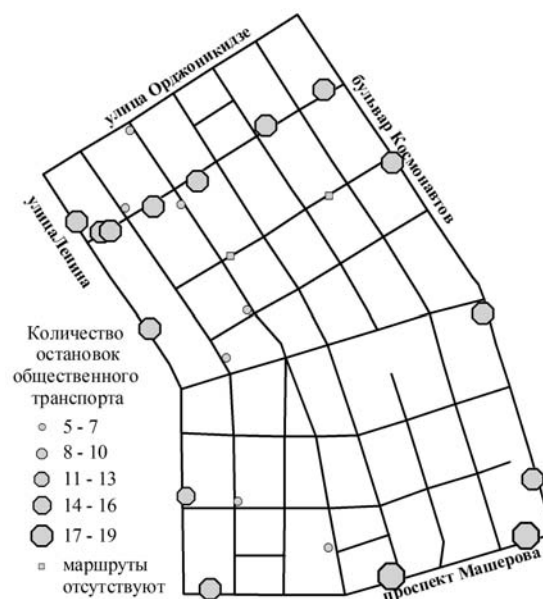


Рисунок 7 – Тема «Дома» (легенда «Уникальное значение» по полю «Период застройки»), созданная с помощью данных *Access*

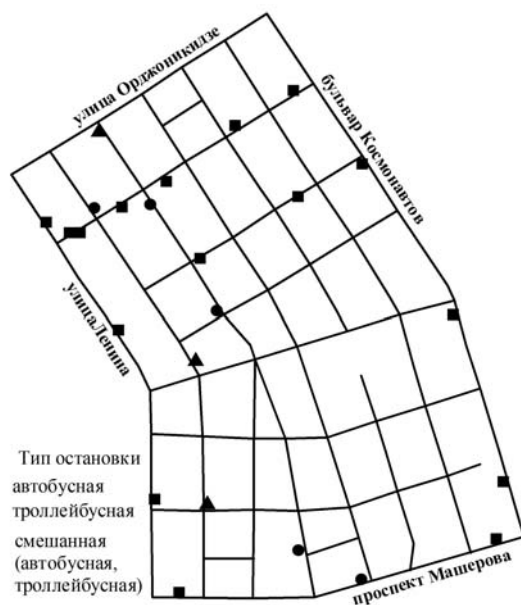
Проведение ГИС-анализа городской среды предполагает использование разных типов легенды для одного и того же векторного слоя. В данном случае используется встроенный модуль *Legend Tool* (*Конструктор легенды*). Например, для точечного слоя «Остановки общественного транспорта» можно использовать все типы легенды: отдельный символ (рисунок 8), масштабируемый символ (количество маршрутов общественного транспорта) (рисунок 9), уникальное значение (вид остановки) (рисунок 10), локализованная диаграмма (количество маршрутов основных видов общественного транспорта) (рисунок 11).



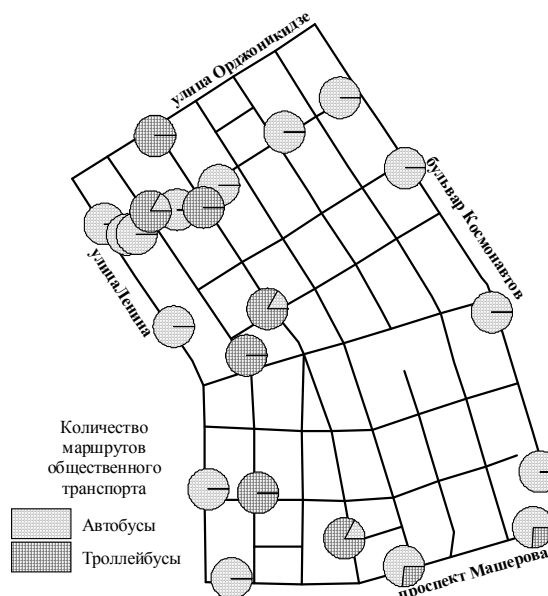
**Рисунок 8 – Тип легенды
«Отдельный символ»**



**Рисунок 9 – Тип легенды
«Масштабируемый символ»**



**Рисунок 10 – Тип легенды
«Уникальное значение»**



**Рисунок 11 – Тип легенды
«Локализованная диаграмма»**

Из внешних модулей *ArcView GIS* при проведении ГИС-анализа качества городской среды чаще всего используются модули *ArcView3D Analyst* и *ArcView Spatial Analyst*.

