ISSN 2218-0311

Веснік
Брэсцкага ўніверсітэта

Галоўны рэдактар:
М.Э. Часноўскі

Намеснік галоўнага рэдактара:
К.К. Красоўскі

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 / 2011

ISSN 2218-0311

Vesnik
of Brest University

Editor-in-chief:
M.E. Chasnovski

Deputy Editor-in-chief:
G.M. Sender

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 / 2011

ЗМЕСТ

ХІМІЯ

Богдасаров М.А. , Мартиросян О.В. Инфракрасная спектрометрия мезозойских ископаемых смол 5

Голуб Н.М. Влияние веществ-загрязнителей, содержащихся в сточных водах, на жизнедеятельность активного ила 14

Коваленко В.В., Ерчак Н.П., Ломакова О.О. Рострегулирующая активность гидрооксалатов метилдибутил-γ-аминопропилсиланов 19

Ступень Н.С., Тарасюк Е.В. Коррозионная устойчивость композиционных строительных материалов 24

БІЯЛОГІЯ

Абрамова И.В. Экология серой мухоловки MUSCICAPA STRIATA (MUSCICAPIDAE, PASSERIFORMES) в юго-западной Беларуси 30

Гайдук В.Е., Абрамова И.В. Экология обыкновенной пищухи (CERTHIA FAMILIARIS, CERTHIDAE, PASSSERIFORMES) в юго-западной Беларуси 37

Концевая И.И., Усачева Л.Н. Эффект цитокининов и цефотаксима на регенерационную активность междоузлий в культуре тканей березы карельской 42

Рой Ю.Ф., Левковская М.В. Анатомическое строение вегетативных органов омелы австрийской (VISCUM AUSTRIACUM WIESB.) 51

Хомич Г.Е., Саваневский Н.К. Особенности слуховых вызванных потенциалов у детей и взрослых на стимул, требующий различения без ответной двигательной реакции 58

Шкуратова Н.В. О возможности диагностики аборигенных и интродуцированных в Республике Беларусь видов POPULUS L. по анатомическим признакам коры однолетнего стебля 63

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

Артёменко С.В. Белорусско- польско-украинское пограничье: природный базис регионального развития 72

Козлов Е.А. Географические особенности изменения скоростей накопления торфа 79

Матвеев А.В., Нечипоренко Л.А. Особенности проявления и взаимодействия современных геологических процессов на территории Беларуси 91

Михальчук Н.В., Ковалев И.В., Галуц О.А. Идентификация биоцентров флоры в Белорусском Полесье на ландшафтно-геохимической основе 100

Токарчук С.М., Степанюк Р.А. Оценка природного разнообразия Брестской области с использованием гис-технологий 107

Фёдорова И.Л., Артёменко С.В. Географические аспекты организации культурного туризма в Брестской области 117

Звесткі аб аўтарах 125

© Выдавецтва. БрДУ імя А.С. Пушкіна, 2011

INDEX

CHEMISTRY

Bogdasarov M.A., Martirosyan O.V. Infra-Red Spectrometry of Mesozoic Fossil Resins 5

Golub N.M. Influence of Substance-pollutant, Contained in Foul Water, on Vital Functions of Active Silt 14

Kavalenka V.V., Erchak N.P., Lamakova V.A. Growth Regulating Activity of Hydrooxalates of Methyldibutyl-γ-Aminopropylsilanes 19

Stupen N.S., Tarasyuk G.E. Corrosion Resistance of Composite Building Materials 24

BIOLOGY

Abramova I.V. The Ecology of the Spotted Flycatcher Muscicapa Striata (Muscicapidae, Passeriformes) in South-West of Belarus 30

Gaiduk V.E., Abramova I.V. The Ecology of the Treecreeper (Certhia familiaris, Certhidae, Passseriformes) in the Southwest of Belarus 37

Kontsevaya I.I., Usachova L.N. The Effect of Cytokinins and Cefotaxime on Regeneration Activity of Curly Birch Tissue Culture 42

Roi Y.F., Levkovskaya M.V. Anatomic Composition of Vegetative Organs of Australian Mistletoe (Viscum Austriacum Wiesb.) 51

Khomich G.E., Savanevski N.K. Peculiarity of Auditory Caused Potentials for Children and Adults on a Stimulus, Requiring the Difference without a Response Move Reaction 58

Shkuratova N.V. About Possibility of Diagnostic Species of Populus L. Genius on Belarus Territory by Anatomy Attributes of Bark of One-year Stem 63

SCIENES ON EARTH

Artemenko S.V. Belarusian-Polish-Ukrainian Borderland: Natural Basis of Regional Development 72

Kozlov E.A. Geographical Features of Change of Peat Accumulation Speeds 79

Matveyev A.V., Nechiporenko L.A. Particular Features of Exposure and Interaction of Modern Geological Processes in Belarus Territory 91

Mikhalchuk N.V., Kovaliov I.V., Galuc O.A. Identification of Biocenters of Flora in Belarus Polesye Based on Landscape-geochemical Approach 100

Tokarchuk S.M., Stepahjuk R.A. Assessment of Natural Diversity of Brest Region with Geoinformation System 107

Fiodorova I.L., Artemenko S.V. Geographical Aspects of the Organization of Cultural Tourism in Brest Area 117

Information about the authors 125

© Publishing house of BrSU named after A.S. Pushkin, 2011

УДК 546.296

М.А. Богдасаров, О.В. Мартиросян

ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОМЕТРИЯ МЕЗОЗОЙСКИХ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ

В работе изложены результаты изучения особенностей строения и состава янтаря и янтареподобных ископаемых смол проявлений мезозойского возраста северной части Евразии по данным инфракрасной спектрометрии. Анализ полученных данных дает возможность идентифицировать исследуемые смолы вплоть до определения вида, что позволяет вплотную приблизиться к пониманию механизмов их образования и созданию современной классификации ископаемых смол.

При изучении природных скоплений ископаемых смол, а также их археологических находок и музейных коллекций инфракрасная спектроскопия наиболее востребована для целей идентификации и сравнения географически и стратиграфически различных образцов смол. Свидетельством интереса к методу являются разнообразные литературные источники, на основании которых нами устанавливалась природа соответствующих полос поглощения в спектрах исследуемых образцов. Среди них отметим такие, как каталог инфракрасной спектроскопии ископаемых смол Америки [1], атлас инфракрасного анализа полимеров, смол и примесей [2], данные сравнительного изучения различных смол [3; 4]. Однако по-прежнему хорошо изученным можно считать только прибалтийский сукцинит, в то время как большинство видов янтареподобных ископаемых смол остаются исследованными совершенно недостаточно [5].

На ИК-спектрах всех изученных нами образцов из мезозойских отложений северной части Евразии отмечаются характерные для ископаемых смол полосы поглощения различных функциональных групп. Отмечается присутствие полос поглощения (3 560, 3 453, 3 419 см$^{-1}$) валентных колебаний свободной группы –OH карбоксила, слабой уширенной полосы при 3 133 см$^{-1}$ поглощения группы –OH димеров карбоновых кислот, валентных колебаний (2 750, 2 650 см$^{-1}$) связанной группы OH карбоксила. Полосы при 2 935, 2 866, 2 840 см$^{-1}$ характерны для валентных асимметричных и симметричных колебаний алифатических $–CH_2$ и $–CH_3$ групп. Дуплет при 1 730 и 1 700 см$^{-1}$ относят к колебаниям групп C=O дикарбоновых кислот, причем часто наблюдающаяся рядом с ними полоса в виде плеча при 1640 см$^{-1}$ характерна для C=O групп, которые имеют сопряжение с группой C=C ароматического или циклического радикала. Полоса при 1 458 см$^{-1}$ характерна для колебаний скелета ароматических соединений, но эта полоса перекрывается сильной полосой деформационных колебаний групп $=CH_2$, находящихся рядом с карбонильной группой. Часто при 1 370 см$^{-1}$ полоса возникает в результате колебаний группы C–O, которая тесно связана с плоскостными деформационными колебаниями группы OH. Полосы в областях 1 228–1 275 и 1 150–1 185 см$^{-1}$ можно отнести к одной из форм деформационных колебаний (маятниковым или крутильным) групп CH_2 в цепи жирных карбоновых кислот. Однако иногда полосу при 1 275 см$^{-1}$ относят к валентным колебаниям C–O димеров, а в области 1 185 см$^{-1}$ проявляют поглощение групп C–C–O алифатических или арильных группировок. Появление во многих ИК-спектрах полосы в области 1 010–1 027 см$^{-1}$ объясняется несколькими перекрывающими полосами колебаний связей C–O фенольных гидроксилов и S–O сульфоксидных групп. Тем не менее полосу при 1 020 см$^{-1}$ можно также объяснить присутствием циклопропанового кольца, составляющего часть системы, у которой одна из связей циклопропанового кольца является одновременно связью шестичленного цикла. Полосы при 980 и 889 см$^{-1}$ относятся к внеплоскостным деформационные колебаниям связей –OH и весьма характерны для карбоновых кислот, при этом первая часто встречается у карбоновых кислот, находящихся в твердом состоянии. Как правило, эта полоса является достаточно широкой и плохо очерченной. Кроме описанных выше,

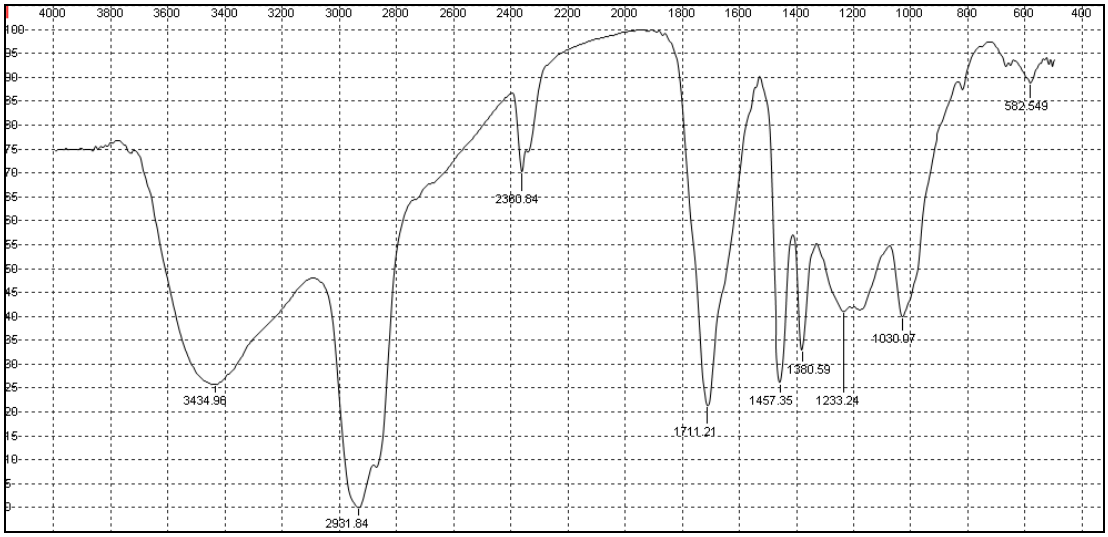
полосы в интервалах 952–1 005 и 1 000–1 055 см$^{-1}$ вполне могут быть идентифицированы как полосы поглощения производных циклогексана. Валентные колебания циклополиметиленовых структур часто наблюдаются в тех же областях поглощения, как и для алифатических структур. Поэтому полосы при 1 650 и 1 458 см$^{-1}$ являются также характерными для циклогексана и его производных. Полоса при 820 см$^{-1}$ может указывать на поглощение группы –CH=CH–COOR. Несколько полос, наблюдающихся в области 800–650 см$^{-1}$, могут быть характерны для групп –CH=CH– тритерпенов.

Изучение образцов из меловых отложений Закавказья показало, что среди них присутствуют два разных вида смол, серьезно отличающихся по структуре. ИК-спектры образцов МБ-029, 051 (оба – Айтаг), МБ-003 (Ани) схожи со спектрами смол группы румэнита, отличаются специфическим набором полос карбонильной группы (1 700 > 1 724 см$^{-1}$), при этом имея схожую конфигурацию полос 1 250, 1 155, 1 030, 975 см$^{-1}$ (рисунок 1). На кривой образца МБ-051 полоса при 974 см$^{-1}$ более интенсивная, чем у других образцов этой группы. ИК-спектры образцов МБ-052 (Ани), МБ-020, 053 (оба – Коти) схожи со спектрами смол группы валховита (рисунок 2). Для них характерна одинаковая интенсивность полос «балтийского зубца» 1 234 ≈ 1 167 см$^{-1}$, интенсивная полоса при 1 030 см$^{-1}$, полоса слабой интенсивности при 988 см$^{-1}$ и отсутствие полос поглощения в области 900-600 см$^{-1}$. Полоса карбонильной группы имеет максимум при 1 713–1 719 см$^{-1}$.

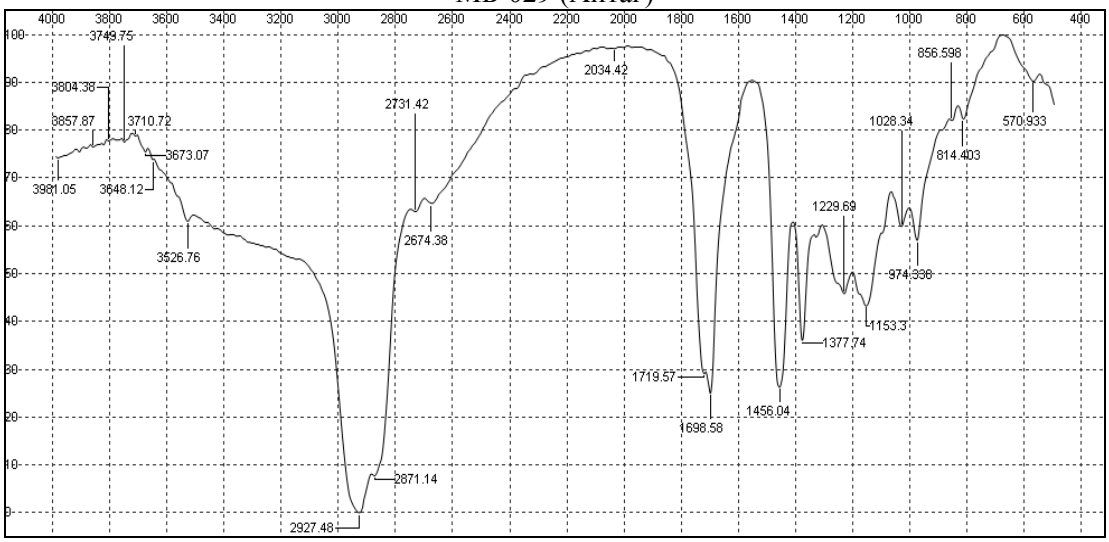
Проведенные исследования показали, что наиболее распространенной разновидностью ископаемых смол в пределах Хатангской впадины является геданит, который встречается во всех продуктивных горизонтах – огневской, бегичевской, ледяной и хетской свитах. ИК-спектры образцов МБ-004 (Байкура-Неру), МБ-006 (Кресты), МБ-007 (Жданиха), МБ-005 (Булун), МБ-021 (Янтардах), МБ-013 (Романиха) диагностированы как спектры геданита (рисунки 3 и 4), поскольку для них наблюдается полоса при 1 085 см$^{-1}$, характерна одинаковая интенсивность полос поглощения в области 1 245–1 257 и 1 176 см$^{-1}$ (1 245–1 257 ≈ 1 176 см$^{-1}$), интенсивные полосы при 1 028 см$^{-1}$ и 888 см$^{-1}$ и, кроме того, довольно значительное поглощение карбонильной группы с максимумом при 1 702 см$^{-1}$. Так же, как геданит, идентифицированы все изученные смолы проявления Амдерма – образцы АБ-045, АБ-046 и АБ-049 (рисунок 5).

Интересные результаты принесло исследование ранее не изучавшихся смол Липовецкого месторождения каменных углей на Дальнем Востоке. ИК-спектр МБ-059 (Липовцы) очень похож на описанные выше спектры кавказких румэнитов (рисунок 6). Полоса карбонильной группы смещена в область больших частот, максимум ее находится при 1 718 см$^{-1}$. Для уточнения полученных данных мы провели инфракрасную спектрометрию двух образцов ископаемых смол из известных проявлений мелового возраста Японии. Кривые образцов МБ-058 (Кудзи), МБ-066 (Чоши) также схожи с таковыми румэнита – соотношение полос, составляющих «балтийский зубец» 1 250 < 1 160 см$^{-1}$, полоса при 1 030 см$^{-1}$ преобладает над полосой 977 см$^{-1}$, а пик полосы карбонильной группы приходится на 1 711–1 717 см$^{-1}$ (рисунок 6).

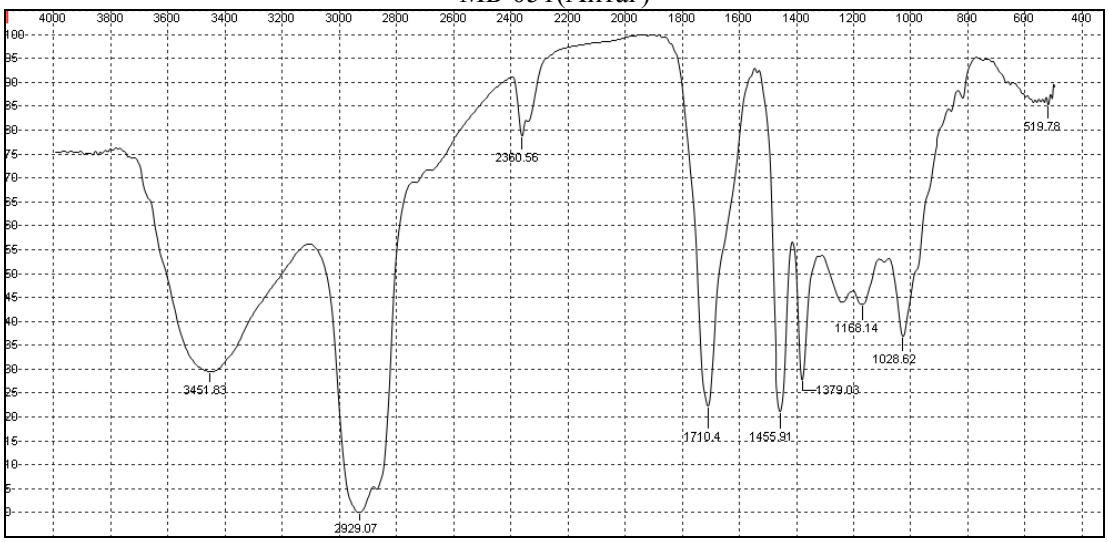
Исследование ряда образцов показало, что в них проявлены полосы поглощения, связанные с кислородными соединениями. К ним относятся полосы гидроксильных групп OH (3 400–3 480 см$^{-1}$), а также групп C=O алифатически насыщенных (область поглощения 1 740 и 1 160 см$^{-1}$) и ненасыщенных эфиров (область поглощения 1 712 и 1 250 см$^{-1}$). Выявленная особенность объективно подтверждает более высокую степень окисления таких образцов, которая визуально фиксируется по тону окраски, характеру поверхности зерен и их внутренней структуре.



МБ-029 (Айтаг)

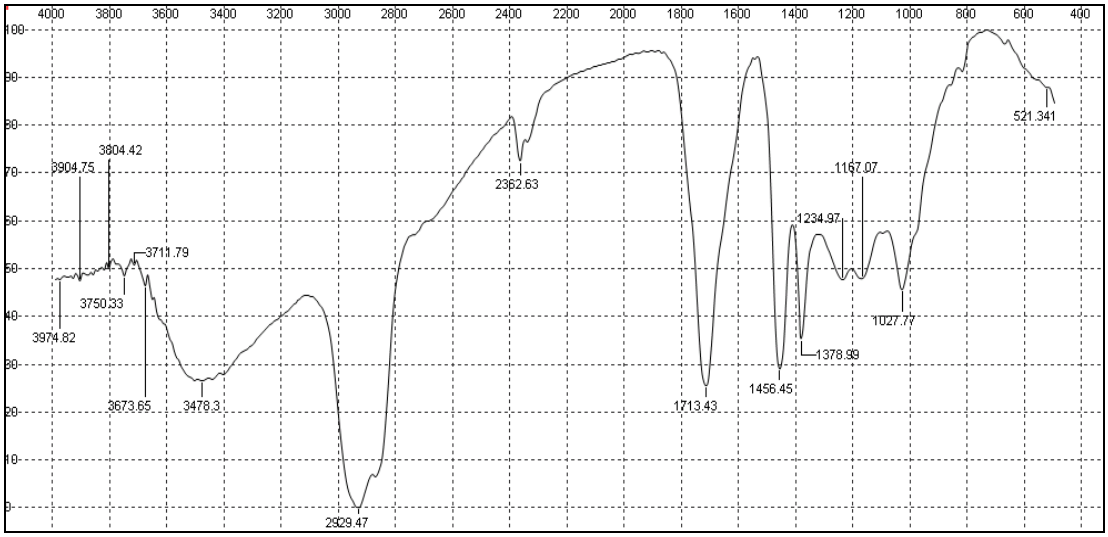


МБ-051(Айтаг)

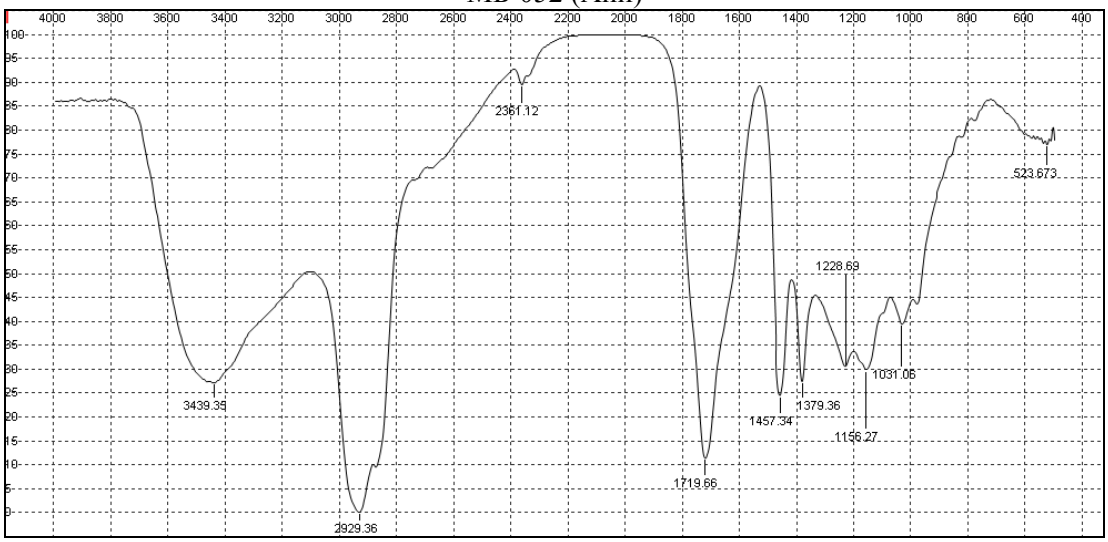


МБ-003 (Ани)

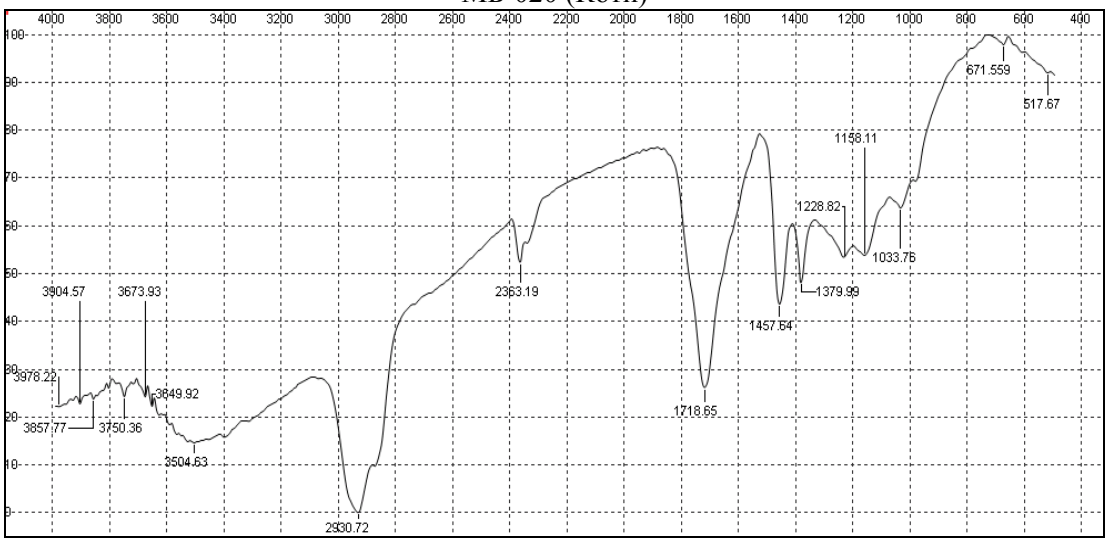
Рисунок 1 – Инфракрасные спектры румэнита из меловых отложений Закавказья (по данным авторов)



МБ-052 (Ани)

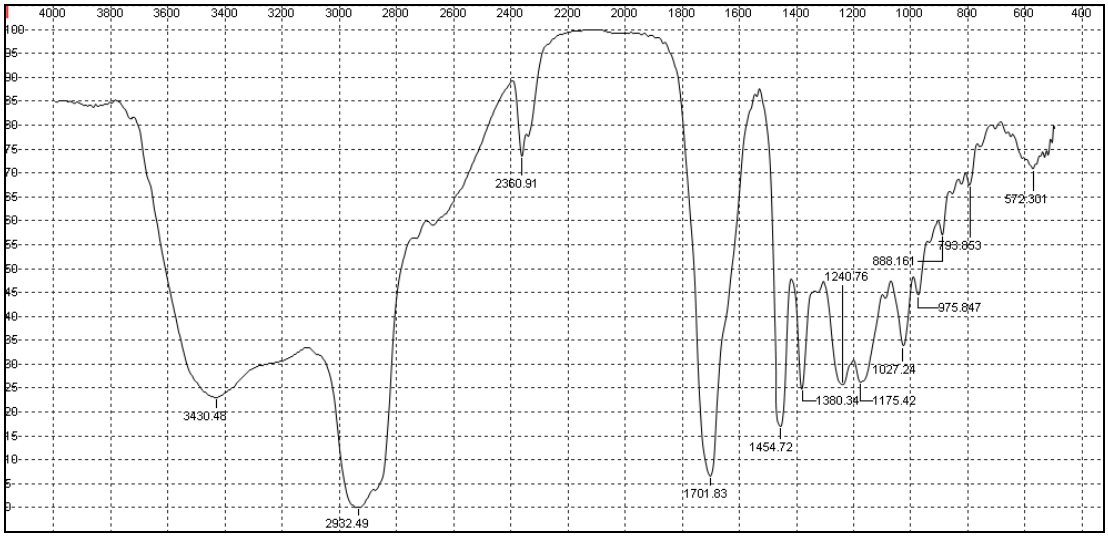


МБ-020 (Коти)

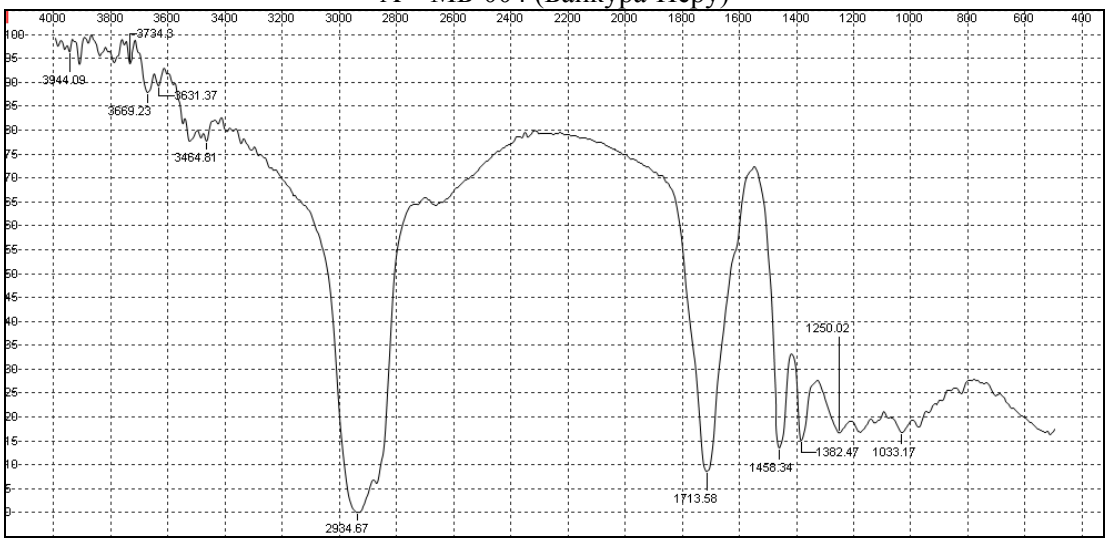


МБ-053(Коти)

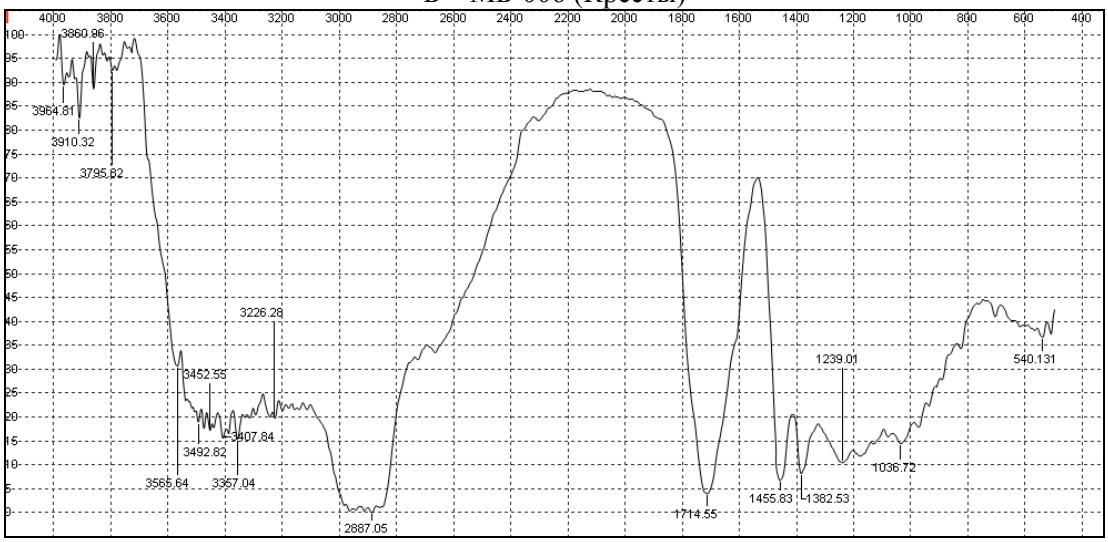
Рисунок 2 – Инфракрасные спектры валховита из меловых отложений Закавказья (по данным авторов)



А – МБ-004 (Байкура-Неру)

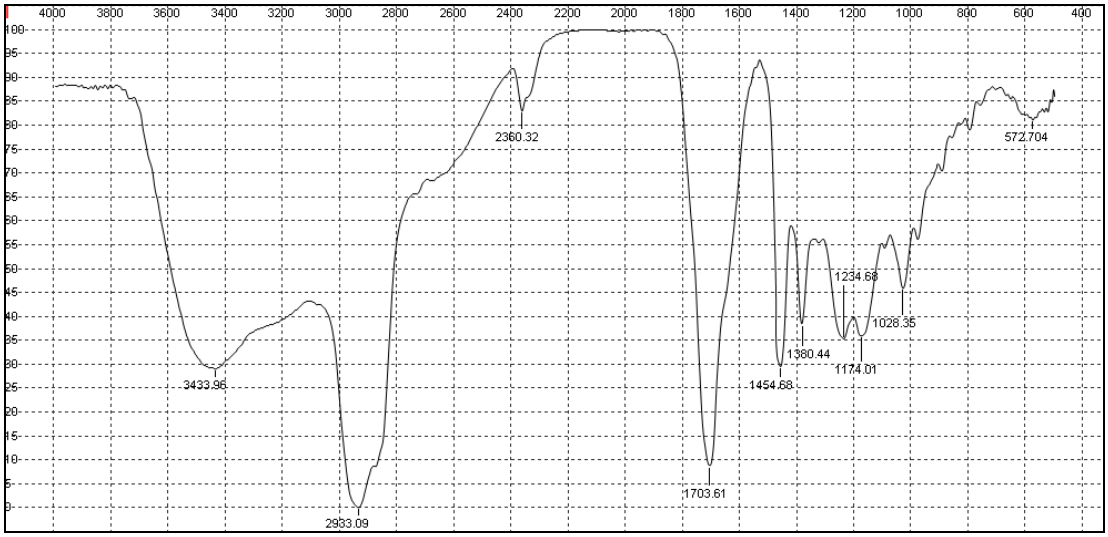


Б – МБ-006 (Кресты)

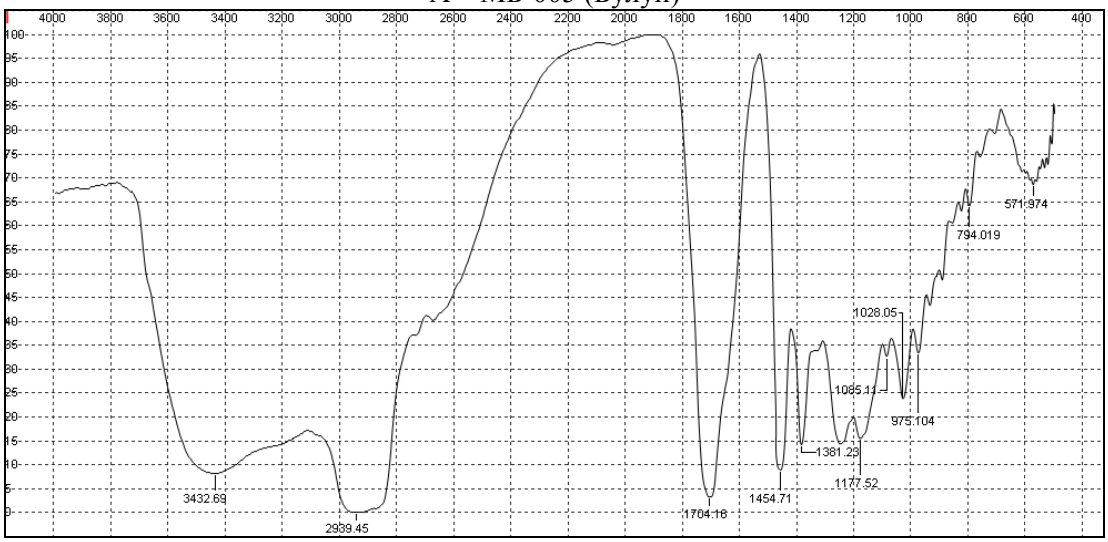


В – МБ-007 (Жданиха)

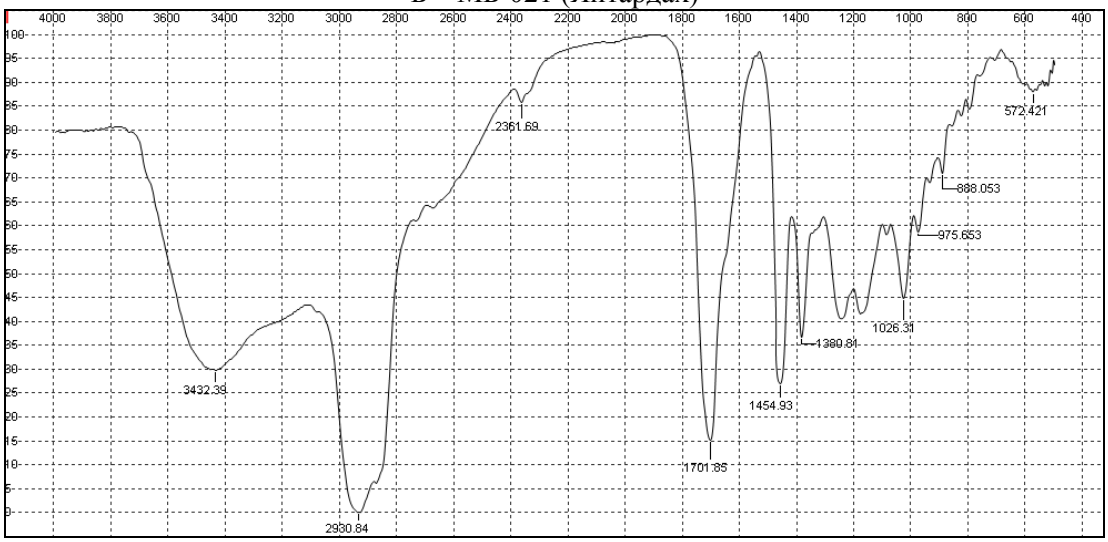
Рисунок 3 – Инфракрасные спектры геданита из огневской (А) и бегичевской (Б, В) свит Хатангской впадины (по данным авторов)



А – МБ-005 (Булун)

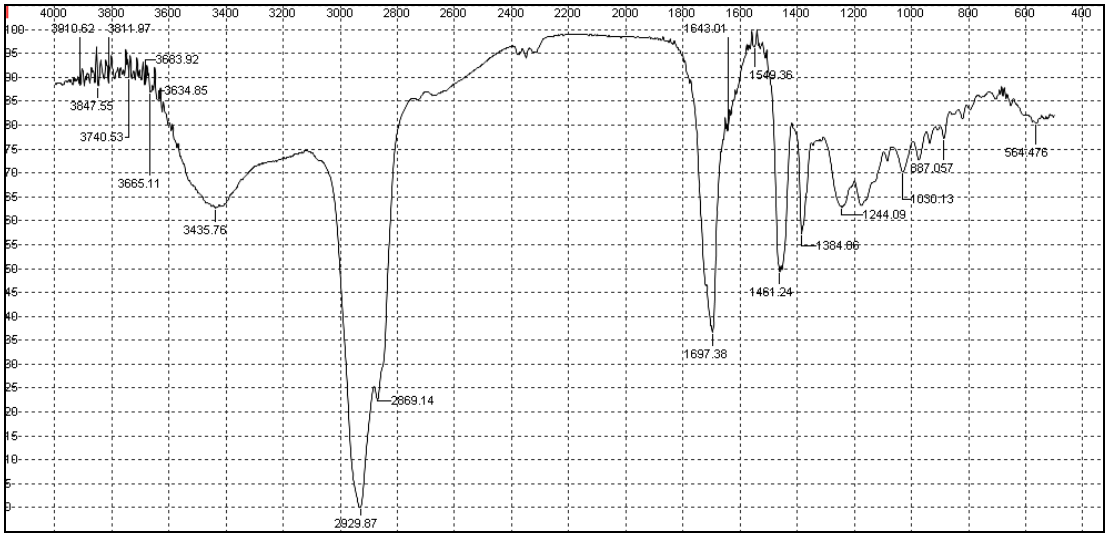


Б – МБ-021 (Янтардах)

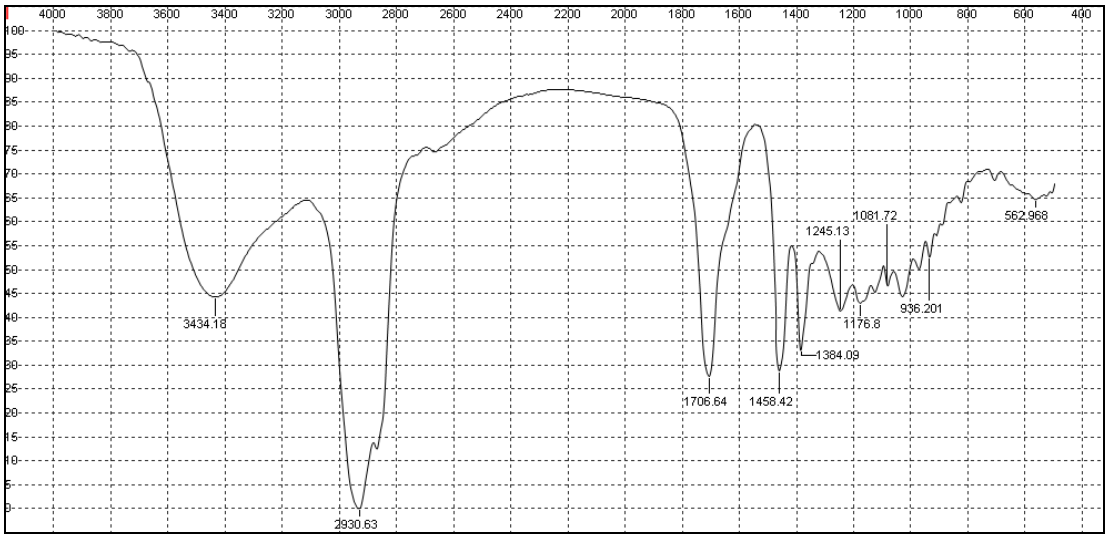


В – МБ-013 (Романиха)

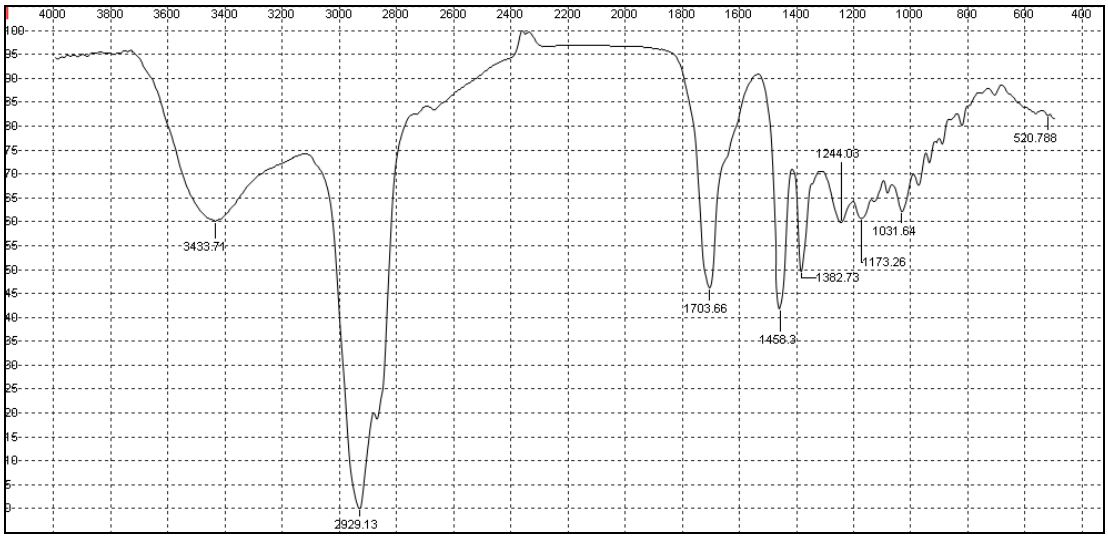
Рисунок 4 – Инфракрасные спектры геданита из ледяной (А) и хетской (Б, В) свит Хатангской впадины (по данным авторов)



АБ-045

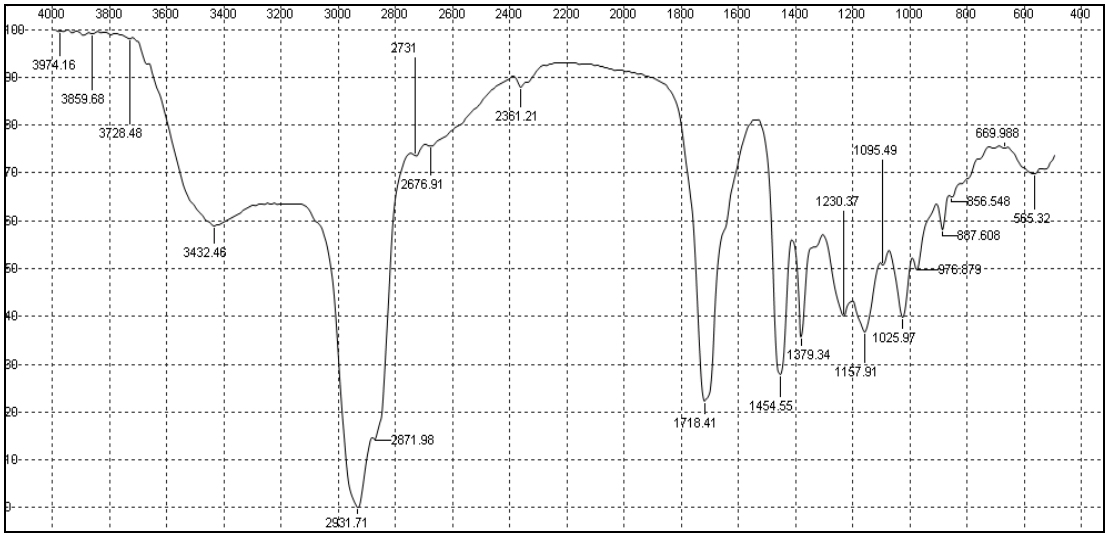


АБ-046

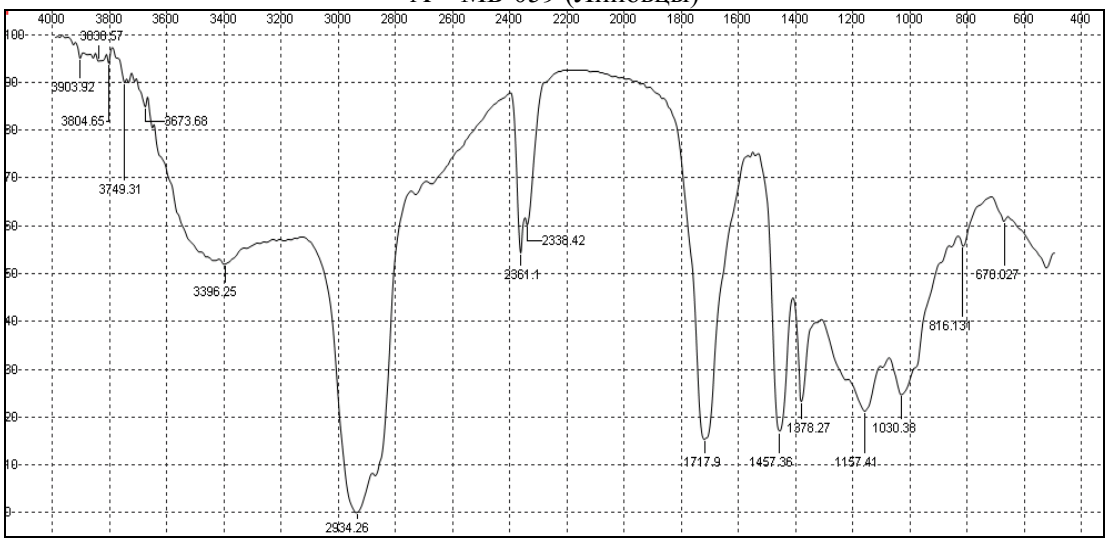


АБ-049

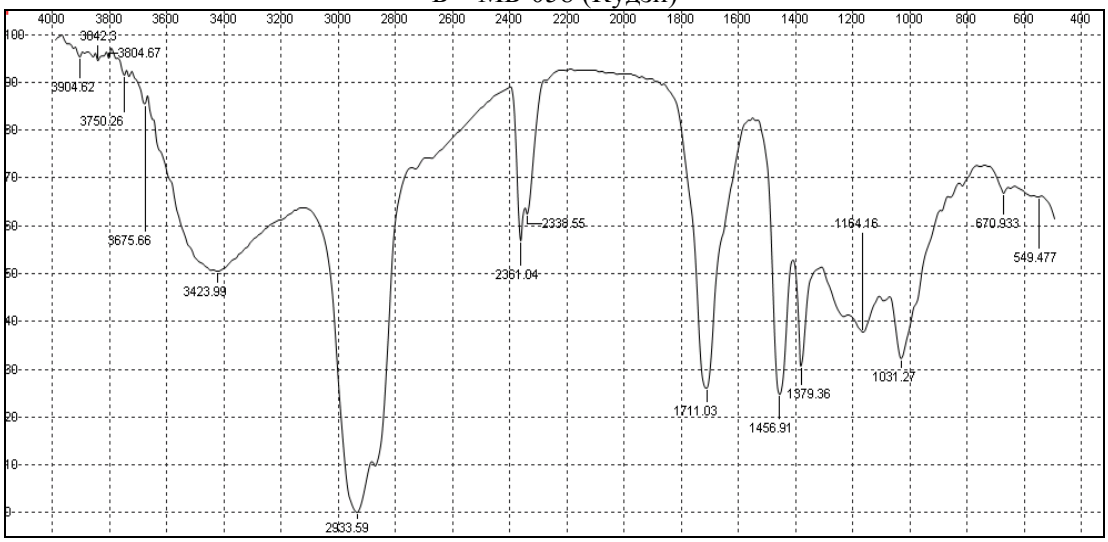
Рисунок 5 – Инфракрасные спектры геданита проявления Амдерма (по данным авторов)



А – МБ-059 (Липовцы)



Б – МБ-058 (Кудзи)



В – МБ-066 (Чоши)

Рисунок 6 – Инфракрасные спектры румэнита из меловых отложений Дальнего Востока (А) и Японии (Б, В) (по данным авторов)

Наблюдающаяся в спектре размытость полосы валентных колебаний гидроксильных групп с нечетко выраженным максимумом в области 3 480–3 500 см$^{-1}$ достаточно типична. Другой характерной чертой ИК-спектров таких смол является наличие сильных полос поглощения в области 1 584–1 608 см$^{-1}$. По интенсивности они не уступают полосам предыдущей группы. Эти полосы можно связать с ароматическими

структурами, которым приписывается поглощение в области 1 600 см$^{-1}$ (C=C – связи ароматического кольца).