Модуль *ArcView 3D Analyst* включает средства для создания, анализа и отображения трехмерных данных. Изображение 3D-поверхности можно вращать, а также просматривать поверхность «в полете» над ней. Как и к обычным темам, к 3D-поверхностям можно осуществлять запросы и привязывать базы данных. *3D Analyst* предоставляет широкий набор функциональных возможностей: построение TIN и грид-поверхностей, построение трехмерных объектов, расчет зон видимости, вычисление площадей и объемов форм и др. [9].

При изучении городской среды модуль *ArcView 3D Analyst* чаще всего используется для анализа этажности застройки городской территории (рисунок 12). Возможность привязки базы данных к 3D-поверхностям позволяет также создавать тематические 3D-карты.

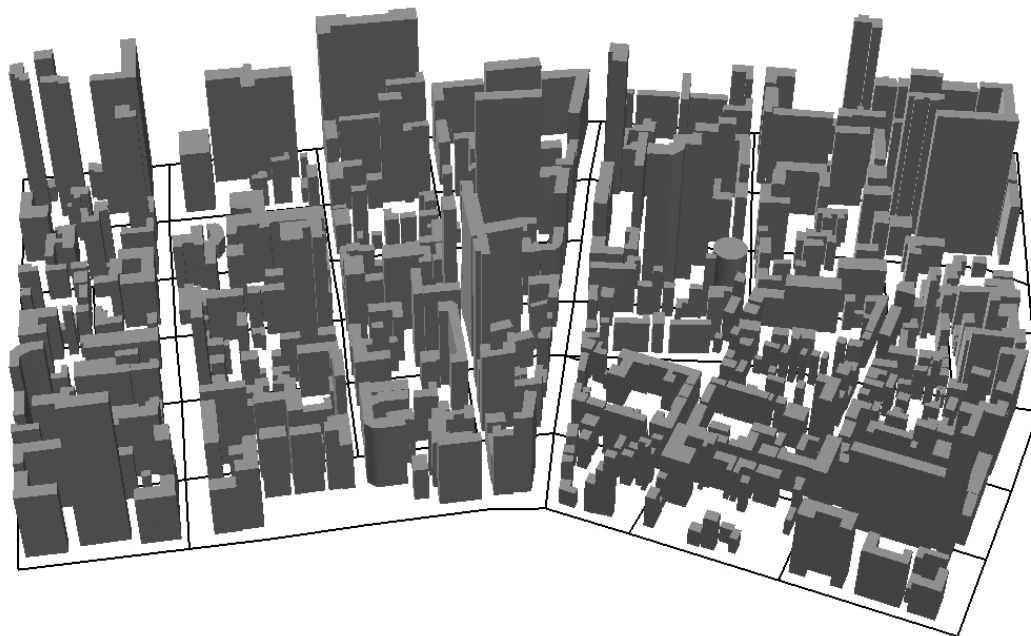


Рисунок 12 – 3D-модель этажности строений центральной части г. Бреста

Некоторые сущности, которые постоянно изменяются в пространстве (например, рельеф) не могут быть точно представлены в виде дискретных точек, линий или областей. Данные явления наилучшим образом представляются в ГИС непрерывными поверхностями. При проведении ГИС-анализа городской среды могут использоваться как физические непрерывные поверхности (например, изображение рельефа, т.е. такого физического явления, которое охватывает всю область, наносимую на карту, и в котором нет разрывов [8]), так и нестандартные непрерывные поверхности. В данном случае происходит обработка некоторых данных, не являющихся непрерывными, как непрерывных для данного места, чтобы создать карту, на которой показано, как