Обращает внимание очень интенсивно проявленная в спектре ряда ископаемых смол полоса поглощения 968 см$^{-1}$, обычно приписываемая непредельным связям типа CHR_1=CHR_2 (980 см$^{-1}$). Гораздо слабее выражена полоса поглощения 1 620–1 650 см$^{-1}$, также отождествляемая с непредельными связями, но уже другого типа (CR_1R_2=CH_2). Среднее по интенсивности поглощение в области 1 350–1 370 см$^{-1}$ указывает на присутствие в смолах довольно значительного количества групп CH_3. Напротив, содержание CH_3-групп в коротких цепях весьма незначительно, если судить по слабой интенсивности в ИК-спектре полосы 750 см$^{-1}$. Деформационные и валентные колебания связей C-H в группах CH_2 и CH_3 проявлены в спектре сильными полосами поглощения с максимумами 1 468 и 2 920 см$^{-1}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Langenheim, J.M. Catalogue of infrared spectra of fossil resins (Ambers) in North and South America / J.M. Langenheim, C.W. Beck // Harvard University Botanical Museum Leaflets. – 1968. – № 22 (3). – P. 65–120.
2. Hummel, D.O. Infrared analysis of polymers, resins and additives. An Atlas. Vol. 1, part 2 / D.O. Hummel, K.N. Scholl. – New York, London, Sydney, Toronto. – 1969. – 123 p.
3. Kosmowska-Ceranowicz, B. Succinite and some other fossil resins in Poland and Europe (deposits, finds, features and differences in IRS) / B. Kosmowska-Ceranowicz // Estudios del Museo de ciencias naturals de Alava. – 1999. – Vol. 14, № 2. – P. 73–117.
4. Савкевич, С.С. Новое в минералогическом изучении янтаря и некоторых других ископаемых смол / С.С. Савкевич // Самоцветы : материалы XI съезда Междунар. минерал. ассоц., Новосибирск, 4–10 сент. 1978 г. / Междунар. минерал. ассоц., Всесоюз. минерал. о-во ; редкол. : В.В. Буканов [и др.].– Л., 1980. – С. 17–28.
5. Богдасаров, М.А. Инфракрасная спектрометрия ископаемых смол Северной Евразии / М.А. Богдасаров, О.В. Ковалева // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. прыродазн. навук. – 2007. – № 2 (29). – С. 128–136.

M.A. Bogdasarov, O.V. Martirosyan. **Infra-Red Spectrometry of Mesozoic Fossil Resins**

The results of studying of structure peculiarities and the structure of amber and amber-like fossil resins of Mesozoic displays of North Eurasia according to infra-red spectrometry are stated in the article. The analysis of the received data enables to identify investigated fossil resins down to definition of a kind that allows coming nearer to understand the mechanisms of their formation and creation of modern classification of fossil resins closely.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 10.01.2011 г.

УДК 502:55(203):628.39

Н.М. Голуб

ВЛИЯНИЕ ВЕЩЕСТВ-ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В СТОЧНЫХ ВОДАХ, НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АКТИВНОГО ИЛА

В процессе работы проведен качественный и количественный химический анализ сточных вод, поступающих на очистные сооружения, после их механической очистки. Определена концентрация ионов аммония, нитрит, нитрат и фосфат ионов, а так же тяжелых металлов. Проведен качественный и количественный химический анализ процесса нитрификации сточных вод, поступающих на очистные сооружения, после их механической очистки и на выходе, а так же показатели БПК и ХПК.

Городские сточные воды, поступающие на очистные сооружения, должны быть подвергнуты механической, химической и биологической обработке. Неоценимую помощь в этом оказывают микроорганизмы. Однако, в ряде случаев, качество активного ила может снижаться, в результате чего он перестает выполнять свои основные функции – биологическую очистку сточных вод.

Ведущая роль в изъятии из сточной жидкости растворенных, коллоидных, крупных органических загрязнений, а также разложении токсических для других организмов веществ принадлежит бактериям. Бактерии отличаются чрезвычайно лабильным обменом. Они в большей степени, чем другие микро- и макроорганизмы способны приспосабливаться к неблагоприятным условиям окружающей среды. Так, при поступлении на очистные сооружения сточных вод, содержащих токсичные вещества (соли тяжелых металлов, нефтепродукты), часто единственными обитателями аэротенков остаются бактерии. Они не только более устойчивы к действию ядовитых веществ, но и легче других живых организмов адаптируются к изменяющимся условиям и новым источникам питания [1]. В этом случае происходит качественное и количественное изменение биоценоза активного ила, изменяются его структура и седиментационные свойства – происходит вспухание ила [2]. Кроме ухудшения качества очистки воды, добавляется и экологический аспект – загрязнение природных водоемов, в которые поступают очищенные сточные воды.

Вспухание активного ила – довольно распространенное явление, поскольку факторами, предшествующими его развитию, является появление в сточных водах веществ, токсичных для обитателей ила. Ими могут являться тяжелые металлы и их соли, амиак, сера, некоторые органические вещества (фенолы, нефтепродукты, пестициды. детергенты), но наиболее опасно их совместное действие.

В то же время, выявить конкретное вещество либо группу веществ, являющихся токсичными для биоценоза активного ила является весьма сложной задачей в связи с разнообразнейшим спектром химических веществ, применяющихся в настоящее время в быту и промышленности.

Несмотря на то, что со вспуханием активного ила столкнулись с первых лет эксплуатации аэротенков, эффективного метода борьбы с ним не предложено до сих пор, а проблема становится все более актуальной в связи с восстановлением и развитием промышленного производства [2; 3].

К основным факторам, которые могут неблагоприятно воздействовать на активный ил, провоцировать или усиливать нарушения его функционирования относится состав сточных вод поступающих на очистку. Все промышленные примеси, присутствующие в сточных водах, в той или иной мере неблагоприятно воздействуют на нормальное функционирование и жизнеспособность активного ила. Особую проблему представляют

токсичные сточные воды, особенно, если в их состав входит сразу несколько токсикантов, и они поступают на очистные сооружения неравномерно. Токсичное или неблагоприятное воздействие на активный ил усиливается, если в очищаемых водах недостает легкоокисляемых органических соединений, характеризуемых показателями ХПК в фильтрованной пробе или БПК первых дней инкубации. Как правило, активный ил обычно устойчив к действию различных химических веществ, содержащихся в сточных водах, поскольку биоценоз гидробионтов формируется, исходя из наличия имеющихся питательных веществ, и микроорганизмы адаптируются к конкретному составу сточных вод очистных сооружений. Однако в некоторых случаях, в состав сточных вод попадают вещества, являющиеся токсичными для организмов ила. Кроме того, при залповых выбросах предприятий, концентрация привычных для организмов ила веществ может повыситься в десятки раз. В этих случаях гидробионты не справляются с повышенной нагрузкой веществ-загрязнителей, следовательно, происходит их частичная гибель либо полная деструкция активного ила. В результате процесс очистки сточных вод либо ухудшается, либо вовсе прекращается. Как следствие, происходит загрязнение окружающей среды.

К биогенным элементам относятся вещества, входящие в состав организмов и имеющие определенное биологическое значение, в том числе азот, фосфор, железо, медь, кобальт, никель и многие другие. Согласно литературным данным [2; 3], медь является наиболее токсичной, независимо от того в какой форме она находится и является критичным элементом для очистных сооружений, т.к. аккумулируется в активном иле в значительных концентрациях. Синергическими по токсичному действию на активный ил являются комбинации тяжелых металлов: меди и железа, меди и никеля, меди и цинка, меди и кадмия [1; 5]. Усиление токсического воздействия наблюдается при дополнительном присутствии аммония, фенола, хлора и т.д., когда к токсическому действию металлов присоединяется стерилизующее действие этих веществ.

Объекты и методы исследования

Объектами химического исследования являлись: очищенная сточная вода на входе в аэротенк, после механической очистки, очищенная сточная вода на выходе. Пробы сточных вод отбирали после спуска их с предприятия перед входом в КНС (канализационно-насосную станцию).

Отбор проб для химических анализов проводили в сосуды из полиэтилена или боросиликатного стекла, предварительно промытые азотной кислотой, а затем ополоснутые водой. Пробы для определения концентрации молекулярного кислорода отбирали в отдельную посуду с добавлением реактива и прекращения аэрации исследуемой жидкости.

Анализ образца сточных вод на количественное содержание тяжелых металлов производился по международному стандарту [4]. Метод служит для определения валового содержания элементов (суммы находящихся в ионной форме, в виде коллоидных и комплексных соединений), поскольку в пламени происходит окисление до высшей валентности. Мешающие влияния при ААС практически отсутствуют.

Результаты и их обсуждение

На основании этого нами были проведены следующие анализы стоков предприятий г. Бреста на содержание некоторых тяжелых металлов. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в сточных водах

Определяемый металл	Содержание в фильтрованной воде, мг/л	Содержание в нефильтрованной воде, мг/л	ПДК, мг/л
Свинец	0,0040	0,0202	0,1
Медь	0,0038	0,0607	0,5
Цинк	0,0416	0,3441	1,0

Марганец	0,0957	0,2106	0,02–0,16
Железо	0,4016	4,3299	0,6–3,0
Никель	нпч	0,0042	0,5

Сопоставление результатов анализа сточной воды фильтрованной и нефильтрованной позволяет сделать вывод о повышенной концентрации тяжелых металлов в осадке. Данные таблицы показывают, что содержание анализируемых тяжелых металлов в нефильтрованной воде превышает их содержание в фильтрованной воде для различных металлов. Так, концентрация марганца увеличена по сравнению с нефильтрованной водой в 2,2 раза, меди – в 16,0 раз. Это свидетельствует об их наличии в большом количестве в адсорбированной форме на поверхности взвешенных частиц. В свою очередь, это может являться одним из факторов угнетения активного ила, так как тяжелые металлы, будучи накопленными на субстрате, являются токсичными для микроорганизмов, формирующих хлопья активного ила. Осаждение взвешенных частиц приведет к повышению концентрации тяжелых металлов, причем их аккумулирование может привести к превышению ПДК и пагубному воздействию на активный ил.

В сточных водах всегда присутствуют биогенные элементы, основными из которых являются азот и фосфор. При избытке или недостатке азота и фосфора в сточных водах в активном иле развивается вспухание ила. При этом качество очистки сточных вод резко ухудшается из-за нарушения процесса распределения очищенной воды и активного ила. Известно, что при взаимодействии аммонийного азота с активным хлором в процессе хлорирования очищенных сточных вод образуются хлорамины – токсичные и мутагенные соединения. Фосфаты малотоксичны, их летальная концентрация для дафний довольно высока – 2 мг/дм^3, однако именно фосфатам принадлежит решающая роль в процессе цветения природных водоемов.

Нами были проведены определения концентраций ионов аммония, нитритов, нитратов и фосфатов в сточных водах г. Бреста и лабораторных установках (таблица 2).

Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что происходит снижение содержания в сточной воде ионов аммония на 23%. В тоже время концентрация нитрит и нитрат ионов практически не изменяется, что указывает на незначительное протекание процессов нитрификации.

Таблица 2 – Количественное определение ионов аммония, нитритов, нитратов и фосфатов в сточной воде и лабораторной установке

№	Параметр	NH_4^+, мг/дм^3		NO_2^-, мг/дм^3		NO_3^-, мг/дм^3		Фосфаты общ., мг/дм^3
1	Сточная вода на входе	48	–	0,03	–	0,1	–	10,5
2	Сточная вода на выходе	37	–	0,02	–	0,1	–	5,3
3	Возвратный ил из вторичного отстойника	46	–	0,015	–	0,08	–	7,4

Продолжение таблицы 1

4	Активный ил из сосуда № 1	60	64	0,034	0,031	0,86	1,39	3,0
5	Активный ил из сосуда № 2 до добавления сточных вод	77	–	0,036	–	0,59	–	10,9
6	Активный ил из сосуда № 2 после добавления сточных вод	68	53	0,042	1,08	0,48	0,41	8,4

Аналогичные результаты изменения концентрации ионов получены в лабораторном эксперименте: нитрификация активного ила в сосуде № 1 практически не происходит, а в сосуде № 2 происходит частично. Это можно объяснить недостаточной, на данный момент, регенерацией активного ила.

Содержание фосфатов в возвратном активном иле завышено, а в сточной воде на выходе очищение по фосфатом происходит, но на верхнем допустимом пределе.

Для каждого типа сточных вод имеется определенное соотношение между содержанием органических загрязняемых веществ, характеризуемых показателем БПК и биогенными элементами, которое может быть низким, средним и высоким.

На основании проведенных исследований соотношение между содержанием органических загрязняемых веществ и биогенными элементами определено как высокое (таблица 3).

Таблица 3 – Определение ХПК и БПК в сточной воде и модельном эксперименте

№	Параметр	ХПК, мг/дм^3	БПК$_5$, мг/дм^3	ХПК : БПК$_5$	БПК$_5$: ХПК
1	Сточная вода на входе	900	221	4,07	0,25
2	Осветленные сточные воды	700	191,5	3,66	0,27
3	Сточная вода на выходе	600	112,8	5,32	0,19
4	Активный ил из сосуда №1	950	54,7	17,37	0,06
5	Активный ил из сосуда №2	900	32,3	27,86	0,03

Согласно полученным результатам, отношение ХПК : БПК$_5$ превышает допустимый предел 2,5 раза, предложенный СНиП П-32-74 [6], в то же время, отношение БПК$_5$: ХПК менее 0,5. Это свидетельствует о наличие в сточных водах инертных к биохимическому окислению и сложноокисляемых веществ.

В сосудах активный ил находящийся в стадии регенерации потребляет легкоокисляемые органические вещества и, следовательно остаются труднодоступные к процессу окисления вещества, что и доказывается соотношением ХПК : БПК$_5$.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Состояние активного ила на начальном этапе проведения эксперимента можно оценить как неудовлетворительное по биологическим и химическим критериям.

2. Содержание анализируемых тяжелых металлов в нефильтрованной воде превышает их содержание в фильтрованной воде в 2,2–16,0 раз. Это свидетельствует об их наличии в большом количестве в адсорбированной форме на поверхности взвешенных частиц. Осаждение этих частиц приведет к накоплению тяжелых металлов, причем их аккумулирование может вызвать превышение ПДК и, как результат, оказать пагубное воздействие на активный ил.

3. Процесс нитрификации в сточной воде проходит частично, что говорит о слабой активности биоценоза активного ила.

4. Отношение ХПК : БПК$_5$ превышает допустимый предел 2,5 раза, в то же время, отношение БПК$_5$: ХПК менее 0,5. Это свидетельствует о наличие в сточных водах инертных к биохимическому окислению и сложноокисляемых веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков, Ю.В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина; под ред. А.П. Шицковой. – М. : Медицина, 1990. – 400 с.

2. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М. : АКВАРОС, 2003. – 512 с.

3. Голубовская, Э.К. Биологические основы очистки воды / Э.К. Голубовская. – М. : Высшая школа, 1978. – 268 с.

4. ИСО 8288. Качество воды. Определение кобальта, никеля, меди, цинка, кадмия и свинца. Пламенные атомно-абсорбционные спектрометрические методы. – 1986. – 16 с.

5. Карюхина, Т.А. Обработка и удаление осадков сточных вод : в 2 т. / Т.А. Карюхина, И.Н. Чурбанова, И.Х. Заена [пер. с англ]. – М. : Стройиздат, 1985. – Т. 1. – 236 с.
6. СНиП II-32-74 Канализация. Наружные сети и сооружения. – М. : Стройиздат., 1975.

N.M. Golub. **Influence of Substance-pollutant, Contained in Foul Water, on Vital Functions of Active Silt**

Qualitative and quantitative chemical analysis of foul water incoming to cleaning installations after their mechanical cleaning is done in the article. The concentration of ammonium ions, nitrite, nitrite and phosphate ions as well as of heavy metal is defined. Qualitative and quantitative chemical analysis of the process of nitrification of foul water, incoming to cleaning installations after their mechanical cleaning and at the outlet as well as the indices of BPK and HPK is given.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 21.01.2011 г.

УДК 546.287

В.В. Коваленко, Н.П. Ерчак, О.О. Ломакова

РОСТРЕГУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ГИДРООКСАЛАТОВ МЕТИЛДИБУТИЛ-γ-АМИНОПРОПИЛСИЛАНОВ

На культуре люпина изучена рострегулирующая активность гидрооксалатов метилдибутил-γ-аминопропилсиланов – новых кремнийорганических соединений, полученных на кафедре химии БрГУ имени А.С. Пушкина. Определены концентрации водных растворов гидрооксалатов, проявляющие стимулирующий эффект в отношении энергии прорастания семян, всхожести и общего прироста длины зародышевых корешков. Установлено, что обработка семян люпина 0,001М и 0,0001М растворами гидрооксалата метилдибутил-γ-(N-циклогексил)аминопропилсилана достоверно повышает энергию прорастания, всхожесть семян и общий прирост длины зародышевых корешков.

Введение

Кремнийорганические соединения представляют значительный интерес как регуляторы роста растений [1–8].

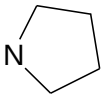
Нами были синтезированы новые кремнийорганические соединения – гидрооксалаты метилдибутил-γ-аминопропилсиланов. На культуре редиса была изучена рострегулирующая активность полученных соединений. Были определены концентрации их водных растворов, проявляющие стимулирующий эффект в отношении энергии прорастания семян, всхожести, общего прироста длины зародышевых корешков [9].

Настоящая работа посвящена изучению рострегулирующей активности гидрооксалатов метилдибутил-γ-аминопропилсиланов на культуре люпина в лабораторных условиях.

Методика эксперимента

Гидрооксалаты метилдибутил-γ-аминопропилсиланов получены в результате взаимодействия эквимолярных количеств соответствующих аминопропилсиланов со щавелевой кислотой в органическом растворителе при комнатной температуре:

$$MeBu_2Si(CH_2)_3NRR^1 + (COOH)_2 \longrightarrow MeBu_2Si(CH_2)_3NRR^1 \bullet (COOH)_2$$

$NRR^1 =$  , NHC_6H_{11} .

Исходные силильные производные получены по реакции гидросилилирования соответствующих ненасыщенных аминов, катализируемой H_2PtCl_6:

$$MeBu_2SiH + CH_2{=}CHCH_2NRR^1 \longrightarrow MeBu_2SiCH_2CH_2CH_2NRR^1 \quad .$$

Методики получения соединений описаны в работе [9].

Исследования рострегулирующей активности проводились на культуре люпина. Было изучено влияние различных концентраций (0,001; 0,0001; 0,00001 и 0,000001 моль/л) гидрооксалатов. Опыты проводились в четырехкратной повторности по 50 штук семян люпина в каждой. Условием воздействия являлось замачивание семян в растворах изучаемых веществ. Время экспозиции – 1 час. В качестве контроля использовались растения, полученные из семян, которые замачивались в дистиллированной воде без исследуемых веществ. Проращивание осуществлялось в растильнях между слоями фильтровальной бумаги при постоянной температуре воздуха в темноте (в термостате).

Биологическая активность оценивалась по следующим морфобиологическим критериям роста и развития растений: энергия прорастания семян – способность семян

быстро и одновременно прорастать (определяется как процент нормально проросших семян за определенное время); лабораторная всхожесть – способность семян образовывать нормально развитые проростки (определяется как отношение нормально проросших семян к общему числу семян взятых для проращивания); общий прирост длины зародышевых корешков прорастающих семян [10; 11]. Влияние растворов исследуемых веществ на эти показатели изучалось путем фенологических наблюдений и биометрических измерений. Статистическая обработка велась по Рокицкому [12]. Определялись средние значения результатов определения энергии прорастания, всхожести семян и длины зародышевых корешков, стандартное отклонение, ошибка среднего арифметического. Точность отличий между данными контроля и опыта определялась на основе критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Данные по влиянию растворов гидрооксалата метилдибутил-γ-пирролидино-пропилсилана на показатель энергии прорастания семян люпина представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние растворов гидрооксалата метилдибутил-γ-пирролидино-пропилсилана на показатель энергии прорастания семян люпина

Энергия прорастания x±m, %				
Контроль	**0,001М**	**0,0001М**	**0,00001М**	**0,000001М**
91,00±1,02	92,00±1,11	96,00*±0,71	91,00±1,00	95,00*±1,21
* – при уровне значимости p<0,01				

На основании анализа данных таблицы 1, можно сделать заключение, что растворы гидрооксалата метилдибутил-γ-пирролидинопропилсилана способны оказывать статистически достоверное стимулирующее действие на показатель энергии прорастания семян люпина. Обработка семян 0,0001М и 0,000001М растворами данного соединения повышает энергию прорастания на 5% и 4% соответственно по сравнению с контролем.

В таблице 2 представлены данные по влиянию растворов гидрооксалата метилдибутил-γ-(N-циклогексил)аминопропилсилана на показатель энергии прорастания семян люпина. Анализируя их можно отметить, что все опытные растворы гидрооксалата метилдибутил-γ-(N-циклогексил)аминопропилсилана, кроме максимально разбавленного, оказывают стимулирующий эффект в отношении энергии прорастания семян. Наибольшим стимулирующим эффектом обладает 0,001М раствор соединения. Обработка семян данным раствором повышает энергию прорастания на 4% по сравнению с контролем.

Таблица 2 – Влияние растворов гидрооксалата метилдибутил-γ-(N-циклогексил)ами-нопропилсилана на показатель энергии прорастания семян люпина

Энергия прорастания x±m, %				
Контроль	**0,001М**	**0,0001М**	**0,00001М**	**0,000001М**
95,00±1,19	99,00*±1,31	98,00*±0,23	98,00*±0,49	94,00±1,22
* – при уровне значимости p<0,01				

Как показывают данные, приведенные в таблице 3, гидрооксалат метилдибутил-γ-пирролидинопропилсилана оказывает стимулирующее влияние на показатель всхожести семян люпина. Все опытные растворы данного соединения повышают показатель всхожести семян. Наибольшим стимулирующим эффектом характеризуется 0,0001М раствор, который повышает всхожесть семян на 8% по сравнению с контролем.

Таблица 3 – Влияние растворов гидрооксалата метилдибутил-γ-пирролидино-пропилсилана на показатель всхожести семян люпина

Всхожесть x±m, %				
Контроль	**0,001М**	**0,0001М**	**0,00001М**	**0,000001М**
90,00±0,42	92,00±1,45	98,00*±0,83	91,00±1,22	95,00*±1,63
* – при уровне значимости p<0,01				

Анализируя данные о влиянии гидрооксалата метилдибутил-γ-(N-циклогексил)аминопропилсилана на показатель всхожести семян люпина, которые представлены в таблице 4, можно отметить, что данное соединение во всех опытных концентрациях, кроме минимальной, повышает всхожесть семян.

Таблица 4 – Влияние растворов гидрооксалата метилдибутил-γ-(N-циклогексил)ами-нопропилсилана на показатель всхожести семян люпина

Всхожесть x±m, %				
Контроль	**0,001М**	**0,0001М**	**0,00001М**	**0,000001М**
96,00±1,23	100,00*±0,81	98,00**±0,53	99,00*±0,59	96,00±1,22
* – при уровне значимости p<0,01 **– при уровне значимости p<0,05				

Анализируя приведеные в таблице 5 данные можно сделать заключение, что гидрооксалат метилдибутил-γ-пирролидинопропилсилана в минимальной опытной концентрации (0,000001М) обладает наибольшим стимулирующим эффектом в отношении прироста длины зародышевых корешков прорастающих семян.

Таблица 5 – Длина зародышевых корешков семян люпина, обработанных растворами гидрооксалата метилдибутил-γ-пирролидинопропилсилана

Время, ч	**Длина корешков x±m, мм**				
	Контроль	**0,001М**	**0,0001М**	**0,00001М**	**0,000001М**
168	58,44±2,18	60,25±2,33	59,29±2,02	58,84±1,73	66,81*±1,02
* – при уровне значимости p<0,01					

Оценка влияния гидрооксалата метилдибутил-γ-(N-циклогексил)аминопропил-силана в отношении прироста длины зародышевых корешков прорастающих семян показала, что данное соединение обладает стимулирующим эффектом. Под воздействием

0,001М и 0,0001М растворов гидрооксалата наблюдается достоверное опережение общего прироста длины зародышевых корешков по сравнению с контролем.

Таблица 6 – Длина зародышевых корешков семян люпина, обработанных растворами гидрооксалата метилдибутил-γ-(N-циклогексил)аминопропилсилана

Время, ч	**Длина корешков x±m, мм**				
	Контроль	**0,001М**	**0,0001М**	**0,00001М**	**0,000001М**
168	56,22±2,01	63,65*±2,07	70,31*±2,13	58,70±2,32	57,32±1,43
* – при уровне значимости $p<0,01$					

Выводы

Гидрооксалаты метилдибутил-γ-пирролидинопропилсилана и метилдибутил-γ-(N-циклогексил)аминопропилсилана проявляют стимулирующий эффект в отношении энергии прорастания, всхожести и общего прироста длины зародышевых корешков прорастающих семян.

Обработка семян люпина 0,0001 М раствором гидрооксалата метилдибутил-γ-пирролидинопропилсилана достоверно повышает энергию прорастания и всхожесть семян на 5% и 8% соответственно по сравнению с контролем.

Обработка семян люпина 0,001М и 0,0001М растворами гидрооксалата метилдибутил-γ-(N-циклогексил)аминопропилсилана достоверно повышает энергию прорастания, всхожесть семян и общий прирост длины зародышевых корешков.

Полученные результаты делают перспективным дальнейшее изучение рострегулирующей активности на других растительных объектах.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор № Х08М–198).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронков, М.Г. Кремний и жизнь. Биохимия, фармакология и токсикология соединений кремния / М.Г. Воронков, Г.И. Зелчан, Э.Я. Лукевиц. – Рига : Зинатне, 1978. − 587 с.
2. Silicon Biochemistry : Ciba Foundation Symposium 121 / Chichester – New York – Sydney – Toronto – Singapore : A-Wiley-Interscience Publication, 1986. – 269 p.
3. Стимулятор роста растений : пат. 7079 Респ. Беларусь, С 1 А 01 N 55/10 / Н.П. Ерчак, И.Д. Лукьянчик, Т.А. Коваль, О.О. Андрияк ; заявл. 23.07.01 ; опубл. 30.03.03 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2005. – № 2. – С. 114–115.
4. Воронков, М.Г. Новый биостимулятор – мивал в сельском хозяйстве / М.Г. Воронков, И.Г. Кузнецов, В.М. Дьяков. – М. : Наука, 1982. – 167 с.
5. Ерчак, Н.П. Гидрооксалат метилбис(фенилметил)-γ-пиперидинопропил-силана / Н.П. Ерчак [и др.] // Журнал общей химии. – 2008. – Т. 78. – Вып. 9. – С. 1580–1581.
6. Коваленко, В.В. Гидрооксалаты метилбис(фенилметил)-γ-пирролидино-пропилсилана и метилбис(фенилметил)-γ-пиперидинопропилсилана / В.В. Коваленко, А. Ювко, Э. Лиепиньш // Латвийский химический журнал. – 2008. – № 4. – С. 398–399.
7. Коваленко, В.В. Рострегулирующая активность гидрооксалатов метилбис(фенилметил)-γ-аминопропилсиланов / В.В. Коваленко, О.О. Ломакова, Н.П. Ерчак // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2010. – № 1. – С. 52–59.
8. Ерчак, Н.П. Сравнительная активность гидрооксалатов γ-амино-пропилсиланов / Н.П. Ерчак [и др.] // Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2010. – № 1. – С. 28–40.

9. Ламакова, В.А. Біялагічная актыўнасць крэмнійарганічных злучэнняў 2*Гідрааксалаты метылдыбутыл-γ-амінапрапілсіланаў / В.А. Ламакова [и др.] // Веснік Брэсцкага ўн–та. Сер. прыродазнаўчых навук. – 2006. – № 3. – С. 81–90.

10. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038–84. – Введ. 01.07.86. – М. : М–во сельского хозяйства СССР : Изд-во стандартов, 1985. – 57 с.

11. Семена сельскохозяйственных культур. Определение посевных качеств семян. Термины и определения : ГОСТ 20290–74. – Введ. 01.07.75. – М. : Всесоюзный институт растениеводства : Изд-во стандартов, 1975. – 23 с.

12. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. − 316 с.

***V.V. Kavalenka, N.P. Erchak, V.A. Lamakova.* Growth Regulating Activity of Hydrooxalates of Methyldibutyl-γ-Aminopropylsilanes**

The growth regulating activity of hydrooxalates of methyldibutyl-γ-aminopropylsilanes – new organosilicon compounds synthesized at the Chemistry Department of Brest State University – was studied on radish. Concentrations of aqueous solutions of the hydrooxalates stimulating germination energy, germination capacity of radish seeds and general length growth of the embryonic roots of germinating seeds were defined. It was found out that the treatment of radish seeds with 0,001M and 0,0001M solution of hydrooxalate of methyldibutyl-γ-(N-cyclohexyl)aminopropylsilane truly raises germination energy, germination capacity of radish seeds and general length growth of the embryonic roots of germinating seeds.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 10.02.2011 г.

УДК 691.544: 666.941.2

Н.С. Ступень, Е.В. Тарасюк

КОРРОЗИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изучено влияние микрокремнезема на степень сульфатной коррозии цементного клинкера. Установлено уменьшение выщелачивания гидроксида кальция в композиционном цементном вяжущем с 15% микрокремнезема, что способствует уменьшению скорости сульфатной коррозии.

В настоящее время к строительным материалам предъявляются очень высокие требования. Современный строительный материал должен быть универсальным, обладать одновременно высокими конструкционными способностями и теплоизолирующими свойствами. Должен быть негорюч, долговечен, влагостоек и экологически чист. Но самое главное, строительный материал должен быть коррозионно устойчив к действию окружающей среды.

Бурное развитие промышленности, в особенности химической, в последние десятилетия вызвало существенное изменение состава внешней среды в индустриальных районах, атмосфера в которых характеризуется повышенным содержанием кислых газов, агрессивных по отношению к бетону и арматуре железобетонных конструкций. На основе развернувшейся планомерной работы по охране окружающей среды можно полагать, что дальнейшее загрязнение атмосферы будет приостановлено и концентрация реагентов, одинаково опасных для человека и различного рода строительных сооружений, будет снижена.

При строительстве предприятий, в технологическом процессе которых предусмотрено участие химически активных (агрессивных) веществ, необходимо учитывать возможность их попадания в грунты и проектировать в связи с этим защиту подземных конструкций.

Необходимая стойкость конструкций может быть достигнута только в том случае, если будет осуществлён комплекс мероприятий, предусматривающих придание её материалу и самой конструкции свойств, определяющих сохранение расчётных параметров (прочности, водонепроницаемости и др.) в течение всего срока службы сооружения.

Для оценки степени агрессивности внешних воздействий в реальных условиях большое значение имеет анализ поведения материала конструкций – бетона и железобетона – в ранее построенных сооружениях. Значительные коррозионные повреждения строительных железобетонных конструкций отмечаются на многих химических комбинатах: в цехах производства хлора, кислот, солей.

Весьма часто наблюдаются разрушения строительных конструкций, соприкасающихся с грунтами, насыщенными или периодически увлажняемыми минерализованными водами.

Коррозионные процессы в твёрдой и газообразной средах фактически начинаются и протекают только в присутствии жидкой фазы. Для бетонных и железобетонных конструкций это природные и промышленные растворы, содержащие различное количество растворённых веществ (кислот, солей, щелочей) или некоторые органические жидкости.

Атмосферные воды, выпадающие в виде осадков, содержат обычно ничтожное количество солей: хлорид-ионов, как правило, в пределах 1,5–4 мг/л, а сульфатов в расчёте на SO_3 – от 1 до 16 мг/л. Количество SO_3 может быть значительно больше в районе городов, где воздух загрязняется дымовыми газами. Кроме того, атмосферные воды

содержат некоторое количество растворённого CO_2, снижающего pH в результате образования в воде угольной кислоты до 5,7.

Одним из основных факторов, определяющим скорость и степень коррозионных процессов строительных сооружений является химический состав грунтовых вод.

Химический состав грунтовых вод зависит от многих факторов и в том числе от состава пород и характера почв, с которыми соприкасается вода, состава питающих вод (атмосферных, речных, морских и т.д.), близости вод к поверхности и климатических условий данного района. В гидрогеологических исследованиях предложено несколько вариантов классификации состава подземных вод в зависимости от степени их минерализации. По предложениям К.Е. Питьевой [1] подземные воды можно разделить на четыре группы с различной степенью минерализации. Первая группа – пресные воды со степенью минерализации < 1 г/л. Это преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды. Вторая группа – слабоминерализованные воды 1–10 г/л. Подземные воды этой группы включают гидрокарбонатный, сульфатный и хлоридный типы по анионам и кальциевый, магниевый и натриевый тип по катионам. В третью группу входят минерализованные воды со степенью минерализации 10–30 г/л. Эти воды хлоридного типа по анионам и натриевого типа по катионам. Четвёртая группа включает воды со степенью минерализации более 30 г/л, они относятся к хлоридному типу по анионам и к натриевому, кальциевому, магниевому по катионам. Предельное содержание иона HCO_3^- зависит от того, с какими катионами связан сульфат ион. Содержание ионов HCO_3^- в грунтовых водах невелико. В пресных грунтовых водах при минерализации 5–6 г/л может быть до 0,5–0,6 г/л ионов HCO_3^-. В минерализованных грунтовых водах можно выделить как воды со значительным количеством ионов SO_4^{2-}, так и воды с очень малым содержанием этих ионов, но с большим количеством иона Cl^-, связанного с катионами Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+ и K^+. В глубинных подземных водах в большом количестве присутствует CO_2.

Оценить степень агрессивности вод можно только с учётом всего комплекса показателей, включающих химический состав грунтовых вод, назначение сооружений, особенности их конструкций, срок службы, применяемый цемент и требования, предъявляемые к бетону.

Цель наших исследований – изучить влияние микрокремнезема на скорость и степень коррозии цементного клинкера в сульфатно-хлоридной агрессивной среде.

Материалы и методика исследований

Для приготовления растворов использовали сульфат натрия, сульфат кальция, карбонат калия, хлорид натрия, гидрокарбонат натрия марок ЧДА. Концентрации растворов сульфата (в пересчёте на ион SO_4^{2-}) – 1500 мг/л, 12000 мг/л, 20000 мг/л приняты из соображений ускоренного получения исследуемых зависимостей. Концентрация растворов по иону HCO_3^-: 85,4 мг/л, 170,8 мг/л, 341,6 мг/л, 512,4 мг/л (или 1,4 мг-экв/л; 2,8 мг-экв/л; 5,6 мг-экв/л; 8,4 мг-экв/л) приняты как наиболее характерные для грунтовых вод на территории Белоруссии и стран СНГ. В лабораторных условиях трудно моделировать среды, близкие к грунтовым водам.

Для моделирования среды, близкой к грунтовым водам, проводили исследование на упрощённой модели, включающей ионы Na^+, SO_4^{2-}, HCO_3^-, Ca^{2+}.

Известно, что реальные сульфатные среды характеризуются тем, что сульфат ионы находятся в сочетании с различными катионами, которые при взаимодействии с составными частями цементного камня могут образовывать соединения, способные оказывать различное влияние на фазовый состав в данной системе. В грунтовых и сточных водах чаще всего встречаются сульфаты кальция, магния и натрия. По мнению многих исследователей, наименее агрессивным для данной системы является катион натрия. Поэтому для создания агрессивной сульфатной среды мы использовали сульфат натрия.

Для исследований использовали портландцемент марки 500, следующих химических составов: SiO_2 – 21,44%; Al_2O_3 – 4,87%; Fe_2O_3 – 4,89%; CaO – 64,00%; MgO –1,67%; SO_3 –2,95%.

Минералогический состав цементного клинкера следующий (в %):

C3S– 63–алит–3CaO·SiO2– трёхкальциевый силикат;
C2S – 17–белит–2CaO·SiO2–двухкальциевый силикат;
C3A – 3–целит–3 CaO·Al2O3–трёхкальциевый алюминат;
C4AF – 17–целит–4CaO·Al2O3·Fe2O3–четырёхкальциевый алюмоферрит.

Исследования проводили на образцах цементного камня (в/ц=0,4) – кубиках 2×2×2 см. Размеры образцов приняты из соображений возможности в короткие сроки получить исследуемые зависимости. После распалубки (через сутки) образцы твердели 28 суток в дистиллированной воде. Исследования проводили после 1 года воздушного твердения образцов.

В качестве добавки в цемент использовали микромнезем. Микрокремнезем (микрокремний, микросилика, кремниевая пыль) – побочный продукт производства кремниевых и феррокремниевых сплавов, представляющих собой высокодисперсную пыль кремнезема, улавливаемую фильтрами из отходящих газов. Он образуется при восстановлении высокочистого кварца с углем. Так как микрокремнезем является отходом производства, то его физико-химические свойства, в частности, дисперсность и содержание активной формы SiO_2 во многом определяется конкретными условиями получения сплавов. По мере увеличения содержания кремния в сплаве увеличивается содержание SiO_2 в кремниевой пыли, но химический состав микрокремнезема для конкретного производства остается постоянным. Микрокремнезем, содержащий не менее 85% SiO_2, относится к пуццолановым добавкам с высокой активностью. Микрокремнезем в странах СНГ доступен и использование его перспективно в больших количествах.

Сущность исследований сводится к определению аналитическими методами изменения концентраций ионов SO_4^{2-}, Ca^{2+} и pH в процессе взаимодействия раствора с минералами цемента в испытуемых образцах. Количественное определение водорастворимых ионов кальция проводили методом комплексометрического титрования с трилоном Б, в присутствии индикатора мурексида. Количественное определение сульфат-ионов проводили гравиметрическим методом.

Результаты исследований

Экспериментальные данные, полученные ранее, показали, что коррозионные процессы, идущие в цементном камне в сульфатных и сульфатно-гидрокарбонатных средах имеют принципиальные различия. Степень и скорость коррозии зависит от концентрации сульфат и гидрокарбонат-ионов. Наибольший эффект снижения интенсивности коррозии зафиксирован при концентрации гидрокарбонат – ионов около 6 мг-экв/л. Дальнейшее повышение концентрации гидрокарбонат-ионов незначительно влияет на изменение фазового и минералогического состава цементного камня, а также на скорость коррозии [2]. Установлено, что присутствие хлорид-ионов уменьшает агрессивность сульфатно-гидрокарбонатных ионов, что сказывается на замедлении процессов коррозии [3].

При введении микрокремнезема значительно улучшаются свойства портландцемента. Использование тонкодисперсной силики в сочетании с водоредуцирующей добавкой повышает прочность, водонепроницаемость, сульфатостойкость и другие свойства цементного клинкера. Повышение прочности цементного камня с добавкой микрокремнезема обусловлено увеличением степени гидратации цемента, как за счет создания центров кристаллизации для $Ca(OH)_2$, так и за счет взаимодействия активного кремнезема с гидроксидом кальция с образованием труднорастворимого низкоосновного мелкокристаллического гидросиликата. Снижение водопроницаемости цементного камня при введении микрокремнезема является результатом уменьшения числа крупных пор. Благодаря этому, проницаемость цементного камня уменьшается, и устойчивость его к действию агрессивных сред возрастает. Введение микрокремнезема в цемент

также дает возможность получить значительный экономический эффект при получении модифицированного цементного вяжущего.

Были изучены скорость и степень сульфатной коррозии цементного клинкера в присутствии микрокремнезема (от 10 до 25% по массе).

Экспериментальные данные по выщелачиванию гидроксида кальция представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Количество водорастворимых ионов кальция в агрессивной среде без добавки микрокремнезема

Проба с соотношением ионов SO_4^{2-} : Cl^- в растворе	Средний объем трилона Б, пошедшего на титрование, мл	Масса ионов Ca^{2+} в навеске, г	Масса CaO в навеске, г	Содержание ионов Ca^{2+},%	
				в навеске	в цементе
(1,5г/л) Ч. SO_4^{2-}	0,43	0,022	0,030	2,15	7,52
1:1	0,18	0,009	0,013	0,91	3,20
1:2	0,10	0,005	0,007	0,50	1,75
2:1	0,30	0,015	0,021	1,50	5,25
(3г/л) Ч. SO_4^{2-}	0,20	0,010	0,014	1,00	3,50
1:1	0,15	0,008	0,011	0,75	2,62
1:2	0,22	0,011	0,015	1,10	3,85
2:1	0,17	0,008	0,012	0,85	2,97
(5г/л) Ч. SO_4^{2-}	0,15	0,008	0,011	0,75	2,62
1:1	0,12	0,006	0,008	0,60	2,10
1:2	0,20	0,010	0,014	1,00	3,50
2:1	0,10	0,005	0,007	0,50	1,75

Таблица 2 – Количество водорастворимых ионов кальция в агрессивной среде, содержащей 15% микрокремнезема

Проба с соотношением ионов SO_4^{2-} : Cl^- в растворе	Средний объем трилона Б, пошедшего на титрование, мл	Масса ионов Ca^{2+} в навеске, г	Масса CaO в навеске, г	Содержание ионов Ca^{2+},%	
				в навеске	в цементе
(1,5г/л) Ч. SO_4^{2-}	0,30	0,014	0,020	1,85	6,47
1:1	0,15	0,007	0,011	0,87	3,05
1:2	0,07	0,002	0,007	0,30	1,20
2:1	0,22	0,011	0,018	1,34	4,69

Продолжение таблицы 2

(3г/л) Ч. SO_4^{2-}	0,13	0,007	0,010	0,80	2,80
1:1	0,10	0,006	0,009	0,72	2,52
1:2	0,19	0,009	0,013	0,90	3,15
2:1	0,16	0,007	0,011	0,84	2,94
(5г/л) Ч. SO_4^{2-}	0,15	0,008	0,011	0,75	2,62
1:1	0,11	0,006	0,008	0,60	2,10
1:2	0,21	0,010	0,014	1,00	3,50
2:1	0,10	0,005	0,007	0,50	1,75

Определяющим фактором скорости коррозионных процессов в цементном камне является скорость внутренней диффузии. Но процесс взаимодействия водного раствора сульфата с минералами гидратированного цементного камня является гетерогенным, его кинетика будет зависеть и от того, в каком виде будут выделяться новообразования, в виде ли рыхлых осадков или в виде плотных пленок, создающих нарастающее сопротивление в поверхностном слое твердой фазы в порах.

Было установлено, что введение микрокремнезема в цементное вяжущее снижает количественное содержание водорастворимых ионов Ca^{2+} при концентрации сульфат ионов 1,5 и 3 г/л. Уменьшение выщелачивания приводит к стабилизации сильно-щелочной среды цементного клинкера, что является непременным условием для предотвращения коррозии стальной арматуры в железобетонных конструкциях (таблица 3).

Таблица 3 – Значения pH водных вятяжек из цементного клинкера

Концентрация раствора по иону SO_4^{2-}, г/л	Значения pH водных вытяжек из цементного клинкера	Значения pH водных вытяжек из цементного клинкера с добавкой 15% микрокремнезема
1,5	10,5	12,4
3,0	9,7	12,0
5,0	9,5	11,3
12,0	8,1	11,1

Одновременно происходит уменьшение поглощения сульфат-ионов цементным клинкером (таблицы 5; 6).

Таблица 5 – Накопление SO_3 в образцах цементного камня без кремнезема

Концентрация раствора по иону SO_4^{2-}, г/л	Кол-во поглощенных сульфат ионов в пересчете на SO_3 от массы цемента в реакционном слое в % по анализу жидкой фазы	Кол-во поглощенных сульфат ионов в пересчете на SO_3 от массы цемента в реакционном слое в % по анализу твердой фазы
1,5	1,12	0,98
3,0	2,75	1,65
5,0	4,65	3,25
12,0	7,80	5,56

Таблица 6 – Накопление SO_3 в образцах цементного камня с добавкой кремнезема 15%

Концентрация раствора по иону SO_4^{2-}, г/л	Кол-во поглощенных сульфат ионов в пересчете на SO_3 от массы цемента в реакционном слое в % по анализу жидкой фазы	Кол-во поглощенных сульфат ионов в пересчете на SO_3 от массы цемента в реакционном слое в % по анализу твердой фазы
1,5	0,35	0,58
3,0	1,76	1,0
5,0	4,5	3,2

12,0	7,70	5,45

Анализ экспериментальных данных показал, что уменьшение поглощенных сульфат-ионов реально заметно при концентрации сульфат-ионов в агрессивной среде 1,5 и 3,0 г/л, что в свою очередь снижает скорость сульфатной коррозии.

Выводы

1. Изучено влияние микрокремнезема на степень выщелачивания гидроксида кальция и кинетику сульфатной коррозии цементного клинкера.
2. Установлено, что наиболее эффективным является введение микрокремнезема в количестве 15% от массы цемента. Дальнейшее увеличение содержания микрокремнезема в цементе существенного влияния на кинетику сульфатной коррозии и степень выщелачивания гидроксида кальция не оказывает.
3. Снижение скорости сульфатной коррозии цементного клинкера с добавкой микрокремнезема заметно в агрессивной среде с концентрацией сульфат-ионов 1,5 г/л и 3,0 г/л. При дальнейшем увеличении концентрации сульфат-ионов положительное влияние микрокремнезема на устойчивость цементного клинкера уменьшается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Питьевая, К.Е. Гидрохимия / К.Е. Питьевая. – М. : Наука, 1971. – 336 с.
2. Ступень, Н.С. Исследование системы CaO– SiO_2–Al_2O_3–H_2O в присутствии ионов SO_4^{2-} и HCO_3^- / Н.С. Ступень, Б.С. Шевченко, Ю.В. Волынчук // Весн. Брэсцкага ўн-та. Сер. Прыродазнаўчых навук – 2003. – № 2 (34). – С. 55–61.
3. Ступень, Н.С. Исследование совместного влияния хлорид-ионов и реакции среды на течение процессов коррозии в цементном камне стальной арматуре / Н.С. Ступень, М.В. Лукашевич // Весн. Брэсцкага ун-та. Сер. 5. – 2010 – № 2. – С. 19–25.

N.S. Stupen, G.E. Tarasyuk. **Corrosion Resistance of Composite Building Materials**

The joined influence of microsilica on the degree of sulfate corrosion of cement clinkeris studied. The decrease of leaching of calcium hydroxide in the composite cement binder with 15% microsilica, which helps to reduce the rate of sulfate corrosion is established..

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 13.01.2011 г.

УДК 598.252

И.В. Абрамова

ЭКОЛОГИЯ СЕРОЙ МУХОЛОВКИ *MUSCICAPA STRIATA (MUSCICAPIDAE, PASSERIFORMES)* В ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ

В юго-западной Беларуси серая мухоловка – гнездящийся перелетный и транзитно мигрирующий вид. Гнездовой период продолжается со второй декады мая до первой декады июля. Численность серой мухоловки в 1999–2009 гг. в регионе оценивается в 180–220 тыс. пар.

Введение

Серая мухоловка в Беларуси и регионе широко распространенный многочисленный гнездящийся перелетный и транзитно мигрирующий вид. Биология вида в Беларуси слабо изучена. Специальные работы, посвященные исследованию экологии серой мухоловки в республике, отсутствуют. Фрагментарные сведения по биологии этого вида имеются в монографиях и сводках [1–5]. Серая мухоловка играет существенную роль в различных экосистемах. Питается различными беспозвоночными, в том числе вредителями сельхозкультур и семенами дикорастущих растений, является полезным видом. Некоторый вред птицы могут приносить при добыче полезных, редких и исчезающих беспозвоночных животных.

Материал и методы исследования

Исследования по экологии серой мухоловки проводились в 1999–2009 гг. в различных районах Брестской области (Брестский, Березовский, Ивацевичский, Ивановский, Ганцевичский, Каменецкий, Кобринский, Столинский и др.). Географические координаты крайних точек области: 51º38´ – 53º24´ с.ш. 23º11´ – 27º37´ в.д. Количество собранного материала указано в таблицах, рисунках и тексте. При изучении различных аспектов биологии серой мухоловки применяли общепринятые методы полевых и камеральных исследований [6–8]. Межгодовую и сезонную динамику численности изучали во второй половине мая – первой половине июня на постоянных маршрутах с применением методики Ю.С. Равкина [9].

Результаты и их обсуждение

Ареал. Серая мухоловка распространена в Европе, Западной, Центральной и Малой Азии, Кавказе, Ближнем Востоке, северо-западной Африке. Зимует в Африке на юг от экватора и в Азии от Аравийского полуострова на восток до дельты реки Ганг [10]. В Беларуси распространена на всей территории [4; 11].

Миграции. Весной в юго-западную Беларусь серая мухоловка прилетает (145 регистраций) во второй декаде апреля – второй декаде мая. Самая ранняя дата прилета 20 апреля, самая поздняя – 15 мая, средняя – 28 апреля. В Беловежскую пущу в 1940–1980 гг. птицы прилетали примерно в такие же сроки, в среднем 30 апреля [5]. По данным М.С. Долбика, средние сроки прилета этого вида в Полесье приходились на 7 мая [2], в Беловежскую пущу – 9 мая (это на 9 дней позже по сравнению с данными В.А. Дацкевича), в г. Пинск – 5 мая и г. Гродно – 24 апреля [12]. Отметим, что серые мухоловки в Ленинградской области появляются в первой – второй декадах мая [13].

Отлет и пролет птиц (88 регистраций) осенью происходит в третьей декаде августа – второй декаде сентября, в среднем 8 сентября. Отдельные особи встречаются до конца сентября – начала октября. Средние многолетние сроки миграций птиц показаны на рисунке 1.

Анализ собственных и литературных данных показал, что сроки миграций мухоловки весной сдвигаются на 3–4 дня по мере движения на 1º с.ш. с юго-запада на

северо-восток Беларуси, осенью, наоборот, миграция происходит раньше (примерно на столько же дней).

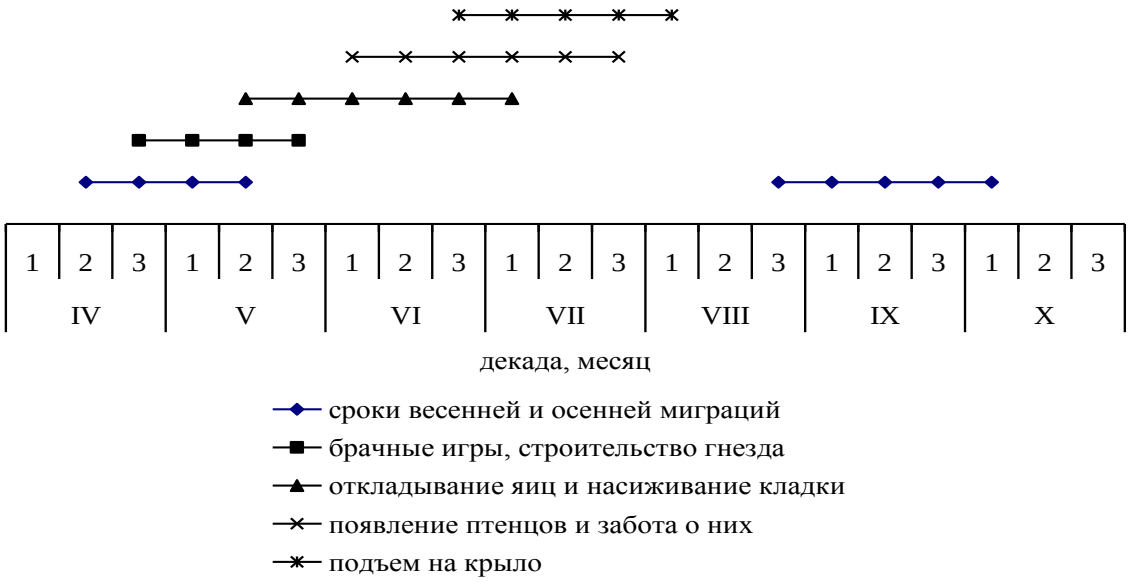


Рисунок 1 – Биоритмы миграций и размножения серой мухоловки

Сроки миграций птиц в Беларуси за последние 100 лет практически не изменились. Прилет птиц в последние 30 лет происходит в среднем на 2–3 дня раньше по сравнению с первой половиной XX столетия, что связано, по-видимому, с изменением климата в Европе.

Места обитания. Серая мухоловка населяет (n=480) многие биотопы (%): разреженные участки различных типов леса (13,7), опушки лесов (19,5), поляны (11,2), сады (8,5), сельские населенные пункты (15,3), окраины городов (5,6), участки индивидуальной застройки городов (6,3), дачные поселки (5,0), животноводческие комплексы (6,5) и другие биотопы (8,4).

Размножение. Вскоре после прилета мухоловки занимают гнездовые участки и приступают к строительству гнезда. Для них характерна высокая экологическая пластичность в выборе мест гнездования. В поселениях человека птицы строят гнезда (n=164) на карнизах домов (33,5%), за наличниками окон (10,7%), в нишах стен (20,6%), в брошенных гнездах птиц (городская и деревенская ласточки, зяблик, дрозды и др.) (20,4%), в других местах (14,8%). В лесах (n=118) серые мухоловки размещают гнезда на пнях (13,6%), вершинах сломанных деревьев (15,4%), в углублениях стволов деревьев (23,7%), за отставшей корой деревьев (11,9%), в развилке главного ствола дерева (16,9%) и других местах (18,6%). Гнезда (n=276) птицы располагают на высоте 0,3–8 м, чаще всего (46,5%) на уровне 3–4 м.

Средние размеры гнезд (n=37): диаметр гнезда – 8,7 см, диаметр лотка – 5,8 см, высота гнезда – 4,5 см, глубина лотка – 4,2 см. Гнезда, расположенные в мутовках деревьев, обычно имеют правильную форму, а гнезда, построенные в углублениях пней, стволов деревьев и других нишах, – упрощенные и почти не имеют наружных стенок. Строительным материалом для гнезда служат сухие травинки, тонкие веточки, стебельки мха, тонкие корешки, растительный пух и другие материалы. Серые мухоловки выстилают лоток тонкими травинками, сухими листьями, шерстью диких и домашних животных, перьями. Строительство гнезда (n=8) занимает 9–10 дней.

Ряд сведений о кладках яиц, появлении птенцов в гнездах и их вылете имеются в монографиях [2; 4]. К откладке яиц птицы в регионе приступают во второй декаде мая, чаще в третьей декаде мая – первой декаде июня (таблица 1, рисунок 1). Полная кладка (n=60) состоит из 3–6 яиц, в среднем 4,65. Скорлупа яиц окрашена в зеленоватый цвет,

покрыта расплывчатыми ржаво-бурыми и серыми пятнами. Средние размеры яиц (n=36)18,6×13,9 мм, средняя масса яйца (n=20) 1,95 г.

Таблица 1 – Размеры и состояние кладок серой мухоловки

Месяц	Декада	Кол-во яиц в кладке и степень их насиженности	Местообитание, кол-во гнезд
V	2	4, 5, 5?	Брестский р-н: у д. Томашовка – 25; у д. Радваничи – 4; дачный поселок Леснянка – 6; у д. Тюхиничи – 4; Беловежская пуща – 8; Кобринский р-н: у д. Пески – 5; Ивацевичский р-н: у д. Любищицы – 12
	3	2 по 4, 4?, 5, 5?	
VI	1	3, 3?, 2 по 4, 4а, 4б	
	2	3в, 2 по 3?, 4а, 2 по 4б, 4в, 3 по 4г, 2 по 4?, 2 по 5б, 5в, 5г, 2 по 5?, 6в, 6?	
	3	2 по 3г+1 пт.,2 4в, 2 по 4г, 2 по 4?, 2 по 5б, 3 по 5г, 2 по 5?, 6в	
VII	1	4г+1пт., 4?, 2 по 5г, 5?	

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

Таблица 2 – Количество птенцов серой мухоловки в гнезде (выводке) и степень их развития

Месяц	Декада	Кол-во птенцов и степень их развития	Местообитание, кол-во гнезд (выводков)
V	3	3, 4	Брестский р-н: у д. Томашовка – 22; у д. Радваничи – 4; у д. Скоки – 5; дачный поселок Леснянка – 6; Беловежская пуща – 7; Кобринский р-н: у д. Пески – 8; Ивацевичский р-н: у д. Любищицы – 10
VI	1	3, 2 по 4, 2 по 4?, 2 по 5, 5?, 6	
	2	2д, 3д, 2 по 4е, 2 по 4д, 3 по 4?, 5, 5д, 5е, 2 по 5?, 6?	
	3	3з, 4 по 4з, 4ж, 2 по 4?, 2 по 5з, 2 по 5ж, 6е	
VII	1	2 по 2з, 3 по 3з, 4 по 4з, 4?, 2 по 5з, 5?	
	2	4 по 3з, 4 по 4з, 5з	

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

В году одна кладка. Насиживают кладку (n=16) родители в течение 12–14 дней. Количество птенцов в гнездах (n=34), включая и тех, степень развития которых не была установлена, в среднем 4,4. Количество слетков в выводках (n=28) колебалось от 2 до 5, в среднем 3,8. Количество покинувших гнезда птенцов по отношению к числу отложенных яиц (n=150) составляет 72%.

Птенцы вылетают из гнезда в возрасте 13–14 дней. Это происходит во второй – третьей декадах июня, иногда позже. Растянутость сроков размножения объясняется тем, что птицы приступают к откладке яиц не одновременно, часть первых кладок гибнет, после чего мухоловки приступают к повторным кладкам. Возможно, некоторые самки – ко второй кладке. Данными о двух циклах размножения серой мухоловки в регионе мы не располагаем, как и некоторые зоологи [4; 5], допускающие такую возможность на юге Беларуси. Гнезда с кладками и птенцами разоряют (n=21) сойка, серая ворона, большой и зеленый дятлы, домашние кошки.

Питание. Серая мухоловка, по визуальным наблюдениям (246 регистраций) и данным вскрытия 12 желудков, питается пауками, насекомыми: двукрылыми, бабочками, мелкими жучками и другими беспозвоночными. Кормовые объекты ловит на лету, реже – склевывает корм с веток и листьев растений или на земле. Охотятся птицы в верхних ярусах леса, на освещенных солнцем опушках и полянах, в поселениях человека. Охота за кормом начинается ранним утром и заканчивается вечером.

Наблюдения за кормовой активностью серой мухоловки проводили за двумя гнездами с птенцами: в одном (6 июля 1972 г., Беловежская пуща) находилось 5 птенцов в возрасте 10 суток, в другом (18 июня 1995 г. д. Томашовка Брестского района) – 4 птенца в возрасте 8 суток. Нами выявлено несколько пиков кормовой активности мухоловок (рисунок 2).

Наибольшее количество прилетов родителей с кормом к обоим гнездам приходится на утренние часы (6–9 ч), затем интенсивность кормления снижается (10–11 ч) и снова увеличивается (12–14 ч). Следующие два пика кормовой активности мухоловок приходятся на 17–18 и 19–20 ч. Частота приноса родителями корма к первому гнезду (Беловежская пуща) несколько выше, чем ко второму (д. Томашовка). Отметим, что при длительных моросящих дождях взрослые птицы не прекращают добывать корм, но обычно заканчивают охотиться на час раньше, а утром начинают на час позже. Параллельно с кормлением птенцов родителями осуществляется и очистка гнезда от фекальных капсул. На каждые 7 приносов корма в среднем приходится один вынос капсул.

Рисунок 2 – Частота приноса корма птенцам серой мухоловки

Изменяется частота приноса корма родителями птенцам за время пребывания их в гнезде (рисунок 3). Интенсивность кормления более высокая на 8–12 день жизни. Перед вылетом птенцов на 13 день количество приноса корма им резко сокращается, родители стимулируют птенцов оставить гнездо. Слетки в течение нескольких дней докармливаются взрослыми птицами.

1 – за время пребывания их в гнезде с 20 июня по 4 июля 1988 г.,
2 – докармливание вне гнезда

Рисунок 3 – Принос корма 4 птенцам серой мухоловки (опушка соснового леса, окрестности д. Томашовка Брестского р-на)

Численность серой мухоловки в Беларуси оценена в 0,7–1 млн. пар [11], в регионе (по нашей оценке) – 0,18–0,22 млн. пар, стабильна. В 14 экосистемах плотность птиц (ос./км²) составляет [14]: пойменные экосистемы г. Бреста – 6,5; парки г. Бреста – 28,5; индивидуальные застройки г. Бреста – 68,6; г. Ивацевичи – 14,5; средние села Западного Полесья (Томашовка, Комаровка, Орхово, Брестский район)– 40,7; средние села Центрального Полесья (д.Любищицы, Ивацевичский район) – 15,3; дачные поселки (Березовая роща, Верасы, Леснянка, Машиностроитель) – 14,5; широколиственно-сосновый лес (Томашовское лесничество, Брестский лесхоз) – 20,8; широколиственно-сосновый лес (Королево-Мостовское лесничество, Беловежская пуща) – 18,0; сосняки мшистые (Томашовское лесничество, Брестский лесхоз) – 7,8; сосняки мшистые (Королево-Мостовское и Пашуковское лесничество, Беловежская пуща) – 10,2; сосняки зеленомошно-черничные (Томашовское лесничество) – 21,4; черноольховые леса (Пожеженское и Малоритское лесничества, Малоритскоий лесхоз) – 3,0; черноольховые леса (Королево-Мостовское и Пашуковское лесничество, Беловежская пуща) – 28,5.

В двух болотных ассоциациях Березинского биосферного заповедника плотность серой мухоловки составляет 3,4–4,0 ос./км² [15], в сосняках мшистых в первой половине лета 4,0, во второй половине – 28,0 ос./км² [16].

Многолетняя динамика численности серой мухоловки в двух экосистемах (рисунок 4) колебалась по годам, варьируя в пределах 14,2–37,0 ос./км² в широколиственно-сосновых лесах Томашовского лесничества Брестского лесхоза и 20,0–58,0 ос./км² в средних селах (Томашовка, Комаровка, Орхово, Брестский район), т.е. изменялась не более чем в 3 раза. В обеих экосистемах прослеживается снижение плотности населения серой мухоловки в 1983–2009 гг.

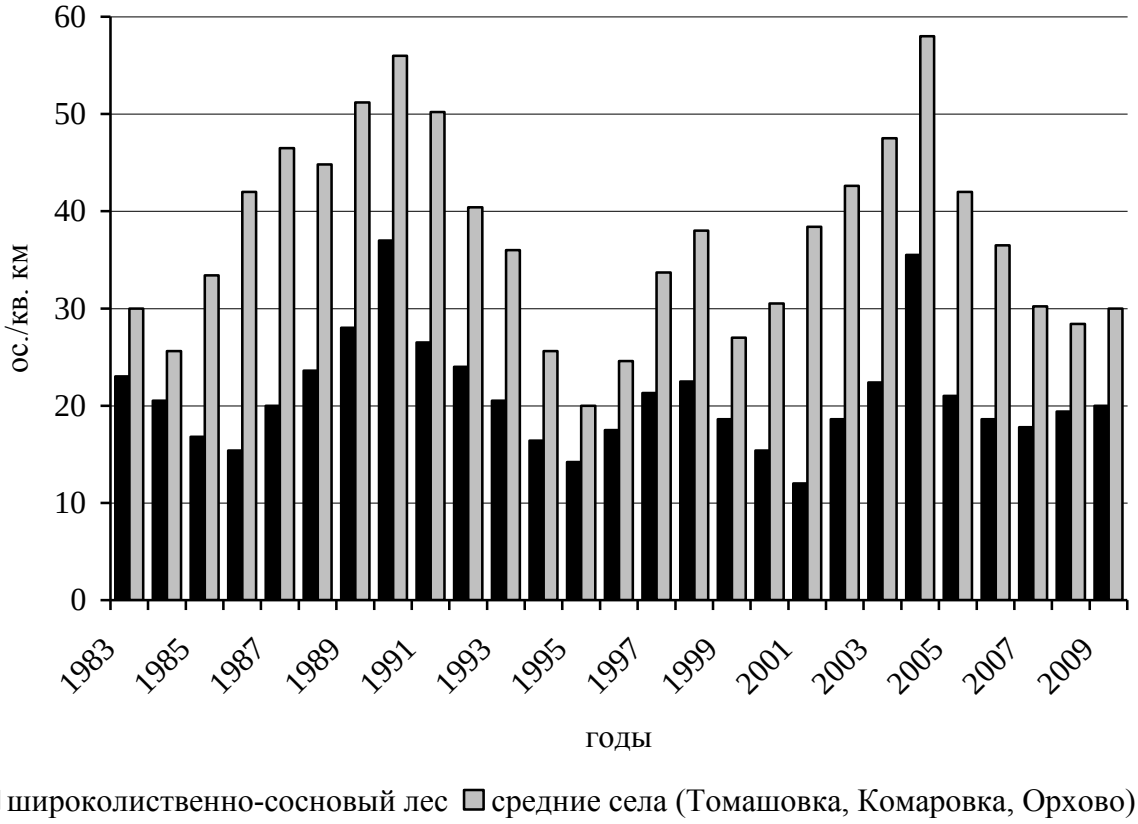


Рисунок 4 – Динамика численности серой мухоловки в двух экосистемах

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шнитников, В.Н. Птицы Минской губернии / В.Н. Шнитников. – М. : Типолитогр. т-ва И.Н. Кушнеров и К^{о}, 1913. – 475 с.

2. Долбик, М.С. Птицы Белорусского Полесья / М.С. Долбик. – Минск : Изд-во АН БССР, 1959. – 268 с.

3. Серая мухоловка // Птицы Советского Союза : в 6 т. / Г. П. Дементьев [и др.], под общ. ред. Г. П. Дементьева. – М. : Советская наука,1954. – Т. 6. – С. 76–81.

4. Федюшин, А.В. Птицы Белоруссии / А.В. Федюшин, М.С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1967. – 519 с.

5. Дацкевич, В.А. Исторический очерк и некоторые итоги орнитологических исследований в Беловежской пуще (1945–1985) / В.А. Дацкевич. – Витебск : ВГУ, 1998. – 115 с.

6. Новиков, Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных / Г.А. Новиков. – Л. : Сов. наука, 1953. – 602 с.

7. Биби, К. Методы полевых экспедиционных исследований. Исследования и учеты птиц / К. Биби, М. Джонс, С. Мардсен. – М. : Союз охраны птиц России, 2000. – 186 с.

8. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. – М. : Наука, 1986. – 287 с.

9. Равкин, Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов / Ю.С. Равкин // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск : Наука, 1967. – С. 66–75.

10. Птушкі Еўропы / рэд. М.Я. Нікіфараў. – Варшава : Навуковае выдавецтва ПВН, 2000. – 350 с.

11. Птицы Беларуси на рубеже XXI века / М.Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Изд-ль Н.А. Королев, 1997. – 188 с.

12. Долбик, М.С. Ландшафтная структура орнитофауны Белоруссии / М.С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1974. – 312 с.

13. Мальчевский, А.С. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий / А.С. Мальчевский, Ю.П. Пукинский. – Л. : ЛГУ, 1983. – Т. 1. – 480 с.

14. Абрамова, И.В. Структура и динамика населения птиц экосистем юго-запада Беларуси / И.В. Абрамова. – Брест : Изд-во БрГУ, 2007. – 208 с.

15. Бышнёв, И.И. Орнитофауна болотных экосистем центральной части Березинского заповедника / И.И. Бышнёв // Заповедники Белоруссии : Исследования. – Минск : Ураджай, 1991. – Вып. 14. – С. 122–128.

16. Бышнев, И.И. Весенняя динамика населения птиц некоторых типов лесных и болотных экосистем Березинского заповедника / И.И. Бышнев // Заповедники Белоруссии: Исследования. – Минск : Ураджай, 1989. – Вып. 13. – С. 81–89.

***I.V. Abramova.* The Ecology of the Spotted flycatcher *Muscicapa striata (Muscicapidae, Passeriformes)* in South-West of Belarus**

The spotted flycatcher is passage nesting and transmigration species in the south-west of Belarus. The nesting season continues from the second decade of May to the first decade of July. The number of *Muscicapa striata* in 1999–2009 years was 180 000–220 000 nesting pairs in the region.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 24.02.2011 г.

УДК 59

В.Е. Гайдук, И.В. Абрамова

ЭКОЛОГИЯ ОБЫКНОВЕННОЙ ПИЩУХИ (*CERTHIA FAMILIARIS, CERTHIDAE, PASSSERIFORMES)* В ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ

В юго-западной Беларуси обыкновенная пищуха – обычный гнездящийся оседлый и кочующий вид. Гнездовой период продолжается со второй декады апреля до третьей декады июля. Численность *Certhia familiaris* в 1995–2010 гг. в регионе оценивается в 60–65 тыс. пар, численность стабильна.

Введение

Одним из важнейших направлений научных исследований в республике Беларусь является охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. В последнее десятилетие проблема сохранения биологического разнообразия животного мира является актуальной. В этом русле изучение отдельных видов заслуживает внимания. Обыкновенная пищуха – слабо изученный вид в Беларуси, в том числе и регионе.

Материал и методы

Исследования по экологии обыкновенной пищухи проводились в 1997–2010 гг. в различных районах Брестской области (Брестский, Березовский, Ганцевичский, Ивацевичский, Каменецкий, Столинский и др.). Количество собранного материала указано в таблицах и тексте. При изучении различных аспектов экологии обыкновенной пищухи применяли общепринятые методы полевых и камеральных исследований. Межгодовую динамику численности изучали во второй половине мая – первой половине июня на постоянных маршрутах с применением методики Ю.С. Равкина [1]. В работе использованы сведения студентов и выпускников биологического и географического факультетов, за что авторы выражают им благодарность.

Результаты исследования

В Беларуси и регионе – обычный гнездящийся оседлый и кочующий вид [2; 3].

Ареал. Обыкновенная пищуха распространена от Пиринеев и Британских островов через центральную Азию до Тихого океана и Гималаев [4]. В Беларуси и регионе встречается на всей территории.

Места обитания. Населяет (n=146) хвойные (24,0%), смешанные (16,4%) и широколиственные леса (19,6%), островные леса среди полей и лугов (10,4%), сады (3,6%), парки (7,8%), придорожные лесные полосы (8,5%) и др. биотопы (9,7%). Предпочитает старый высокоствольный лес. Осенью и зимой кочующих птиц встречали в городах: Брест, Барановичи, Ивацевичи, Пинск, Каменец, Малорита, Кобрин и многих сельских населенных пунктах.

Размножение. К размножению пищуха приступает в конце марта – апреле. Поселяются отдельными парами, занимают гнездовые участки. Самцы в этот период активно поют. Гнездо строит самка в течение 8–12 дней. Гнездо (n=24) обычно располагается за отставшей корой дерева, пней, в щелях и трещинах деревьев, дуплах, дуплянках, щелях и пустотах жилых и нежилых построек. Средние размеры гнезд (n=8): диаметр гнезда 12,4 см, диаметр лотка 5,7 см, высота гнезда 14,5 см, глубина лотка 3,8 см. Размеры гнезд сильно зависят от размеров ниши, в которых они помещаются. Гнезда располагаются на высоте 0,3–4 м, чаще на высоте 1,4–2,5 м.

Птицы откладывают яйца во второй половине апреля – первой половине мая. Отметим, что на северо-западе Ленинградской области пищухи завершают кладку в конце апреля – начале мая. Большинство полных свежих кладок найдено в первой декаде мая [5].

Полная кладка (n=40) состоит из 4–7, чаще всего 5–6 яиц, в среднем (n=40) 5,3 яйца. Окраска яиц белая с ржаво-бурыми пятнами. Средние размеры яиц (n=16)

16,0×12,1 мм, масса 1,2 г. В году две кладки. Вторая кладка приходится на третью декаду мая – вторую декаду июня (таблица 1). Две кладки за сезон размножения характерны для Беловежской пущи [6].

Таблица 1 – Размеры и состояние кладок обыкновенной пищухи

Месяц	Декада	Кол-во гнезд и яиц в кладке, степень их насиженности	Местообитание, кол-во гнезд
IV	2	5, 6	Брестский р-н: у д. Томашовка – 21; у д. Леплевка – 4; окр. г. Бреста – 85; Беловежская пуща – 4; Ивацевичский р-н: у д. Любищицы – 3
	3	4, 5, 7	
V	1	4а, 5б, 5?, 6а	
	2	4б, 5в, 5?, 6б, 7?	
	3	4г, 5г, 6г, 6?	
VI	1	4, 4г, 5, 5в, 5г, 6г,	
	2	4в, 5в, 5?, 6г, 6?, 7?	
	3	4г, 2 по 5г, 2 по 6г, 7г	
VII	1	2 по 5г, 6г, 6?	

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

Насиживает кладку самка в течение 13–15 дней. Количество птенцов в гнезде (n=26) колебалось от 3 до 6, в среднем равно 4,4; количество молодых в выводках (n=28) варьировало от 3 до 6, в среднем 4,2 (таблица 2).

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

Месяц	Декада	Кол-во гнезд, птенцов и степень их развития	Местообитание, кол-во гнезд (выводков)
V	1	4, 5	Брестский р-н: у д. Томашовка – 22; у д. Леплевка – 4; окр. г. Бреста – 4; Беловежская пуща – 3; Ивацевичский р-н: у д. Любищицы – 3; Столинский р-н: у д. Рухча – 2
	2	4д, 5е, 6?	
	3	3ж+1болт., 2 по 4ж, 4з, 2 по 5ж, 5з, 6ж	
VI	1	2 по 3з, 3 по 4з, 2 по 5з	
	2	3, 2 по 4, 5з, 5, 6з	
	3	2 по 3д, 3 по 4е, 4ж, 2 по 5е, 5ж	
VII	1	3з, 2 по 4з, 4ж, 2 по 5ж, 5з	
	2	2 по 3з, 3 по 4з, 2 по 5з	
	3	3 по 3з, 2 по 4з, 5з	

Примечание – n – пуховые птенцы; n?— возраст птенцов неизвестен; д – птенец в пеньках; е – полуоперённые птенцы; ж – оперены почти полностью; з – подлетки или слетки.

Птенцы находятся в гнезде 15–16 дней. Птенцов кормят оба родителя, около 10 дней они продолжают докармливать слетков. Затем молодые птицы переходят к самостоятельной жизни и начинают кочевать в поисках корма.

Питание. Добывают (186 рег.) пищухи насекомых и пауков. Корм собирают вблизи гнезда со стволов деревьев и веток. За день пищухи успевают подлететь к гнезду, в котором находилось 5–6 птенцов 7–8 дневного возраста, с кормом 240–280 раз (6 гнезд). Птенцов выкармливают двукрылыми, равнокрылыми, веснянками, мелкими жуками, а также семенами сосны и ели. Детальное наблюдение за гнездом, в котором находились 6 четырех- и девятисуточных птенцов) показало, что их кормление начинается около 4-х часов и заканчивается в 22 часа. Имеется три относительных пика приноса корма – утром, днем и вечером. К гнезду с птенцами в возрасте 4 дней количество приноса корма

значительно ниже. За день птицы приносят корм от 4 до 22 раз в час (рисунок 1). В среднем каждый птенец получает 30–40 порций корма в день. Средние размеры охотничьих участков (n=5) в смешанном лесу Томашовского лесничества составляет 7,5–8,5 тыс. м^2.

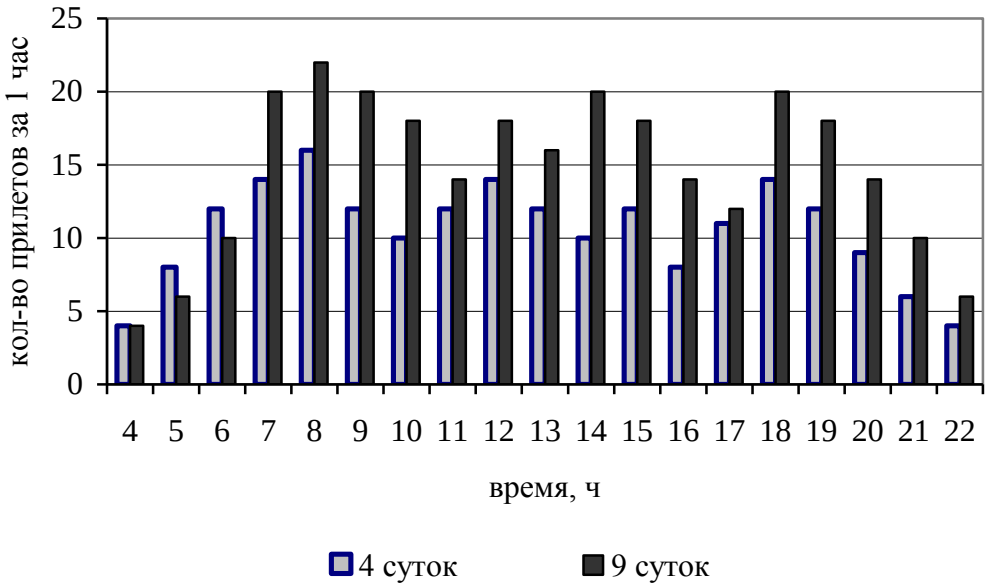


Рисунок 1 – Интенсивность кормления птенцов обыкновенной пищухи парой взрослых птиц 20 и 25 июля 1998 г. (Томашовское лесничество Брестского лесхоза)

Анализ содержимого желудков 21 самца и 18 самок пищух в Краснодарском районе Московской области показал, что птицы добывают паукообразных и различных насекомых (равнокрылых, полужесткокрылых, жесткокрылых, перепончатокрылых, двукрылых, чешуекрылых), семена сосны и ели. Насекомые составляют основу кормового рациона [7].

Численность. Плотность (ос./км^2) обыкновенной пищухи в Беловежской пуще в 1980-е гг. в лесных биотопах летом составляла 7,0, зимой 29,0, на опушках лесных массивов летом 3,0, в населенных пунктах 1,0 [5]. Отметим, что плотность пищухи в сосняках мшистых Березинского биосферного заповедника летом и осенью варьировала в пределах 3,6–20,0, зимой – 12,5 ос./км^2 [8; 9].

Плотность обыкновенной пищухи в ряде экосистем региона составляет летом и зимой [10]: парки г. Бреста 6,2 и 7,4; индивидуальная застройка г.Бреста 1,4 и 2,9, г.Ивацевичи 2,6 и 1,0; средние села (Томашовка, Комаровка, Орхово) 20,3 и 20,6; дачные поселки (Леснянка, Березовая роща, Верасы) зимой – 1,8; широколиственно-сосновый лес (Томашовское лесничество) 14,5 и 11,2 и Беловежская пуща 16,5 и 10,0; сосняки мшистые там же соответственно – 7,3 и 6,2 и 9,6 и 8,4; сосняки зеленомошно-черничные (Томашовское лесничество) 13,7 и 11,2; черноольховые леса (Малоритский лесхоз, Пожеженское лесничество) 4,2 и 2,8 и Беловежская пуща летом 4,7.

Многолетняя динамика численности обыкновенной пищухи летом в широколиственно-сосновых лесах и сосняках мшистых в первом биотопе варьировала в пределах 7–27, во втором – 5–18 ос./км^2 (рисунок 2).

Рисунок 2 – Динамика плотности населения обыкновенной пищухи в двух лесных экосистемах в 1983–2009 гг. (первая половина июня), ос/км^2

Численность обыкновенной пищухи в Беларуси оценивается в 300–400 тыс. пар, в регионе – 60–65 тыс. пар. Численность стабильна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Равкин, Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов / Ю.С. Равкин // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск : Наука, 1967. – С. 66–75.
2. Федюшин, А.В. Птицы Белоруссии / А.В. Федюшин, М.С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1967. – 519 с.
3. Птицы Беларуси на рубеже XXI века / М.Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Изд-ль Н.А. Королев, 1997. – 188 с.
4. Птушкі Еўропы / рэд. М.Я. Нікіфараў. – Варшава: Навуковае выдавецтва ПВН, 2000. – 350 с.
5. Мальчевский, А.С. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий / А.С. Мальчевский, Ю.П. Пукинский. – Л. : ЛГУ, 1983. – Т. 1. – 480 с.
6. Дацкевич, В.А. Исторический очерк и некоторые итоги орнитологических исследований в Беловежской пуще (1945–1985) / В.А. Дацкевич. – Витебск : ВГУ, 1998. – 115 с.
7. Птушенко, Е.С. Биология и хозяйственное значение птиц Московской области и сопредельных территорий / Е.С. Птушенко, А.А. Иноземцев. – М. : МГУ, 1965. – 462 с.
8. Бышнёв, И.И. Весенняя динамика населения птиц некоторых типов лесных и болотных экосистем Березинского заповедника / И.И. Бышнёв // Заповедники Белоруссии: Исследования. – Минск : Ураджай, 1989. – Вып. 13. – С. 81–89.
9. Бышнёв, И.И. Орнитофауна болотных экосистем центральной части Березинского заповедника / И.И. Бышнёв // Заповедники Белоруссии : Исследования. – Минск : Ураджай, 1991. – Вып. 14. – С. 122–128.
10. Абрамова, И.В. Структура и динамика населения птиц экосистем юго-запада Беларуси / И.В. Абрамова. – Брест : Изд-во БрГУ, 2007. – 208 с.

***V.E. Gaiduk, I.V. Abramova*. The Ecology of the Treecreeper (*Certhia familiaris, Certhidae, Passseriformes)* in the Southwest of Belarus**

The treecreeper is ordinary passage nesting and settled species in the south-west of Belarus. Nesting season continues from the second ten-day period of April to the third ten-day period of July. The number of the *Certhia familiaris* in 1995–2010 years was 60 000–65 000 nesting pair in the region.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 04.03.2011 г.

УДК 630*161.443.6 : 674.031.632.13

И.И. Концевая, Л.Н. Усачева

ЭФФЕКТ ЦИТОКИНИНОВ И ЦЕФОТАКСИМА НА РЕГЕНЕРАЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ МЕЖДОУЗЛИЙ В КУЛЬТУРЕ ТКАНЕЙ БЕРЕЗЫ КАРЕЛЬСКОЙ

Исследовали влияние цитокининов (бензиламинопурина, зеатина, тидиазурона) и антибиотика цефотаксима, добавленных в питательную среду, на регенерационную активность междоузлий двух клонов *Betula pendula* Roth. var. *carelica* Merckl. Выявлено варьирование частоты индукции побегообразования у междоузлий клонов 76 и 81 березы карельской; установлена более высокая органогенная способность междоузлий клона 76. Определена оптимальная концентрация тидиазурона в питательной среде, стимулирующая морфогенез *in vitro* в культуре тканей: 0,005…0,05 мг/л. Введение в среду бензиламинопурина (2,0 мг/л) и зеатина (5,0 мг/л) также способствовало повышению пролиферирующей активности у адвентивных почек и побегов на междоузлиях обоих клонов. Эффект стимулирования регенерационной активности соматических тканей березы карельской существенно повышался при добавлении в среду, кроме цитокининов, антибиотика цефотаксима (500 мг/л).

Введение

В последнее десятилетие биотехнологические методы широко используются во многих развитых странах в программах по селекции древесных лесных растений, в том числе и березы.

Наиболее активно проводятся исследования по культуре ткани у *Betula pendula* и ее редкой генетической разновидности – березы карельской (*B. pendula* Roth. var. *carelica* Merckl.) [1–7], которая представляет особый интерес для деревообрабатывающей промышленности [8]. Ее древесина из-за своей узорчатости является очень ценной, особенно в странах Северной и Центральной Европы. Беларусь относится к странам с богатым естественным генетическим потенциалом и значительными ресурсами карельской березы. Однако в результате антропогенных и природных воздействий насаждения карельской березы с каждым годом уменьшаются [9]. В то же время, имеются сложности искусственного размножения березы карельской: воспроизводство узорчатых форм в силу биологических особенностей породы не возможно с помощью семенного размножения, черенки не укореняются. Для эффективного сохранения и массового воспроизводства ценных форм различных видов берез, прежде всего карельской, необходимо развивать и внедрять в производство метод микроклонального размножения, что, однако, невозможно без знаний о морфогенезе *in vitro* конкретных видов и клонов березы.

Большинство разработок по клональному размножению некоторых видов березы выполнено с использованием целых листьев или их сегментов в качестве эксплантов [2; 3; 5–7]. Основное внимание исследователями было уделено оптимизации гормонального состава среды для повышения побегообразующей способности листьев. При этом отмечено преимущество использования в качестве регуляторов роста цитокининовой природы гормонов 6-бензиламинопурина [5; 6; 10] или зеатина [2; 3; 11; 12], установлены их оптимальные концентрации для определенных видов древесных растений. Только в последнее десятилетие в работах по агробактериальной трансформации березы повислой стали активно использовать в качестве цитокинина тидиазурон (1–phenol–3–(1, 2, 3–Thiadiazol–5–YL) UREA) [11; 12]. Тидиазурон нельзя безоговорочно относить к цитокининам. Это производное фенилмочевины было синтезировано в качестве дефолианта хлопчатника. Его цитокининовую активность обнаружили на каллусе у *Phaseolus* [13] и позже доказали в ряде биотестов [14].

В связи со значительной контаминацией эпифитными и эндофитными микроорганизмами тканей древесных растений, а также в опытах по генетической трансформации широко используются антибиотики. Получаемый положительный

бактериостатический и бактериоцидный эффект может служить основанием для активного внедрения применения антибиотиков на разных этапах работы с культурой *in vitro*. Особый интерес в этом отношении представляют антибиотики группы цефалоспоринов, которые эффективны в относительно низких дозах, имеют широкий спектр противомикробного действия и низкую токсичность для эукариот. Цефалоспорины обладают бактериоцидным действием, подавляя синтез клеточной стенки бактерий; высокоактивны в отношении многих грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов, устойчивых к другим антибиотикам. Два из них, карбенициллин и цефотаксим, оказывают неоднозначное действие на морфогенетические процессы у разных растений [15–17], в том числе березы [6; 10; 18; 19].

Использование отрезков междоузлий в качестве эксплантов отмечено в единичных работах по березе [1; 4; 20]. В то же время, вовлечение междоузлий в процесс микроклонального размножения позволит существенно увеличить выход растений-регенерантов.

Целью наших исследований являлась оценка пролиферирующей и регенерационной способности отрезков междоузлий разных клонов березы карельской в зависимости от присутствия в составе питательной среды цитокининов и антибиотика цефотаксима.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования явились клоны 76 и 81 березы карельской (*B. pendula* Roth. var. *carelica* Merckl.). Изученные клоны различаются по происхождению и способу получения. Клон 81 введен в культуру тканей с использованием вегетативных почек, вычлененных из побегов короткоствольной узорчатой формы 15-летнего дерева. Клон 76 получен из семени от контролируемого опыления высокоствольной узорчатой формы карельской березы. В качестве эксплантов использовали сегменты междоузлий размером 0,5…1,0 см, вычлененные у одномесячных микрорастений вышеперечисленных клонов. В асептических условиях отсекали сегменты междоузлий, которые затем помещали на среду с горизонтальной ориентацией. Основу питательной среды составляла смесь неорганических солей WPM [21]. Витамины, микроэлементы добавляли по прописи Мурасиге и Скуга [22].

Эксперимент проводили в 2 вариантах:

- Опыт 1 – основой являлась среда WPM с последующим добавлением цитокининов в определенных концентрациях. Испытывали следующие виды регуляторов роста растений: бензиламинопурин (БАП) – 2,0 мг/л; зеатин – 5,0 мг/л; тидиазурон (TDZ) – 0,0005…1,0 мг/л.
- Опыт 2 – основой являлась среда WPM, дополненная цефотаксимом (500 мг/л), после чего в среду вводили вышеперечисленные цитокинины в тех же концентрациях.

В качестве контроля 1 использовали модифицированную среду WPM без цитокининов. Контроль 2 отличался от контроля 1 наличием в составе среды антибиотика цефотаксима в концентрации 500 мг/л.

Кислотность среды перед стерилизацией доводили до значений pH 5,6–5,8. Стерилизацию сред проводили паром под давлением 1,1 атм в течение 20 мин. Цитокинины и антибиотик добавляли в стерильных условиях в охлажденную до 45 ^{0}С агаризованную среду, после чего осуществляли ее разлив по культуральным сосудам. Материал культивировали при температуре 25±1 ^{0}С, фотопериоде 16 часов и освещенности 2–3 тыс. лк. Число повторностей в каждом варианте составляло 15–20.

Наблюдение за состоянием и ростом культур осуществляли каждые 10 дней. Материал просматривали под микроскопом МБС–10, отмечая появление недифференцированной ткани и различных органогенных структур. Учитывали процент некротизированных эксплантов; способность эксплантов к побегообразованию, каллусообразованию, ризогенезу; количество адвентивных почек и побегов на одном экспланте.

Каллус оценивали по цвету, консистенции, а также по интенсивности роста, используя трехбалльную шкалу: 0 – рост отсутствует; 1– плохой рост; 2 – хороший; 3 – очень хороший.

Для определения регенерационной способности экспланты вместе с полученными структурами переносили на свежую безгормональную среду, на которой культивировали при оптимальных условиях в течение трех недель. Показатели параметра «среднее число почек на эксплантe» рассчитывали с учетом всей выборки. При учете результатов опыта отмечали степень развития адвентивных почек и побегов, корней.

Статистический анализ полученных данных был выполнен с использованием программы *Microsoft Excel.* Для определения достоверных различий между вариантами опыта и контролем использовали *t*-критерий Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение

В течение первых 10 дней культивирования не установлено никаких изменений на эксплантах. Спустя 20 дней отмечали в большинстве опытных вариантов увеличение размеров эксплантов и пролиферацию клеток по краям сегментов междоузлий. Формирование каллусной ткани на месте среза является, по-нашему предположению, реакцией на повреждение тканей. В дальнейшем в процессе культивирования мы наблюдали рост каллуса в зависимости от присутствующего в среде регулятора роста.

Помимо каллусогенеза на междоузлиях отмечали образование двух типов органогенных структур: адвентивных почек и побегов, а также адвентивных корней. Активность регенерационных процессов зависела как от клоновой принадлежности эксплантa, так и от среды культивирования. При культивировании тестируемых эксплантов на средах с цитокининами практически не наблюдали корнеобразования либо интенсивность его была существенно снижена.

Нами и другими авторами ранее было установлено, что для активизации регенерационных процессов на эксплантах требуется их субкультивирование на свежие среды с уменьшенным содержанием концентрации регуляторов роста либо их отсутствием. Это обусловлено тем, что на средах с регуляторами роста процессы дифференциации органогенных структур и их развитие осуществляются медленнее [3; 5–7]. В данном исследовании окончательная оценка по влиянию гормонального состава питательной среды и клоновой принадлежности эксплантов на морфогенез была выполнена в конце второго пассажа, т.е. спустя 50 дней культивирования.

Результаты проведенных исследований показали, что изучаемые клоны березы карельской неодинаково реагировали на введение в среду регуляторов роста и антибиотика: клон 76 оказался более отзывчивым.

Практически все апробированные в опыте концентрации цитокининов стимулировали каллусогенез у 100 % междоузлий клона 76. Интенсивность роста каллусной ткани была оценена как «очень хорошая» при наличии в среде тидиазурона в концентрации 0,005…1,0 мг/л. Уменьшение количества TDZ до 0,0005 мг/л, так же как и присутствие в среде БАП и зеатина в исследованных концентрациях, не способствовало каллусогенезу: интенсивность образования каллусной ткани была сопоставима с контрольными образцами (таблица 1). Экспланты клона 81 характеризовались меньшей интенсивностью каллусогенеза в ответ на тестируемые концентрации цитокининов. Рост каллуса констатировали как «очень хороший» только на средах, дополненных тидиазуроном в концентрациях 0,05…1,0 мг/л.