количественные данные изменяются в пределах этой площади. Например, при ГИС-анализе городской среды можно создать карту транспортной доступности, интерполируя значения для остановок общественного транспорта по какому-либо атрибуту (количеству маршрутов, рейсов и т.д.) (рисунок 13). Однако необходимо четко осознавать, что поскольку в пределах местности данные непрерывно изменяются, то границы на карте в действительности обозначают те места, в которых объекты скорее схожи, чем отличаются. Другими словами, эти границы не играют той конкретной роли, как в случае с дискретными объектами.

Для создания непрерывных поверхностей используется модуль *ArcView Spatial Analyst*. Возможности модуля включают преобразование векторных данных в грид, создание буферных зон и поверхностей близости, построение карт плотности и изолиний, построение карт уклонов и экспозиций, картографический анализ по ячейкам грида, логические запросы по нескольким грид-темам, анализ соседства, классификация и отображение гридов и т.д. Модуль поддерживает расширенные возможности программирования на языке *Avenue* для разработки приложений для пространственного анализа [9].

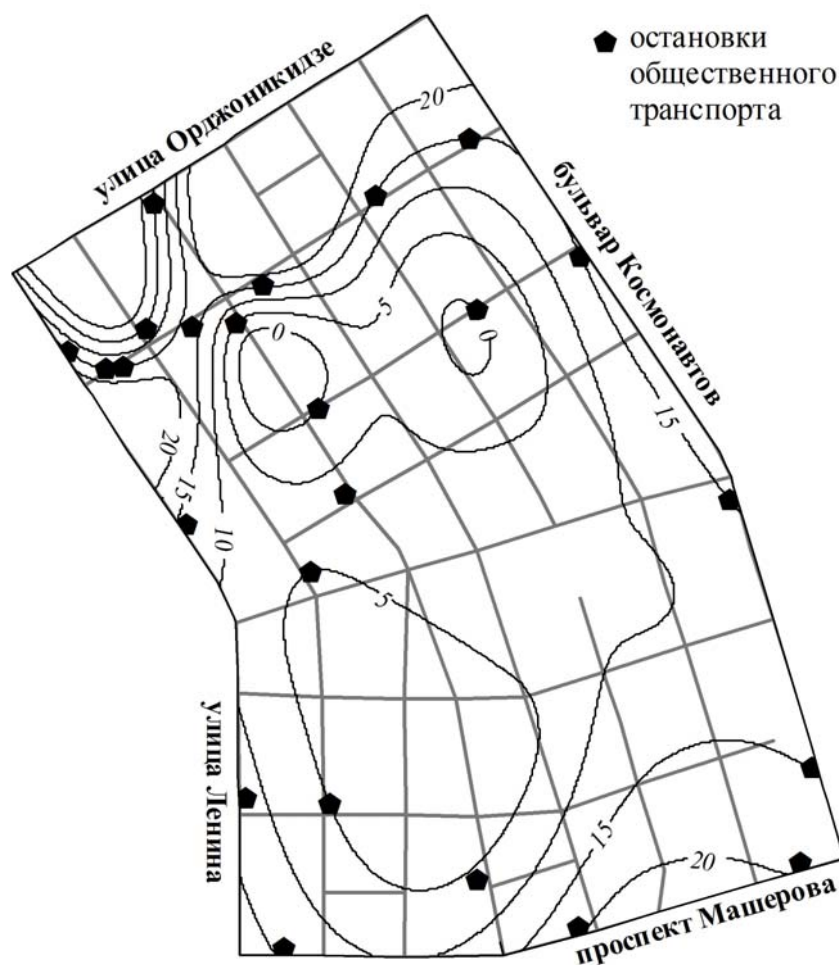


Рисунок 13 – Доступность к остановкам общественного транспорта (по количеству маршрутов)

Заклучение

1. При проведении исследований городской среды важное значение имеет использование ГИС-технологий, т.к. они позволяют упрощать процесс исследования, визуализировать полученные данные, дают возможность быстрого оперативного обновления информации и т.д.

2. Для уровня ультралокальных исследований городской среды наибольшее значение имеет информация, которая может быть представлена в виде таблиц, т.к. это значительно упрощает процесс ее обработки и использования в программной оболочке *ArcView GIS*.

3. При ГИС-анализе городской среды использовались как внутренние (*GeoProcessing Wizard – Мастер пространственных операций, Xtools, Legend Tool – Конструктор легенды, Database Access, Geographic Transformer*), так и внешние (*ArcView 3D Analyst, ArcView Spatial Analyst*) модули *ArcView GIS*, которые позволяют существенно расширить возможности самой программы.

4. Основные результаты ГИС-анализа представляются в картографическом виде. При исследовании городской среды применяются все типы географических данных, присутствующих в ГИС: дискретные объекты (точечные, линейные, полигональные), непрерывные поверхности, 3D-виды. Проведение ГИС-анализа городской среды предполагает также использование разных типов легенды для одного и того же векторного слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аврутин, В.Д. О трехмерной модели городского пространства Санкт-Петербурга / В.Д. Аврутин, В.Ю. Руденко, А.Ю. Ломтев // ARCREVIEW. – № 4 (51). – 2009. – С. 4–7.
2. Наумов, С. Московский университет: моделирование / С. Наумов, Д. Савицкий // ARCREVIEW. – № 2 (33). – 2005. – С. 20–21.
3. Общегородская ГИС: опыт Гонолулу // ARCREVIEW. – № 3 (46). – 2008. – С. 23.
4. Серединин, Е.С. Муниципальные ГИС Украины / Е.С. Серединин, В.Е. Козлитин // ARCREVIEW. – № 4 (51). – 2009. – С. 7–9.
5. Трофимчук, Д.А. Особенности разработки и создания базовой основы ГИС городской среды г. Бреста / Д.А. Трофимчук // Устойчивое развитие: экологические проблемы : сб. материалов студенческой науч.-практ. конф., Брест, 25 ноября 2010 г. / Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина; редкол.: И.В. Абрамова [и др.]. – Брест : БрГУ, 2011. – С. 74–76.
6. Martsinkevich, G.I. Complex environmental GIS for municipal management and multidisciplinary urban studies: working guidelines for Belarusian municipalities / G.I. Martsinkevich, A.D. Shkaruba, M.A. Falaleeva // Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States : Materials of the Sixth International Symposium & Exhibition, Prague, 1–4 September 2003. – Prague, 2003. – P. 110.
7. Брест : план города / унитар. предприятие «Белкартография»; ред. В.А. Змачинская. – 1 : 17 500. – Минск : РУП «Белорусский Дом печати», 2009.
8. Митчел, Э. Руководство ESRI по ГИС-анализу/ Э. Митчел. – М. : ДАТА+, 2000. – 190 с.
9. Токарчук, С.М. ГИС-технологии / С.М. Токарчук. – Брест : Альтернатива, 2010. – 40 с.

Tokarchuk S.M., Trofimchuk D.A. The Basic Approaches to Carrying Out GIS-Analysis of Quality of the Urban Environment

The article describes the basic approaches to an assessment of quality of the urban environment about the use of geoinformation systems. The paper views the methodology of the GIS-analysis of quality of the urban environment of the central part of Brest. The basic data of the structure and features of creation GIS «Urban environment of Brest» are specified. The article describes the examples of use of internal (*GeoProcessing Wizard, Xtools, Legend Tool, Database Access, Geographic Transformer*) and exterior (*ArcView3D Analyst, ArcView Spatial Analyst*) modules *ArcView GIS* for carrying out of the analysis of quality of the urban environment.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 20.12.2011

Да ведама аўтараў

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

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

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

Максімальныя лінейныя памеры табліц і малюнкаў не павінны перавышаць 15×23 см або 23×15 см. Усе графічныя аб'екты, што ўваходзяць у склад аднаго малюнка, павінны быць згрупаваны паміж сабой. Фатаграфіі ў друк не прымаюцца. Размернасць усіх велічынь, якія выкарыстоўваюцца ў тэксце, павінна адпавядаць Міжнароднай сістэме адзінак вымярэння (СВ). Забараняюцца скарачэнні слоў, акрамя агульнапрынятых.