Сравнение изучаемых клонов березы карельской по виду и цвету каллуса показало, что отличия практически отсутствуют между генотипами, однако зависят от вида и концентрации цитокининов. Так, высокие концентрации TDZ (0,5 и 1,0 мг/л) стимулировали рост каллуса, по консистенции, плотности и внешнему виду похожего на плотную вату. В остальных вариантах каллус был блестящий, гранулированный, обычно кремово-зеленого цвета.

Следует отметить, что каллус, сформировавшийся на средах с цитокининами, проявлял органогенную активность в зависимости от своей клоновой принадлежности, а

также от типа используемого регулятора роста и его концентрации. Так, у клона 76 при выращивании его на средах, содержащих тидиазурон в высоких концентрациях (0,5…1,0 мг/л), регенерация корней и почек на междоузлиях полностью отсутствовала. На остальных опытных средах экспланты проявляли способность к органогенезу, прежде всего к побегообразованию. В опытных вариантах насчитывали до 25,0–100% эксплантов с адвентивными почками. Число адвентивных почек составляло в среднем 0,2–15,1 штук на экспланте. Наиболее высокая побегообразующая способность установлена при культивировании междоузлий на средах, дополненных тидиазуроном в концентрации 0,005 или 0,0005 мг/л, БАП или зеатином. У клона 81 наблюдали более низкую активность к регенерации у культуры каллуса и тканей первичных эксплантов. На средах с тидиазуроном в концентрации 0,005…0,5 мг/л отмечали от 13,3 до 73,3% эксплантов с почками; показатели параметра «среднее число почек на экспланте, шт.» составляли 0,3–3,3.

В ходе исследования было установлено, что присутствие в питательной среде антибиотика цефотаксима в концентрации 500 мг/л в большинстве вариантов опыта не оказывало существенного действия на процесс каллусогенеза, так как интенсивность роста каллуса, месторасположение его на экспланте, плотность и окраска, процент каллусогенеза практически не отличались от таковых в вариантах опыта с цитокининами без антибиотика. При культивировании междоузлий клона 76 на безгормональной среде антибиотик индуцировал развитие каллусной культуры на месте срезов у всех эксплантов (таблица 1).

В результате анализа полученных экспериментальных данных установлено, что включение в состав питательной среды цефотаксима также практически не оказывает влияния на активность ризогенеза у сегментов междоузлий обоих клонов березы карельской. Однако, при включении цефотаксима в состав среды, содержащей 0,005 мг/л тидиазурона, у эксплантов обоих клонов произошло увеличение побегообразующей способности. Параметр «среднее число почек на экспланте, шт.» в опытах 1 и 2 у клона 76 возрос в 1,8 раза; у клона 81 – в 2,2 раза ($p<0,001$).

Кроме того, у клона 76 отмечали позитивное влияние цефотаксима на среде с зеатином, когда показатель параметра «среднее число почек на экспланте, шт.» увеличился с 12,7 до 21,0. В то же время включение цефотаксима в среду с БАП существенно подавляло процесс формирования адвентивных почек и побегов на каллусе у междоузлий. В этом опыте, как и в предыдущем, клон 76 также характеризовался более высокой побегообразующей способностью по сравнению с клоном 81.

Таблица 1 – Влияние цитокининов и цефотаксима на морфогенез в культуре сегментов междоузлий *B. pendula* Roth. var. *carelica* Merckl.

Концентрация регуляторов роста, мг/л	Количество эксплантов, %			Рост каллуса, баллы	Min–max число на экспланте		Среднее число почек на экспланте ($x \pm S_x$), шт.
	с каллусом	с корнями	с почками		почек	корней	
Опыт 1							
клон 76							
Контроль 1 (среда WPM без гормонов)	35,0	0	0	1	–	–	–
TDZ, 0,0005	25,0	0	25,0	1	5–15	–	2,5±0,9*
TDZ, 0,005	100	28,6	100	3; 2	3–15	1–4	9,3±1,4***
TDZ, 0,05	100	0	26,7	3	1–3	–	0,4±0,2
TDZ, 0,5	100	0	0	3	–	–	–
TDZ, 1,0	100	0	0	3	–	–	–
Зеатин, 5,0	100	26,7	100	1; 2	8–30	3–6	12,7±1,4***
БАП, 2,0	100	5,0	100	1	7–30	1	15,1±1,6***
клон 81							
Контроль 1	0	0	0	0	–	–	–

TDZ, 0,0005	0	0	0	0	–	–	–
TDZ, 0,005	70,0	0	53,8	1	2–7	–	3,3±0,9**
TDZ, 0,05	100	0	73,3	3	1–10	–	2,8±0,7**
TDZ, 0,5	100	0	13,3	3	1–3	–	0,3±0,2
TDZ, 1,0	100	0	0	3	–	–	–
Зеатин, 5,0	0	0	0	0	–	–	–
БАП, 2,0	65,0	0	0	1	–	–	–
Опыт 2							
клон 76							
Контроль 2 (среда WPM с 500 мг/л цефотаксима)	100	0	0	1	–	–	–
TDZ, 0,0005	25,0	0	20,0	1	5–30	–	3,8±1,4*
TDZ, 0,005	100	45,0	100	2	5–30	4–9	16,9±1,9***
TDZ, 0,05	100	0	25,0	3	1–2	–	0,3±0,1*
TDZ, 0,5	100	0	0	3	–	–	–
TDZ, 1,0	100	0	0	3	–	–	–
Зеатин, 5,0	100	35,0	100	2; 3	10–40	2–5	21,0±2,0***
БАП, 2,0	100	35,0	95,0	1; 2	2–10	3–5	4,7±0,5**
клон 81							
Контроль 2	0	0	0	0	–	–	–
TDZ, 0,0005	0	0	0	0	–	–	–
TDZ, 0,005	100	0	100	1	3–10	–	7,4±1,2***
TDZ, 0,05	100	0	80,0	3	1–10	–	4,2±0,7***
TDZ, 0,5	100	0	0	3	–	–	–
TDZ, 1,0	100	0	0	3	–	–	–
Зеатин, 5,0	0	0	0	0	–	–	–
БАП, 2,0	35,0	0	16,7	1	3–5	–	0,7±0,3
Примечание: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001							

Представленные результаты свидетельствуют, что оба изученных клона березы карельской характеризовались довольно высокой каллусогенной активностью на средах, дополненных тестируемыми цитокининами. Выявлена межклоновая изменчивость по интенсивности роста каллуса и его морфологическим особенностям. Установлено влияние регулятора роста, в частности, тидиазурона и его концентрации в среде, на внешний вид и окраску каллусной ткани. Так, ватообразный каллус отмечали только у клона 76 березы карельской, и только на средах, с добавлением высоких концентраций этого цитокинина. Каллус с такой морфологией совсем не проявлял, либо в незначительной мере проявлял способность к регенерации почек.

Согласно литературным данным [23], рост и окраска каллусных культур березы повислой в сильной степени зависят от генотипа и незначительно изменяются в зависимости от состава среды культивирования, что не совпадает с результатами проведенных нами опытов. Это можно объяснить использованием разных видов гормонов для инициации каллусообразования: исследователи применяли ауксины, тогда как в наших опытах испытывалось действие цитокининов, в том числе тидиазурона, который стал активно применяться в исследованиях по культуре тканей относительно недавно.

Дифференциация адвентивных побегов из каллусной ткани, образовавшейся на сегментах междоузлий, и развитие индуцированных в первом пассаже адвентивных почек зависели от клоновой принадлежности, вида и концентрации цитокининов. Экспериментально установлено, что клон 76 березы карельской обладал более высокой побегообразующей способностью. Результаты исследования подтвердили выраженный стимулирующий эффект побегообразования на соматических тканях гормонов бензиламинопурина и зеатина (таблица 1). У второго клона эти цитокинины в используемых концентрациях не проявили органогенной, в частности, побегообразующей активности. Данными исследованиями также определена эффективная концентрация тидиазурона – 0,005…0,05 мг/л, положительное действие которого при концентрации 0,005 мг/л проявилось и на клоне березы карельской 81, отличающимся низкой активностью побегообразования и даже его отсутствием при наличии в среде

цитокининов, в том числе и тидиазурона в других опытных концентрациях. Это еще раз подтверждает тот факт, что питательная среда, необходимая для оптимального роста ткани *in vitro*, существенно меняется в зависимости от ее биологических особенностей и от генотипа исходного растения. Так, по данным L. Ryynänen et al. [24], из 5 плюсовых деревьев березы карельской только у клона Е–8999 было получено 44 % регенерантов из высаженных эксплантов, у клона Е–9141 – 2 %; у остальных трех клонов морфогенез отсутствовал.

В результате выполненных исследований установлена высокая регенерационная способность у сегментов междоузлий обоих изученных клонов. Это свидетельствует о том, что исследователям имеет смысл обратить большее внимание на использование междоузлий в качестве эксплантов, в частности, при культивировании древесных растений. Представленные нами результаты тождественны данным, полученным на тополе [25]. Также имеются сведения о варьировании частоты индукции побегообразования по типам эксплантов на разных клонах березы повислой [1].

Ранее было установлено положительное воздействие антибиотиков на рост культивируемых тканей и морфогенез березы [3; 6; 11]. Результаты исследований ряда авторов позволили сделать вывод о том, что подбор вида и эффективной концентрации антибиотика нужно делать для каждого генотипа растения. Так, C. Valobra et al. на листьях *B. pendula* показали, что при добавлении в регенерационную среду оптимального количества цефотаксима (47,7 мг/л) процент эксплантов с адвентивными побегами возрастал с 38 до 78 [3]. В исследованиях M. Takeshi et al. [11] для получения регенерантов на листовых дисках *B. platyphylla* var. *japonica* была использована индукционная гормональная среда, дополненная смесью антибиотиков (цефотаксим, карбенициллин, канамицин).

Нами в предыдущих работах было показано положительное влияние цефотаксима и карбенициллина в концентрации 300…500 мг/л на регенерационную способность 1–2 почечных сегментов у *B. pendula*. При этом было отмечено выживание 100% эксплантов, которые не теряли свою регенерационную способность [6]. Данными исследованиями выявлено как стимулирующее, так и подавляющее влияние цефотаксима, добавленного в индукционную регенерационную среду, на процессы каллусогенеза и органогенеза в культуре междоузлий *B. pendula* var. *carelica*. Установлено увеличение в 2–4 раза параметра «среднее число почек на экспланте, шт.» на средах с зеатином и тидиазуроном (0,0005…0,05 мг/л) при добавлении цефотаксима. В то же время на среде с БАП на эксплантах отмечали существенное подавление процесса органогенеза в присутствии данного антибиотика у клона 76, характеризующегося высокой органогенной активностью, и незначительное стимулирование этого процесса у клона 81.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено варьирование частоты индукции побегообразования у междоузлий клонов 76 и 81 березы карельской. Установлена высокая органогенная способность междоузлий клона 76 по сравнению с клоном 81. Определена оптимальная концентрация тидиазурона в питательной среде, стимулирующая морфогенез *in vitro* в культуре тканей: 0,005…0,05 мг/л. Высокая пролиферирующая активность у адвентивных почек и побегов на междоузлиях березы карельской также проявляется при введении в среду бензиламинопурина в концентрации 2,0 мг/л и зеатина – 5,0 мг/л. Добавление в среды с тидиазуроном и зеатином антибиотика цефотаксима (500 мг/л) существенно повышает эффект стимулирования регенерационной активности соматических тканей березы карельской этими цитокининами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chalupa, V. In vitro propagation of Birch (*Betula verrucosa* Ehrh.) / V. Chalupa // Biologia plantarum (Praha). – 1981. – V. 23, № 6. – P. 472–474.

2. Симола, Л.К. Каллусные культуры и размножение березы *in vitro* / Л.К. Симола // Культура клеток растений и биотехнология. – М., 1986. – С. 102–106.

3. Valobra, C. In vitro shoot regeneration from leaf disks of *Betula pendula* «Dalecarlica» EM 85 / C. Valobra [et al.] // Plant cell, Tissue and Organ Cult. – 1990. – V. 21, № 1. – P. 51–54.

4. Galoch, E. Growth and Organogenesis of Callus from Juvenile and Adult Plants of Betula verrucosa Ehrg. / E. Galoch, J. Czalewska // Bul. Of the Polish Academy of Sci. Biol. Sci. – 1991. – V. 39, № 3. – P. 275–280.

5. Яцына, А.А. Регенерация побегов на листьях березы / А.А. Яцына, И.И. Концевая // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2003. – Вып. 59 : Селекция, генетические ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений. – С. 258–262.

6. Концевая, И.И. Влияние антибиотика карбенициллина на процесс регенерации в культуре листьев березы / И.И. Концевая // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2005. – Вып. 63 : Проблемы лесоведения и лесоводства. Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 152–153.

7. Концевая, И.И. Влияние цитокининов на морфогенез в культуре листовых эксплантов березы / И.И. Концевая // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2008. – Вып. 68 : Проблемы лесоведения и лесоводства. Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 205–213.

8. Барсукова, Т.Л. Культуры березы карельской – как совокупность морфологических форм / Т.Л. Барсукова // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2007. – Вып. 67 : Проблемы лесоведения и лесоводства. Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 118–124.

9. Живулькина, Е.В. Береза карельская в Беларуси: ресурсы, структура и состояние насаждений / Е. В. Живулькина [и др.] // Ботаника: исследования / Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича. – Минск : Право и экономика, 2005. – Вып. 33. – С. 135–146.

10. Концевая, И.И. Изучение морфогенеза в культуре тканей листьев *Betula obscura* Kotula ex Fiek / И.И. Концевая, А.А. Яцына // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2005. – Вып. 64 : Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 219–227.

11. Takeshi, M. Agrobacterium tumefaciens–mediated transformation of Japanese white birch (*Betula platyphylla* var. *Japonica*) / M. Takeshi [et al.] // Plant Science. – 1997. – V. 127. – P. 53–60.

12. Pappinen, A. Transgenic silver birch (*Betula pendula*) expressing sugarbeet chitinase 4 shows enhanced resistance to *Pyrenopeziza betulicola* / A. Pappinen [et al.] // Plant Cell Rep. – 2002. – V. 20. – P. 1046–1051.

13. Mok, D.W.S. Cytokinin activity of N–phenyl–N–1,2,3–thidiazol–5–ylurea and its effects on cytokinin autonomy in callus cultures of *Phaseolus* / D.W.S. Mok [et al.] // Plant Physiol. – 1980. – V. 65 (Suppl.). – P. 24.

14. Кулаева, О.Н. Исследование цитокининовых свойств дефолианта дропп и гербицида ДРХ–4189 / О.Н. Кулаева [и др.] // Физиология растений. – 1982. – Т. 29. – Вып. 2. – С. 266–272.

15. Agrawal, D.C. Effect of Cefotaxime on the Growth of Excited Embryo–Axes of 6 Cultivars of Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) / D.C. Agrawal [et al.] // J. Plant Physiol. – 1998. – V. 152. – P. 580–582.

16. Nauerby B. Influence of the Antibiotic Timentin on Plant Regeneration Compared to Carbenicillin and Cefotaxime in Concentration Suitable for Elimination of *Agrobacterium tumefaciens* / B. Nauerby [et al.] // Plant Sci. – 1997. – V. 123. – P. 169–177.

17. Данилова, С.А. Стимуляция регенерации растений в культуре тканей кукурузы под действием антибиотика цефотаксима / С.А. Данилова, Ю.И. Долгих // Физиология растений. – 2004. – Т. 51. – № 4.–С. 621–625.

18. Концевая, И.И. Использование антибиотиков на этапе мультипликации микроклонального размножения *Betula obscura* Kotula ex Fiek / И.И. Концевая, Л.Н. Усачева // Вучоныя запіскі Брэсцкага дзяржаўнага ўн-та імя А.С. Пушкіна: Брэст. – 2010. – Вып. 6. – Ч. 2. – С. 65–74.

19. Концевая, И.И. Использование антибиотиков в культуре тканей березы // И.И. Концевая // Лесоведение. – 2011. – № 1 – С. 45–51.

20. Lemmetyinen, J. Activity of the CaMV35S promoter in various parts of transgenic early flowering birch clones / J. Lemmetyinen [et al.] // Plant cell Reports. – 1998. – Vol. 18. – P. 243–248.

21. Lloyd, G. Commercially feasible micropropagation of mountain laured, *Kalmia latifolia* by use of shoot-tip culture / G. Lloyd, B. McCown // Proc. Intl. Plant Prop. Soc. – 1980. – № 30. – P. 421–427.

22. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiol. Plant. – 1962. – V. 15, № 13. – P. 473–497.

23. Glock, H. Genotype – environment interaction in tissue cultures of birch / H. Glock, H.-R. Gregorius // TAG. – 1986. – V. 72, № 4. – P. 477–482.

24. Ryynänen, L. Propagation of adult curly–birch succeeds with tissue culture / L. Ryynänen, M. Ryynänen // Silva fenn. – 1986. – V. 20. – № 2. – P. 139–147.

25. Jehan, H. Ontogenesis and ploidy level of plantlets regenerated from *Populus trichorarpa x deltoides* cv. Hunnegem root, leaf and stem explants / H. Jehan [et al.] // J. Plant Physiol. – 1994. – V. 144, № 4–5. – P. 576–585.

I.I. Kontsevaya, L.N. Usachova. **The Effect of Cytokinins and Cefotaxime on Regeneration Activity of Curly Birch Tissue Culture**

The influence of cytokinins (benzyl-aminopurine, zeatin, thidiazuron) and cefotaxime antibiotic, added to the culture media, on internodes regeneration activity of two clones of *Betula pendula* Roth. var. *carelica* Merckl. was investigated. Variation of forthputting induction frequency for internodes of *B. pendula* var. *carelica* clones 76 and 81 was found; a higher organogenic ability of clone 76 internodes was estimated. Optimal thidiazuron concentration in culture media was defined stimulating in vitro morphogenesis in tissue culture. It amounted 0.005…0.05 mg/l. Adding benzyl-aminopurine (2.0 mg/l) and zeatin (5.0 mg/l) to the media also promoted proliferous activity increase of adventitious buds and sproutings on both clones internodes. The effect of stimulation of somatic tissues of curly birch regeneration activity increased significantly while adding to the media, apart from cytokinins, cefotaxime antibiotic (500 mg/l).

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 21.01.2011 г.

УДК 581.82

Ю.Ф. Рой, М.В. Левковская

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОМЕЛЫ АВСТРИЙСКОЙ (VISCUM AUSTRIACUM WIESB.)

Изучено анатомическое строение стебля и листа представителя семейства Loranthaceae Juss. – омелы австрийской (Viscum austriacum Wiesb.). Рассмотрен механизм внедрения гаусторий паразита в ксилему дерева-хозяина. Выявлены признаки анатомической структуры стебля и листа омелы, которые можно интерпретировать как диагностические. К диагностическим признакам стебля следует отнести: наличие устьиц парацитного типа в эпидерме, присутствие кристаллического песка и друз в клетках первичной паренхимы, сильная разорванность кольца первичных механических элементов за счет мощного развития сердцевинных лучей, сегментное расположение ксилемы и флоэмы, спиральное вторичное утолщение клеточных стенок ситовидных трубок флоэмы. Диагностическими признаками листа являются следующие: амфистоматический лист, наличие хлоропластов в основных и замыкающих клетках устьиц, недифференцированный мезофилл, биколлатеральные проводящие пучки.

Введение. Большинство высших (цветковых) растений обладает способностью к самостоятельному питанию, но в составе некоторых семейств есть растения, частично или полностью утратившие способность к автотрофному питанию и перешедшие к паразитическому существованию. Среди последних выделяют группу корневых и стеблевых (стволовых) паразитов, у которых наблюдается значительное видоизменение, недоразвитие или полная деградация корневой системы. Организмы, поглощающие воду и минеральные вещества из древесины стеблей целого ряда древесных растений, но, синтезирующие самостоятельно пластические вещества, являются полупаразитами. Большинство паразитических покрытосеменных относится к семействам норичниковых (Scrophulariaceae Juss.), ремнецветниковых (Loranthaceae Juss.), повиликовых (Cuscutaceae Dumort.), заразиховых (Orobanchaceae Vent), орхидных (Orchidaceae Juss.) [1; 2; 3].

Экономическое значение паразитических цветковых растений по сравнению с другими группами фитопатогенных организмов (грибами, вирусами) не столь велико, однако некоторые виды повилики, заразихи, омелы, причиняют значительный вред, т.к. гаустории у паразитов образуются из всех вегетативных органов – корней, стеблей и листьев. Чаще всего омела поселяется на деревьях, ветви которых покрыты мягкой корой со слабым пробковым слоем. Она паразитирует преимущественно на тополях, грушах, яблонях и ивах. Значительно реже – на липах, вязах, березах, грабах, дубах, грецком орехе и белой акации. Другая раса омелы живет на хвойных деревьях, пихте белой, сосне черной и сосне обыкновенной. Плоды омелы охотно поедают птицы, тем самым, распространяя омелу, так как семена, пройдя через пищеварительный тракт птиц, сохраняют всхожесть. Вместе с экскрементами птиц семена попадают на ветви деревьев и кустарников и прилипают к ним. Весной они прорастают, если попадают на подходящее для данной расы омелы дерево, и дают начало новым особям [1].

Рассмотрим более подробно некоторые эколого-анатомические аспекты представителя семейства ремнецветниковых – омелы австрийской (Viscum austriacum Wiesb.). Развитие данных видов на древесных породах приводит к отмиранию части кроны, а впоследствии, всего растения-хозяина. Так как свет является основным фактором, стимулирующим прорастание семян омелы, она чаще развивается на верхушках деревьев, которые под ее влиянием отпадают из-за недостатка воды и растворенных в ней солей, перехваченных полупаразитом. При сильном поражении дерева омелой резко снижается ассимилирующая поверхность листьев у растения-хозяина, что не может не отразиться на приросте древесины. Вызванная омелой суховершинность насаждений в парках, аллеях, на бульварах лишает пораженные деревья их декоративных качеств [1; 4].

Число особей, пораженных омелой, растет год от года, что приводит к снижению срока службы растений, применяемых в зеленом строительстве, а также усиливает

возможность ветроломов. На наш взгляд интерес вызывает механизм соединения тканей гаусторий и дерева-хозяина, который должен быть исследован не только с анатомической, но и с биохимической точки зрения, т.к. при прорастании данного вида совмещаются его ткани с тканями хозяина и при этом не происходит их отторжение. Изучение способов адаптаций покрытосеменных к развитию паразитов позволяет производить разработку методик борьбы с подобными вредителями, что в последние годы также становится весьма актуальным [5].

Материал и методика исследования

В качестве объекта исследования была выбрана омела австрийская (Viscum austriacum Wiesb.), поражающие сосну обыкновенную (Pinus sylvestris L.) в условиях юго-запада Беларуси. Материал для анатомического исследования был собран в окрестностях д. Селяхи Брестского района.

Со средней части побегов полупаразита каждого года при помощи скальпеля вырезали участки длиной до 2 см. В местах внедрения гаусторий омелы в древесину ветви дерева-хозяина ножовкой по металлу делали спилы толщиной 0,5–1,5 см. Одно- и двухлетние стебли, листья изучаемых растений фиксировали в 96% спирте, затем выдерживали в смеси спирта и глицерина и использовали для получения микросрезов. Отбор образцов производили в период ноябрь–декабрь с деревьев, не имевших явных признаков повреждения болезнями и вредителями.

Срезы толщиной 10–15 мкм изготавливали на санном микротоме с замораживающим столиком в трех направлениях: радиальном, тангентальном, поперечном. Затем они окрашивались регрессивным способом с помощью сафранина и нильского синего. После окраски срезы проводили через растворы спиртов различных концентраций: 50%, 75%, 96%. Далее их обрабатывали карбол-ксилолом, ксилолом и помещали в канадский бальзам. Таким образом, методика была общепринятой в анатомии растений [7].

Исследования проводились на световом микроскопе «Биолам Р-15» в проходящем свете. Измерения осуществляли с помощью винтового окуляр-микрометра МОВ-1-15.

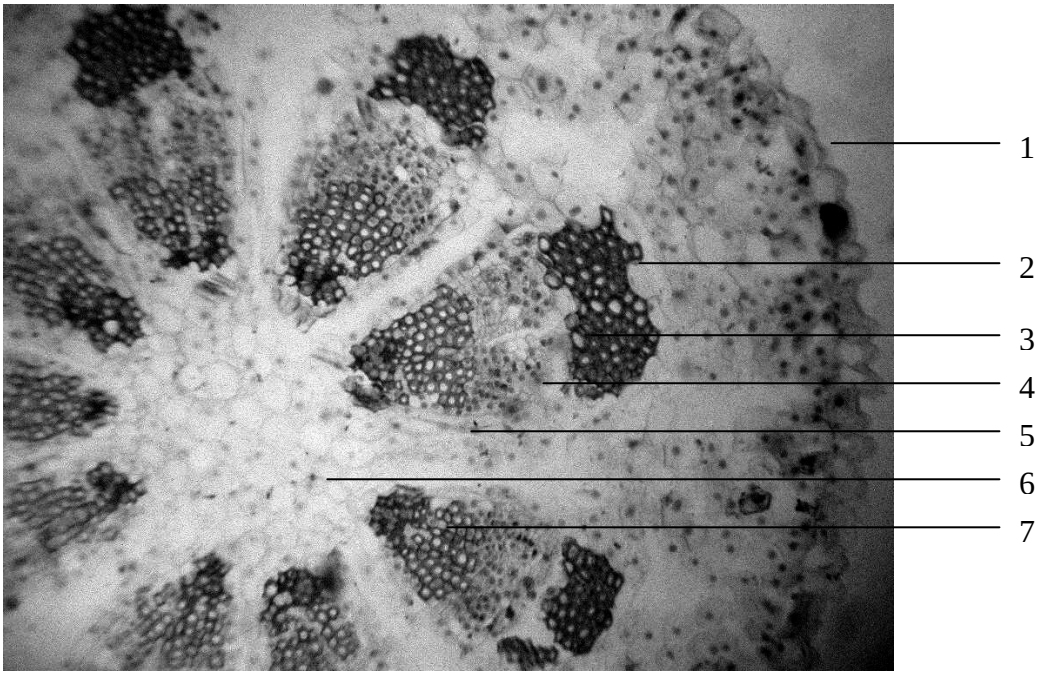
Результаты исследования

Омела австрийская – вечнозеленый кустарник с многократно вильчато-разветвленными от основания и слегка повисающими книзу стеблями, образующими в пространстве почти правильный шар [7]. Растение-полупаразит, развивающее гаусториальную систему внутри растения-хозяина, имеет зеленые фотосинтезирующие листья. На одном дереве может произрастать от 2–3 до 7–10 особей [8].

Распространение омелы австрийской (Viscum austriacum Wiesb.): Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье, Кавказ, Малая Азия. Встречается в западных районах Украины и южных районах Польши, в Беларуси находится в изолированных локалитетах за северной границей ареала. С 70-х годов прошлого века известна в Житковичском районе Гомельской обл. (территория Национального парка «Припятский»), в последние годы найдена в Столинском и Брестском районах Брестской области. В Красную книгу Беларуси вид включен впервые. Произрастает на старовозрастных экземплярах сосны обыкновенной (преимущественно 120–150 лет и более), располагаясь на старых трещиноватых ветвях [4].

В нашей работе мы сделали анализ ***анатомической структуры стебля*** омелы австрийской.

Эпидерма образована одним слоем плотно сложенных клеток овальной, изодиаметрической формы в поперечном сечении, стенки которых имеют неравномерное утолщение от 1,5 до 4 мкм (рисунок 1). Наиболее утолщены наружные тангентальные оболочки, которые покрыты слоем кутикулы (10–20 мкм). Тангентальный размер клеток составляет 30–45 мкм, радиальный – 35–50 мкм. В отдельных клетках встречаются структуры, напоминающие крахмальные зерна, а в некоторых – скопления кристаллического песка.



1 – эпидерма, 2 – механическое кольцо, 3 – вторичная флоэма, 4 – первичная флоэма, 5 – вторичная ксилема, 6 – сердцевина, 7 – первичная ксилема.

Рисунок 1 – Поперечный срез однолетнего стебля омелы австрийской (Viscum austriacum Wiesb.)

Хорошо видны устьица, замыкающие клетки которых имеют форму от полукруглой до вытянутой. При этом наружная часть клеток имеет клювовидное уплощение. Околоустьичные клетки целиком огибают замыкающие, т.е. такой тип устьичного аппарата можно считать парацитным.

На второй год эпидермальные клетки продолжают функционировать, но после субэпидермального заложения феллогена начинается процесс формирования чечевичек.

Коровая паренхима сложена рыхло расположенными тонкостенными клетками изодиаметрической формы на поперечном срезе, которые имеют тангентальный размер 30–40 мкм, радиальный 50–60 мкм. У большинства клеток видны крупные ядра с остатками протопласта. При перемещении по направлению от эпидермы к кольцу первичных механических элементов наблюдается тенденция увеличения размеров клеток коровой паренхимы. Наиболее мелкие клетки образуют 2–3 слоя паренхимы первичной коры, располагающиеся непосредственно под эпидермой, ширина их составляет 270–300 мкм.

Для коровой паренхимы характерно наличие в клетках большого количества кристаллов оксалата кальция, которые представлены друзами диаметром 25–30 мкм, реже кристаллами кубической и призматической формы, единично встречается кристаллический песок. Наибольшее количество друз на продольном срезе, встречаются в клетках первичной коры, примыкающей к флоэме. По мере удаления от эпидермы размеры элементов паренхимы первичной коры увеличиваются на 20–30%.

Ко второму году толщина паренхимы первичной коры составляет 300–360 мкм, а размеры клеток данной ткани не меняются.

Кольцо первичных механических элементов, в результате разрастания стебля по диаметру, сильно разорвано. Расположение групп и отдельных волокон кольца первичных механических элементов в основном совпадает с сегментами, образуемыми ксилемой и флоэмой. Ко второму году толщина кутикулы составляет 16–20 мкм. Ширина групп волокон по радиусу стебля составляет 110–112 мкм, в тангентальном направлении – 170–180 мкм.

Флоэма и *ксилема* разделены разрастающимися сердцевинными лучами на крупные сегменты. Размеры участков проводящих тканей первого года в радиальном направлении – 300–320 мкм, в тангентальном – 140–170 мкм. Ко второму году радиальные размеры увеличиваются до 400–420мкм, тангентальные до 200–260 мкм.

Размеры *флоэмы* в радиальном направлении составляют 60 мкм, в тангентальном – 90–120 мкм. Ситовидные трубки в поперечнике неправильной формы имеют диаметр 7–8 мкм, в большинстве вытянуты в тангентальном направлении. Толщина стенок составляет около 1,2–1,5 мкм. Сопровождающие клетки имеют в диаметре 5–6 мкм и содержат крупные ядра. На продольном срезе тяжи проводящих элементов флоэмы чередуются с паренхимными.

Клетки флоэмы вытянуты по оси органа, по форме напоминают ситовидные клетки большинства Двудольных покрытосеменных, а их стенки имеют спиральное, вторичное утолщение.

Сердцевинные лучи сложены рыхло крупными паренхимными клетками, вытянутыми в радиальном направлении, гетерогенные, двух-, трех- и четырехрядные. Тангентальные размеры клеток 10–12 мкм, радиальные – 12–15 мкм. Отдельные клетки достигают 25 мкм. Ширина ситовидных лучей варьирует от 40 до 70 мкм, а длина 240–250 мкм. Ко второму году отдельные лучи разрастаются до шестирядных.

Слой *камбия*, отделяющий флоэму от ксилемы, в одних сегментах имеет форму тангентально направленной дуги, а в других – в виде ломаной линии. Камбий образован одним слоем клеток прямоугольной или трапециевидной формы в поперечном сечении, тангентальный размер которых составляет 8–12 мкм, радиальный 5–6 мкм.

Ксилема в радиальном направлении достигает 170–180 мкм. Проводящие элементы ткани представлены сосудами округлой и изодиаметрической формы, диаметр которых варьирует от 20 до 30 мкм. Причем к периферии размеры сосудов увеличиваются. Толщина клеточных стенок проводящих элементов первого и второго года составляет 3–3,5 мкм. Сосуды на продольном срезе имеют спиральные вторичные оболочки, одинаковые по размерам, сложены рядами и сгруппированы в тяжи, между которыми находятся группы паренхимных клеток. Длина трахеид составляет 80–100 мкм, ширина 25–30 мкм.

Первичная ксилема представлена группами плотно сложенных клеток на поперечном срезе по 3–4 слоя в радиальном направлении и по 4–5 рядов. Диаметр групп составляет 30–40 мкм. Элементы ксилемы узкопросветные с утолщенными оболочками, полость некоторых сводится к точечной.

Сердцевина на поперечном сечении образована рыхло расположенными клетками изодиаметрической формы, размеры которых 10–20 мкм в диаметре (рисунок 1). Большинство содержат крупные ядра. Клетки сложены более плотно в перимедуллярной зоне.

Рассмотрим анатомическое строение ***листа*** омелы австрийской. Толщина листа в средней части составляет 55–60 мкм.

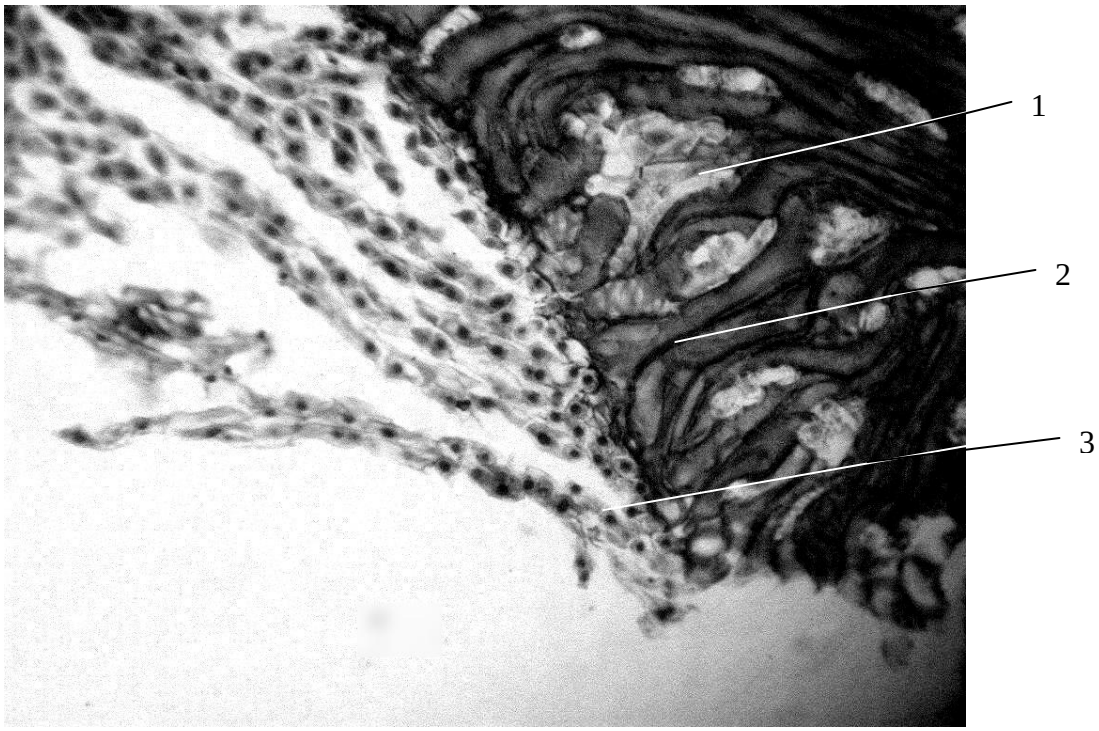
Эпидерма образована изодиаметрическими клетками, тангентальный размер которых 50–55 мкм, радиальный 35–40 мкм. Основные клетки кожицы имеют многоугольную и прямоугольную форму. Устьица парацитного типа, располагаются с обеих сторон листа и ориентированы хаотично. Замыкающие клетки устьиц бобовидной формы, радиальный размер составляет 55 мкм, тангентальный – около 20 мкм. Внутренние стенки замыкающих клеток, образующие устьичную щель, сильно утолщены (3–4 мкм), в то время как их наружные стенки и стенки основных клеток кожицы имеют толщину 1,5–2 мкм. Хлоропласты присутствуют в основных, околоустьичных и замыкающих клетках. Возможно, это указывает на то, что омела австрийская не способна к активной регуляции интенсивности транспирации. Размер клеток эпидермы на продольном срезе в радиальном направлении около 35 мкм, тангентальный размер – 25–85 мкм. Снаружи клетки эпидермы покрыты мощной кутикулой, толщина которой колеблется от 16 до 20 мкм с верхней стороны, 10–15 мкм с нижней стороны.

Под эпидермой располагается *мезофилл*, который не имеет дифференциации на столбчатый и губчатый. Мезофилл представлен клетками неправильной формы, чаще многогранной, в которых отчетливо видны крупные ядра и хлоропласты, в некоторых присутствуют друзы оксалата кальция либо кристаллический песок. Размеры клеток варьируют от 40 до 75 мкм.

Проводящую функцию выполняют биколлатеральные пучки открытого типа, не имеющие механической обкладки. Причем флоэмные группы с верхней стороны листа значительно меньше чем с нижней стороны. Диаметр центральной жилки 250 мкм, к краю листа их размер уменьшается до 120 мкм. Проводящие элементы ксилемы представлены сосудами, которые плотно сложены, имеют диаметр до 20 мкм, с толщиной стенок 6 мкм и размером полости 11–12 мкм. Ксилемная паренхима слабо выражена, на поперечном срезе она сопровождает сосуды лишь по краям ксилемной группы. Проводящие элементы флоэмы представлены члениками ситовидных трубок многоугольной формы, размером 15–17 мкм в диаметре, и клетками-спутницами от треугольной до многоугольной формы на поперечном срезе, размером 8–10 мкм. Флоэмная группа представлена объемнее ксилемной.

Механизм контакта тканей омелы австрийской и дерева-хозяина отражает на наш взгляд сущность этого полупаразита. Клетки гаусторий представлены паренхимными клетками изодиаметрической формы с крупными ядрами, не лигнифицированными в месте контакта с древесиной хозяина (рисунок 2). Паренхима гаусторий, разрастаясь, внедряется в ксилему хозяина, при этом активизируется рост ксилемной паренхимы. Трахеиды ксилемы существенно утолщают просветы, принимают извилистые, вместо веретеновидных очертания.

Однотипные клетки гаусторий внедряются между тяжами трахеид и располагаются на тангентальном срезе ксилемы в виде сердцевинных лучей. Клетки образуют цепочки, тяжи по мере углубления в ксилему хозяина, их участие в древесине уменьшается. Граница контакта гаусторий и ксилемы является расплывчатой. Между тканями полупаразита и ксилемы хозяина не формируется никаких отделительных слоев, групп мертвых клеток. Структура ксилемы постепенно разветвляется и принимает хаотичный облик, переходя в гаустории. При этом гаустории «подражают» проводящим элементам ксилемы хозяина. Клетки в месте контакта принимают веретеновидную форму, а образованные ими полости являются как бы продолжением разветвленной сети трахеид.



1 – проводящие элементы гаусторий, 2 – сосуды хозяина,

3 – паренхима гаусторий.

Рисунок 2 – Место контакта тканей гаусторий омелы австрийской (Viscum austriacum Wiesb.) с древесиной сосны обыкновенной

Вероятно, гаустории в первую очередь проникают в сеть лучевой паренхимы. «Проводящие элементы» гаусторий имеют стенки пронизанные порами, расположение которых носит хаотичный порядок. Они сохраняют меристематическую активность, о чем свидетельствуют крупные ядра и тонкие оболочки, что позволяет омеле формировать схожую с тканью хозяина структуру.

Интересным является тот факт, что клетки при необходимости меняют форму, размеры, сохраняя при этом в большинстве случаев ядра. В некоторых случаях гаустории в зоне перехода ксилемы хозяина отчетливо просматриваются 2–3 ядра. Деление клеток осуществляется митозом, о чем свидетельствуют стадии этого процесса, просматриваемые в некоторых клетках.

Выводы

1. Стебель омелы австрийской имеет схожую с большинством древесных пород топографию тканей.

К диагностическим признакам следует отнести: наличие устьиц парацитного типа в эпидерме, присутствие кристаллического песка, друз, крупных ядер в клетках первичной паренхимы, сильная разорванность кольца первичных механических элементов, расположение сегментами ксилемы и флоэмы, спиральное вторичное утолщение клеточных стенок ситовидных трубок флоэмы, мощное развитие сердцевинных лучей.

2. В анатомическом строении листа омелы австрийской можно выделить следующие диагностические признаки: амфистоматический лист, наличие хлоропластов в основных клетках устьиц, недифференцированный мезофилл, биколлатеральные проводящие пучки с более развитой флоэмной группой.

3. Изучение механизма соединения гаусторий с тканями дерева-хозяина показывает, что гаустории омелы, внедряясь, активизируют рост паренхимных клеток дерева, изменяя ориентированность элементов ксилемы. Проникновение гаусторий происходит первоначально в сеть лучей паренхимы, а сохранение митотической активности клеток гаусторий происходит, вероятно, на протяжении всей жизни омелы австрийской.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенкова, И.Г. Фитопатология : учеб. для студ. вузов / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. – М. : Изд. центр «Академия», 2003. – 480 с.

2. Степановских, А.С. Экология : учеб. для вузов / А.С. Степановских. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 629 с.

3. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С.К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья, 1995. – 990 с.

4. Васильев, А.Е. Ботаника: морфология и анатомия растений / А.Е. Васильев. – М. : Просвещение, 1988. – 479 с.

5. Культиасов, И.М. Экология растений / И.М. Культиасов. – М : Московский ун-т, 1982. – 378 с.

6. Прозина, М.Н. Ботаническая микротехника / М.Н. Прозина. – М.: Просвещение, 1960. – 206 с.

7. Комарницкий, Н.А. Ботаника: систематика растений / Н.А. Комарницкий, А.А. Кудряшов, А.А. Уранов. – М. : Просвещение, 1975. – 608 с.

8. Серебряков, И.Г. Экологическая морфология растений / И.Г. Серебряков. – М. : Высшая школа, 1962. – 377 с.

***Y.F. Roi, M.V. Levkovskaya*. Anatomic Composition of Vegetative Organs of Australian Mistletoe (Viscum Austriacum Wiesb.)**

Anatomic composition of the stalk and the leaf of the representative of the family Loranthaceae Juss. - Australian mistletoe (Viscum austriacum Wiesb.) is studied. The mechanism of implantation of haustoria of Australian mistletoe into the xylem master tree is shown. The indications of anatomic composition of the stalk and leaf of mistletoe which can be interpreted as diagnostic are revealed. We can include the following to the diagnostic features of the stalk: the availability of stoma of paracystic type in epidermis, the presence of crystal sand and druse in the cells of primary parenchyma, strong ring incoherent of primary mechanical elements at the expense of powerful development of heart-shaped beams, segment arrangement of xylem and phloem, spiral secondary bulge of cell walls of cribriform pipes of phloem. The following is the diagnostic features of the leaf: amphistomic leaf, the availability of chloroplast in the main and trailing cells of stoma, undifferentiated mesophile, two-colour conducting fascicles.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 25.03.2011 г.

УДК 612.014

Г.Е. Хомич, Н.К. Саваневский

ОСОБЕННОСТИ СЛУХОВЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ У ДЕТЕЙ И ВЗРОСЛЫХ НА СТИМУЛ, ТРЕБУЮЩИЙ РАЗЛИЧЕНИЯ БЕЗ ОТВЕТНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ

Представлены результаты исследования слуховых вызванных потенциалов у людей разного возраста. Обнаружены возрастные различия в параметрах компонентов N_{200}, P_{300} и N_{500} на звуковой стимул, требующий привлечения внимания и не сопровождающийся двигательным ответом.

Введение

Одним из главных условий эффективного восприятия поступающей информации является привлечение к ней активного внимания, благодаря которому осуществляется более качественный отбор и анализ воспринимаемых сигналов. Выяснение закономерностей развития внимания в онтогенезе человека, выявление особенностей протекания нейрофизиологических процессов, лежащих в основе этой функции, позволит оптимизировать когнитивную деятельность при обучении.

Данные литературы показывают, что структурно-функциональная организация воспринимающих систем формируется, начиная с пренатального периода вплоть до юношеского возраста. Различным этапам созревания этих систем соответствуют определенные возрастные особенности восприятия, проявляющиеся в выраженности пространственных и временных характеристик электрофизиологических проявлений функционирования коры больших полушарий головного мозга, в том числе и слуховых вызванных потенциалов [1; 2; 3].

Слуховые вызванные потенциалы (СВП) представляют собой сложный комплекс, каждый из компонентов которого гетерохронен по своему происхождению и отражает как специфическую обработку информации, так и вклад неспецифических факторов. Среди неспецифических факторов важнейшая роль принадлежит процессу внимания, проявляющемуся в изменении амплитудно-временных параметров как негативных, так и позитивных компонентов СВП. Направленное внимание в периоды ожидания информации, ее восприятия и анализа сопровождается возникновением, а также изменением характеристик таких составных элементов СВП, как условная негативная волна, негативные волны N_{200} и N_{500}, позитивная волна P_{300} и поздний позитивный комплекс [2; 3; 4]. Вместе с тем, некоторые особенности компонентов СВП, возникающих у детей разного возраста и взрослых на звуковые сигналы, требующие неодинакового напряжения внимания для их оценки и организации последующих действий, еще не изучены.

Целью нашей работы явилось исследование возрастных особенностей таких компонентов СВП, как N_{200}, P_{300} и N_{500}, в ответ на предъявление звукового стимула, требующего напряжения внимания для выделения его из похожих стимулов без сопровождения двигательной реакцией.

Объект и методика исследований

Целью настоящей работы явилось изучение амплитудно-временных параметров компонентов СВП у детей и взрослых на стимул, требующий минимального привлечения внимания и сопровождающийся двигательным ответом. Исследование выполнено на базе лаборатории нейро- и психофизиологии НИИ физиологии детей и подростков Российской Академии образования.

Эксперимент проведен на испытуемых трех возрастных групп. Первую группу составили 15 школьников 7–8 лет, вторую – 15 учащихся в возрасте 9–10 лет и в третью группу вошли 15 взрослых людей 20–40 лет. Все обследуемые относились к 1-й и 2-й

группам здоровья, имели нормальную остроту слуха. В экспериментальные группы подбирались только праворукие испытуемые с высоким коэффициентом правшества.

Во время обследования испытуемый находился в затемненной звукоизолированной камере в положении сидя, с закрытыми глазами. В эксперименте использовалась парадигма, состоящая из двух звуковых сигналов (C_1 и C_2), продолжительностью 100 мс каждый, предъявляемых с интервалом 2,0 с. Оба сигнала имели одинаковую частоту (1250 Гц), но по громкости отличались между собой на 10 дБ. Громкость сигналов C_1 и C_2 подбиралась эмпирически для каждого испытуемого с таким расчетом, чтобы процент ошибок при их различении был невелик. В соответствии с предварительной речевой инструкцией при предъявлении менее громкого сигнала C_1 испытуемый должен был оставаться неподвижным, а при появлении более громкого сигнала C_2 он должен был максимально быстро ответить движением руки с нажатием на кнопку. Последовательность подачи стимулов C_1 и C_2 была случайной при одинаковом суммарном количестве (не менее 30) каждого из них.

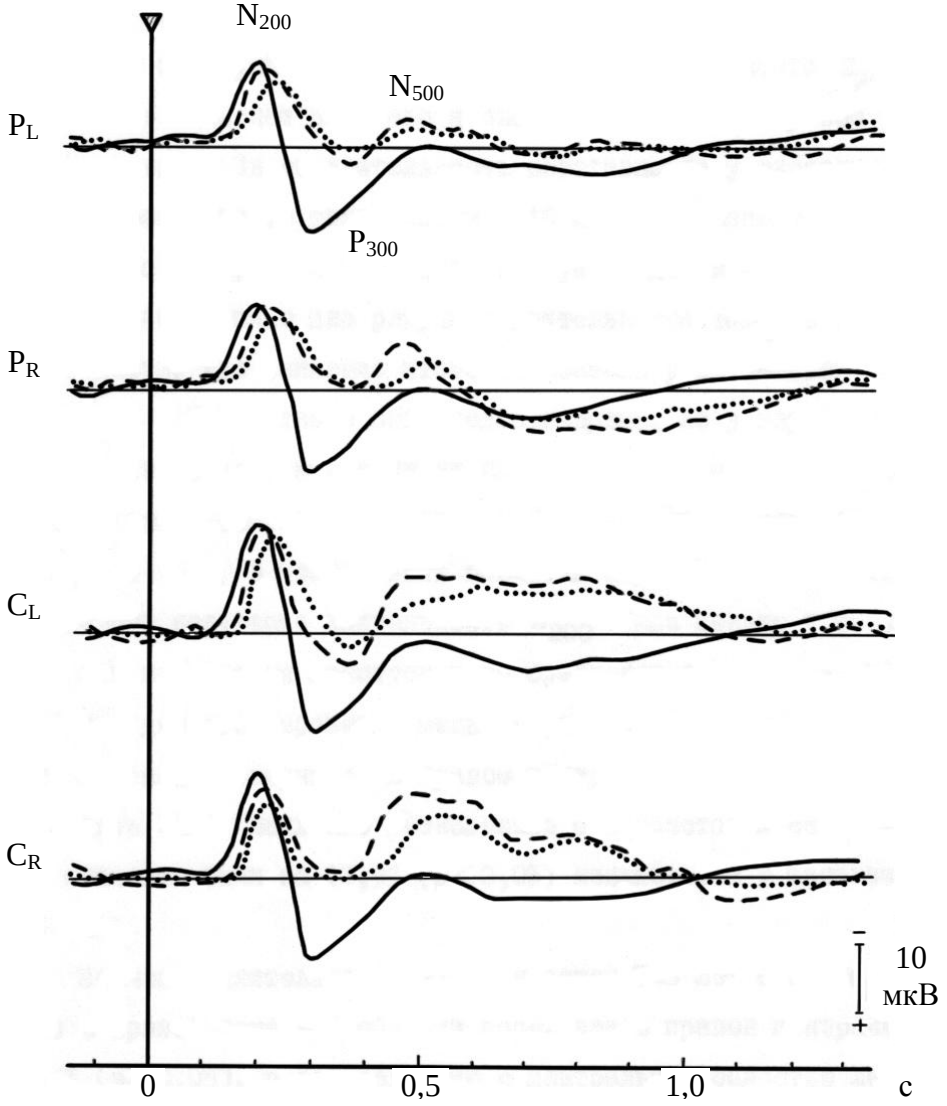
Слуховые вызванные потенциалы регистрировались монополярно. Активные хлорсеребряные неполяризующиеся электроды располагались симметрично над поверхностью правого и левого полушарий в затылочных, теменных, центральных и лобных областях. Локализация всех отведений определялась по стандартной системе «10–20». В качестве индифферентного использовался объединенный ушной электрод, заземляющим служил электрод, расположенный на запястье левой руки. Звуковые сигналы поступали от ЭВМ Д3–28 через аналого-цифровой преобразователь к звуковому генератору, от которого звуковые тоны подавались испытуемому через динамик.

Биоэлектрические потенциалы поступали через усилитель на коммутатор, затем в аналого-цифровой преобразователь и в ЭВМ Д3–28 с дальнейшим выводом на самописец. За изолинию принимали средний уровень активности за 300 мс перед стимулом. Предъявление звукового сигнала, усреднение и первичная обработка полученных данных производились на ЭВМ Д3–28 по специально разработанной программе. Достоверность различий амплитудных и временных характеристик СВП оценивали по t-критерию Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение

В ответ на предъявление стимула C_1 у детей и взрослых в теменных и центральных областях коры регистрировались СВП, неизменно включающие в себя компонент N_{200}. В таблице 1 представлены показатели амплитуды, пиковой латентности и длительности N_{200} в теменных и центральных областях коры, а на рисунке изображены СВП, усредненные по возрастным группам испытуемых. Полученные нами данные свидетельствуют, что амплитуда N_{200} с возрастом существенно не менялась ни в теменных, ни в центральных областях коры. При сравнении между собой областей коры в каждой из возрастных групп амплитуды негативности имели следующие соотношения (таблица 1). У 7–8-летних детей N_{200} был самым высоким в левой центральной области, где величина его была существенно больше, чем в теменных отведениях обоих полушарий. Несколько меньший N_{200} регистрировался в центральном отведении правого полушария, но, тем не менее, он оказался достоверно выше, чем в левом теменном отведении. Различия в амплитуде данной негативности в теменных областях были недостоверными.

Более существенными были возрастные изменения пиковой латентности волны N_{200} (рисунок, таблица 1). Во всех исследуемых отведениях наблюдалось уменьшение ее значений с возрастом. В правой теменной области оно довольно быстро осуществлялось с 7–8 до 9–10 лет и продолжалось еще более интенсивно до дефинитивного возраста: пиковая латентность N_{200} была меньше у 9–10-летних детей по сравнению с 7–8-летними на 12,6%, а у взрослых испытуемых по отношению к 9–10-летним школьникам – на 18,1%.



По оси абсцисс – время; вертикальная линия – отметка предъявления стимула; P_L – левая теменная, P_R – правая теменная, C_L – левая центральная, C_R – правая центральная области коры больших полушарий

Рисунок – Усредненные СВП в группе 7–8-летних (точечная линия), 9–10-летних (пунктирная линия) и взрослых (сплошная линия)

В левой теменной и обеих центральных областях уменьшение средних значений пиковой латентности N_{200} в период от 7–8 до 9–10 лет было недостоверным. Затем процесс укорочения латентности шел более активно, и дефинитивные значения этого показателя становились ниже, чем у 9–10-летних школьников, в левой теменной области на 18,7%, в левой центральной на 18,4%, в правой центральной – на 18,1%. В итоге общее уменьшение пиковой латентности N_{200} за период с 7–8 лет до взрослого состояния составило: в левом теменном отведении – 24,3%, в правом теменном – 28,5%, в левом центральном – 25,7%, в правом центральном – 19,2%. Что же касается различий в пиковой латентности N_{200} по отведениям в каждой из возрастных групп, то они оказались достоверными только в одном

случае: у 7–8-летних детей указанный показатель был достоверно выше в правой теменной области коры по сравнению с правой центральной областью.

Таблица 1 – Амплитудно-временные показатели N_{200} в ответах теменных и центральных областей коры на стимул, требующий различения без ответной двигательной реакции, у лиц разного возраста ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Возраст, лет	Области коры больших полушарий			
		левая теменная	правая теменная	левая центральная	правая центральная
Амплитуда, мкВ	7–8	8,4 ± 0,4	9,5 ± 0,8	12,6 ± 0,8	10,8 ± 1,0
	9–10	9,7 ± 0,6	10,5 ± 0,9	14,2 ± 1,3	11,4 ± 0,8
	20–40	10,3 ± 1,3	10,0 ± 1,2	13,2 ± 0,8	11,5 ± 1,3
	P_{2-1}	–	–	–	–
	P_{3-1}	–	–	–	–
	P_{3-2}	–	–	–	–
Пиковая латентность, мс	7–8	250,6 ± 8,7	271,8 ± 8,3	255,6 ± 6,1	251,9 ± 6,2
	9–10	233,1 ± 8,1	237,5 ± 8,4	232,8 ± 11,2	238,7 ± 7,8
	20–40	187,6 ± 5,4	191,4 ± 5,1	190,0 ± 6,1	188,5 ± 6,5
	P_{2-1}	–	< 0,01	–	–
	P_{3-1}	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	P_{3-2}	< 0,001	< 0,001	< 0,01	< 0,001
Длительность, мс	7–8	203,7 ± 11,9	257,2 ± 13,1	166,7 ± 9,3	160,8 ± 11,7
	9–10	176,3 ± 10,1	201,9 ± 12,5	130,6 ± 13,6	150,4 ± 11,1
	20–40	135,5 ± 8,7	136,5 ± 9,6	137,7 ± 7,9	130,4 ± 9,1
	P_{2-1}	–	< 0,01	< 0,05	–
	P_{3-1}	< 0,001	< 0,001	< 0,05	< 0,05
	P_{3-2}	< 0,01	< 0,001	–	–

Примечание – P_{2-1} обозначает достоверность различий между показателями N_{200} у испытуемых 9–10 лет и 7–8 лет; P_{3-1} – достоверность различий между показателями у 20–40-летних испытуемых и 7–8-летних; P_{3-2} – достоверность различий между показателями у 20–40-летних испытуемых и 9–10-летних. Прочерк означает отсутствие достоверных различий

Сравнение длительности компонента N_{200} по возрастным группам и по исследуемым областям коры дало следующие результаты (таблица 1). С возрастом обнаруживалось сокращение продолжительности N_{200}, которое было наиболее выражено и высоко достоверно в правом теменном отведении. Здесь длительность негативности у взрослых испытуемых по сравнению со школьниками 9–10 лет была меньше на 65,4 мс (на 32,4%), а по сравнению с младшей группой детей – на 70,7 мс (на 34,1%). Аналогично шла редукция длительности N_{200} в левой теменной области, где снижение этого показателя у 9–10-летних детей по сравнению с 7–8-летними было недостоверным, но у взрослых испытуемых достигало значимых величин по отношению к обеим возрастным группам детей.

Иной была динамика уменьшения длительности N_{200} в центральных областях коры. В центральной области левого полушария длительность N_{200} была меньше у школьников 9–10 лет и взрослых испытуемых по сравнению с 7–8-летними детьми. Различия данного показателя между взрослыми и школьниками 9–10 лет были недостоверными. В правом центральном отведении длительность негативной волны N_{200} медленно уменьшалась с возрастом и ее дефинитивные значения были на 18,9% меньше, чем у школьников 7–8 лет.

Значения длительности N_{200} у детей 7–8 лет были достоверно выше в правой теменной области коры, чем в правой центральной на 22,4%, а по сравнению с

центральной областью левого полушария – на 19,5%. У 9–10-летних школьников длительность волны N_{200} была существенно больше в теменных областях коры по отношению к центральным: в правом полушарии на 25,5%, в левом – на 25,9%. У взрослых испытуемых разница в величине длительности N_{200} в СВП, регистрируемых в разных отведениях, была недостоверной.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что возрастные изменения негативного потенциала N_{200} на стимул C_1, требующий различения без ответной двигательной реакции, проявляются в уменьшении временных параметров данного потенциала, но не касаются его амплитуды. Наиболее высокие значения пиковой латентности и длительности компонента N_{200} наблюдаются в правой теменной области коры больших полушарий.

Позитивный компонент P_{300} наблюдался в СВП на стимул C_1 гораздо реже, чем негативность N_{200}. У детей 7–8 лет P_{300} выявлялся только в центральной области коры левого полушария, у 9–10-летних школьников – в центральной и теменной областях левого полушария, и только у взрослых испытуемых этот компонент регистрировался во всех исследовавшихся отведениях (рисунок, таблица 2). Как свидетельствуют данные таблицы 2, в центральном отведении левого полушария с возрастом происходило прогрессирующее увеличение амплитуды исследуемой позитивности. Так, у детей 9–10 лет она была выше, чем у 7–8-летних, в 2,3 раза, а у взрослых испытуемых по сравнению с 9–10-летними школьниками была больше в 3,7 раза. В левой теменной области превышение дефинитивных значений амплитуды P_{300} по отношению к детям 9–10лет составляло 8,5 мкВ (в 4,5 раза). В группе взрослых, где P_{300} наблюдался во всех отведениях, достоверных различий в его амплитуде между областями коры не выявлялось.

Возрастные изменения пиковой латентности P_{300} проявлялись следующим образом. В центральной области коры левого полушария обнаруживалось уменьшение ее у взрослых испытуемых по сравнению с 7–8-летними детьми на 16,7%, а по отношению к 9–10-летним школьникам на 16,3% (таблица 2). Аналогичное уменьшение пиковой латентности P_{300} наблюдалось и в теменной области коры левого полушария, где оно у взрослых по сравнению с детьми 9–10 лет составило 22,0%. Других достоверных изменений пиковой латентности P_{300}, связанных с возрастом испытуемых или с областью коры, в которой регистрировались СВП, не выявлялось.

Длительность волны P_{300} на стимул C_1 увеличивалась у взрослых испытуемых по сравнению с детьми 9–10 лет в теменной и центральной областях левого полушария (таблица 2). В центральном отведении левого полушария, в котором позитивность обнаруживалась у 7–8-летних детей, не наблюдалось достоверных различий между обеими группами школьников в значениях длительности P_{300}. Также не обнаруживалось достоверной разница между длительностью P_{300} в СВП, зарегистрированных в других отведениях.

Таблица 2 – Амплитудно-временные показатели P_{300} в ответах теменных и центральных областей коры на стимул, требующий различения без ответной двигательной реакции, у лиц разного возраста $(\bar{x} \pm S_{\bar{x}})$

Показатель	Возраст, лет	Области коры больших полушарий			
		левая теменная	правая теменная	левая центральная	правая центральная
Амплитуда, мкВ	7–8	–	–	1,6 ± 0,4	–
	9–10	2,4 ± 0,5	–	3,6 ± 0,8	–
	20–40	10,9 ± 0,8	11,3 ± 0,7	13,3 ± 1,4	11,5 ± 1,2
	P_{2-1}	–	–	< 0,05	–
	P_{3-1}	–	–	< 0,001	–
	P_{3-2}	< 0,001	–	< 0,001	–
Пиковая латентность,	7–8	–	–	380,0 ± 19,2	–
	9–10	392,9 ± 19,6	–	378,1 ± 18,9	–

мс	20–40 P_{2-1} P_{3-1} P_{3-2}	306,2 ± 10,6 – – < 0,001	303,3 ± 5,1 – – –	316,4 ± 16,1 – < 0,05 < 0,05	311,4 ± 18,3 – – –
Длительность, мс	7–8 9–10 20–40 P_{2-1} P_{3-1} P_{3-2}	– 70,3 ± 18,2 207,5 ± 14,5 – – < 0,001	– – 210,0 ± 16,3 – – –	110,0 ± 10,7 107,5 ± 17,6 220,7 ± 14,1 – < 0,001 < 0,001	– – 200,9 ± 13,8 – – –

Примечание – P_{2-1} обозначает достоверность различий между показателями P_{300} у испытуемых 9–10 лет и 7–8 лет; P_{3-1} – достоверность различий между показателями у 20–40-летних испытуемых и 7–8-летних; P_{3-2} – достоверность различий между показателями у 20–40-летних испытуемых и 9–10-летних. Прочерк означает отсутствие достоверных различий или отсутствие показателя для сравнения

Негативный компонент N_{500} не выявлялся в слуховых вызванных потенциалах у взрослых испытуемых, но регулярно наблюдался во всех отведениях в ответах на стимул C_1 у детей обеих возрастных групп (рисунок, таблица 3).

Как свидетельствуют данные таблицы 3, у школьников 9–10 лет, по сравнению с 7–8-летними детьми, амплитуда N_{500} достоверно увеличивалась в центральных областях коры обоих полушарий: в левом полушарии – на 42,4%, а в правом – на 41,3%. Такое же по характеру изменение наблюдалось и в левой теменной области коры, где в старшей группе детей амплитуда N_{500} была на 96,3% выше, чем в группе детей 7–8-летнего возраста. В правой теменной области возрастные изменения анализируемого показателя оказались незначимыми.

Следует отметить, что в центральных областях коры выраженность негативности N_{500} была больше, чем в теменных областях. Так, в группе 7–8-летних детей в центральном отведении левого полушария амплитуда N_{500} была выше, чем в левом теменном отведении, в 2,4 раза, а в правой центральной области – в 2 раза больше, чем в правой теменной. У школьников 9–10 лет этот показатель в центральных областях коры обоих полушарий превышал таковой в теменных областях в 1,8 раза.

При сравнении между собой значений пиковой латентности N_{500} обнаруживались достоверные возрастные изменения только в центральном отведении левого полушария. Здесь уменьшение пиковой латентности у 9–10-летних детей по сравнению с 7–8-летними составило 19,7%. Достоверных различий в величине пиковой латентности N_{500} между разными отведениями не наблюдалось внутри группы школьников как 7–8 лет, так и 9–10 лет.

Таблица 3 – Амплитудно-временные показатели N_{500} в ответах теменных и центральных областей коры на стимул, требующий различения без ответной двигательной реакции, у лиц разного возраста ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Возраст, лет	Области коры больших полушарий			
		левая теменная	правая теменная	левая центральная	правая центральная
Амплитуда, мкВ	7–8 9–10 20–40 P_{2-1}	5,3 ± 1,1 5,3 ± 0,6 – –	8,0 ± 1,2 6,2 ± 0,9 – –	13,3 ± 1,5 9,4 ± 0,8 – < 0,05	16,0 ± 1,3 11,3 ± 0,9 – < 0,01
Пиковая латентность,	7–8	512,0 ± 51,9	520,0 ± 46,6	648,8 ± 43,2	554,4 ± 47,7

мс	9–10 20–40 P_{2-1}	507,5 ± 11,2 – –	500,0 ± 26,1 – –	520,7 ± 12,3 – < 0,01	518,0 ± 42,1 – –
Длительность, мс	7–8 9–10 20–40 P_{2-1}	260,0 ± 29,1 230,0 ± 24,6 – –	200,0 ± 32,3 266,0 ± 18,3 – –	705,0 ± 54,3 632,9 ± 29,6 – –	537,8 ± 37,6 545,6 ± 29,7 – –

Примечание – P_{2-1} обозначает достоверность различий между показателями N_{500} у испытуемых 9–10 лет и 7–8 лет. Прочерк означает отсутствие достоверных различий или отсутствие показателя для сравнения

Что же касается длительности N_{500}, то ее различия между двумя возрастными группами детей в одинаковых отведениях были несущественны. Однако в каждой группе наблюдалась значительно большая продолжительность N_{500} в СВП, записанных с центральных областей коры, чем с теменных (рисунок, таблица 3). Наиболее длительной анализируемая негативность оказалась в левом центральном отведении, где ее продолжительность у 7–8-летних детей была больше, чем в левой теменной области в 2,7 раза и чем в правой теменной – в 3,5 раза. Также длительность N_{500} была больше в центральной области левого полушария по сравнению с такой же областью правого полушария на 23,7%. В центральном отведении правого полушария этот показатель был выше, чем в теменном отведении этого же полушария в 2,7 раза и чем в левом теменном – в 2,1 раза.

Аналогичные различия в длительности N_{500} наблюдались в группе 9–10-летних детей, где они составляли между центральным и теменным отведениями левого полушария 280%, левым центральным и правым теменным – 240%, центральными отведениями левого и правого полушарий – 120%. В центральной области коры правого полушария длительность N_{500} была больше, чем в правой и левой теменных областях, соответственно, в 2,1 и 2,3 раза.

Заключение

Таким образом, полученные результаты показывают, что в слуховых вызванных потенциалах на стимул, требующий различения без ответной двигательной реакции, так же как и в вызванных потенциалах на стимул, требующий минимального привлечения внимания и сопровождающийся двигательным ответом [5], наблюдаются возрастные изменения амплитудно-временных характеристик N_{200}, P_{300} и N_{500}. В отличие от взрослых, у детей 7–8 и 9–10 лет внимание не отражается на параметрах негативной волны N_{200}. Однако напряжение внимания уже с 7–8-летнего возраста отчетливо проявляется в усилении процесса переработки информации, о чем свидетельствуют изменения параметров позитивной волны P_{300}. Недостаточная зрелость механизмов активного внимания у детей, проявляющаяся в увеличении времени обработки слуховых стимулов, что согласуется с данными литературы [6, 7], требует наделения информации, предъявляемой детям, более значимыми и заметными качествами, чем это требуется для взрослых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Näätänen, R. Attention and brain function / R. Näätänen. – New Jersey : Erlbaum Associates, 1992. – 192 p.

2. Николлс, Дж.Т. От нейрона к мозгу / Дж.Т. Николлс, А.Р. Мартин, Б.Дж. Валлас. – М., 2003. – 672 с.

3. Савченко, Е.И. Онтогенетические особенности развития медленных негативных и позитивных потенциалов при выполнении зрительной перцептивной задачи / Е.И. Савченко, Д.А. Фарбер // Журнал высш. нервн. деят. – 1990. – Т. 40. – № 1. – С. 29–36.

4. Бетелева, Т.Г. Возрастные особенности соотношения непроизвольного и произвольного анализа при опознании изображений / Т.Г. Бетелева // Журнал высш. нервн. деят. – 1992. – Т. 42. – № 1. – С. 3–11.

5. Хомич, Г.Е. Слуховые вызванные потенциалы у детей и взрослых на стимул, требующий минимального привлечения внимания и сопровождающийся двигательным ответом / Г.Е. Хомич, Н.К. Саваневский // Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. прырод. навук – 2009. –№ 2. – С. 129–135.

6. Наатанен, Р. Внимание и функции мозга / Р. Наатанен. – М. : МГУ, 1997. – 559 с.

7. Tervaniemi, M. Pre-attentive processing of complex auditory information in the human brain / M. Tervaniemi // Dr. Dissertation. – Helsinki, 1997. – 436 p.

G.E. Khomich, N.K. Savanevski. **Peculiarity of Auditory Caused Potentials for Children and Adults on a Stimulus, Requiring the Difference without a Response Move Reaction**

The results of research of the auditory caused potentials are presented for the people of different age. Age distinctions in the parameters of components N_{200}, P_{300} and N_{500} on a voice stimulus, requiring the bringing in of attention and no attended with a move answer are found

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 24.01.2011 г.

УДК 581.844

Н.В. Шкуратова

О ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ АБОРИГЕННЫХ И ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ВИДОВ POPULUS L. ПО АНАТОМИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ КОРЫ ОДНОЛЕТНЕГО СТЕБЛЯ

В статье изложены результаты детального анализа внутренней структуры коры однолетних стеблей восьми аборигенных и интродуцированных в Республике Беларусь тополей. Материал собран на территории Брестской области. Срезы и постоянные препараты изготовлены по общепринятой в анатомии растений методике. Выявлены черты различия в структуре коры исследованных видов, показана возможность диагностики изученных видов по комплексу анатомических признаков коры однолетнего стебля.

Введение

Использование растительного сырья предполагает всестороннее изучение растительных объектов, в том числе структуры их тканей, как наиболее устойчивого комплекса, использование которого позволяет решать ряд проблем диагностики, таксономии и филогении растений [1].

Представители рода Populus L. достаточно долговечные деревья, отличающиеся быстрым ростом и достигающие больших размеров. Декоративны, хорошо растут в городских условиях, вынося загрязнение воздуха пылью, дымом, газами. Большинство из них легко размножается черенками и кольями. Род объединяет 110 видов, обитающих в Северном полушарии. Кроме основных видов, в природе и культуре встречаются многочисленные гибриды [3].

В Республике Беларусь в естественных условиях отмечено три вида, однако в культуру введено 17 видов, 2 формы и 23 гибрида тополей. Эколого-биологическое изучение тополей позволило выявить ряд интродуктов и местных видов, которые рекомендовано внедрять в практику зеленого строительства, и быстрорастущие породы, дающие прекрасное сырье для бумажной промышленности, для получения целлюлозы, спичечной соломки и т.д., а также с целью более широкого внедрения в практику лесного хозяйства. Для практики зеленого строительства рекомендуются тополя белый, бальзамический, пирамидальный, лавролистный, китайский. К числу перспективных быстрорастущих пород относят тополя бальзамический, китайский, дельтовидный и черный [4].

Учитывая выше сказанное, мы провели сравнительное изучение структуры коры однолетних стеблей ряда видов рода Populus L. с целью выявления признаков коры тополей, имеющих диагностическое значение.

Материал и методика

Для исследования были отобраны аборигены и интродукты рекомендованные для внедрения практику рода Populus L., произрастающие в окрестностях г. Бреста, на территории Брестского и Кобринского лесхозов: Populus alba L., Populus tremula L., Populus nigra L., Populus pyramidalis Rozier., Populus deltoides Marsh., Populus suaveolens Fisch., Populus balsamiferae L., Populus simonii Carr.

Для анализа использовали кору однолетних стеблей, как обладающих наибольшим набором диагностических признаков [1]. Отбирали образцы коры с одновозрастных особей, произрастающих в сходных условиях обитания, с западной стороны кроны. Сбор материала проводили после окончания вегетации, когда камбий закончил свою деятельность, годичные слои ксилемы и флоэмы сформировались полностью, т.е. в период покоя (октябрь – март).

Образцы коры помещали в 96% этиловый спирт, затем после 10–15 дней выдержки добавляли 1/2 по объему глицерина. Из зафиксированных образцов коры с помощью микротома с замораживающим столиком изготовляли серии поперечных, тангентальных, радиальных срезов толщиной 10–25 мкм. Из полученных срезов готовили постоянные препараты. Срезы окрашивали регрессивным способом, поместив в спиртовые растворы сафранина (1% спиртовой раствор) и нильского синего (насыщенный раствор), подвергали дегидратации в спиртах разной концентрации. На следующем этапе срезы обрабатывали карбол-ксилолом и ксилолом, после чего помещали в канадский бальзам. Таким образом, методика приготовления постоянных препаратов была общепринятой в анатомии растений [2]. Анатомический анализ коры осуществляли на световых микроскопах Биолам Р-15, Микмед-5.

Результаты исследования

Кора однолетних стеблей включает в свой состав эпидерму, перидерму, колленхиму (за исключением Populus alba, Populus pyramidalis, Populus simonii), паренхиму первичной коры, кольцо первичных механических элементов, первичную и вторичную флоэму.

Эпидерма однослойная, покрыта мощным слоем кутикулы. У Populus simonii и Populus deltoides радиальный размер клеток равен или меньше тангентального, у остальных видов – преобладает радиальный размер клеток. Исследованные виды, за исключением Populus alba, характеризуются значительным утолщением и лигнификацией внешней периклинальной стенки эпидермальных клеток. Наиболее мощно эта стенка развита в эпидерме Populus tremula и Populus nigra, достигая половины радиального размера ее клеток. У Populus alba внешняя стенка не утолщена и полость клеток овальная, округлая или куполообразная. Клетки эпидермы Populus deltoides в единичных случаях содержат друзы оксалата кальция. Трихомы характерны для Populus alba и Populus suaveolens. Причем у Populus alba трихомы обильные, часто ветвистые, тонкостенные и образующие беловойлочное опушение, а у Populus suaveolens – трихомы одиночные, с утолщенными лигнифицированными стенками.

Перидерма занимает у всех видов субэпидермальное положение, включает феллему, феллоген и феллодерму. Феллоген и феллодерма специфическими особенностями не обладают. В однолетних стеблях феллема только тонкостенная гомогенная, содержимого в конце вегетационного сезона после отмирания ее клетки не имеют. В конце первого вегетационного сезона в радиальном ряду обычно насчитывается 4–5 слоев клеток, и только у Populus nigra и Populus deltoides их может быть 7 и более.

Основные различия заключаются в форме клеток на поперечном срезе, т.е. соотношении радиальных и тангентальных размеров: у Populus pyramidalis клетки феллемы вытянуты в тангентальном направлении, у Populus tremula радиальный размер клеток больше тангентального. У большинства видов феллема содержит клетки, имеющие различные сочетания размеров.

В однолетнем стебле Populus alba, Populus tremula, Populus deltoides, Populus suaveolens, Populus balsamiferae наблюдается дифференциация феллемы на зоны в зависимости от положения клеток с различным сочетанием размеров и формы. Указанные виды имеют внешние ряды более крупных клеток, в которых радиальный размер больше тангентального, а клетки внутренних рядов, прилегающие к феллогену, менее крупные имеют тангентальный размер больший или равный радиальному.

В феллеме однолетнего стебля исследованных тополей образуются чечевички классической структуры: в разрывах пробки происходит поочередное отложение слоев плотно сложенной тонкостенной феллемы и рыхло сложенных клеток выполняющей ткани.

Колленхима не отграничивается у Populus alba, Populus pyramidalis, Populus simonii. У Populus tremula насчитывается 4–7 слоев клеток колленхимы, у остальных видов эта ткань включает 2–3 слоя клеток. Клетки сложены плотно, без межклетников. Их стенки утолщены равномерно, поэтому полость клеток овальная. У Populus nigra и Populus

balsamiferae в клетках колленхимы отмечены монокристаллы оксалата кальция, а часть клеток склерифицирована.

По степени развития *паренхимы первичной коры* среди исследованных видов выделяются Populus deltoides, Populus suaveolens, Populus balsamiferae, имеющие широкую зону этой ткани в сравнение с остальными видами, что составляет 300–500 мкм и 150–300 мкм соответственно.

Клетки паренхимы первичной коры довольно четко дифференцированы на ассимиляционные и танидоносные. Полость ассимиляционных клеток полностью заполнена цитоплазмой, в протопласте присутствует значительное количество хлоропластов. Танидоносные клетки имеют довольно крупную вакуоль, постенно расположенный протопласт и вдвое меньшую толщину оболочек в сравнении с ассимиляционными клетками. Танидоносные клетки сосредоточены во внутренней части первичной коры и имеют больший поперечный размер, чем ассимиляционные клетки. Особенно сильно сеть танидоносных клеток развита в паренхиме первичной коры Populus deltoides.

В паренхиме первичной коры развиваются брахисклереиды, расположенные одиночно или в группах из 3–10 клеток и образующие прерывистый кольцевой пояс на ее границе с колленхимой. Наиболее сильной степенью склерификации паренхимы первичной коры в однолетнем возрасте характеризуются Populus alba и Populus nigra –50% и 30% от площади поперечного среза соответственно. У всех исследованных видов в клетках паренхимы первичной коры присутствуют кристаллы оксалата кальция в виде друз и монокристаллов. В распределении оксалата кальция очень четко просматривается тенденция к локализации монокристаллов около склереидных групп или в составе самих склереид. Друзы распределены более или менее диффузно. Единично встречаются склереиды и кристаллы у Populus balsamiferae.

Кольцо первичных механических элементов в однолетних стеблях Populus tremula, Populus balsamiferae, Populus suaveolens является гомогенным, т.е. состоит только из групп волокон. Таковым можно считать кольцо первичных механических элементов Populus deltoides, у которого между группами волокон встречаются только одиночные склереиды. Сплошное гетерогенное кольцо, в котором группы волокон объединяются в единое целое группами склереид, находящимися между ними, характерно для Populus nigra. У Populus alba, Populus pyramidalis, Populus simonii гетерогенное кольцо прерывистое.

Крупные группы волокон Populus simonii, Populus tremula приобретают шапковидную форму, для остальных видов характерны менее крупные группы волокон прямоугольной, квадратной, овальной формы на поперечном срезе. У исследованных видов, за исключением Populus suaveolens, в клетках, прилегающих к волокнам или склереидам, развиваются монокристаллы оксалата кальция.

Первичная флоэма как проводящая ткань у тополей функционирует непродолжительное время, проводящую функцию берет на себя *вторичная флоэма*, представленная ситовидными элементами, механическими волокнами и паренхимой.

Ситовидные трубки на поперечном срезе округлой и многоугольной формы. У Populus alba и Populus simonii радиальный размер ситовидных трубок превышает тангентальный, у остальных исследованных видов преобладают тангентальные размеры. Поперечные стенки члеников сильно наклонены и несут на себе сложную ситовидную пластинку, на которой располагается 5–7 и более прямоугольных или трапециедальных с округлыми углами ситовидных полей. У большинства исследованных видов в составе флоэмы преобладают проводящие элементы, лишь у Populus nigra проводящих и паренхимных элементов примерно одинаковое количество.

У большинства исследованных видов ситовидные трубки расположены радиальными рядами, чередуясь в них с клетками аксиальной паренхимы. У Populus deltoides обычно 3–4 ситовидные трубки собраны в группы, вокруг которых образуют сплошное кольцо клетки-спутницы и клетки аксиальной паренхимы. У всех видов в клетках аксиальной паренхимы присутствуют друзы оксалата кальция.

Флоэмные лучи однорядные линейные и веретеновидные, Лучи Populus alba, Populus suaveolens и Populus tremula как однорядные, так и двурядные лучи. У Populus nigra часть лучей в весенней части годичного слоя флоэмы дилатирует, становясь двурядными. Во флоэме однолетних стеблей Populus pyramidalis лучи гомогенные, у остальных исследованных видов гетерогенные, содержащие в своем составе краевые стоячие и центральные лежачие клетки. Только у Populus simonii в составе гетерогенного луча наблюдается чередование слоев стоячих и лежачих клеток.

За исключением Populus tremula, во вторичной флоэме однолетнего стебля развиваются флоэмные волокна, образующие либо сплошное кольцо, либо отдельные группы. В самих волокнах, а также в паренхиме, прилегающей к ним, встречаются многочисленные монокристаллы оксалата кальция. У Populus suaveolens группы волокон имеют линзовидную форму и расположены двумя полосами. В полосах группы волокон чередуются с группами склереид. У Populus alba, Populus nigra, Populus pyramidalis, Populus suaveolens, Populus balsamiferae участки флоэмных лучей в зонах пересечения с группами механических волокон склерифицируются.

Обсуждение результатов

Сравнительный анализ анатомии коры однолетних стеблей 8 видов рода Populus L. показал (таблица):

1. По составу тканей коры однолетнего стебля изученные виды подразделяются на две группы: виды имеющие колленхиму (Populus tremula, Populus nigra, Populus deltoides, Populus suaveolens, Populus balsamiferae) и виды, в составе коры которых колленхима не выражена (Populus alba, Populus pyramidalis, Populus simonii).

2. Для каждого из исследованных видов выделен комплекс диагностических признаков коры однолетнего стебля:

1) Populus alba – клетки эпидермы с неутолщенной внешней периклинальной стенкой; трихомы обильные, ветвистые, тонкостенные и образующие беловойлочное опушение; склерификация паренхмы первичной коры достигает 50% от площади поперечного среза; колленхима не отграничивается; кольцо первичных механических элементов гетерогенное прерывистое; радиальный размер ситовидных трубок превышает тангентальный; флоэмные лучи однорядные и двурядные;

2) Populus tremula – радиальный размер клетки феллемы больше тангентального; 4–7-слойная колленхима; группы волокон крупные шапковидной формы; флоэмные лучи однорядные и двурядные; во вторичной флоэме отсутствуют флоэмные волокна;

3) Populus nigra – клетки эпидермы с мощной внешней периклинальной стенкой, достигающей половины радиального размера клетки; клеток феллемы 7 и более слоев; в клетках колленхимы присутствуют монокристаллы оксалата кальция; частичная склерификация колленхимы; кольцо первичных механических элементов сплошное гетерогенное; во вторичной флоэме проводящих и паренхимных элементов примерно одинаковое количество; часть лучей в весенней части годичного слоя флоэмы дилатирует;

Таблица – Диагностические признаки коры некоторых видов Populus*

Ткань	P. alba	P. tremula	P. nigra	P. pyramidalis	P. deltoides	P. suaveolens	P. balsamiferae	P. simonii
Эпидерма: 1) внешняя стенка утолщена	–	+	+	+	+	+	+	+
2) трихомы	+	–	–	–	–	+	–	–
3) кристаллы	–	–	–	–	+	–	–	–

4) преобладает радиальный размер клеток	+	+	+	+	–	+	+	–
Феллема: 1) дифференцирована на зоны	+	+	–	–	+	+	+	–
2) клетки с различным сочетанием размеров	+	+	+	–	+	+	+	+
3) преобладает радиальный размер клеток	–	+	–	–	–	–	–	–
4) преобладает тангентальный размер клеток	–	–	–	+	–	–	–	–
Колленхима: 1) наличие ткани	–	+	+	–	+	+	+	–
2) кристаллы и склереиды	–	–	+	–	–	–	+	–
Первичная кора: 1) друзы расположены диффузно	+	+	+	–	+	+	+	+
Кольцо первичных механических элементов: 1) гомогенное прерывистое	–	+	–	–	+	+	+	–
2) гетерогенное сплошное	–	–	+	–	–	–	–	–
3) гетерогенное прерывистое	+	–	–	+	–	–	–	+
4) шапкообразные группы волокон	–	+	–	–	–	–	–	+
5) кристаллоносная обкладка у групп волокон и склереид	+	+	+	+	+	–	+	+
Вторичная флоэма: 1) преобладает тангентальный размер ситовидных трубок	+	+	+	+	+	+	+	–
2) преобладают ситовидные трубки	+	+	–	+	+	+	+	+
3) паренхимных клеток и ситовидных трубок равное количество	–	–	+	–	–	–	–	–
4) ситовидные трубки в рядах	+	+	+	+	–	+	+	+
5) лучи только однорядные	–	–	+	+	+	–	+	+
6) лучи дилатируют	–	–	+	–	–	–	–	–
7) лучи гетерогенные	+	+	+	–	+	+	+	+
8) часть лучей склерефицирована	+	–	+	+	–	+	+	–

Примечание – в таблицах наличие признака обозначено знаком "+", отсутствие знаком "–".

4) Populus pyramidalis – колленхима не отграничивается; кольцо первичных механических элементов гетерогенное прерывистое; флоэмные лучи гомогенные;

5) Populus deltoides – клеток феллемы 7 и более слоев; в паренхиме первичной коры мощная сеть танидоносных клеток; в составе кольца первичных механических элементов между группами волокон одиночные склереиды;

6) Populus suaveolens – трихомы одиночные, с утолщенными лигнифицированными стенками; волокна и склереиды кольца первичных механических элементов не имеют кристаллоносной обкладки; флоэмные лучи однорядные и двурядные; группы флоэмных волокон линзовидной формы и расположены двумя полосами;

7) Populus balsamiferae –клетки колленхимы несут монокристаллы оксалата кальция; часть клеток колленхимы склерифицирована; в паренхиме первичной коры единичные склереиды и кристаллы;

8) Populus simonii – колленхима не отграничивается; кольцо первичных механических элементов гетерогенное прерывистое; группы волокон кольца первичных механических элементов крупные шапковидной формы; радиальный размер ситовидных трубок превышает тангентальный; в составе гетерогенного флоэмного луча чередуются слои стоячих и лежачих клеток.

Таким образом, детальный анализ внутренней структуры коры аборигенных и интродуцированных в РБ тополей дает возможность диагностики видов рода по комплексу анатомических признаков однолетних стеблей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анатомия коры деревьев и кустарников : моногр. / В.М. Еремин [и др.] ; под ред. В.М. Еремина. – Брест : Изд-во Брестского гос. ун-та, 2001. – 187 с.
2. Прозина, М.Н. Ботаническая микротехника / М.Н. Прозина. – Москва : Высшая школа, 1960. – 206 с.
3. Скворцов, А.К. Порядок ивовые / А.К. Скворцов // Жизнь растений : в 6 т. – М. : 1981. – Т. 5 (2). – С. 81–86.
4. Чаховский, А.А. Опыт интродукции рода Populus L. в Белоруссию / А.А. Чаховский, Е.И. Орленок, Е.З. Бобореко // Интродукция растений : сб. статей / отв. ред. Н.В. Смольский. – Минск : Наука и техника, 1976. – С. 106–122.

***N.V. Shkuratova.* About Possibility of Diagnostic Species of Populus L. Genius on Belarus Territory by Anatomy Attributes of Bark of One-year Stem**

The data of comparative-anatomical study of structure of one-yare steam bark of poplar are represented in this article. The material is assembled on the territory of Brest region. The method of study is traditional for the anatomy of plants. The features of distinction in structure of bark of 8 species revealing the opportunities of their diagnostic are shown.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 11.02.2011 г.

УДК 911.3(47+57)

С.В. Артёменко

БЕЛОРУССКО-ПОЛЬСКО-УКРАИНСКОЕ ПОГРАНИЧЬЕ: ПРИРОДНЫЙ БАЗИС РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Рассматриваются природные предпосылки развития трансграничных региональных структур как комплексных географических образований, сочетающих природные ресурсы, инфраструктуру, население и его хозяйственную деятельность. Анализируются естественные предпосылки развития международного трансграничного региона, сложившегося на стыке государственных границ Беларуси, Польши и Украины. Характеризуются условия для ведения сельскохозяйственного производства, транспортного освоения территории. Отмечается значение больших запасов водных ресурсов, важность малых рек как объектов, у которых концентрируется население и промышленное производство, недостаточная обеспеченность региона лесными ресурсами. Выделяется проблема высокого уровня сельскохозяйственной освоенности территории. Указывается на наличие в трансграничном регионе достаточной для организации деятельности промышленного производства базы минеральных ресурсов. Однако отмечается, что она недостаточна для организации на ее основе эффективного, диверсифицированного межгосударственного производственного комплекса, который мог бы стать основой трансграничного интеграционного взаимодействия на долгосрочную перспективу. Делается вывод о возможности организации на основе геопотенциала белорусско-польско-украинского пограничья эффективных трансграничных связей приграничных регионов трех стран в рамках трансграничного региона.

Социально-экономическому пространству присуща значительная неоднородность. Ввиду этого отдельные природные, расселенческие и хозяйственные объекты, комплексные образования различного уровня, локализуясь в географическом пространстве, характеризуются определёнными чертами географического положения как системы территориальных отношений.

Одним из наиболее важных классов географического положения является положение в ареале. В качестве ареалов могут выступать экономические районы, страны, группы стран и т.п. Свойства таких объектов, связанные с их положением в ареале, определяются позиционным принципом [1, с. 79]. Пространственное положение объекта – индивидуализирующее его свойство, оно придаёт ему черты уникальности и неповторимости.

Периферийное положение, как подвид ареального географического положения, является важнейшим фактором развития административных регионов стран, имеющих выход к государственной границе. Периферийное приграничное положение предполагает превращение региона в зону контакта с соседними странами. Такое приграничное положение имеют многие административные регионы стран мира, особенно европейских. В Европейском макрорегионе географическое положение стран, конфигурация и протяжённость границ обусловили формирование множества трёхсторонних стыковых элементов. Таких трёхсторонних стыков государственных границ в настоящее время в Европе насчитывается более 40. Республика Беларусь относится к странам, у которых подобных пограничных элементов несколько – 5. Это стыки границ с Польшей и Украиной – на юго-западе страны; с Польшей и Литвой – на северо-западе; с Литвой и Латвией – на севере; с Латвией и Российской Федерацией – на северо-востоке и на юго-востоке – с Российской Федерацией и Украиной.

Главной характеристикой этих территориальных элементов пограничья является разнообразие границ в небольшом по размерам ареале. При этом государственные границы проходят через целостную геосистему. Если же целостную геосистему пересекает географическая граница природного характера или установленная человеком, то такую геосистему можно рассматривать как *трансграничную.* Большое разнообразие географических границ обусловливает и разнообразие трансграничных геосистем [2, с. 9], а разнообразие границ государственных – формирование различных социально-экономических, этнокультурных и интегральных природно-хозяйственных трансграничных систем, а также потенциальное разнообразие социально-экономических и культурных связей.

Приграничное положение региона тесно связано с его территориальной (природной и хозяйственной) структурой. Приграничные регионы, сохраняя определённую гомогенность, имеют ряд особенностей, связанных с выполняемыми ими коммуникационными функциями, а также с наличием в их составе рубежа – государственной границы. Так, эти регионы связаны с подобными, по другую сторону границы, постоянными и периодическими потоками вещества, энергии и информации.

Географическое положение территории, а также местоположение, как принадлежность, во многом определяют её потенциал и геопространственную организацию. Прежде всего, территория имеет свойства (характеристики), отношения и процессы. Можно выделить две основных характеристики территории – природные и общественные. К природным относятся: природная среда, её качество; природные условия; природные ресурсы, в т.ч. возобновимые и невозобновимые. Многие свойства географических объектов объясняются их географическим положением. Так, свойства природных объектов практически полностью детерминируются их положением и местоположением.

Именно природные характеристики территории являются важнейшим элементом её географического потенциала, как способности удовлетворять определённые потребности общества. Природная среда рассматривается в двух аспектах: как источник природных ресурсов и как условия жизнедеятельности людей. Природные русурсы могут использоваться в качестве средств труда, источников энергии, сырья и материалов, предметов потребления. Кроме того существуют и непрактические формы их использования – адаптивная, эстетическая, интимная [3, с. 157]. Природные условия являются важнейшим фактором обусловливающих возможности заселения и освоения территории, пути и формы использования ее естественных ресурсов. Благоприятность или неблагоприятность этих условий в их естественном либо измененном антропогенными воздействиями виде разносторонне сказываются на всех сторонах жизни населения [4, с. 66]. Природно-ресурсная база территории является важнейшим фактором формирования отраслевой и территориальной структуры хозяйства, системы расселения в регионе.

Природные условия и ресурсы – элементы природно-территориальных комплексов, выполняющих средообразующие функции (климатоформирующие, водоохранные, почвозащитные, эстетические и др.), поэтому их характеристики и качество определяют особенности и состояние природной среды региона. Эти характеристики связаны с возможностью использования ресурсов, выполнения ими средообразующих функций, с сохранением целостности природы.

В современных географических исследованиях трансграничных территорий формируются подходы, предполагающие рассмотрение трансграничных регионов (ТГР) как природно-антропогенных систем, составными частями которых являются природная геосистема, ее природно-ресурсный потенциал, виды хозяйственного использования. С.С. Ганзей и П.Я. Бакланов [5, с. 31] предложили понятие «международная трансграничная территория». *Международная трансграничная территория* – это территория, состоящая из взаимодействующих приграничных территорий двух или более соседних стран, обладающих сочетаниями природных ресурсов и тех или иных видов хозяйственной деятельности, природным основанием которых является либо единая геосистема, либо сочетание двух или более геосистем регионального уровня, расположенных в зоне государственной границы. Международная трансграничная территория – это, как правило,

комплексная географическая структура, сочетающая в себе определенные природные ресурсы, объекты инфраструктуры, расселения населения, а также его хозяйственную деятельность в границах крупной геосистемы.