Спіс цытуемай літаратуры павінен быць аформлены паводле ДАСТА 7.1-2003 і размешчаны ў канцы тэксту. Спасылкі на крыніцы ў артыкуле нумаруюцца адпаведна парадку цытавання. Парадкавыя нумары спасылак падаюцца ў квадратных дужках (напрыклад: [1, с. 32], [2, с. 52–54]). Забараняецца выкарыстанне канцавых зносак.

Артыкул уключае наступныя элементы па парадку:

- УДК;
- ініцыялы і прозвішча аўтара (аўтараў);
- назва друкуемага матэрыялу;
- анатацыя ў аб'ёме ад 100 да 150 слоў на мове артыкула (кегль – 10 pt.);
- асноўны тэкст з табліцамі, графікамі і іншымі ілюстрацыйнымі матэрыяламі, структураваны ў адпаведнасці з патрабаваннямі ВАК да навуковых артыкулаў, якія друкуюцца ў выданнях, уключаных у спіс навуковых выданняў для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў;
- бібліяграфічныя спісы да артыкула ў адпаведнасці з ДАСТАм 7.1-2003;
- рэзюмэ на англійскай мове (кегль – 10 pt.) з перакладам прозвішча і ініцыялаў аўтара (аўтараў) і назвы друкуемага матэрыялу.

Да рукапісу артыкула абавязкова дадаюцца:

- звесткі пра аўтара на *беларускай* мове (прозвішча, імя, імя па бацьку поўнасю, вучоная ступень і званне, месца працы (вучобы) і пасада, хатні адрас і тэлефон);
- для аспірантаў і суіскальнікаў – звесткі аб навуковых кіраўніках;
- рэкамендацыя калегіяльнага органа ўстановы (падраздзялення), дзе працуе (вучыцца) аўтар;
- рэкамендацыя знешняга рэцэнзента;
- экспертнае заключэнне.

Рэдакцыйная калегія часопіса праводзіць экспертызу атрыманых дакументаў і робіць дадатковае рэцэнзаваанне артыкулаў. Рукапісы, аформленыя не ў адпаведнасці з выкладзенымі правіламі, рэдкалегіяй не разглядаюцца.

Карэктары *К.А. Зуева, Л.М. Калілец, Ж.М. Селюжыцкая*
Камп'ютэрнае макетаванне *А.Я. Кулай, С.М. Мініч*

Подписано в печать . 2012. Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнітура Таймс. Ризография. Усл. печ. л. , . Уч.-изд. л. , .

Тираж 100 экз. Заказ № .

Издатель и полиграфическое исполнение

УО «Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина».

ЛИ № 02330/277 от 08.04.2009.

224016, Брест, ул. Мицкевича, 28.