Трансграничные регионы, формирующиеся на стыке нескольких стран, находятся в пределах таких международных трансграничных территорий. Природная среда как естественное основание этих структур выполняет важные функции, прежде всего, обеспечение и удовлетворение потребностей общества в безопасной экологической среде, и воспроизводство и поддержание природного потенциала территории.

Природные и экологические процессы, протекающие в ее отдельных частях (территориях) трансграничных регионов, тесно взаимосвязаны. При этом техногенные воздействия и изменения в одних частях ведут к изменениям в других частях геосистемы. В этой связи целостные природные геосистемы, пересекаемые государственной границей, получают различные техногенные импульсы динамики в разных странах и испытывают их взаимовлияние во всей геосистеме. В таких трансграничных геосистемах возможны асимметричные (неодинаковые по разные стороны границы) и асинхронные (с различными тенденциями динамики) изменения, структурные трансформации в ее отдельных, изначально структурно сходных частях [6]. Механизм функционирования составных частей трансграничной геосистемы, их взаимосвязи и взаимодействия в рамках целого, по-видимому, является основой для воспроизводства инвариантной системы функций или – устойчивого типа функционирования геосистемы.

Случаем, когда практически в одном месте сходятся государственные границы трех стран, является стык государственных границ Республики Беларусь, Украины и Республики Польша. Здесь, у крайней юго-западной оконечности территории Беларуси, международный трансграничный регион образуют приграничные административные единицы всех трех стран: это Брестская область Беларуси, Волынская область Украины и Люблинское воеводство Польши.

Территория этих регионов до их образования как административных единиц в разное время входили в одни и те же политико-территориальные образования, и длительное время развивались в относительно однородном социо-культурном пространстве. Историко-культурная общность регионов дополняется природно-географическим единством территории.

Одним из важных свойств приграничности является характеристика природно-территориального комплекса, лежащего в основе региона, с определённой спецификой природно-ресурсного потенциала и возможностями его использования.

Большая часть территории Брестской и Волынской областей и значительная часть Люблинского воеводства находятся в пределах Полесской низменности с однообразным плоским рельефом. Рельеф здесь характеризуется преобладанием плоских и покато-волнистых низин и равнин, речных долин. Лишь на крайнем северо-востоке Брестской области, а также на юге Волынской области и Люблинского воеводства рельеф возвышенный. Это обеспечивает благоприятные условия для сельскохозяйственного производства, удобство транспортного освоения.

Значительное число общих водотоков обусловливает тесную связь экологических процессов на большой территории, создает общий ландшафтный ее каркас. Прохождение границы между тремя государствами на большом по протяженности отрезке по реке Западный Буг, факт нахождения истоков больших притоков Припяти – рек Горынь и Стырь в Волынской области, рисунок гидрографической сети в целом способствуют миграции и обмену разнородных биогеографических элементов.

Климатические условия региона являются ведущим фактором, который определяет зональное распределение и территориальную дифференциацию природных и хозяйственных объектов. Климат территории региона умеренно континентальный, неустойчиво влажный. Зима мягкая, лето тёплое. Средняя температура января – –4,5 °С, июля – +18,6 °С. Осадков – 550–600 мм в год. Вегетационный период около 200 дней. Особенностью климатических условий трансграничного региона являются климатические изменения в направлении от совместных границ: в Брестской области – в восточном

направлении, в Волынской – в южном и юго-восточном, в Люблинском воеводстве – в южном и юго-западном.

Восточная и северо-восточная часть ТГР хорошо обеспечена водными ресурсами. Территория Брестской области находится в долине рек Припяти и Горыни, а также Западного Буга. На Волынском Полесье берёт начало река Припять, несут свои воды её наибольшие притоки Горынь и Стырь, а также протекают многочисленные речки, обеспечивающие региону самую плотную речную сеть на Украинском Полесье. Характерной особенностью Волынского Полесья является большое количество озёр, среди которых наибольшие природные водоёмы Украинского Полесья – Свитязь, Пулемецкое и др. Волынское Полесье – это наиболее заболоченная область Украинского Полесья, где болота и заболоченные земли занимают в среднем около 15%, а в северных районах до 40–45% территории. Значительной (21% территории) заболоченностью отличается и южная часть Брестской области. Все Люблинское воеводство находится в бассейне р. Висла. Главная река и ее притоки собирают воды с западной части территории. Центральная часть территории находится в долине р.Вепш, восточная, приграничная – р. Буг. Люблинское воеводство имеет среднюю обеспеченность гидроресурсами, при этом уровень обеспеченности увеличивается к западу.

Основными источниками водных ресурсов являются малые и средние реки, возле которых концентрируются население и промышленность. Сеть малых водотоков, их рассредоточенность обеспечивают повсеместную доступность водных ресурсов. Значительны ресурсы подземных вод, годовой забор из которых составляет около трети (в Брестской области – почти половину) от общего забора воды.

Общие запасы водных ресурсов региона могут удовлетворить хозяйственно-питьевые потребности его населения и нужды промышленности и сельского хозяйства, а фактор водообеспеченности не будет накладывать значительных ограничений на экономическое взаимодействие производственных структур и территориальную организацию региональных международных хозяйственных комплексов.

Рельеф, климат и другие физико-географические условия определили видовой состав растительности и характер распределения почв. Северная, северо-восточная и центральная часть трансграничного региона относятся к зоне широколиственно-сосновых, частично грабово-дубово-широколиственных лесов, при этом в целом в лесах доминируют хвойные породы деревьев. Здесь также распространена болотная и луговая растительность. На юго-востоке преобладает лесостепная травянистая растительность. Обеспеченность региона лесными ресурсами определяется незначительными показателями лесистости (ок. 30%) и продуктивности лесов.

В Полесской части региона доминируют дерново-подзолистые и различные болотные (в т.ч. торфяные), песчаные почвы, в южном направлении почвенный покров характеризуется появлением перегнойно-карбонатных почв и далее представлен в основном разновидностями серых почв и чернозёмами, к юго-западу – подзолистыми. ТГР характерен высокий – более 45% уровень сельскохозяйственной освоенности территории. В Люблинском воеводстве доля земель сельскохозяйственного назначения составляет 71,3%, в Волынской области – 52,2%, в Брестской – 44,2% [7–9]. Большая их часть распахана. Интенсивное систематическое использование почв с различным уровнем плодородия, нерациональная агротехника ведут к ухудшению их качества. Это вызывает необходимость охраны почв и проведения мелиорации. Вместе с тем, именно земельные ресурсы являются основным элементом природно-ресурсного потенциала ТГР, основой развития кооперационных связей в развитии трансграничного агробизнеса.

Рисунок – Важнейшие месторождения полезных ископаемых трансграничного региона

Для трансграничных региональных структур большое значение имеет общность их природно-географической основы и взаимодополняемость ресурсно-сырьевых баз приграничных регионов разных стран. Территория рассматриваемого трансграничного региона имеет достаточную для организации деятельности промышленного производства и строительства базу минеральных ресурсов. Полесская зона региона имеет богатые залежи торфа, главным образом, в южной части Брестской области, на севере Волынской области. В польской части ТГР имеются значительные запасы фосфоритов, кремнезема, однако разработка их в настоящее время экономически не выгодна [10]. Через центральную часть Люблинского воеводства и Волынской области, с запада на восток протянулась ось Люблинского каменноугольного бассейна. Есть запасы бурого угля, нефти и природного газа, имеющие местное значение. Наибольшее распространение имеют строительные полезные ископаемые: мел, известняк и мергель для производства цемента, тугоплавкие глины, формовочные и стекольные, строительные пески, песчано-гравийный материал. Некоторые виды полезных ископаемых имеют государственное значение: торф, мел, песчано-гравийный материал, строительный камень – в Брестской области; торф, строительные пески – в Волынской области; каменный уголь, фосфориты, кремнезем, известняк и мергель – в Люблинском воеводстве (рисунок). За длительный период освоения минеральных ресурсов региона запасы наиболее ценных их видов (каменного угля, например) значительно исчерпались. В целом минерально-сырьевая база региона, обеспечивая функционирование отдельных крупных производств (РУПП «Гранит» в Беларуси, шахта «Богданка» в Польше), недостаточна для организации на ее

основе эффективного и разнообразного межгосударственного производственного комплекса, который мог бы стать основой трансграничного интеграционного взаимодействия на долгосрочную перспективу.

Притом, что через юго-запад ТГР проходит ряд естественных границ (геоморфологических, климатических, зоогеографических и др.), большая его часть достаточно однородна, и в природно-географическом плане представлена геокомплексами Полесья, Росточа, Люблинской и Волынской возвышенностей. В зависимости от уровня и характера хозяйствования они образуют базу производства сельскохозяйственной продукции, а также удовлетворяют основные психофизические потребности человека, в частности, в области туризма и отдыха. Среди лесных территорий натуральные ландшафты сохранились лишь в труднодоступных, переувлажненных и заболоченных районах Полесья. Часто это уникальные и охраняемые ландшафты. Наиболее гармоничные ландшафты сохранены в охраняемых природных ареалах: в национальных парках и биосферных резерватах. Кроме того, такие ландшафты сохранились в пределах ряда территорий, не охваченных природоохранным режимом, например, в пойме р. Буг и др.

Полесскую часть региона пересекает ряд экологических коридоров общеевропейской значимости, соединяющих Центральную и Южную Европу. Несмотря на тот факт, что в регионе создана и функционирует система особо охраняемых природных территорий, в целом ряде случаев единый природный комплекс рассечен границами сопредельных государств. По разные стороны границы действуют различные режимы природоохранной и хозяйственной деятельности, существует различное отношение к некоторым биологическим видам. В связи с этим для координации природоохранных действий был создан международный трансграничный биосферный резерват «Западное Полесье» (официальный статус ЮНЕСКО получен в 2004 г.), который в настоящее время представлен 3 биосферными резерватами в трех граничащих друг с другом странах: Беларусь (биосферный резерват «Прибужское Полесье»), Польша (биосферный резерват «Западное Полесье») и Украина (биосферный резерват «Шацкий»). Эта природоохранная структура является важным элементом сотрудничества сопредельных сторон в ТГР.

В целом на территории ТГР наиболее распространены земельно-лесо-водный, земельно-водно-лесной и земельно-водно-рекреационный производительные и низкопроизводительные типы природно-ресурсного потенциала. Характерен средний уровень географического разнообразия и упорядоченности ПРП. Наибольшее территориальное разнообразие характерно для земельных, водных и лесных ресурсов. Все это определяет в целом благоприятные естественные предпосылки для сбалансированного социально-экономического развития региона.

Геопотенциал белорусско-польско-украинского пограничья: природно-географические характеристики геокомплекса, наличие достаточной для эффективного хозяйствования природно-ресурсной базы, благоприятная экологическая ситуация и координация природоохранной деятельности позволяет организовать эффективные и разнообразные трансграничные связи приграничных регионов трех стран в рамках трансграничного региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родоман, Б.Б. Территориальные ареалы и сети / Б.Б. Родоман. – Смоленск. : Ойкумена. – 1999. – 256 с.

2. Бакланов, П.Я. Трансграничные геосистемы: теоретические аспекты исследования / П.Я. Бакланов, С.С. Ганзей // Проблемы устойчивого использования трансграничных территорий: материалы международной конференции. – Владивосток : ТИГ ДВО РАН, 2006. – 171 с.

3. Мироненко, Н.С. Страноведение / Н.С. Мироненко. – Москва : Аспект Пресс, 2001. – 268 с.

4. Козловская, Л.В. Методы регионального экономического анализа / Л.В. Козловская. – Минск : БГУ, 2008. – С. 66.

5. Бакланов, П.Я. Приграничные и трангграничные территории как объект географических исследований / П.Я. Бакланов, С.С. Ганзей // Изв. РАН. Сер. геогр. 2004. – С. 27–34.

6. Ганзей, С.С. Специфика решения проблем природопользования Приморья на приграничных территориях [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа : http://priroda2006.primorsky.ru/itog/8.php. – Дата доступа : 08.03.2010.

7. Warunki życia ludności w województwie Lubelskim w latach 2003–2005 / Urząd statystyczny w Lublinie ; zesp. redakc. : K. Tucki [i in.]. – Lublin, 2006. – 137 s.

8. Статистичный щорічник «Волинь–2009» / Головне управління статистики у Волинській області ; за редакц. М.І. Мотиль. – Луцьк, 2010. – 560 с.

9. Природные ресурсы Брестской области / А.В. Грибко [и др.] ; под. ред. А.В. Грибко, М.В. Маслобоева. – Брест : ОДО «АртЛайнСити», 2007. – 68 с.

10. Plan zagospodorowania przestzennego wojewodztwa Lubelskiego [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа : http://www.plan.lubelskie.pl/Tom_1/Roz1_08.htm. –Дата доступа : 01.03.2010.

***S.V. Artemenko.* Belarusian-Polish-Ukrainian Borderland: Natural Basis of Regional Development**

The article dwells upon the peculiarities of the development of natural basis located at the junction of the territories of Belarus, Poland and the Ukraine. The article underlines the unity of natural geosystem, the specific character of natural conditions and resources of the international transboundary territory.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 03.02.2011 г.

УДК 551.312.2 + 551.312.4 + 551.481.1 + 551.894 (476)

Е.А. Козлов

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ ТОРФА

Рассмотрены основные группы факторов и пространственно-временные изменения скорости накопления торфа в озерно-болотных и болотных системах территории Беларуси в позднеледниковье и голоцене. Привлечен статистический аппарат для описания полученных результатов. Предложено объяснение географических закономерностей изменчивости. Доказано, что соотношение групп скоростей накопления служит инструментом фиксации возраста и условий развития лимносистем. Указаны целевые направления использования установленных зависимостей.

Введение

Накопление торфа является индикатором смены источника материала для седиментации в том объеме котловины, который занят водной массой озера. Этот процесс четко фиксирует связь внешних и внутренних факторов развития послеледникового осадконакопления для лимносистем. Интенсивность его протекания отражает перестройку связей седиментационной подсистемы. Скорости заторфовывания сильно варьируют по отношению к географическому положению котловины и характеру водосбора. Изменение скоростей определяется контрастностью климатических условий, сменой хронозон и ландшафтной структурой водосбора. На компактных территориях отклик скоростей накопления торфа определяется стадией развития водоема и динамикой природных процессов. Проявление различий в скоростях на небольших территориях имеет, во-первых, зональные отличия, во-вторых, претерпевает меридиональные изменения, в-третьих, ограничивается возрастом лимносистемы. Интерес представляют основные географические особенности изменения скоростей накопления торфа для 73 точек [1, с. 4], имеющих относительную (палинологическую) и абсолютную (калиброванную для ^{14}C) привязку.

Метод и данные

Представленные материалы являются результатом сбора и статистической обработки опубликованных материалов озерных седиментационных колонок территории Беларуси, с зафиксированными рубежами хронозон. Скорости отложения торфа в этом случае представляют собой результат деления мощности торфа на продолжительность его накопления (таблица 1).

Для фиксации фазы, к которой относится лимносистема в конкретной хронозоне, предложен следующий подход. Колонки, в которых торф был вскрыт наряду с типичными озерными осадками (минеральными озерными илами и сапропелями), были включены в категорию «озерно-болотные». Колонки, в которых вскрыт торф и не встречены прочие озерные осадки, отнесены к категории «болотные».

Таблица 1 − Скорости накопления торфа в позднеледниковье и голоцене, мм/год

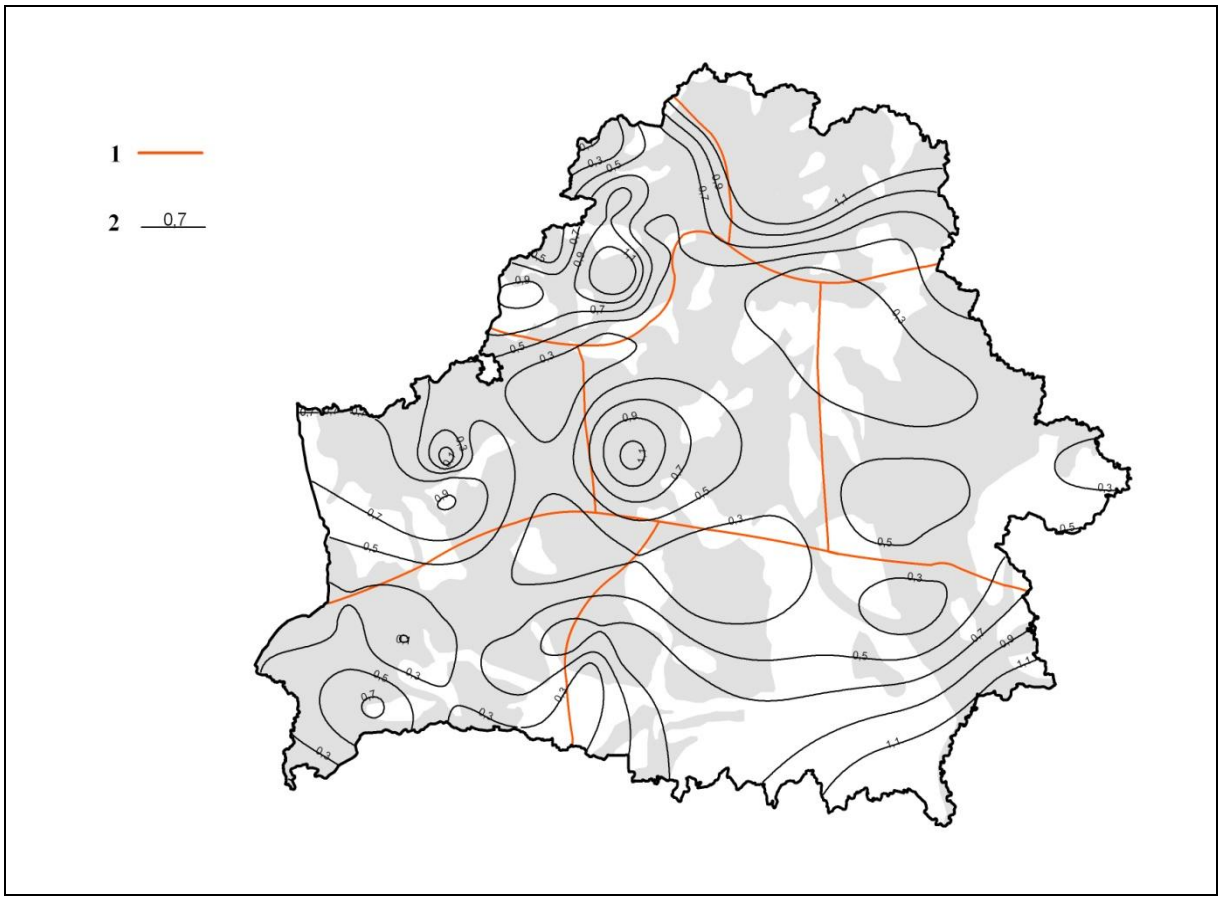
Район	Количество точек	Системы		Средняя
		озерно-болотные	болотные	
Двинско-Дисненский	9	1,11 (0,25÷3,20)	0,48 (0,20÷0,61)	0,60 ±0,54

Продолжение таблицы 1

Западно-Двинский	9	1,08 (0,11÷5,20)	0,84	1,08

			(0,46÷0,93)	±0,85
Неманский	10	0,39 (0,08÷0,86)	0,41 (0,22÷1,00)	0,41 ±0,43
Свислочский	8	0,98 (0,13÷3,00)	0,70 (0,22÷1,50)	0,76 ±0,72
Днепровско-Сожский	7	0,50 (0,33÷1,19)	0,48 (0,11÷0,60)	0,48 ±0,31
Бугско-Припятский	20	0,31 (0,23÷0,62)	0,39 (0,22÷0,75)	0,31 ±0,25
Припятско-Днепровский	9	0,60 (0,22÷2,50)	0,56 (0,32÷1,30)	0,59 ±0,47

Регион имеет достаточную для анализа пространственно-временных различий обеспеченность палинологическим материалом и плотность точек отбора проб, с учетом того, что деление на районы [2, с. 6] было проведено путем типизации спорово-пыльцевых диаграмм (рисунок 1).



Условные обозначения: 1 − границы палинологических районов [2, с. 6];
2 − изолинии скоростей (серым фоном выделена территория, достоверно обеспеченная точками отбора проб)

Рисунок 1 – Средние скорости накопления торфа в послеледниковое время (мм/год)

Для анализа использованы возможности многомерного (кластерного и факторного) анализа пакета программ SPSS Statistica 6.0, корреляционного анализа, включая ранговую корреляцию, в MS Office Excel 7.0. Территориальная привязка данных и растровый анализ проводились с использованием пакетов ArcGIS 9.2 и MapInfo 6.0.

Анализ и обсуждение

Факторный анализ позволил нам выделить четыре фактора торфонакопления (таблица 2), причем все они несут составляющую изменения во времени.

Таблица 2 − Группы факторов изменчивости скоростей торфонакопления

По динамике агентов	По отношению к лимносистеме	
	внешние	внутренние
статичные	геома водосбора	морфология котловины
динамичные	динамика климата	саморазвитие лимносистемы

Скорости накопления торфа значительно варьируют ввиду специфики седиментации (таблица 3).

Таблица 3 – Скорости накопления торфа в зависимости от залегания, мм/год

Характер залегания	поверхностный		подсапропелевый	погребенный	
Колонка	озерно-болотная	болотная	озерно-болотная	озерно-болотная	болотная
Предшествующие осадки					
Торф	0,85	0,48			
Сапропель	0,72				
Минеральный ил	0,59				
Последующие осадки					
Сапропель	0,19		0,64		
Минеральный ил	0,38			0,34	0,61

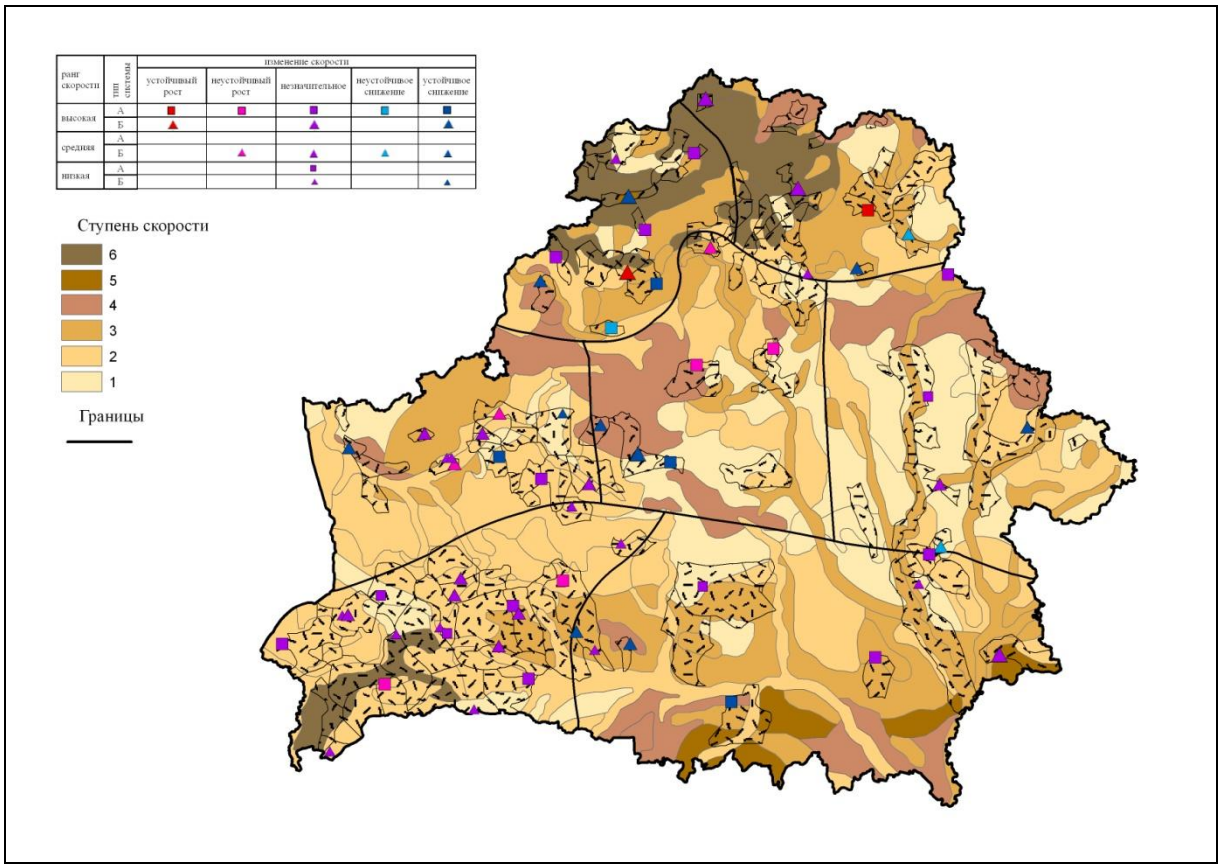
Нами установлено, что торфа различного залегания отражают тенденцию средних скоростей роста при заболачивании суши и средневысоких скоростей при накоплении на завершающей стадии развития лимносистемы. По мере старения лимносистемы скорости роста торфа падают. Чем старше лимносистема, чем более она заполнена осадками, тем скорости роста торфа меньше. Это нашло подтверждение при ранговой корреляции скорости и возраста лимносистемы, что выражено коэффициентом корреляции равным – 0,67 при $p<0,001$. Ландшафтная принадлежность котловин, в которых развиваются лимносистемы, определяется ее географическим положением и стадией развития самого ландшафта, реализуемой через процессы эрозии и аккумуляции [3, с. 64]. Наиболее молодые ландшафты, у которых не достигнут максимум заполнения и трансформации котловин [4, с. 76] в озерной фазе («озерные ландшафты»), имеют низкие скорости накопления торфа (таблица 4).

Таблица 4 – Связь скорости торфообразования с ландшафтами

Ранг скорости (мм/год)	Количество			средняя площадь водосбора, км^2	развитие водораздела	Скорости, мм/год		
	точек	родов ландшафтов	подтипов седиментации			озерно-болотные системы	болотные системы	среднее
высокие (0,9÷1,1)	6	2	5	75,6	1,39	1,20	0,44	1,14
средневысокие (0,7÷0,9)	2	1	4	90,8	1,35	0,75	–	0,75

средние (0,5÷0,7)	23	3	2	75,6	1,38	0,63	0,54	0,59
средненизкие (0,3÷0,5)	40	5	3	122,1	1,57	0,35	0,46	0,40
низкие (0,1÷0,3)	2	1	5	64,4	1,44	0,20	–	0,20

Зрелые ландшафты имеют средненизкие скорости, накопление торфа в которых определяется саморазвитием лимносистем. Наибольшие скорости накопления торфа имеют ландшафты, в пределах которых морфоскульптура (геома) уже имеет значительное разнообразие [5, рис. 3, 4] и активно трансформируется (рисунок 2).



Условные обозначения: А – озерно-болотные системы, Б – болотные системы. Скорости роста торфа в послеледниковое время, мм/год: 1 – низкие, 2 – средненизкие, 3 –средние, 4 – средневысокие, 5 – высокие, 6 – очень высокие. Линиями черного цвета разграничены палинологические районы. Опорные водосборы заштрихованы

Рисунок 2 – Ландшафтные особенности динамики скоростей

Скорости накопления торфа имеют среднюю степень связи ($r= -0,67$, $p<0,05$) с развитием водораздела. Это значит, что по мере развития эрозионной сети и старения рельефа водосбора, что отражает и увеличение возраста лимносистемы, скорости накопления торфа снижаются.

Развитие седиментации в лимносистеме в первую очередь фиксируется водностью [6, с. 96], отражающей степень влажности климата и развитие процессов стока, и теплообеспеченностью, отвечающей через температуру за интенсивность процессов развития жизни [1, с. 209]. Послеледниковое изменение климата, определяющее смену хронозон для лимносистем, может быть представлено через анализ однонаправленных и разнонаправленных климатических тенденций, смену которых можно проследить в материалах [2, с. 35; 7, с. 15]. Однонаправленными можно полагать тенденции роста влажности на фоне роста температуры и снижения влажности на фоне снижения температуры. Разнонаправленными (противоположными) можно считать рост температуры на фоне снижения влажности и снижение температуры на фоне роста влажности. Однонаправленные тенденции отражают относительно стабильные

климатические условия. Разнонаправленные тенденции влекут значительную перестройку климатических условий (таблица 5).

Таблица 5 – Реакция торфонакопления на изменение климатических тенденций

Лимносистемы	Озерно-болотные системы		Болотные системы		Среднее	
Тенденция параметров климата[1]	↑↑	↑↓	↑↑	↑↓	↑↑	↑↓
Двинско-Дисненский район	3 (±)[2]	3 (++)	2 (±)	2 (±)	2 (±)	2 (+)
Западно-Двинский район	3 (−−)	2 (+)	3 (±)	2 (+)	2 (+)	2 (+)
Неманский район	2 (±)	1 (−−)	2 (±)	2 (±)	2 (±)	1 (±)
Свислочский район	2 (−)	3 (++)	2 (±)	2(±)	2 (±)	3 (+)
Днепровско-Сожский район	2 (±)	нет	2 (±)	нет	2 (±)	нет
Бугско-Припятский район	1 (±)	2 (−−)	1 (±)	1 (±)	2 (±)	1 (±)
Припятско-Днепровский район	1 (−)	1 (−−)	2 (+)	3 (−−)	2 (−)	2 (−−)

Примечание – [1] Тенденции параметров климата: ↑↑ − однонаправленные, ↑↓ − разнонаправленные.[2] Скорости: 1 – менее 0,3 мм/год, 2 – 0,3÷0,9 мм/год; 3 – более 0,9 мм/год. Изменение скоростей: (++) − рост на 0,9 мм/год, (+) − рост на 0,3÷0,9 мм/год, (±) − колебания ±0,3 мм/год, (−) − снижение на 0,3÷0,7 мм/год, (−−) − снижение более 0,7 мм/год.

В условиях однородного изменения, когда тенденции параметров климата совпадают, проявляются зональные черты скоростей прироста торфа. Палеогеографические черты таких проявлений отмечены в [8, с. 309]. В озерно-болотных системах высокие скорости роста торфа отмечены на севере, средние − в центре и низкие − на юге. На востоке эти скорости снижаются. В болотных системах скорости роста торфа стабильные, нарастают с юго-запада на северо-восток. В условиях контрастного изменения климата в озерно-болотных системах скорости низкие с тенденцией к снижению на юге и западе, высокие с тенденцией к росту − на севере и востоке. В болотных системах на севере и в центре скорости средние стабильные, а на юге − неустойчивые. Обобщив отмеченные черты, констатируем, что разнонаправленная тенденция климата формирует средние скорости роста торфа с тенденцией к росту на севере и в центре, неустойчивые низкие с тенденцией к снижению на − западе и юге.

Корреляция температуры со скоростью накопления торфа дала коэффициент $r = 0{,}61 \div 0{,}97$ $p<0{,}05$ в разрезе районов, причем в юго-западных районах связь положительная, а в северо-восточных – отрицательная. Корреляция увлажнения со скоростью роста торфа дала коэффициент $r = 0{,}52 \div 0{,}98$ $p<0{,}05$, причем в северо-западных районах связь отрицательная, а в юго-восточных – положительная. Корреляция гидротермического показателя со скоростью торфонакопления дала коэффициент $r = 0{,}55 \div 0{,}96$ $p<0{,}01$, причем в западных районах связь отрицательная, а в восточных – положительная. Подобные изменения отмечены также у [9, с. 26].

Помимо статистической вариации, изменения в последовательности накопления осадков конкретной лимносистемы могут быть формализованы индексом обилия Мордухай-Болтовского, применяемого для генетически однородных выборок. Он связывает мощность и время накопления: $O = B\sqrt{L}$, где O − обилие в единицах информации (бит), B – доля выборки в группе (в нашем случае отношение времени существования лимносистемы ко всей продолжительности голоцена), L – средний размер (в нашем случае − мощность осадков, осредненная в пределах хронозоны, на пример во второй половине бореала (BO-2), по видам, а далее – осредненная для всего голоцена).

Обилие накопления отражает интенсивность смены видов осадков на протяжении всего времени накопления в лимносистеме. Это наряду со степенью заполнения

котловины [4, с. 76] одна из характеристик стадии развития водоема. Скорости накопления торфа имеют высокую корреляцию с обилием (r=0,71÷0,93, p<0,01). Это значит, что высокие скорости накопления торфа приходятся на моменты перестройки лимносистемы как неотъемлемого сопряженного компонента ландшафта. Такое соответствие подтверждает представление о стадийности эволюции лимносистем и возвратно-поступательной динамике перехода из озерной фазы в болотную фазу

Комплексный характер хронологии перестройки ландшафтов компактной территории отражен в смене хронозон, на что косвенно указывают [2, с. 35; 10, с. 211]. Лимносистема, находясь в географически стабильном положении, проходит через ландшафтно-климатический ряд, причем изменения окружающей ее геомы минимальны, а скорость протекания процессов седиментации значительно меняется. Для водоемов, соседствующих географически, отмечается хронологическое несовпадение стадий седиментации, как указывалось в [11, с. 34], отраженное в гетерохронности максимумов скоростей накопления торфа (метахронность).

Основные хронозоны нашей территории представлены следующей последовательностью: тундра → береза → сосна → ель → дуб, обоснованной [7, с. 15; 9, с. 26]. Чередование хронозон незначительно сказывается на изменении средних скоростей торфонакопления для западной и восточной частей территории Беларуси. Для запада характерны средние и средненизкие скорости, для востока – средневысокие и высокие (рисунок 3). Экстремумы скоростей на востоке являются реликтами накопления, характерными для перигляциальной зоны периода оледенения, на что указывает [11, с. 34]. Такое распределение обусловлено генетическими типами накопления осадков в озерах, реализуемыми через тип и подтип осадконакопления [12, с. 83]. Нами было определено, что в водоемах с терригенным типом накопления начальные скорости роста торфа в 1,5÷2 раза ниже, чем в водоемах с органогенном типом накопления. Это подтверждается и материалами других авторов [13, с. 11].

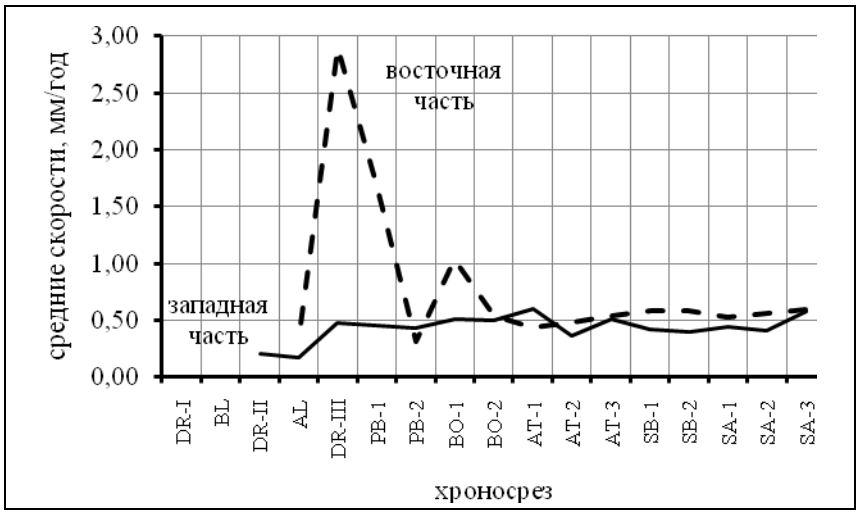


Рисунок 3 – Различия скоростей накопления торфа по территории Беларуси

Хронозоны березы и сосны характеризуются четкими территориальными различиями скоростей накопления торфа на фоне общего их роста на 10÷15 %. Хронозонам тундры и ели свойственны стабильные средненизкие скорости и их минимальные территориальные различия. Хронозона дуба характеризуется нестабильными средневысокими скоростями и их значительными различиями, нарастающими с запада на восток. Кластерный анализ показал, что изменение скоростей накопления торфа по хронозонам позволяет объединить районы в следующие группы: 1) северная − Двинско-Дисненский и Западно-Двинский районы; 2) западная − Неманский и Бугско-Припятский районы; 3) центрально-восточная – Свислочский, Днепровско-Сожский и Припятско-Днепровский районы.

Группировка (рисунок 4) по скоростям отражает доминирование озер со средними скоростями накопления, что позволяет связать стадию развития водоема, его возраст и скорость седиментации, тип осадконакопления на основе представлений о структуре системы как хронологической мере [14, с. 21]. Доля водоемов с повышенными скоростями сокращается с северо-запада на юго-восток: в этом направлении растет осредненный возраст лимносистем, что не противоречит [15, с. 53].

Сопоставление генетических особенностей седиментации со скоростями накопления торфа проведено с использованием данных о типах и подтипах осадконакопления [12, с. 82]. С помощью кластерного анализа выполнено объединение районов в две группы. Первая группа охватывает Двинско-Дисненский, Западно-Двинский, Днепровско-Сожский и Свислочский районы с присущим им органогенным типом (иловым подтипом) седиментации. Вторая группа включает Неманский, Бугско-Припятский и Припятско-Днепровский районы с преобладанием терригенного типа (глинистого подтипа) седиментации. На границе раздела групп (с северо-запада на юго-восток) формируются максимальные скорости роста торфа, причем граница, не меняя простирания, смещается во времени с юго-запада на северо-восток. Поэтому минимальные значения корреляция скоростей накопления торфа с климатическими условиями имеет в Бугско-Припятском районе, а максимальные – в Западно-Двинском районе [12, с. 84].

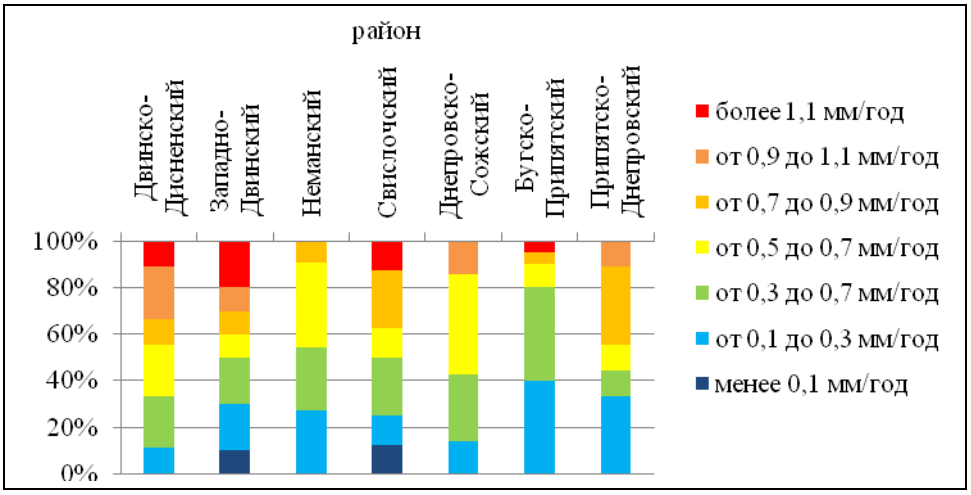


Рисунок 4 – Доля групп озер по скоростям накопления торфа

Скорости накопления торфа имеют нормальное распределение со степенью свободы n = 2. Лимносистемам со средненизкими скоростями свойственна значительная частота (встречаемость) и чрезвычайно малая дисперсия значений. Лимносистемам со средними скоростями характерна малая частота и значительная дисперсия. У лимносистем со значительными скоростями отмечена чрезвычайно малая частота и значительная дисперсия значений, что соответствует представлениям [16, с. 25].

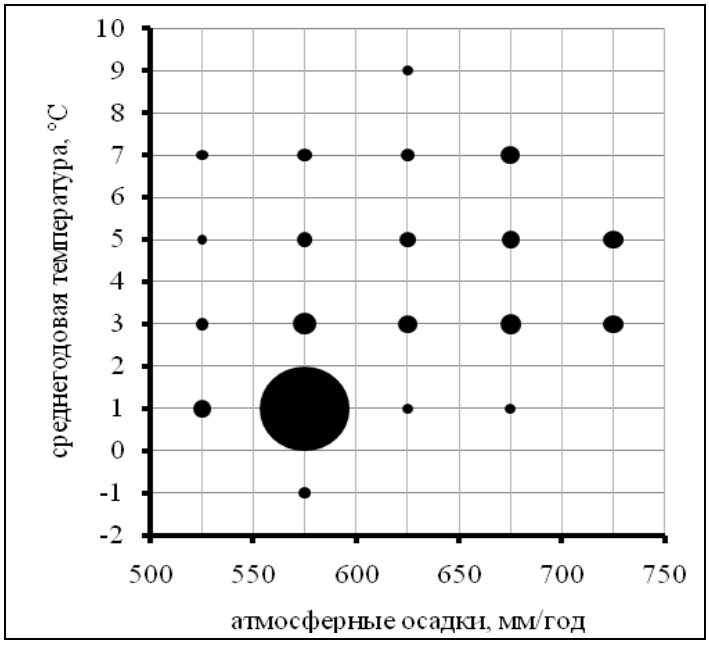
Результаты

Динамика накопления торфа определяется господством стабильных средненизких скоростей. Изменение скоростей имеет относительно устойчивое положение в ранге средневысоких и неустойчивое положение в ранге высоких. Это означает, что средненизкие скорости наиболее устойчивы, могут сохраняться долго и при отсутствии резких внешних изменений не растут. Скорости накопления торфа при стабильных условиях всегда стремятся к средненизким. Некоторое изменение условий накопления приводит к средневысоким скоростям, они встречаются реже средненизких, относительно неустойчивы и для их сохранения необходимо поддержание определенных условий. Резкая перестройка условий седиментации приводит к формированию крайне неустойчивых высоких скоростей торфонакопления, которые редко возникают в стабильных условиях и всегда стремятся к уменьшению. Основная фаза высоких скоростей пришлась на переход от позднеледниковья к голоцену, когда они увеличились в среднем в два раза и достигли 1,7 мм/год.

Графическим выражением климатической детерминации скоростей накопления торфа служит закономерность, отраженная на рисунке 5.

Наибольшие средние скорости накопления торфа в голоцене характерны для умеренно-холодного умерено сухого климата, а также для умерено влажного и влажного умеренно-теплого климата (таблица 6).

Изменения тренда увлажнения или теплообеспеченности в голоцене приводили к росту скоростей накопления торфа на 30÷40 % до 0,7 мм/год и отмечались в предоптимальное время. Средненизкие скорости в относительно мягких условиях атлантического и субатлантического времени имели четкую территориальную дифференциацию, что фиксируется заметным ростом вариации их значений, что хорошо согласуется с данными [2, с. 61; 5, с. 46; 7, с. 15].



Радиус кружков соответствует средней скорости, мм/год

Рисунок 5 – Распределение скоростей накопления торфа в поле климата

Таблица 6 − Климатическая обусловленность максимумов средних скоростей

Климат	теплый		умеренно-теплый		умеренно-холодный		холодный
	умерено влажный	умерено сухой и сухой	влажный	умерено сухой и сухой	влажный и неустойчиво влажный	умерено сухой	умерено сухой и сухой
ГТП (ранг[1])	0,86 (I)	0,71 (III)	1,31 (II)	1,05 (I)	2,29 (III)	1,94 (III)	2,92 (IV)
I кластер[2]: 47 точек	0,76 (V)[3]	0,53 (IV)	0,85 (V)	0,50 (IV)	1,02 (VI)	0,96 (VI)	0,80 (V)
II кластер: 17 точек	1,17 (VII)	1,10 (VII)	–	1,70 (VII)	–	2,25 (VII)	–
III кластер: 9 точек	–	–	–	–	0,97 (VI)	–	5,20 (VII)

Примечания – [1]Ранг контрастности климата показывает отклонение показателя от 1,00. [2]Кластер: (I) Двинско-Дисненский, Неманский, Сожско-Днепровский, и Бугско-Припятский районы; (II) Свислочский и Припятско-Днепровский районы; (III) Западно-Двинский район. [3]Числом показана скорость, мм/год. В скобках указан ранг скорости.

Достоверная климатическая детерминация максимумов скоростей накопления торфа, полученная при факторном анализе (таблица 5), свойственна лимносистемам относительно молодых ландшафтов (III кластер). Молодые и относительно немолодые

ландшафты отражают меньшую связь динамики скоростей накопления торфа с климатом, а большую роль играют процессы саморазвития (II кластер) или морфологические особенности территории (I кластер). Таким образом, ранг климатических изменений, влияющий на устойчивое изменение скорости накопления торфа, будет минимален для относительно молодых ландшафтов, несколько больше − для относительно немолодых ландшафтов, и наибольшим − для молодых ландшафтов.

Перестройка ландшафтной структуры вследствие неотектоники изменяет продолжительность и соотношение стадий развития лимносистем, что согласуется с выводами, полученными [3, с. 64; 5, с. 31; 9, с. 30; 10, с. 211; 11, с. 26; 15, с. 52; 16, с. 25]. Подобные изменения провоцируют значительное снижение климатической детерминации скоростей торфонакопления. Различия в группах факторов, отвечающих за изменение скоростей торфонакопления, между озерно-болотными и болотными системами минимальны, на что указывает высокая корреляция между скоростями депонирования торфа в них ($r= 0,64 \div 0,84$ $p<0,05$).

Заключение

1. Подтверждено, что скорость накопления торфа в лимносистеме обратно пропорциональна ее возрасту и развитию эрозионной сети водосбора котловины.

2. Зафиксирована метахронность торфонакопления как индикатора процессов развития лимносистем. Переход скоростей на востоке от перигляциальной формы роста к межледниковой форме произошел позже, чем на западе территории.

Скорости торфонакопления в послеледниковое время стремятся к средненизким (0,33÷0,37 мм/год), современные скорости на территории нашей страны средние (0,57÷0,62 мм/год).

Наибольшие скорости характерны для умеренно-холодного умерено сухого и умеренно-теплого умерено влажного и влажного климата.

3. Отмечено, что скорости и факторы накопления торфа для компактной территории в одной хронозоне изменяются от одного ландшафта к другому. Ранг скорости детерминируется возрастом ландшафта:

1) низкие скорости в «озерных» ландшафтах с цилиндрическими котловинами и фактором высоких уровней воды,

2) средненизкие скорости в «болотных» ландшафтах с параболическими котловинами и фактором саморазвития,

3) средневысокие скорости в «эрозионных» ландшафтах с коническим котловинами и фактором морфологии водосбора.

В наибольшей мере изменение скоростей накопления торфа лимитируется климатом в лимносистемах моренно-озерных, озерно-болотных и холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов. В наименьшей – в холмисто-моренно-озерных, камово-моренных и озерно-ледниковых ландшафтах, скорость торфонакопления в которых – функция морфологии котловины. Для восстановления болот моренно-зандровых, водно-ледниковых, вторичноморенных, озерно-аллювиальных, аллювиальных террасированных ландшафтов основную роль наряду с их генезисом играет потенциал депонирования торфа, оценка которого – результат анализа условий хронозоны.

Стабильность водно-болотных угодий определяется степенью связи со сложившимися условиями климата, а скорости роста торфа тесно связаны с нижележащими грунтами. Поэтому заболачивание мелиорированных территорий в современной хронозоне сосны будет малоэффективным, поскольку ей характерны средненизкие устойчивые скорости роста торфа.

4. Обосновано, что структура скоростей торфонакопления выступает в географическом аспекте мерой перехода лимносистемы из одного состояния с заданным критерием устойчивости к другому, что основано на доказательстве теоремы эргодичности.

Территориальная структура скоростей и типов седиментации может служить мерой смены хронозон. В разрезе хронозон различия в скоростях накопления торфа для

лимносистем различных фаз в одной стадии развития минимальны, а отклик на изменение внешних факторов весьма схож.

5. Отмечено, что при однородном изменении климата на периферии ледникового комплекса скорости прироста торфа приобретают зональные черты, прочие различия нивелируются. При неоднородном изменении теплообеспеченности и увлажнения скорости на севере растут, а на юге снижаются. В этом случае нарастание континентальности на юге и западе приводит к снижению скоростей торфонакопления, а на севере и востоке – к росту.

На юго-западе господствует глинистый подтип осадконакопления и там скорости изначально ниже, чем на северо-востоке с преобладающим илистым подтипом осадконакопления.

Потенциально высокие уровни воды позволят современным лимносистемам в озерной фазе на протяжении всей хронозоны сохранять свою динамическую устойчивость ввиду значительной инертности развития процесса заболачивания.

6. Полученные результаты можно использовать для построения моделей развития озерных систем и формирования прогноза заболачивания котловин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голоцен Беларуси : монография // Белор. гос. ун-т / Я.К. Еловичева [и др.] ; под ред. Я. К. Еловичевой. – Минск: БГУ, 2004. – 241 с.
2. Еловичева, Я.К. Палинология позднеледниковья и голоцена Белоруссии. / Я.К. Еловичева. – Минск : Наука и техника, 1993. – 93 с.
3. Яцухно, В.М. Ландшафтно-эрозионное районирование территории Беларуси / В.М. Яцухно, Ю.П. Качков, О.Ф. Башкинцева // Вестн. Белор. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. − 1998. − № 3. – С. 63–68.
4. Власов, Б.П. Форма котловин озер Беларуси и ее трансформация в процессе осадконакопления / Б.П. Власов, В.Ф. Иконников, А.О. Ясько // Вестн. Белор. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. − 1992. − № 3. – С. 73–77.
5. Структура географической среды и ландшафтное разнообразие Беларуси : монография / В.С. Аношко [и др.] ; под ред. И.И. Пирожника, Г.И. Марцинкевич. – Минск : БГУ, 2006. – 194 с.
6. Новик, А.А. Общие закономерности осадконакопления и колебания уровней озер Беларуси в послеледниковый период / А.А. Новик // Вестн. Белор. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2010. − № 2. – С. 95–99.
7. Симонов, Ю.Г. Пути применения эргодической теоремы для палеогеоморфологического анализа континентов / Ю.Г. Симонов // Вестн. Моск. гос. ун-та. Сер. География. – 1966. − № 5. – С. 3–18.
8. Инишева, Л.И. Возникновение и скорость развития процесса заболачивания на Западно-Сибирской равнине / Л.И. Инишева, О.Л. Лисс // Торф в решении проблем энергетики, сельского хозяйства и экологии : матер. Междунар. конф. 29 мая – 2 июня 2006 г. / ИПИПРЭ. − Минск, 2006. − С. 308–311.
9. Кривоногов, С.К. Осадконакопление во впадинах Байкальской рифтовой зоны в позднем плейстоцене и голоцене : автореф. дис. … д–ра геол.-мин. наук: 25.00.01. / С.К. Кривоногов ; Институт геологии и минералогии СО РАН – Иркутск, 2010. – 32 с.
10. Алексеев, В.П. Об использовании синергетических представлений при изучении процессов осадконакопления / В.П. Алексеев // Проблемы синергетики и коэволюции геосфер : матер. всероссийского научн. симпозиума, Саратов, 23-25 сентября 2008 г. / Саратов. гос. унт-т. [и др.]; редкол.: Г.И. Худяков [и др.] – Саратов : Сарат. инт-т РГТЭУ, 2008. – С. 209–212.
11. Субетто, Д.А. Озерный седиментогенез Севера Европейской части России в позднем плейстоцене и голоцене : автореф. дис. … д–ра геогр. наук: 25.00.36 / Д.А. Субетто ; СПбГУ. − СПб., 2003. − 38 с.

12. Козлов, Е.А. Возможности анализа связи климат-осадконакопление для озер Беларуси в голоцене / Е.А. Козлов // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. − 2010. – № 1 – С. 81–86.

13. Озерный седиментогенез в голоцене Беларуси: геохимические и биологические аспекты : монография / А.Л. Жуховицкая [и др.]. – Минск : Диксэнд, 1998. – 280 с.

14. Калинин, Г.П. Пространственно-временной анализ и эргодичность гидрологических элементов / Г.П. Калинин // Вестн. Моск. гос. ун-та. Сер. География. – 1966. − №5. – С. 19–34.

15. Якушко, О.Ф. Палеолимнологическая интерпретация стратиграфических комплексов озерных отложений Белоруссии в поздне- и послеледниковое время / О.Ф. Якушко [и др.] // Вестн. Белор. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 1978. − № 2. − С. 50–54.

16. Симонов, Ю.Г. Пространственно-временной анализ в физической географии / Ю.Г. Симонов // Вестн. Моск. гос. ун-та. Сер. География. – 1977. − № 4. − С. 22–29.

E.A. Kozlov. **Geographical Features of Change of Peat Accumulation speeds**

The basic groups of factors and existential changes of speed of peat accumulation in lake-bog and bog systems of Belarus territory in Lateglacial and Holocene are considered. The statistical device for the description of the received results is involved. The explanation of geographical laws of variability is offered. It is proved, that the ratio of groups of speeds of accumulation serves as the tool of fixing of age and development conditions of limnosystem. Target directions of use of the established dependences are specified.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 16.03.2011 г.

УДК 551.3+551.2+504.05 (476)

А.В. Матвеев, Л.А. Нечипоренко

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

На территории Беларуси, несмотря на то, что она расположена в пределах древней платформы и имеет характерный для равнин относительно выположенный рельеф, довольно разнообразно проявляются современные геологические процессы, которые по основному источнику энергии подразделяются на экзогенный, эндогенный и техногенный классы. Интенсивность процессов довольно заметно варьирует на территории региона. Различные виды проявления современной геодинамики взаимодействуют между собой, в результате чего их скорости на отдельных участках могут достигать значений, при которых наносится существенный ущерб экономике государства и ухудшается экологическая обстановка.

Изучение геологических процессов на территории Беларуси [1; 2] показало, что на земную поверхность региона оказывают воздействие различные природные и антропогенные факторы. Интенсивность (степень) их проявления заметно варьирует по площади и на некоторых участках достигает таких величин, когда начинается преобразование структуры природных комплексов. Кроме того, проявление современной геодинамики может наносить существенный ущерб экономике государства (разрушение инженерных сооружений, сельхозугодий, снижение плодородия почв и т.д.) и ухудшать экологическую ситуацию. Геологические процессы по основному источнику энергии подразделяются на три класса: экзогенный, эндогенный и антропогенный. Основные особенности их распространения на территории Беларуси показаны на рисунке.

Экзогенные процессы

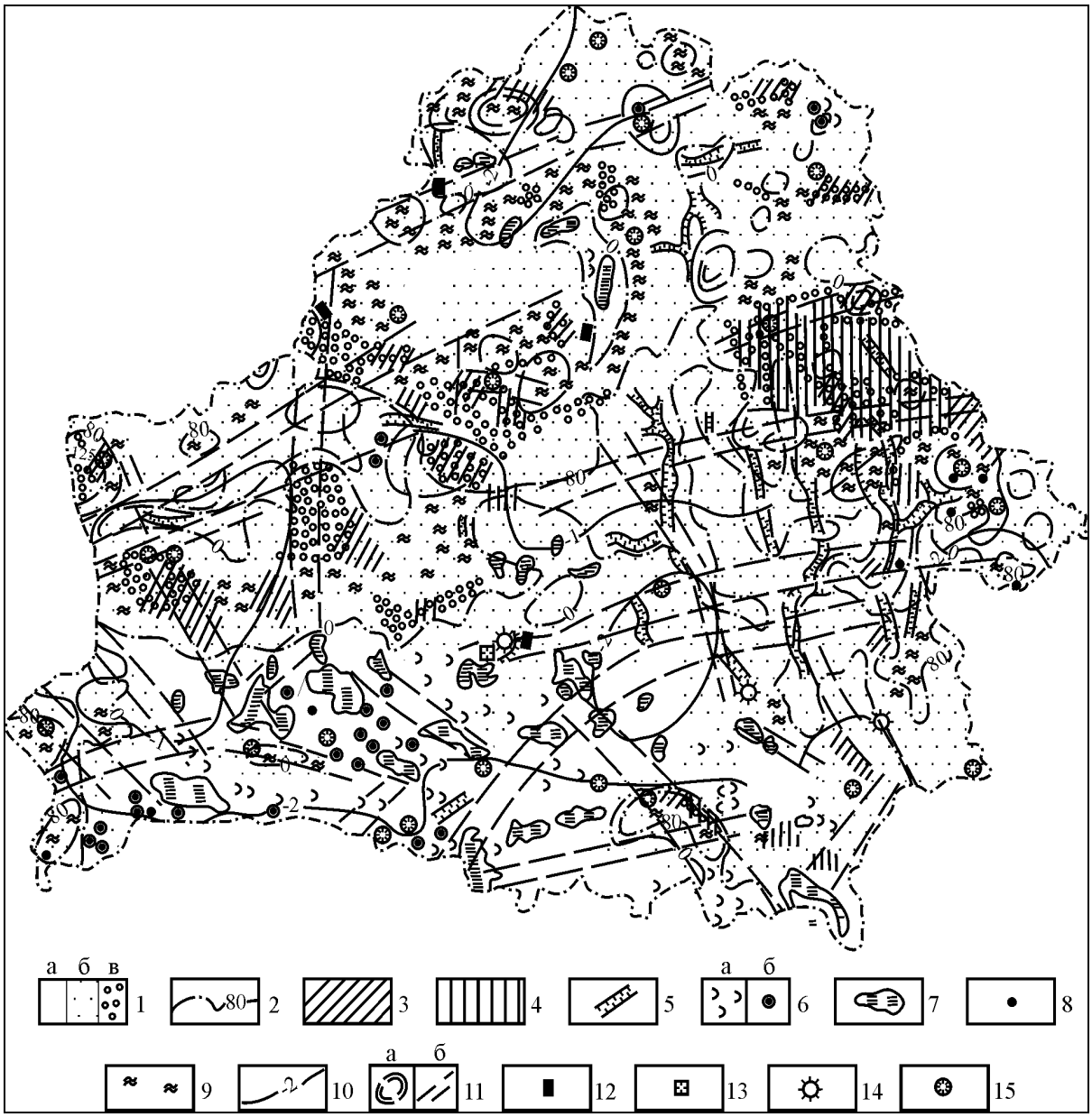
Среди экзогенных процессов* наиболее распространена *плоскостная эрозия*, которая развита примерно на 40% площади региона. Особенно активно она протекает на используемых в сельском хозяйстве склоновых поверхностях. При смыве, превышающем 2 мм/год, начинаются изменения почвенного покрова, так как при меньших значениях снос может компенсироваться процессами естественного почвообразования [3]. Максимальные среднегодовые значения плоскостного смыва характерны для краевых ледниковых возвышенностей и гряд, где они могут достигать 8 мм/год и более. Например, на Гродненской возвышенности интенсивность плоскостной эрозии составляет до 4,8 мм/год, Волковысской – 6, Новогрудской – 5,6, Минской – 11,2, Ошмянской – 4,5, Оршанской – 8,8 мм/год. Высокие среднегодовые значения отмечены также для территорий краевых ледниковых комплексов Поозерья (до 6 мм/год), а также участков развития мощных лессовидных отложений на Горецкой, Могилевской равнинах (до 10,4 мм/год) и Мозырской гряде (до 7,2 мм/год).

Сосредоточение стока на склонах приводит к развитию *линейной эрозии*, которая охватывает около 14 тыс. км^2 (около 6,7 % всей территории республики). Общее количество форм линейной эрозии (овраги, балки) превышает 32 тыс. ед., из них 13% – активно развивающиеся овраги. Линейные скорости роста этих форм составляют в среднем 2,5–3,5 м/год.

---

* При характеристике геологических процессов основное внимание уделено тем видам, проявление которых может наносить экономический ущерб и влиять на экологическую обстановку.

Плотность оврагов изменяется от 1 до 4–5 ед. на км^2, а густота – от 0,4 до 1,2 км/ км^2 [4].



Экзогенные процессы: 1 – плоскостной смыв: а – отсутствует, б – слабый, в – сильный; 2 – накопление склоновых шлейфов (изопахиты, см); 3 – линейная эрозия – площади интенсивного проявления; 4 – суффозия; 5 – обвалы, осыпи и оползни; 6 – эоловая аккумуляция (а), дефляция (б); 7 – заболачивание, торфонакопление; 8 – карст; 9 – крип. Эндогенные процессы: 10 – изолинии скоростей современных вертикальных движений (мм/год); 11 – выраженные в рельефе кольцевые (а) и линейные (б) деформации; 12 – эпицентры землетрясений. Техногенные процессы: 13 – просадки, 14 – аккумуляция, 15 – денудация

Рисунок – Карта современных геологических процессов

Развитие процесса оврагообразования определяется природными особенностями территории и спецификой ее хозяйственного использования. Большое влияние на развитие линейной эрозии оказывает рельеф – крутизна и длина склонов, глубина и густота расчленения территории, состав

покровных отложений, их устойчивость к размыву поверхностными водами, растительный покров

Достаточно неблагоприятной формой проявления экзогенных процессов является пересыхание и отмирание русел рек, особенно в их верховьях. Обобщение данных многолетних наблюдений на сети водопостов Гидромета Республики Беларусь [5] позволило установить, что в период летне-осенней межени нулевой сток наблюдается периодически на реках длиной до 5 км и эпизодически на водотоках длиной до 50 км. Средняя продолжительность нулевого стока может достигать 200 суток, находясь в обратной зависимости от площади водосбора.

Довольно серьезные материальные потери могут быть связаны с деятельностью селеподобных потоков, эпизодически формирующихся на участках наибольших перепадов высот в пределах площадей распространения лессовидных отложений и овражно-балочных систем (Новогрудская, Мозырская возвышенности, Могилевская равнина). Подобные потоки возникают при ливневом выпадении осадков и интенсивном снеготаянии. В процессе прохождения селеподобного потока могут уничтожаться небольшие участки пашни, разрушаться покрытия дорог, заноситься улицы и дома [2; 6].

Определенную опасность для человека и его хозяйственной деятельности представляют смещения отложений под влиянием силы тяжести – обвалы, осыпи, оползни,_просадки. Условия для их развития на территории Беларуси существуют в долинах крупных рек (Зап. Двина, Днепр, Неман, Сож и др.) и их притоков, особенно в местах прорезания ими краевых ледниковых возвышенностей и гряд. Отмечены такие процессы и в прибрежной полосе ряда озер, на склонах крупных дорожных выемок, практически во всех карьерах, на отвалах горно-добывающих предприятий. Объемы перемечаемых пород обычно составляют 2-3 тыс.м^3, а чаще всего измеряются сотнями м^3. В некоторых случаях, как например, на отвалах ПО «Доломит» вблизи п. Руба Витебской области, на склонах долины Немана в г. Гродно и др. оползни разрушают постройки.

Крайне неблагоприятные последствия могут иметь также просадки, которые происходят над шахтными выработками, в районах добычи нефти [7] и подземных вод. В частности, просадки в районе г. Солигорска достигли глубины 4 м (по прогнозу возрастут до 7 м) и вызвали образование трещин в некоторых строениях и вторичное заболачивание осушенных торфяников.

Еще одним видом довольно распространенных на территории региона экзогенных геологических процессов является суффозия. Как показали выполненные исследования, в результате проявления этого процесса формируются две разновидности рельефа: комплекс сопряженных поверхностных и подземных форм (поноры, воронки, колодцы, западины, циркообразные ниши, тоннели) и преимущественно поверхностные формы. Развитие суффозии в основном предопределяется распространением лессовидных отложений, которые встречаются в междуречьях Сожа и Прони, Ипути, Остера и Сожа, Беседи, Сурова и Ипути, а также на Ошмянской и Копыльской грядах, Минской и Новогрудской возвышенностях и в виде

небольших «островов» в верховьях Ясельды, близ Турова, на Хойникско-Брагинских высотах, в районе Слуцка. Максимальная плотность суффозионных форм достигает 25–40 шт/ км^2 и приурочена к участкам развития лессовидных толщ мощностью более 4 м в восточной части региона. Важной литологической характеристикой, связанной с потенциалом суффозии, является карбонатность пород.

Генетически близки к суффозии карстовые процессы, которые в условиях Беларуси связаны преимущественно с залегающими вблизи земной поверхности меловыми породами в юго-западной и крайней восточной частях. На востоке региона меловые породы перекрыты маломощным чехлом (до 10–15 м) ледниковых комплексов, в юго-западной части – 30–40-метровой толщей преимущественно песчаных аллювиальных и флювиогляциальных отложений. Неодинаковые условия привели и к разной форме проявления карстовых процессов. В восточной Беларуси карст обусловил появление на земной поверхности довольно многочисленных, но небольших по площади и неглубоких западин диаметром до 50–70 м (изредка до 200–300 м) и глубиной 0,3–3 м (изредка до 5 м). В юго-западной части региона карстовые процессы способствуют возникновению довольно крупных котловин [8], которые заняты озерами Белое, Черное, Луковское, Соминское, Вульковское, Меднянские и др. При этом глубины озерных ванн могут достигать 15–20 м и более, а площадь – 3–5 км^2.

Одним из самых неблагоприятных экзогенных процессов, приносящим значительный материальный ущерб, являются катастрофические половодья и паводки, которые можно рассматривать как стихийные бедствия природного, социального и экономического порядка, вызванные подъемом уровней воды на 5–9 м выше уреза в межень при ширине разливов до 8–15 км и глубине водного потока на пойме до 1,0–1,5 м и более, что сопровождается подтоплением и затоплением значительных территорий. Во время экстремальных половодий и паводков происходит спрямление русел, подмыв берегов, более интенсивное накопление аллювия, рост прирусловых валов и т.д. Половодья и паводки приносят значительный хозяйственный и экологический ущерб. Так, в половодья повреждаются сооружения в поймах рек, могут покрываться аллювиальными отложениями ценные сельскохозяйственные угодья, заполняться аллювием каналы мелиоративной сети, происходит подтопление и затопление населенных пунктов, промышленных предприятий.

Средняя продолжительность половодий изменяется от 25 до 106 суток и зависит от геолого-геоморфологических характеристик водосборов, параметров речных систем, климатических особенностей региона.

Следует отметить, что на реках, имеющих значительные площади водосборов и ширину долин, малые уклоны и большую протяженность, половодья могут прослеживаться до трех и более месяцев. При этом особенно часто катастрофические разливы наблюдаются на реках Белорусского Полесья – Западном Буге, Мухавце, Припяти, Пине, Ясельде, Горыни, Птичи, Случи, Уборти.

Для территории Беларуси в целом характерна выраженная территориальная дифференциация гидрологических показателей половодий. Так, на севере и северо-востоке уровни подъема на средних реках обычно не превышают 4–6,5 м, на малых – 2,5–3,5 м, подъем длится 15–20, спад 36–40 суток. На западе страны соответствующие показатели составляют 2–3 м, 1,5–2 м, 8–12 и 25–30 суток соответственно. На юго-западе и юге половодье растянутое и сглаженное, длится 60–80 суток, превышение над минимальными летними уровнями 1,5–3 м. В поймах малых рек на юге вода стоит в среднем 25–30 суток,

средних и больших 45–60 суток, преобладающая ширина разлива 1,5–2 км, глубина на пойме обычно не превышает 0,3–0,8 метра [9; 10].

Крупные реки Беларуси также характеризуются отличительными чертами гидрологического режима. Так, на Западной Двине под влиянием похолоданий и осадков наблюдается несколько повышений и понижений уровня воды, среднее превышение над самым низким (летним) урезом воды составляет 7–9 метров. Пойма этой реки затопляется реже, нежели на других. Ширина затопления обычно не превышает 100–200 метров, глубина затопления поймы 1–1,5 метра [5]. На Немане половодье почти каждый год проходит несколькими волнами, со средним превышением над летним минимальным уровнем 2,5–4 м. На Днепре среднее превышение над уровнем воды летней межени достигает 5–5,5 м в районе гг. Орша – Быхов и 3,5–4 м ниже г. Речица. Наибольшая ширина разливов наблюдается на Днепре ниже Жлобина и на Припяти ниже Пинска (8–15 км) с затоплением поймы чаще всего на 0,3–0,8 м. В бассейнах Немана, Березины, Сожа вода на пойме стоит 8–12 суток, ширина разлива до 2–3 км и более, глубина затопления поймы 0,5–1 м [5].

Кроме весеннего половодья, для рек Беларуси характерны также и дождевые паводки, которые могут наблюдаться от 1–2 до 3–4 раз в году [5]. По максимальным расходам воды и слою стока они менее значительны, чем половодья (хотя бывают и исключения). Паводочный режим рек характеризуется наличием дождевых паводков в теплый период года и снегодождевых – в холодный. Средняя продолжительность летне-осенних паводков почти в 2 раза больше длительности зимних. Главным фактором, обусловливающим возникновение паводков, является выпадение аномально больших сумм осадков на значительных территориях.

Кроме перечисленных видов процессов на площади региона практически повсеместно проявляется дефляция, экстремальные формы которой приводят к возникновению пыльных бурь. Самые благоприятные условия для их развития сложились на территории Полесья. Длительность пыльных бурь нередко измеряется многими часами и сопровождается перемещением огромных объемов отложений. Например, во время пыльной бури 22 апреля 1981 г. с полей яровых культур сносилось до 20 т/га грунтов, а на отдельных площадях вынос достигал 50–100 т/га абсолютно сухого торфа и в 2–3 раза больше мелкозема минеральных почв [11]. Помимо общеизвестных проблем (запыление атмосферы, снос наиболее плодородного слоя почвы, заиление водоемов и т.д.), связанных с пыльными бурями, на территории Беларуси проявление этих процессов может сопровождаться перераспределением радионуклидов, т.к. именно в зоне их повышенных концентраций зарегистрировано максимальное количество пыльных бурь. Как установлено, основными параметрами определяющими развитие экстремальной ветровой эрозии являются температурный режим, особенности состава покровных отложений, увлажненности и сила ветра.

Эндогенные процессы

Процессы, проявление которых обусловлено в основном внутренней энергией Земли и ротационным фактором, на территории Беларуси развиты также широко, как и экзогенные, но в отличие от последних их экстремальные виды локализованы в пределах относительно узких зон, а разнообразие в основном представлено сейсмичностью, вертикальными и горизонтальными движениями земной коры.

Установлено, что территория региона испытывает в настоящее время преимущественно нисходящие движения со скоростями от 1 до 2 мм/год. Локально интенсивность опускания может достигать 33 мм/год, а иногда сменяться поднятиями до 1 мм/год. Этот общий фон движений нарушается достаточно густой сетью линейных участков высоких градиентов вертикальных скоростей (в пределах зон разломов), где рассматриваемые показатели составляют 10–20 мм/год и более, причем направление перемещения земной поверхности меняется от года к году, но среднегодовые значения за относительно продолжительный период варьируют от минус 2 до плюс 22 мм/год [12].

Согласно выполненным расчетам [13] в зонах активных линейных структур на площади региона возможно проявление 5–6 и даже 7-балльных землетрясений. Достоверность выполненных расчетов подтверждается тем, что одно из таких землетрясений произошло в 1887 г. в районе г. Борисов, другое в 1908 г. в Островецком районе Гродненской области вблизи границы с Литвой. Последнее сопровождалось появлением трещин протяженностью более 1 км. Кроме того, в последние годы белорусские сейсмологи обнаружили сообщение, что в 1893 и 1896 гг. вблизи Могилева были зарегистрированы еще два сейсмических события силой 5–6 баллов [14]. Наконец, необходимо отметить, что сейсмический мониторинг показал, что в настоящее время в районе Солигорска постоянно регистрируются сейсмические толчки, максимальные из которых оцениваются 4–5 баллами.

Проведенные инструментальные измерения горизонтальных движений [15] показали, что на территории Воложинского и Солигорского геодинамических полигонов скорости этих движений составляют до 4,2–5,2 см/год. Всего же на территории региона по геолого-геоморфологическим данным установлено около 60 участков проявления современных горизонтальных смещений блоков земной коры.

Техногенные процессы

Начиная с 20-го столетия, к числу одних из самых активных стали относиться антропогенные (техногенные) процессы. Результатом непосредственного воздействия деятельности человека на земную поверхность является формирование комплексов принципиально нового антропогенного (техногенного) класса как рельеф, так и отложений (горные выработки, отвалы, мелиоративные системы, дорожные выемки и насыпи, каналы, выровненные и террасированные поверхности населенных пунктов и т.д.).

Антропогенный рельеф и отложения занимают около 32,5% площади Беларуси, а если исключить из расчетов микрорельеф пашни, то антропогенно преобразованные поверхности составят около 5%, что примерно соответствует аналогичному показателю стран Западной Европы. Используя подходы С.Ф. Савчика [16], можно оценить степень техногенной преобразованности земной поверхности Беларуси, которая выражается в объеме перемещенного грунта на 1 км^2 и в среднем для геоморфологических районов региона варьирует от 4,1 тыс. м^3/км^2 (для

равнин южной части Белорусского Полесья до примерно 320 тыс. $м^3/км^2$ (Солигорская равнина). На локальных площадях этот показатель может возрастать до нескольких млн. $м^3/км^2$. Учитывая объем антропогенного рельефа и его соотношение с объемом естественного рельефа (от базисной поверхности водотоков 1 порядка), можно рассчитать остаточную устойчивость земной поверхности к техногенным нагрузкам [17]. По значениям техногенной преобразованности, превышающим 500 тыс. $м^3/км^2$, и остаточной устойчивости ниже 50% выделяются участки, в пределах которых техногенные процессы относятся к категории экстремальных (опасных). На площади региона такие участки выявлены в местах широкомасштабной добычи и переработки минерального сырья, на урбанизированных территориях, у крупных промышленных объектов.

Взаимодействие различных проявлений современной геодинамики

Общепринятое положение о предопределенности экзогенного морфогенеза эндогенным в настоящее время следует дополнить тем, что такую же роль в развитии ряда экзогенных процессов играют антропогенные (техногенные). И для подтверждения этих выводов остановимся на конкретных примерах по территории Беларуси.

Проявление эндогенных факторов на территории Беларуси обуславливает активизацию целого ряда экзогенных процессов. В частности, на участках поднятий и опусканий заметно изменяется ход эрозионных процессов. Речные долины нередко постоянно «скатываются» к подножьям положительных структур, тем самым смещаются участки развития линейной эрозии. Например, Березина обходит Кличевское локальное поднятие, Припять огибает Петриковское, Шестовичское и Мозырское, Ведрич оконтуривает Золотухинское и Ведричское, Оресса – Червонослободское и Дроздовское поднятия и т.д. В случае, если интенсивность поднятий невелика, а мощность водотока значительная, реки могут пересекать зоны поднятий, но в таких случаях заметно возрастает интенсивность линейной эрозии, усиливается врез речных долин, уменьшается их ширина, на бортах увеличивается количество оврагов, промоин. Такие проявления отмечены в долине Буга при пересечении Брестского и Прибугского поднятий, Березины – Искровского и Чирковичского, Припяти – Скрыгаловского, Повчинского, Борецкого, Щары – Мазуркинского, Бобровичского поднятий и т.д.

При прохождении реками участков, испытывающих опускания, отмечается обратная картина: расширяются речные долины, возрастает их заболоченность, уменьшаются уклоны русел, значительно увеличиваются площади земель, которые затапливаются во время паводков и наводнений. Наглядным примером сказанному является Туровская депрессия, где ширина заболоченной долины Припяти возрастает до 70–90 км.

Зоны современных поднятий способствуют развитию еще одного экзогенного процесса, а именно – дефляции, часто приводящей к формированию незакрепленных растительностью перевеваемых песков. Проявление подобных процессов отмечается у деревень Малодуша, Мармовичи, Залье, Тонеж и др. на территории Белорусского Полесья.

Процессы в зонах разломов также влияют на развитие эрозионных и эоловых процессов. Например, реки, пересекая зоны линейных нарушений, нередко образуют коленообразные изгибы. Наиболее характерным примером подобного явления служат изгибы долины Днепра у Быхова и Могилева. Зоны разломов нередко трассируются цепями невысоких эоловых гряд. Подобные цепи установлены на отдельных участках вдоль Северо-Припятской, Южно-Припятской, Лоевской, Речицкой, Сколодинской. Червонослободской и других зон разрывных нарушений. В зонах заметного проявления сейсмических событий, как это было в 1908 г. в районе г. Островец, могут образовываться трещины в земной поверхности длиной до 1 км.

Наличие на территории Полесья карстовых озер и их приуроченность к линейным нарушениям позволяет сделать вывод о влиянии на развитие карстовых процессов гидродинамики в зонах этих нарушений. Существуют также данные об определенной связи крупных овражно-балочных систем с зонами разломов.

Наконец, проведенные в последние годы исследования, включая измерения на геодинамических полигонах, показали, что горизонтальные смещения блоков земной коры приводят к заметным смещениям русел рек и, следовательно, влияют на ход эрозионных процессов. Такие смещения установлены в долинах Щары западнее д. Волька, Рыти в районе Малориты, Днепра у Могилева, Вилии у д. Михалишки, Дисны юго-западнее г. Дисна, Свислочи в районе Минска и т.д.

Активно воздействует на развитие эрозионных, эоловых, гравитационных и иных процессов деятельность человека. В первую очередь необходимо отметить, что под влиянием антропогенного фактора резко возросла плоскостная эрозия, все экстремальные формы ее проявления связаны с распашкой земель. Деятельность человека обуславливает также пересыхание русел рек. Так, все обследованные частично или полностью пересыхающие водотоки, приурочены к территориям крупных городов (Витебск, Могилев, Минск, Борисов и др.) и их окрестностям, зонам влияния групповых водозаборов подземных вод. Особенно интенсивно процессы пересыхания рек или их верховьев развиваются в последние десятилетия в связи с возрастающими объемами изъятий подземных вод, урбанизацией и другими мероприятиями, вызывающими общее водопонижение на речных водосборах. На пахотных землях заметно активизируется суффозия. Кроме того, под влиянием сельскохозяйственной деятельности происходит интенсификация эрозии временных линейных водотоков. Если в естественных условиях скорости роста промоин (оврагов) измеряются первыми метрами (до 10 м) в год, что в условиях распашки лессовидных отложений на Мозырской гряде был зарегистрирован случай увеличения длины крупной промоины (оврага) почти на 100 м в год.

Спрямление русел рек, массовая мелиорация, очевидно, является одной из причин катастрофических наводнений. С другой стороны, осушение болот и использование их под пашню благоприятствуют развитию экстремальных форм дефляций – пыльных бурь, которые чаще всего проявляются на территории Белорусского Полесья – зоны интенсивных мелиоративных работ.

Довольно активно стимулирует развитие эрозионных процессов, а также небольших оползней дорожное строительство. Проявлению этих процессов способствует и широкое развитие на территории Беларуси карьерной добычи стройматериалов. Почти все более или менее крупные карьеры оперяются системой иногда довольно глубоких промоин (оврагов). На бортах активно протекают обвально-осыпные процессы.

Особо следует подчеркнуть чрезвычайно важную роль в интенсификации эрозионных процессов, обвалов, оползней, просадок, дефляции крупных горно-промышленных предприятий (добыча доломита в г.п. Руба, калийных солей в районе г. Солигорска, щебня в районе г.п. Микашевичи и др.).

Выводы

1. Несмотря на то, что Беларуси расположена в пределах древней платформы и имеет относительно выровненный рельеф, здесь довольно разнообразно проявляются эндогенные и экзогенные геологические процессы, а развитая промышленность и сельское хозяйство обусловили также активное протекание техногенных (антропогенных) процессов.

2. Разнообразие проявления современной геодинамики в определенной мере связаны между собой и способствуют в конечном итоге заметному преобразованию земной поверхности, которое наносит довольно значительный ущерб экономике государства и ухудшает условия проживания населения.

3. Для снижения неблагоприятных последствий современных геологических процессов необходимо провести их детальное картирование.

По специально обоснованным коэффициентам количественно оценить степень возможного «геодинамического ущерба» в различных районах страны, понимая под этим как влияние на ухудшение экологической обстановки, так и возможные существенные потери для экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современная динамика рельефа Белоруссии / А.В. Матвеев [и др.] – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 102 с.
2. Матвеев, А.В. История формирования рельефа Белоруссии / А.В. Матвеев. – Минск : Навука і тэхніка, 1990. – 144 с.
3. Эрозионные процессы // под ред. Н.И. Маккавеева, Р.С. Чалова. – М. : Мысль, 1984. – 256 с.
4. Павловский, А.И. Закономерности проявления эрозионных процессов на территории Беларуси / А.И. Павловский. – Минск : Навука і тэхніка, 1994. – 105 с.
5. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Белорусская ССР. – Л. : Гидрометеоиздат, 1985. – Т. 3. – 667 с.
6. Жилко, В.В. Эродированные почвы Белоруссии и их использование / В.В. Жилко. – Минск : Ураджай, 1976. – 168 с.
7. Стихарев, А.Т. Изучение техногенных движений земной поверхности на нефтяных месторождениях Припятской впадины / А.Т. Стихарев // Комплексные геодинамические полигоны. – М., 1984. – С. 48–50.
8. Якушка, В.П. Праяўленне карставых працэсаў і іх палеагеаграфічная абумоўленасць у Беларускім Палессі / В.П. Якушка, Л.Б. Навуменка // Новае ў геалогіі антрапагену Беларусі. – Мінск : Навука і тэхніка, 1979. – С. 125–130.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963–1970 гг. и весь период наблюдений). Белоруссия и Верхнее Поднепровье / под ред. Е.К. Мацко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – Т. 5. – 432 с.
10. Технические обзоры особо опасных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Беларуси в 1968–1996 гг. // Комитет по гидрометеорологии РБ. Гидрометцентр. 1968–1997. (Всего 30 томов).
11. Ярошевич, Л.М. Экологические проблемы эрозии почв в Полесье / Л.М. Ярошевич, Ю.И. Кришталь // Проблемы Полесья. – 1991. – Вып.14. – С. 153–171.
12. Особенности современных вертикальных движений земной коры на территории Беларуси / А.В. Матвеев [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 1996. – Т. 42, № 2. – С. 107–109.
13. Сейсмотектоника Беларуси и Прибалтики / Р.Е. Айзберг [и др.] // Літасфера. – 1997. – № 7. – С. 5–18.
14. Мушкетов, И.В. Материалы для изучения землетрясений России / И.В. Мушкетов // Приложение к XXXV тому Известий Императорского Русского Географического общества. – Санкт-Петербург, 1899. – С. 91–102.

15. Современные горизонтальные движения земной коры на территории Воложинского и Солигорского геодинамических полигонов (Беларусь) / А.В. Матвеев [и др.] // Літасфера. – 2002. – № 1 (16). – С. 113–117.

16. Савчик, С.Ф. Устойчивость рельефа Солигорской равнины к техногенным нагрузкам / С.Ф. Савчик // Доклады АН Беларуси. – 1993. – Т.37, № 5. – С. 108–110.

17. Савчик, С.Ф. Антропогенный морфогенез на территории Беларуси : авторефер. дис. … канд. геогр. наук / С.Ф. Савчик. – Минск, 2002. – 20 с.

A.V. Matveyev, L.A. Nechiporenko. **Particular Features of Exposure and Interaction of Modern Geological Processes in Belarus Territory**

On the territory of Belarus, in spite of the fact that it is situated in the limits of ancient platform and has rather displaced relief specific for plains, modern geological processes are rather diverse, which are subdivided by main energy source into exogenic, endogenic and technogenic classes. The processes intensity varies notably on the territory of the region. Various types of exposure of modern geodynamics interact between themselves; as a result their rates at some sites may reach values at which the state economy suffers and ecological situation is getting worse.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 23.02.2011 г.

УДК 911:52:581.9:574.9 (476)

Н.В. Михальчук, И.В. Ковалев, О.А. Галуц

ИДЕНТИФИКАЦИЯ БИОЦЕНТРОВ ФЛОРЫ В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ НА ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

С использованием ландшафтно-геохимического подхода разработаны теоретические основы выделения в условиях Белорусского Полесья биоцентров флоры, предложены методы определения их пространственной локализации в Полесье в пределах гидрогенно-карбонатных ландшафтов по морфоструктурным особенностям соответствующих геосистем и их положению в ландшафте по отношению к направлению миграционных потоков вещества в системе «болотный массив – лесной суходольный участок». Это позволило с использованием геосистемных аналогов выделить ряд потенциальных биоцентров флоры на модельных полигонах в границах Ясельда-Случской низины Припятского Полесья.

Введение

Наиболее общие закономерности пространственного распределения биологического разнообразия (БР) флоры Беларуси обусловлены положением территории в системе широтной зональности. Однако весьма существенное влияние на распределение флористических комплексов и их состав оказывают азональные факторы средообразования, детерминированные проявлением геолого-геоморфологических, гидрохимических, почвенно-геохимических условий, обусловливающих контрастность абиотических режимов отдельных местоположений и комплексность ландшафтов.

Известно, что увеличение комплексности ландшафта увеличивает разнообразие флоры [1]. В свою очередь, в условиях монотонной литофациальной основы полесских ландшафтов их комплексность, как правило, обусловливается действием орографических и геохимических факторов. Они тесно взаимосвязаны: при дифференциации рельефа в виде микро- и мезоформ возникают предпосылки для развития соответствующих каскадных ландшафтно-геохимических систем [2]. Их пространственная структура отражается в катенарной дифференциации элементарных ландшафтов, положением на склоне, условиями дренажа, особенностями склонового, внутрипочвенного и грунтового стока, изменением свойств субстрата, что, в свою очередь, усложняет структуру почв и растительности и увеличивает флористическую насыщенность ландшафта. По мнению А.Е. Катенина [3], неоднородность среды и растительного покрова в виде катен проявляется на склонах длиной в несколько метров. Чем выше неоднородность геохимического (эдафического) фона территории, тем отчетливее смены ценозов по ведущим геохимическим градиентам и выше уровни БР флоры. Особого внимания в этой связи заслуживают депрессионно-карбонатные комплексы (ДКК) – наиболее контрастные в ландшафтно-геохимическом отношении системы в условиях Белорусского Полесья.

Мелиоративное преобразование ландшафтов Белорусского Полесья, крупномасштабные рубки леса и иные виды хозяйственной деятельности привели к снижению видового флористического богатства ландшафтов, утрате некоторых ключевых местообитаний, определяющих высокое видовое разнообразие. Нередки ситуации, когда трансформация и даже уничтожение уникальных биотопов происходит до момента, когда они становятся объектом исследования специалистов. В условиях известной нехватки сил и средств на проведение широкомасштабных полевых исследований остро встает проблема разработки и проверки эффективности методов выявления территорий, отличающихся повышенным ландшафтно-биотопическим и флористическим

разнообразием, в том числе и на основе использования ландшафтно-геохимических подходов и методов геосистемных аналогов.

Ландшафтно-геохимический подход, особенно дополняемый результатами анализа топокарт и космоснимков, имеет очевидное преимущество в решении проблем сохранения БР флоры, особенно в отношении тех видов или комплексов видов, которые остаются необнаруженнымии и, в то же время, могут быть выявлены методом известных геосистемных аналогов, т.е. через места их обитания.

Целью исследования является разработка теоретических основ выделения в условиях Белорусского Полесья биоцентров флоры (БЦФ) и методов определения их пространственной локализации в пределах гидрогенно-карбонатных ландшафтов (ГКЛ) как наиболее гетерогенных ландшафтных систем.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в границах ГКЛ, входящих в состав депрессионно-карбонатных комплексов и занимающих их элювиальные, элювиально-аккумулятивные и трансэлювиальные местоположения. Изучение компонентов данных ландшафтов проводилось на модельных полигонах (МП) «Луково» (Малоритский район), рассматривавшимся в качестве эталонного, «Прибужский» (Брестский район) и «Тышковичи» (Ивановский, Пинский районы); фоновые для Белорусского Полесья ландшафты H – Fe класса изучались в биологическом заказнике «Бусловка» (Березовский район).

При проведении флористических исследований использованы показатели видового разнообразия, которые были предложены Р. Уиттекером [4] и стали традиционными в экологии. Его основная идея состояла в том, что видовое разнообразие должно рассматриваться в разных пространственных масштабах. В этой связи в качестве базового нами выбран параметр «число видов в мезофитохоре» – видовое богатство. Для его обозначения применяются разные термины: число видов в системе, число видов на участке [5]. В процессе изучения территориальных особенностей флор, их видового состава и структуры нами использовался метод парциальных флор (ПФ), активно развивавшийся Б.А. Юрцевым [6]. Его суть заключается в том, что парциальные флоры рассматриваются в качестве естественных флор экологически своеобразных подразделений ландшафта (фаций, урочищ, местностей).

Видовой состав высших сосудистых растений (ВСР) устанавливался по определителю высших растений Беларуси [7]. При построении оценочной шкалы репрезентативности фитохорий по критерию видового богатства (число видов ПФ мезоэкотопа) нами принята следующая градация уровней репрезентативности: низкая – менее 50-ти видов, средняя – 50–100, высокая – 101–150, очень высокая – более 150 видов.

Определение созологической репрезентативности фитохорий проводили, исходя из следующих значений критерия «число охраняемых видов»: низкая – менее 5-ти видов, средняя – 5–9, высокая – 10–14, очень высокая – более 14-ти видов.

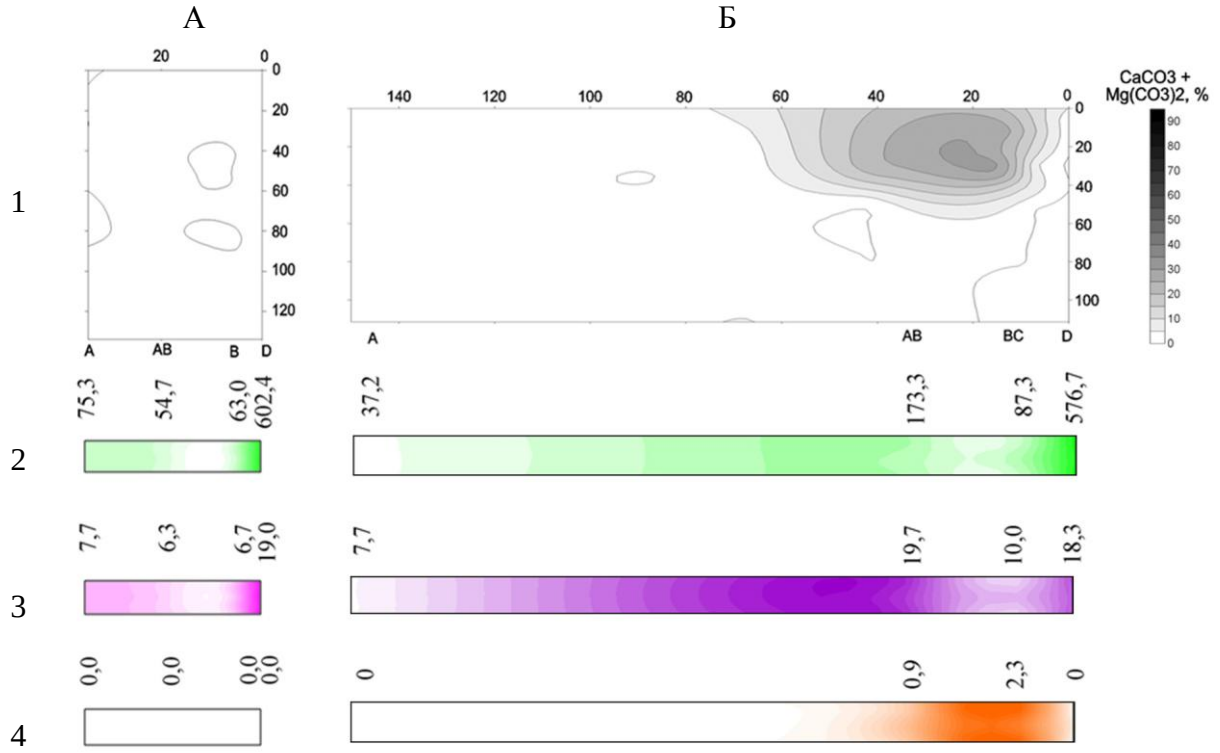
Морфоструктурные особенности геосистем устанавливались на основе использования картографических материалов. Экстраполяция результатов анализа эталонных ландшафтов при выделении потенциальных биоцентров флоры на слабо исследованных территориях осуществлялась методом геосистемных аналогов.

Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ карбонатных и фоновых для условий Белорусского Полесья ландшафтов H – Fe класса демонстрирует выраженную латеральную контрастность в распределении геохимических характеристик и фитобиотического потенциала (ФБП) в карбонатных катенах (рисунок 1). Наличие в пределах ступени АВ – ВС совмещенного (испарительного, карбонатного, щелочного) геохимического барьера препятствует латеральной миграции элементов и предопределяет высокую степень дифференциации местообитаний и соответствующее распределение ФБП. Биологические круговороты здесь отличаются максимальной замкнутостью, практически полным возвратом вещества в

автотрофный блок, что обуславливает наличие представительных флористических комплексов и наиболее высокие для элювиальных позиций уровни биопродуктивности травянистых сообществ лесных экосистем. В результате формируются сообщества, характеризующиеся повышенным видовым богатством ВСР, константной представленностью узкоспециализированных видов, включая виды сем. Орхидные (индикаторы карбонатных фаций). Почвенные разновидности таких фаций отличаются максимальной дифференцированностью профиля. Подобные участки карбонатных катен проявляют себя как накопители ландшафтной информации и могут рассматриваться в качестве объектов первоочередного изучения, а соответствующие категории лесных сообществ – претендовать на роль особо ценных участков, важных для сохранения БР.

Выявленные нами характерные особенности различных вариантов ДКК и общие закономерности дифференциации веществ и ФБП в карбонатных ландшафтах [8] позволили определить направленность поиска в Белорусском Полесье территорий-аналогов – потенциальных биоцентров флоры.