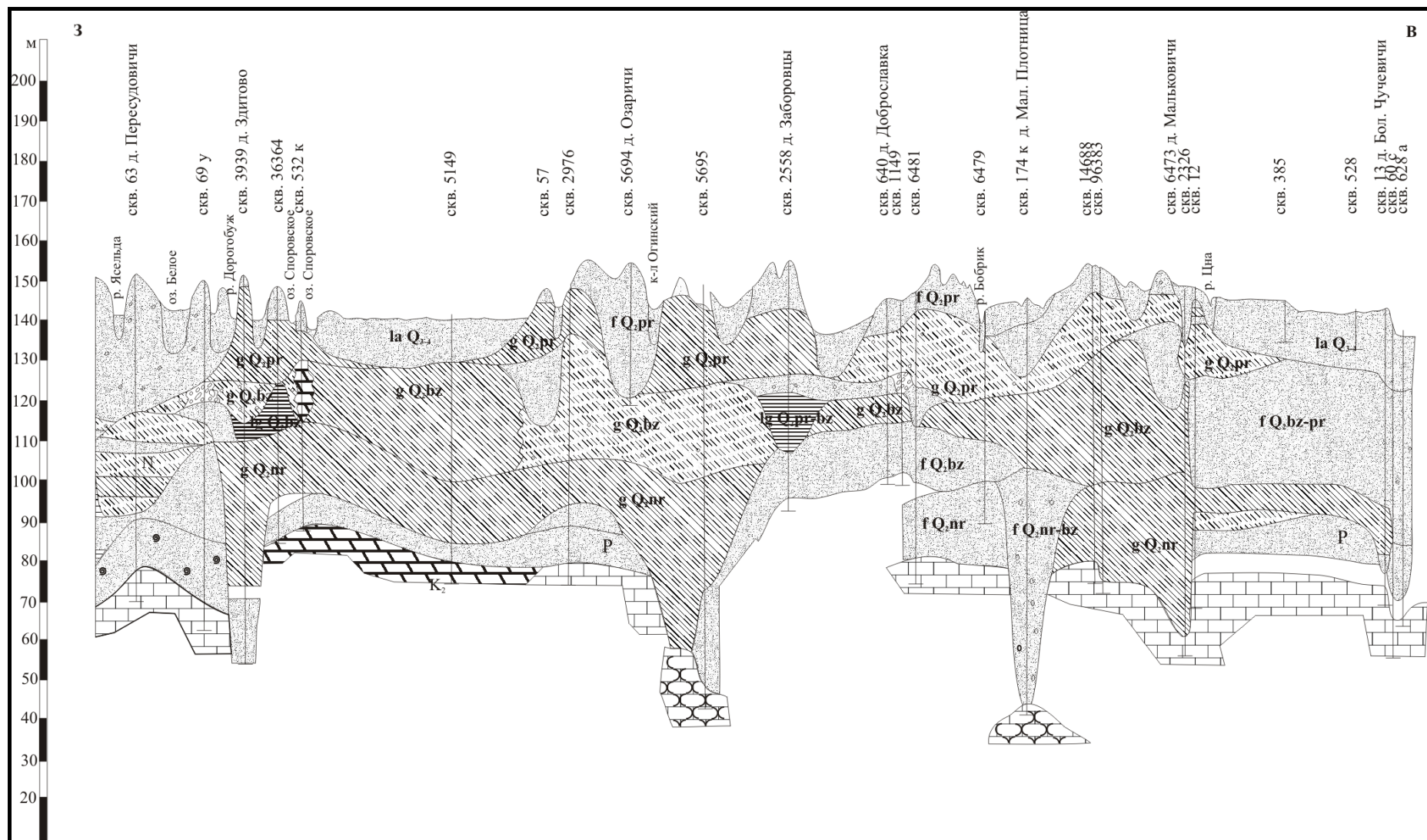
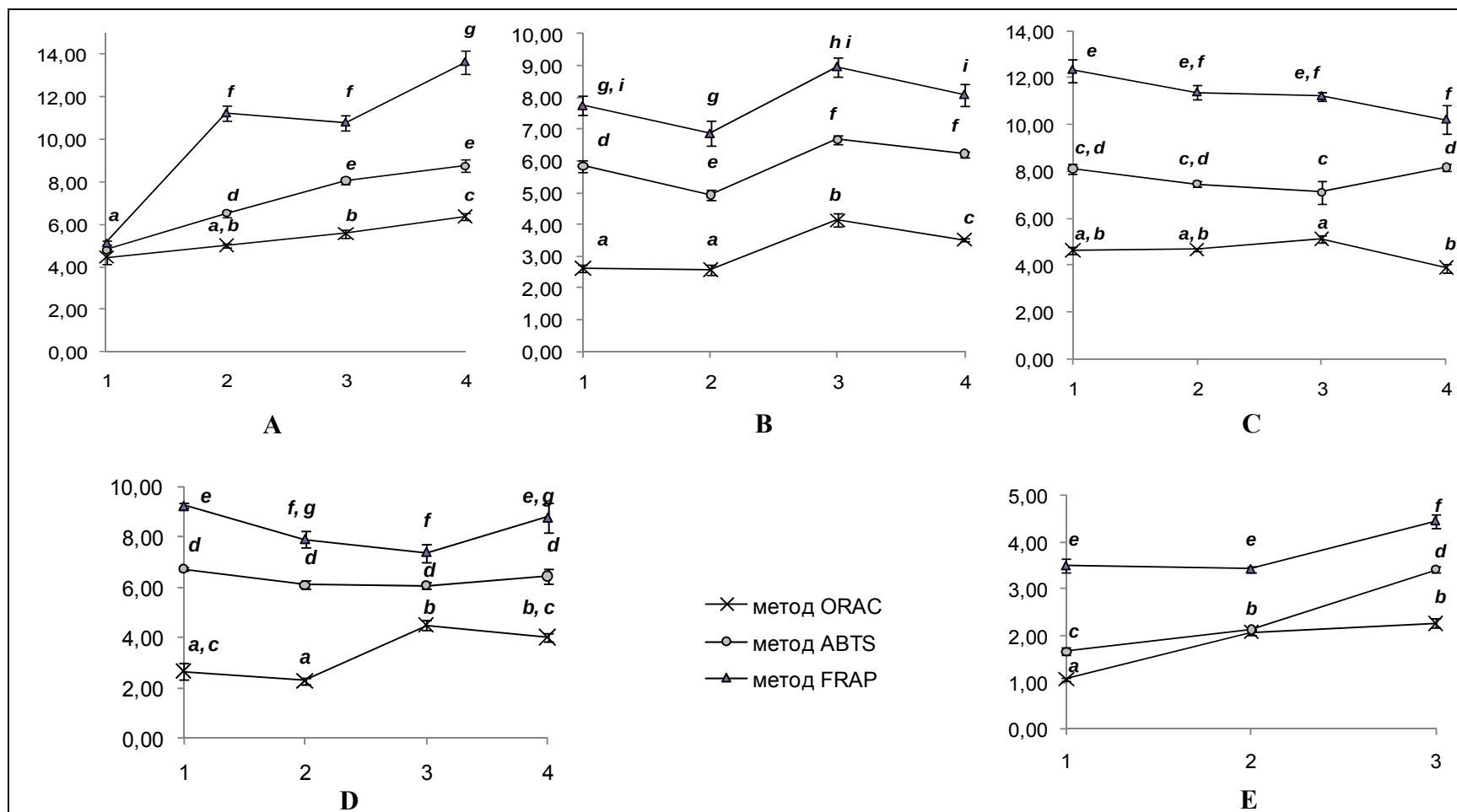


Рисунок 2 – Геологический профиль по линии Пересудовичи – Большие Чучевичи, составленный по данным буровых работ, проведенных РУП «Белгеология» (условные обозначения – на рисунке 4)



По оси абсцисс – стадии созревания; по оси ординат – результаты методов ORAC и ABTS, в ммоль тролокс эквивалента на 100 г сырого веса плодов, метода FRAP – в ммоль Fe^{2+} на 100 г сырого веса; a, b, c, d, e, f, g, h, i – статистические различия (при $p < 0,05$)

A – *Amelanchier spicata*; B – *Rubus caesius*; C – *Rubus fruticosus*; D – *Rubus nessensis*; E – *Rubus idaeus*

Рисунок 2 – Изменение антиоксидантной активности плодов в процессе созревания