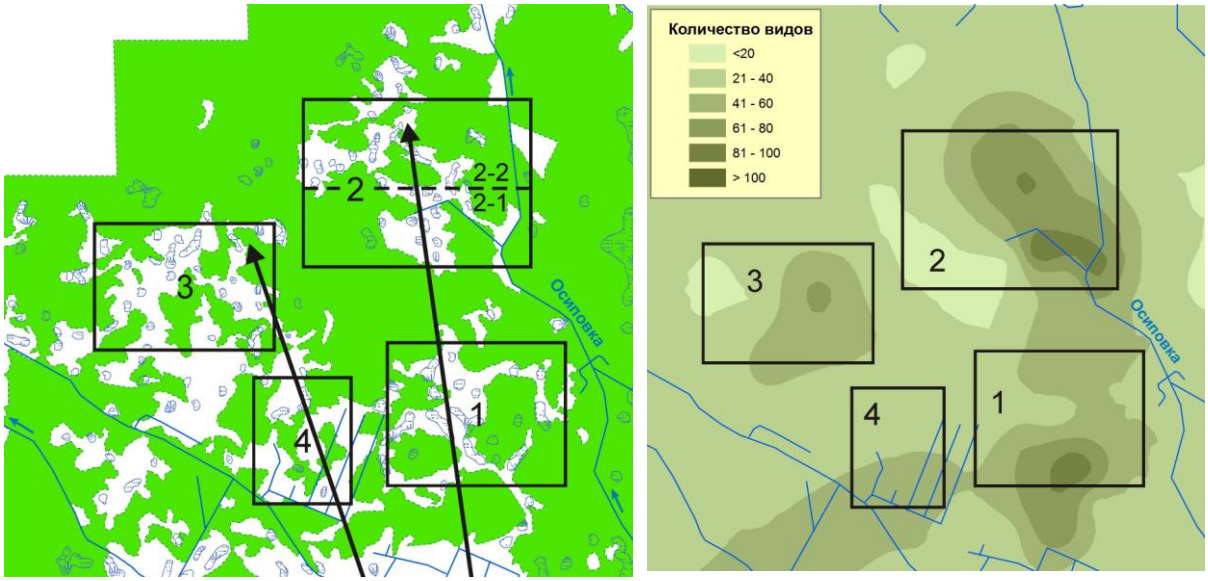
(1 – Содержание карбонатов кальция и магния в почве, %; 2 – Продукция (биомасса) травяных сообществ, г/м^2, 3 – количество видов ВСР, шт/25 м^2, 4 – количество побегов *Cypripedium calceolus L.*, шт/м^2)

Рисунок 1 – Латеральное распределение геохимического и фитобиотического потенциалов в катенах фоновых (А) и карбонатных (Б) ландшафтов

Она в первую очередь связана с выявлением морфоструктурных особенностей (рисунка) геосистем в зонах сопряжения лесных и болотных ландшафтов, а также с установлением общей структуры миграционных потоков вещества в системах «болотный массив – низкий лесной суходольный участок». В большинстве случаев она может быть установлена по результатам анализа топографических карт и материалов дистанционных съемок. В рассматриваемых нами системах траектории миграционных потоков веществ определялись исходя из устоявшегося в геохимии ландшафта положения: в болотных ландшафтах латеральная миграция веществ связана с общим наклоном поверхности [9] и может быть выявлена по направлению водного потока местных рек (рисунок 2 А).

С использованием метода геосистемных аналогов разработаны общие подходы моделирования пространственного распредления БЦФ в условиях центральной и западной частей Белорусского Полесья.

Нами установлено [10], что наиболее высокие уровни БР флоры формируются в условиях депрессионно-островных (ДО) и депресионно-приводораздельных полуостровных (ДПвП) систем – в некоторых мезофитохорах видовое богатство может превышать 200 видов. Территория Государственного биологического заказника «Луково» в границах соответствующего МП наиболее полно репрезентирует ДПвП комплексы, а ее южный сектор находится на сопряжении с ДО-стемами – этими факторами обусловлен выбор МП «Луково» в качестве эталонного.



А **Б**

Биоцентры флоры: 1 – Коньково, 2 – Осиповка, 3 – Грушка, 4 – Гусацкий
Стрелками показано направление миграционных потоков вещества

Рисунок 2 – Локализация выявленных (1, 2–1, 3) и потенциальных (2-2, 4)биоцентров флоры (А) и пространственное распределение биологического разнообразия флоры (Б) на МП «Луково»

Территория биологического заказника «Луково» общей площадью 1,523 тыс. га расположена в центральной части Малоритской равнины физико-географического округа (ФГО) Бресткого Полесья. Согласно геоботаническому районированию заказник расположен в Бугско-Припятском геоботаническом районе Бугско-Полесского геоботанического округа. На основании ранее проведенных детальных флористических исследований нами на территории заказника выявлено 3 биоцентра флоры – Коньково, Осиповка, Грушка (рисунок 1).

Анализ их пространственного распределения на територии заказника показывает, что все три БЦФ имеют характерную приуроченность к ключевым ландшафтным комплексам, образованным сочетанием болотных депрессий и лесных участков на низких суходолах. Болота приурочены к ложбинам и западинам позднечетвертичного и современного стока. Переход к суходолам обычно постепенный и лишь на отдельных участках он выражен в виде сглаженных уступов, достигающих относительной высоты до 1,2 м. Лесные сообщества отличаются сложным составом, что обусловлено влиянием эдафического фактора – прежде всего повышенной карбонатностью субстратов. Резкое изменение эдафических режимов по катенам предопределяет разнообразие местообитаний и довольно высокий уровень БР флоры (рисунок 1 Б).

Характерно, что зона повышенного флористического разнообразия имеет лентоподобную форму и тяготеет к припойменной части реки Осиповка, пересекающей

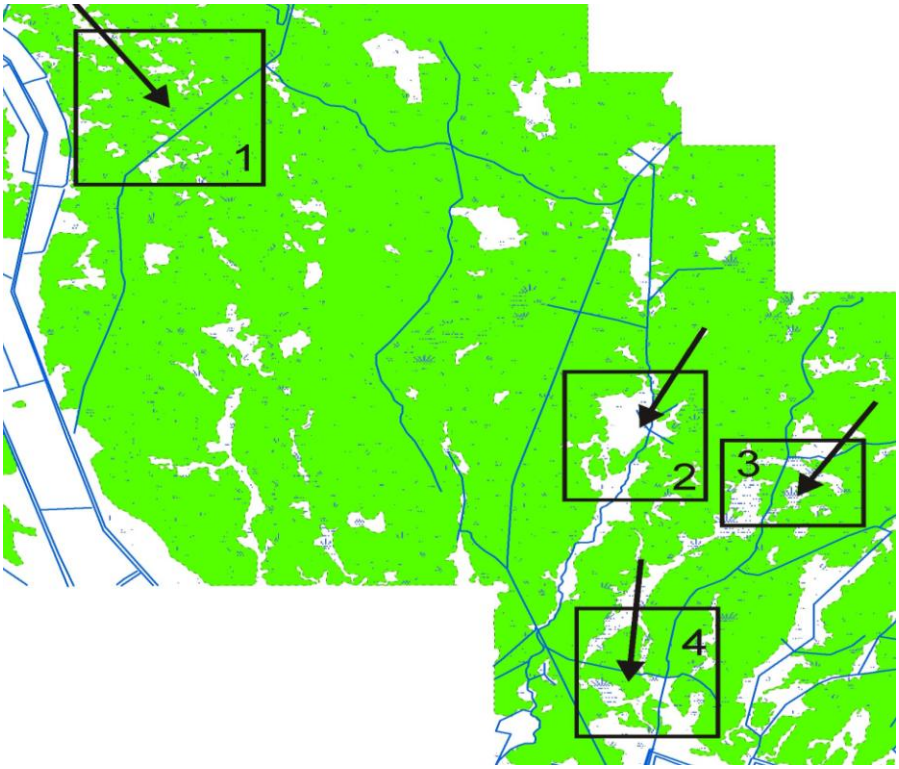
исследуемую территорию с юга на север. Возможно, данная зона аплицирована на сегменты реликтовой речной сети. В любом случае миграционные потоки вещества были направлены со стороны озера Луково, имеющего карстовое происхождение и являвшегося ядром более обширного палеоводоема. В контексте выяснения общих закономерностей миграции вещества на изучаемой территории, весьма интересными являются выводы А.А. Маккавеева (1948). Он считал, что характерным для изучаемого массива является близкое к дневной поверхности залегание карстующихся меловых пород (с чем и связан генезис озера Луково – прим. авт.). Перелив подземных карбонатно-кальциевых вод происходил через озеро, стабильность уровня которого регулировалась вытекающей рекой. Обводнение болот было также связано с подтоком напорных глубинных вод аналогичного состава [11].

Совокупная площадь болот на территории МП «Луково» превышает 400 га. В морфоструктурном отношении они являются линейно-древовидными полузамкнутыми или замкнутыми образованиями. Являясь открытыми к однонаправленному притоку минерализованных вод, они выполняли роль своеобразных геоморфологических ловушек таких вод и в периоды с выпотным водным режимом краевые (контактные) участки суходольных повышений становились ареной выпотного кальцитогенеза. Следовательно, поиски специализированных (в данном случае – кальциефильных) видов должны в первую очередь осуществляться на таких территориях – в границах ГКЛ. Именно в таких зонах должны концентрироваться и наиболее представительные комплексы орхидных, большинство из которых тяготеет к карбонатным субстратам. Безусловно, в границах таких участков должны находиться наиболее репрезентативные по видовому составу сообщества – биоцентры флоры.

Выявленные особенности и причины характерного распределения БР флоры в границах МП «Луково» полностью подтвердились при детальном исследовании парциальных флор выделенных биоцентров. Так, общее количество видов ВСР для суходольных местообитаний оказалось максимальным для БЦФ Коньково (163 вида) и Осиповка (143 вида), расположенных на оси доминирующих миграционных потоков вещества. Созологическая репрезентативность данных фитохорий по критерию «число охраняемых видов» оказалось средней, соответственно 7 и 5 видов; с учетом таксонов, нуждающихся в профилактической охране, она является высокой (14 и 12 видов соответственно). Репрезентативность БЦФ Грушка оказалась существенно более низкой как по общему видовому богатству (108 видов), так и в созологическом отношении – 4 вида из охранных категорий и 2 – из списка профохраны.

Детальный анализ ландшафтных сопряжений в системе «болотный масив – низкий лесной суходольный участок», включая морфоструктурные особенности геосистем и характер их положения по отношению к господствующим миграционным потокам, позволил дополнительно выделить на МП «Луково» два БЦФ – Осиповка 2-2 и Гусацкий. В прогнозно-оценочном аспекте видовое богатство их мезофитохорий может превышать 110 видов с наличием до 7 – 9 созологически ценных таксонов.

Весьма перспективной в плане выделения БЦФ представляется территория МП «Тышковичский», расположенного в левобережной части среднего течения реки Ясельда. Предполагается наличие по меньшей мере 4-х БЦФ (рисунок 3): Поддубы (крайняя северо-восточная часть МП, ориентировочная площадь около 462 га), Ковятин (центральная часть МП, предполагаемая площадь до 175 га), Ярута и Матузовка (юго-восточная часть МП, площадь, соответственно, 180 и 247 га). Их территория представляет собой сложную мозаику сопряжений болотных и лесных ландшафтов.



Биоцентры флоры: 1 – Поддубы, 2 – Ковятин, 3 – Ярута, 4 – Матузовка
Стрелками показано направление миграционных потоков вещества

Рисунок 3 – Территориальное распределение потенциальных биоцентров флоры на МП «Тышковичский»

Идентификация ГКЛ на основе анализа картографических материалов позволяет отнести их к группе депрессионно-приводораздельных полуостровных систем, что, в свою очередь, дает основание предполагать наличие высоких уровней видового богатства флоры в границах данных перспективных БЦФ. Прогнозируемая численность ВСР в составе ПФ мезоэкотопов суходольных местообитаний может составить от 130 до 150 видов; созологический компонент может достигнуть 9–11 видов, из которых 4–5 – из охранных категорий и 5–6 – из списка нуждающихся в профохране.

Таким образом, с использованием ландшафтно-геохимического подхода разработаны теоретические основы выделения в условиях Белорусского Полесья биоцентров флоры и предложены методы определения их пространственной локализации в Полесье в пределах гидрогенно-карбонатных ландшафтов, а также прогнозирования видового состава по морфоструктурным особенностям соответствующих геосистем и их положению в ландшафте по отношению к направлению миграционных потоков вещества в системе «болотный массив – низкий суходольный участок». Это позволило с использованием геосистемных аналогов выделить ряд потенциальных биоцентров флоры на МП в Припятском Полесье.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, проект Х10–148.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заугольнова, Л.Б. Современные представления о структуре растительного покрова: концепция иерархического континуума / Л.Б. Заугольнова // Успехи совр. биол.– 1999. – Т. 119. – № 2. – С. 115–127.

2. Глазовская, М.А. Основные понятия геохимии ландшафтов, существенные для фонового мониторинга / М.А. Глазовская, Н.С. Касимов, А.И. Перельман // Ландшафтно-

геохимические основы фонового мониторинга природной среды. – М. : Наука, 1989 – С. 8–25.

3. Катенин, А.Е. Классификация неоднородных территориальных единиц растительного покрова на примере растительности тундровой зоны / А.Е. Катенин // Бот. журн., 1988. – Т.73. – № 2. – С. 186–196.

4. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М., 1980. – 326 с.

5. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М., 1992. – 182 с.

6. Юрцев, Б.А. Изучение конкретных и парциальных флор с помощъю математических методов / Б.А. Юрцев, Б.М. Сёмкин // Бот. журн. – 1980. – Т. 65. – № 12. – С. 1704–1718.

7. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В.И. Парфенова. – Мн. : Изд-во «Дизайн ПРО», 1999. – 472 с.

8. Михальчук, Н.В. Депрессионно-карбонатные комплексы Белорусского Полесья / Н.В. Михальчук // Вучоныя запіскі Брэсцк. дзярж. ун-та. Брэст, 2008. – Т. 4, ч. 2. – С. 108–119.

9. Орлов, Т.В. Принципы определения пространственной структуры информационно-измерительной сети в системах комплексного геоэкологического мониторинга / Т.В. Орлов // Геоэкология. – 2008. – № 2. – С. 183–191.

10. Михальчук, Н.В. Параметры парциальных флор гидрогенно-карбонатных ландшафтов Полесья в естественных и антропогенно-модифицированных условиях / Н.В. Михальчук, О.А. Галуц, И.В. Ковалев // Веснік Брэсцкага ўн-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2010. – № 2.– С. 95–104.

11. Геологическое строение и гидрогелогические условия Осиповичского и Казацкого массивов. Сводный отчет. – М., 1970. – 88 с.

N.V. Mikhalchuk, I.V. Kovaliov. O.A. Galuc. **Identification of Biocenters of Flora in Belarus Polesye Based on Landscape-geochemical Approach**

Theoretical bases of allocation in the conditions of Belarus Polesye of the biocenters of flora are developed with the use of the landscape-geochemical approach.

Methods of definition of their localization in Polesye within the borders of hydro gene-carbonate landscapes according to morphostructural features of corresponding geo-systems and their position in a landscape in relation to the direction of migratory streams of substance in the system «a marsh–a wood dry site» are offered.

The above mentioned with the use of geosystem analogues allowed to allocate a number of the potential biocenters of flora on experimenting territories within the borders of Yaselda-Slutsky lowland of Pripyatsky Polesye.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 19.01.2011 г.

УДК 911.9:004

С.М. Токарчук, Р.А. Степанюк

ОЦЕНКА ПРИРОДНОГО РАЗНООБРАЗИЯ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассматриваются основные подходы к оценке природного разнообразия административной области с использование геоинформационных систем. Предлагается методика оценки природного разнообразия, включающая оценку биологического и ландшафтного разнообразия, для административной области Беларуси на основе административно-территориального деления. Проведена оценка и представлен анализ биологического, ландшафтного и природного разнообразия административных районов Брестской области.

Введение

В настоящее время в научной литературе достаточно широко распространены исследования, посвященные анализу и оценке биологического и ландшафтного разнообразия территорий. Наиболее часто встречаются исследования, посвященные одному из видов разнообразия [1; 2], и гораздо реже – их комплексному анализу [3]. Таким образом, в настоящем исследовании проводится оценка природного разнообразия Брестской области, включающая как биологическую, так и ландшафтную его составляющие. Необходимо отметить, что в зарубежных исследованиях в понятие природное разнообразие, также включают геологическое разнообразие территории (разнообразие геологических отложений, почв и т.д.). В русскоязычной научной литературе практически не встречаются работы, посвященные анализу и оценке геологического разнообразия.

Сохранение биологического и ландшафтного разнообразия имеет большое значение для устойчивого развития региона. Высокое разнообразие способствует стабилизации экологической ситуации, увеличению потенциала самоочищения экосистем от загрязнений и т.д.

В целях сохранения природного разнообразия необходима инвентаризация, структуризация и оценка пространственных данных, характеризующих его состояние, динамику и использование. Наиболее перспективным для данных целей представляется использование географических информационных систем (ГИС).

ГИС-технологии позволяют автоматизировать все функции по работе с картографическими и статистическими данными. С помощью геоинформационных систем осуществляется процесс оценки природного разнообразия, его мониторинга, сохранения и восстановления. Использование ГИС-технологий позволяет также визуализировать пространственное распределение оценок разнообразия. В настоящее время, в свете сформировавшихся экологических проблем применение геоинформационных систем и оценка природного разнообразия являются необходимыми условиями на пути сохранения окружающей среды.

Создание ГИС позволяет устранить те недостатки, которые характерны для традиционных оценочных работ:

1) устраняют большие временные и трудовые затраты, связанные со сбором первичной информации;

2) сокращают трудоемкость процедуры оценочных вычислений;

3) дают возможность для быстрого оперативного обновления информации;

4) позволяют визуализировать пространственное распределение оценок природного разнообразия;

5) дают возможность использовать в качестве оценочной единицы систему любых территориальных объектов либо несколько оценочных единиц параллельно (административные районы, единицы физико-географического и ландшафтного районирования, контуры случайной выборки, сетку квадратов и др.).

Материал и методика исследования

Оценка природного разнообразия Брестской области проводилась с использованием ГИС-технологий и включала несколько этапов.

1. *Выбор и обоснование территориальных единиц оценки.* В научной литературе вопрос, связанный с определением территориальных единиц оценки, решается с нескольких позиций. В качестве оперативных единиц используются административно-территориальные единицы (области, районы и др.), природные комплексы, главным образом ландшафты и их типологические единицы, единицы ландшафтного, комплексного физико-географического, геоморфологического и других видов районирования, сетка квадратов и некоторые другие.

Использование ГИС-технологий при проведении исследования значительно упрощает процесс оценки, что позволяет использовать в качестве оценочной единицы систему любых территориальных объектов либо несколько оценочных единиц параллельно. В настоящем исследовании оценка природного разнообразия проводилась на уровне административно-территориального деления. Выбор административных районов обусловлен тем, что сетка административного деления отвечает таким требованиям как однозначность выделения, возможность повторения и контроля ее границ, надежность получения объективной и всесторонней информации, достаточная для целей исследования дробность деления. Б.И. Кочуров и др. [4] указывают на два преимущества использования сетки административных районов в качестве единиц оценивания. Во-первых, в некоторой мере она отражает природные и экологические особенности территории, которые, как правило, опосредуются демографическими, хозяйственными и другими факторами. С другой стороны, административно-территориальное деление – основа формирования системы органов власти и местного управления.

2. *Разработка структуры, выбор и обоснование критериев и показателей оценки.* Оценка природного разнообразия Брестской области включала два основных блока: оценку биологического и ландшафтного разнообразия административных районов Брестской области.

Оценка биологического разнообразия рассматривала две составляющие: экосистемное и видовое разнообразие. Общая структура, критерии и показатели оценки биологического разнообразия представлены на рисунке 1.

Видовое разнообразие оценивается посредством анализа количественного и категориального распространения в пределах районов Брестской области местообитаний охраняемых видов животных и растений. По данным Красной книги Республики Беларусь [5; 6] рассчитывался показатель разнообразия охраняемых видов животных и растений [7] (формула 1).

$$C_{RB} = \sum \sum_{i-1}^{i=4} n_i \times (5 - i), \qquad (1)$$

где C_{RB} – показатель разнообразия охраняемых видов животных и растений; n_i – численность местообитаний охраняемого вида в пределах района; i – балльный показатель, соответствующий категории охраны.

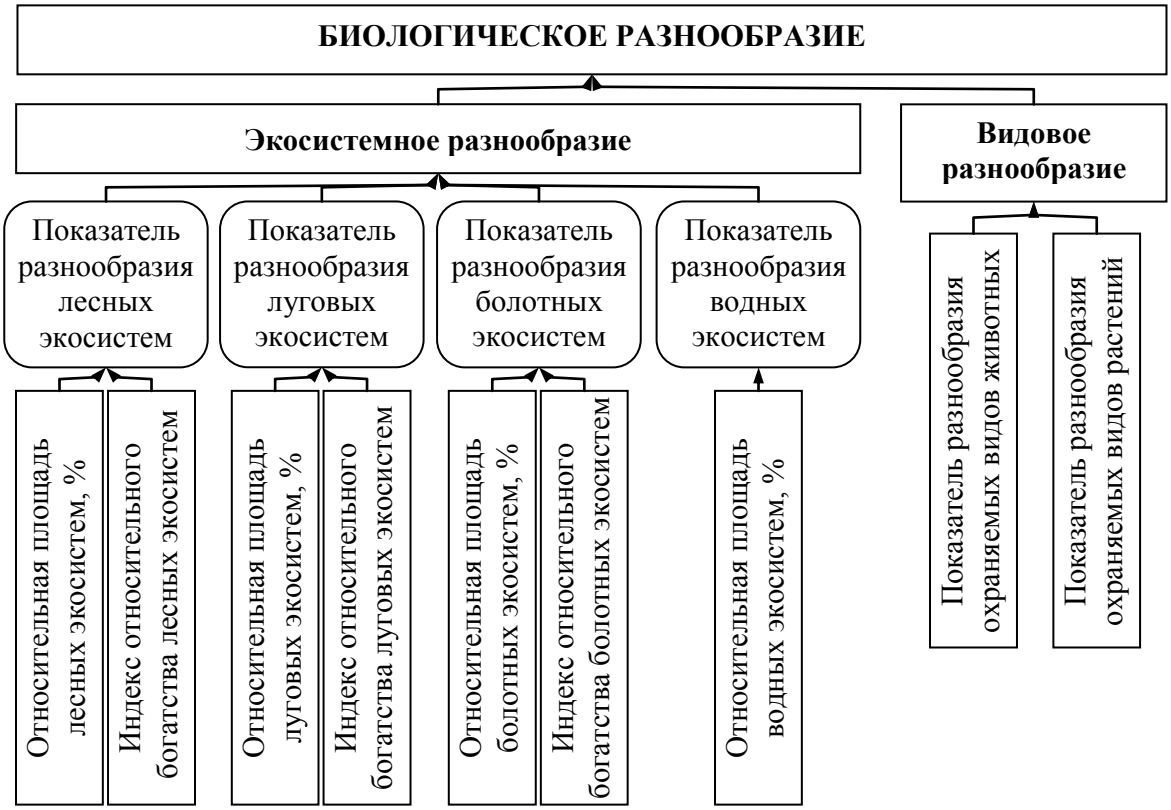


Рисунок 1 – Структура и показатели оценки биологического разнообразия

Индекс разнообразия охраняемых видов растений и животных рассчитывался как сумма встречаемых в пределах каждого района местообитаний охраняемых видов растений и животных, умноженных на весовой коэффициент для каждой категории. Соответственно, максимальный весовой коэффициент, равный 4, был присвоен 1-й категории, а минимальный, равный 1, – четвертой. Таким образом, были рассчитаны индексы разнообразия охраняемых видов растений и животных по систематическим группам (сосудистые, грибы и др.). Интегральный индекс разнообразия охраняемых видов растений и животных рассчитывался как сумма индексов по данным группам [7].

Для оценки экосистемного разнообразия рассматривались лесные, луговые, болотные и водные экосистемы. Для их анализа использовались два показателя: относительная площадь и индекс относительного богатства (формула 2):

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования. (2)

где I_r – индекс относительного богатства различных видов экосистем, N – количество типов экосистем в пределах административного района, N_0 – количество типов экосистем в области.

Оценка ландшафтного разнообразия проводилась на основании ландшафтных индексов, отображающих разнообразие, мозаичность, сложность и раздробленность ландшафтной структуры изучаемых районов (таблица 1).

3. *Сбор и первичная обработка фактического материала.* Оценка природного разнообразия Брестской области основывается на статистических данных, картографических материалах и литературных источниках.

Оценка биологического разнообразия проводилось на основе 3-го издания Красной книги Республики Беларусь [5; 6].

Таблица 1 – Индексы оценки ландшафтного разнообразия [8–10]

Показатель	Формула	Составляющие

Индекс относительного богатства	***Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.***	I_r – индекс относительного богатства; N – количество видов ландшафтов в пределах административного района; N_0 – количество видов ландшафтов в области
Индекс ландшафтной мозаичности	**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**	I_P – индекс ландшафтной мозаичности; N – количество видов ландшафтов в пределах административного района; n – количество ландшафтных выделов в пределах административного района
Индекс ландшафтной раздробленности	**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**	I_{fr} – индекс ландшафтной раздробленности; S – площадь административного района (общая площадь ландшафтных выделов); S_0 – средняя площадь ландшафтных выделов
Индекс ландшафтной сложности	**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**	I_c – индекс ландшафтной сложности; n – количество ландшафтных выделов в пределах административного района; S_0 – средняя площадь ландшафтных выделов

Для оценки индекса относительного богатства и относительной площади основных типов растительных экосистем Брестской области использовались карты составленные Институтом экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси (Д.С. Голод, В.С. Одерихо, Н.А. Зеленкевич и др.) (леса, луга, болота) [11]. Оценка относительной площади водных экосистем проводилась на основании статистических данных, представленных в [12].

Оценка ландшафтного разнообразия районов Брестской области проводилась на основе анализа ландшафтной карты Белорусской ССР масштаба 1:600 000 [13].

4. *Разработка геоинформационной системы «Природное разнообразие Брестской области».* Создание ГИС-проекта включало несколько этапов:

1) разработка структуры геоинформационной системы;

2) сбор, обработка и оцифровка растрового картографического материала, характеризующего природное разнообразие Брестской области;

3) компьютерная обработка данных, создание синтетических оценочных карт;

4) компоновка геоинформационной системы «Природное разнообразие Брестской области».

Структура разрабатываемой ГИС представлена на рисунке 2.

Статистическая (реляционная) база данных (созданная средствами СУБД *Microsoft Access*) включает две группы файлов:

1) легенды к полигональным векторным темам географической базы данных (наиболее сложной структурой характеризуется база данных для блока «Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных и дикорастущих растений Брестской области», а также «Ландшафты Брестской области»);

2) промежуточные и итоговые данные индексов и показателей оценки природного разнообразия.

Данные в реляционной базе пространственно распределены и могут отображаться в географической базе данных с помощью механизма *SQL*-соединения, базирующегося на использовании общих ключевых полей.

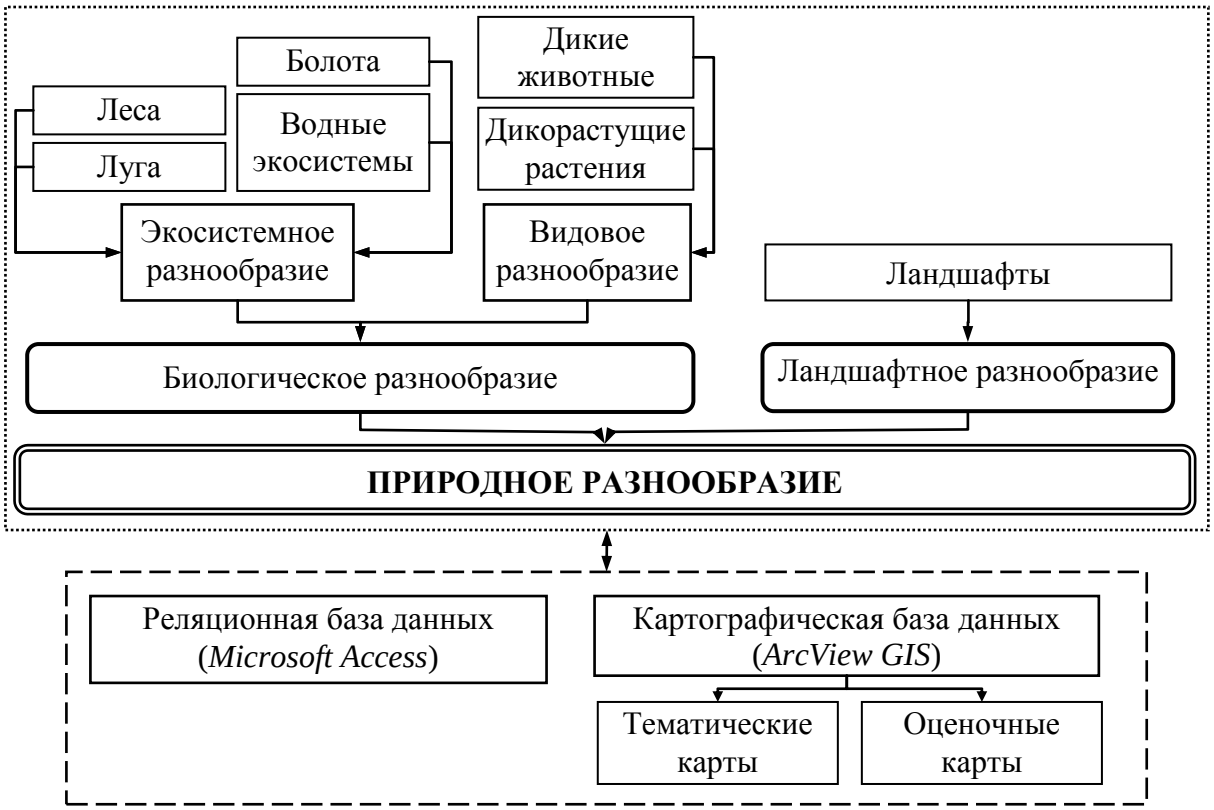


Рисунок 2 – Структура ГИС «Природное разнообразие Брестской области»

Географическая база данных (*ArcView GIS*) включает две группы карт: карты первичной информации (тематические) и синтетические карты (оценочные и др.).

Оценочные карты создаются на основе тематических карт с использованием модуля пространственных операций (*GeoProcessingWizard*), позволяющего сливать, объединять, вырезать и проводить другие операции над двумя темами одного вида. В данном случае проводится пересечение тематических карт (лесов, лугов, болот и др.) и карт административно-территориального деления (рисунок 3).

5. *Проведение оценки природного разнообразия Брестской области.* Поскольку исходные данные, являющиеся основой для расчета комплексных и интегральных показателей, выражаются в разных единицах измерения, необходимо их приведение к сопоставимым показателям, с которыми возможны определенные математические действия. Наиболее оптимальным в данном случае представляется применение балльного ранжирования.

Для оценки природного разнообразия Брестской области целесообразно использовать четырехбалльную оценочную шкалу. Данный выбор опирается на два основных положения. Во-первых, некоторые показатели, используемых при проведении оценки, не отличаются большой вариативностью, т.е. оцениваемые характеристики разнообразия довольно однообразны и мало изменяются в пределах региона (например,

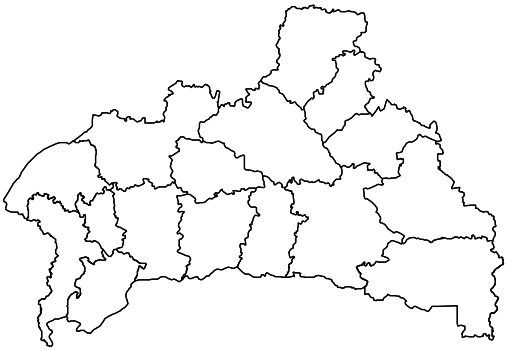
показатель относительной площади водных экосистем). Поэтому использование шкал с большим числом ступеней лишь затрудняет процесс оценки. Во-вторых, Брестская область включает 16 административных районов, поэтому четырехступенчатые итоговые классификации будут достаточно репрезентативными.

В ходе проведения оценки природного разнообразия Брестской области используется равноинтервальная оценочная шкала. Комплексные и интегральные показатели рассчитывались путем суммирования используемых для их расчета первичных показателей, выраженных в баллах.

ВХОДНАЯ ТЕМА
(Болотные экосистемы)

→

ОТСЕКАЮЩАЯ ТЕМА
(Административные районы)



↓

РЕЗУЛЬТИРУЮЩАЯ ТЕМА
(Пересеченные темы)

←

District	Hectares	Type	Hectares
Барановичский	225529.680	5а	1572.418
Барановичский	225529.680	7а	414.496
Барановичский	225529.680	8а	153.604
Барановичский	225529.680	8а	779.388
Барановичский	225529.680	8а	671.875
Барановичский	225529.680	8а	2375.449
Барановичский	225529.680	9	2513.857
Березовский	142366.851	5б	344.011
Березовский	142366.851	7а	221.227

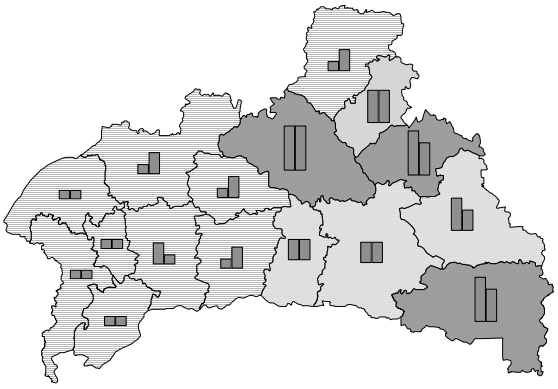
ТАБЛИЦА EXCEL
(Пересеченные темы)

↓

District	Относительная площадь болот	Индекс богатства
Барановичский	0,0376	0,2857
Ляховичский	0,3410	0,5000
Ивацевичский	0,4063	0,8571
Ганцевичский	0,5033	0,5000
Лунинецкий	0,3149	0,2857
Березовский	0,0972	0,4285
Ивановский	0,2457	0,2857
Кобринский	0,1571	0,2142

ТАБЛИЦА EXCEL
(Рассчитанные показатели)

→



ОЦЕНОЧНАЯ КАРТОСХЕМА
(Разнообразие болотных экосистем)

Рисунок 3 – Алгоритм расчета индексов природного разнообразия Брестской области на основе использования ГИС-технологий

Результаты и их обсуждение

В таблице 2 представлены промежуточные балльные показатели оценки природного разнообразия Брестской области.

Таблица 2 – Промежуточные показатели оценки природного разнообразия

Район	Видовое разнообразие			Экосистемное разнообразие					Ландшафтное разнообразие			
	Разнообразие охраняемых видов растений	Разнообразие охраняемых видов животных	Видовое разнообразие	Разнообразие лесных экосистем	Разнообразие луговых экосистем	Разнообразие болотных экосистем	Разнообразие водных экосистем	Экосистемное разнообразие	Индекс относительного богатства	Индекс ландшафтной мозаичности	Индекс ландшафтной раздробленности	Индекс ландшафтной сложности
Барановичский	1	1	1	3	1	1	1	1	2	2	4	2
Березовский	1	2	1	2	3	1	4	3	2	2	3	1
Брестский	4	3	4	2	3	1	1	2	3	4	3	2
Ганцевичский	1	1	1	4	1	4	1	3	2	3	3	1
Дрогичинский	1	3	2	1	4	1	1	2	2	2	3	1
Жабинковский	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
Ивановский	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	3	1
Ивацевичский	1	2	1	4	1	4	3	4	2	3	4	2
Каменецкий	3	4	4	1	1	1	1	1	3	3	3	1
Кобринский	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	3	1
Лунинецкий	1	3	2	4	4	2	1	4	4	4	3	1
Ляховичский	1	1	1	4	1	3	1	3	2	3	4	3
Малоритский	1	2	1	4	2	1	1	2	1	1	1	1
Пинский	1	4	3	2	3	2	1	2	3	4	4	2
Пружанский	4	3	4	2	3	1	1	2	2	3	4	4
Столинский	2	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	1

Согласно представленной таблице, большинство районов Брестской области характеризуется низкими и невысокими показателями видового разнообразия. Высокие значения были рассчитаны для Брестского, Каменецкого, Пружанского и Столинского районов. Объективной причиной подобной картины распределения индекса биологического разнообразия может являться, в первую очередь, высокая степень изученности данных районов. Как отмечают многие исследователи [2], число видов животных и растений, выявленных на той либо иной территории, в большей степени зависит от числа ботанических экспедиций, побывавших на изучаемом участке, нежели от его площади, высоты над уровнем моря или изоляции. В данном случае резкое выделение западных районов, вполне возможно, обусловлено значительным количеством ботанических исследований, т.к. в пределах рассматриваемой территории расположен областной центр, а также одна из старейших особо охраняемых природных территорий Беларуси – национальный парк «Беловежская Пуща».

Показатель экосистемного разнообразия для большинства районов также характеризуется низкими и невысокими значениями. Структура данного показателя существенно изменяется в пределах области. Высокие показатели разнообразия лесных экосистем отмечаются для северных и восточных районов, луговых экосистем – для

центральных и восточных районов, болотных – для восточных районов. Относительно высокие и высокие показатели разнообразия водных экосистем отмечаются только для Ивацевичского и Березовского районов (соответственно).

Преобладающими значениями показателя ландшафтного разнообразия являются относительно высокие и невысокие. Наиболее часто высокие значения отмечались для индексов ландшафтной мозаичности и раздробленности. Индекс ландшафтной сложности в преобладающем большинстве районов характеризуется низкими значениями.

Итоговые результаты оценки природного разнообразия Брестской области представлены на рисунке 4.

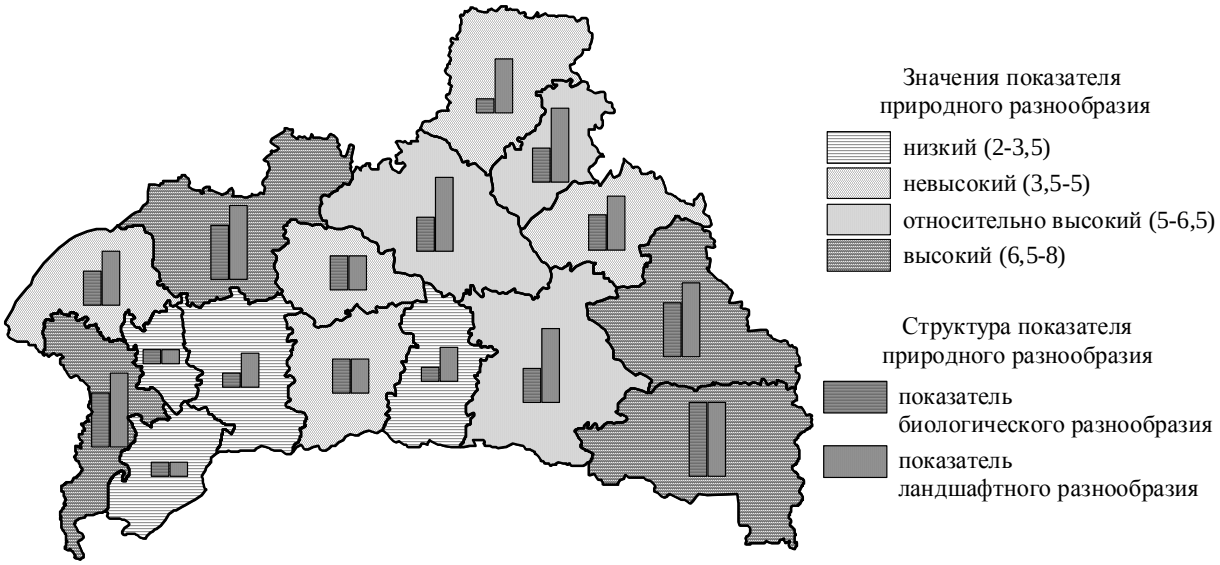


Рисунок 4 – Оценка природного разнообразия Брестской области

Согласно представленной картосхеме, большинство районов Брестской области характеризуется *низкими и невысокими значениями* показателя природного разнообразия. Данные районы можно объединить в две группы:

1. *Западно-Центральная группа*, включающая районы, которые характеризуются низкими и невысокими показателями оценки как биологического, так и ландшафтного разнообразия. Данные районы расположены преимущественно в пределах физико-географического округа Брестское Полесье. Для них характерно преобладание низких показателей как видового разнообразия (за исключением Каменецкого района), так и экосистемного (за исключением Березовского района). Согласно оценке ландшафтного разнообразия большинство районов данной группы характеризуется невысокими показателями. Все индексы ландшафтного разнообразия (за исключением индекса ландшафтной раздробленности) составляют 1–2 балла.

2. *Северо-Восточная группа*, включающая Барановичский и Ганцевичский районы. Для районов данной группы отмечаются невысокие значения показателя природного разнообразия, которые обусловлены преобладанием относительно высоких показателей ландшафтного разнообразия, т.к. данные районы находятся пределах двух ландшафтных провинций.

Относительно высокие показатели природного разнообразия характерны для трех районов Брестской области: Пинского, Ивацевичского и Ляховичского. Данные районы характеризуются абсолютно одинаковой структурой природного разнообразия: невысоким показателем биологического разнообразия и высоким – ландшафтного. Однако, анализ структуры данных показателей показывает существенные различия между районами данной группы. Для Пинского района характерно относительно высокое видовое разнообразие (за счет показателя охраняемых видов животных), для Ивацевичского и Ляховичского – экосистемное (за счет относительно высоких и высоких показателей разнообразия лесных и болотных экосистем). В структуре показателя ландшафтного разнообразия существенных отличий не наблюдается. Однако высокое ландшафтное

разнообразие Пинского района обусловлено наличием значительного количество видов и родов ландшафтов, что связано с расчленением территории данного района рекой Припять и ее притоками. Высокое разнообразие двух других районов объясняется тем, что данные районы являются единственными в Брестской области, расположенными в пределах трех ландшафтных провинций.

Высокие значения природного разнообразия характерны для Брестского, Пружанского, Лунинецкого и Столинского районов. Для первых трех районов отмечаются относительно высокие показатели биологического разнообразия и высокие – ландшафтного. Столинской район – единственный в Брестской области, для которого характерны высокие структурные показатели природного разнообразия.

Для западных районов данной группы отмечаются высокие показатели видового разнообразия охраняемых видов растений и невысокие показатели экосистемного разнообразия, а для восточных – высокие показатели видового разнообразия охраняемых видов животных и экосистемного разнообразия. Для западных районов отмечаются относительно высокие показатели разнообразия лишь луговых экосистем, для восточных – всех типов экосистем за исключением водных.

В оценке ландшафтного разнообразия существенно выделяется Пружанский район, для которого отмечаются высокие значения индекса ландшафтной раздробленности и сложности. Последний индекс только в данном районе (по сравнению со всей областью) достигает максимального значения.

Выводы

Анализ полученных результатов оценки природного разнообразия Брестской области позволяет сделать следующие выводы.

1. При проведении оценочных исследований важное значение имеет использование ГИС-технологий, т.к. они позволяют упрощать процесс исследования, визуализировать полученные данные, дают возможность для быстрого оперативного обновления информации и т.д.
2. Большинство районов Брестской области характеризуется низкими и невысокими показателями видового разнообразия. Высокие значения были рассчитаны только для Столинского района. Показатель экосистемного разнообразия для большинства районов также характеризуется низкими и невысокими значениями. Структура данного показателя существенно изменяется в пределах области.
3. Преобладающими значениями показателя ландшафтного разнообразия являются относительно высокие и невысокие. Наиболее часто высокие значения отмечались для индексов ландшафтной мозаичности и раздробленности. Индекс ландшафтной сложности в преобладающем большинстве районов характеризуется низкими значениями.
4. Большинство районов Брестской области характеризуется низкими и невысокими значениями показателя природного разнообразия. Высокие значения природного разнообразия характерны для Брестского, Пружанского, Лунинецкого и Столинского районов. Для первых трех районов отмечаются относительно высокие показатели биологического разнообразия и высокие – ландшафтного. Столинской район – единственный в Брестской области, для которого характерны высокие структурные показатели природного разнообразия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марцинкевич, Г.И. Оценка ландшафтного разнообразия природных и природно-антропогенных комплексов Беларуси / Г.И. Марцинкевич, И.И. Счастная // Природопользование : сб. научн. трудов / Ин-т проблем использ. природ. ресурсов и экологии ; под общ. ред. И.И. Лиштвана. – Минск : ОДО «Тонпик», 2005. – С. 98–106.
2. Пузаченко, Ю.Г. Разнообразие ландшафта и методы его измерения / Ю.Г. Пузаченко, К.Н. Дьяконов, Г.М. Алещенко // География и мониторинг биоразнообразия. – М. : Изд-во НУМЦ, 2002. – Разд. II. – С. 76–178.

3. Izsak, J. A link between ecological diversity indices and measures of biodiversity / J. Izsak, L. Papp // Ecological Modelling. – 2000. – Vol. 130, Issue 1–3. – P. 151–156.

4. Кочуров, Б.И. Типология административных территорий России по факторам формирования экологических проблем / Б.И. Кочуров, Ю.В. Бабина // География и природные ресурсы. – 1994. – № 4. – С. 124–133.

5. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. Минск : БелЭн, 2004. – 320 с.

6. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. Минск : БелЭн, 2005. – 456 с.

7. Новик, С.М. Оценка биологического разнообразия охраняемых видов растений и животных (на примере Брестской области) / С.М. Новик, Д.П. Пилипчак // Сахаровские чтения 2006 года : экологические проблемы XXI века : Матер. 6-ой междунар. конф., Минск, 19–20 мая 2006 г. / МГЭУ им. А.Д. Сахарова. – Минск, 2006. – Ч. 1. – С. 328–331.

8. Викторов, А.С. Рисунок ландшафта / А.С. Викторов. – М. : Мысль, 1986. – 179 с.

9. Ивашутина, Л.И. К анализу ландшафтной структуры физико-географических регионов / Л.И. Ивашутина, В.А. Николаев // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. – 1969. – № 4. – С. 49–59.

10. Jochen, J.A.G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation / J.A.G. Jochen // Landscape Ecology. – 2000. – Vol. 15, Issue 2. – P. 115–130.

11. Нацыянальны атлас Беларусі / Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь. – Минск, 2002. – 292 с.

12. Геаграфія Брэсцкай вобласці / С.В. Арцеменка [і інш.] ; пад рэд. С.В. Арцеменкі, А.У. Грыбко. – Мінск : Выд. цэнтр БДУ, 2002. – 388 с.

13. Ландшафтная карта Белорусской ССР / сост. и подг. к изд. фабрикой № 2 ГУГК; ред. А.Г. Исаченко. –1:600 000. – М. : Главное управление геодезии и картографии, 1983. – 1 к.

S.M. Tokarchuk, R.A. Stepahjuk. **Assessment of Natural Diversity of Brest Region with Geoinformation system**

The paper describes basic approaches for assessment of natural diversity. The methodology assessment of natural diversity, including assessment of biological and landscape diversity, for Belarusian region on the basis of political district is proposed. The assessment and analysis of biological, landscape and natural diversity for Brest region are carryied out.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 03.02.2011 г.

УДК 911:338.48-6:7/8 (476)

И.Л. Фёдорова, С.В. Артёменко

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ КУЛЬТУРНОГО ТУРИЗМА В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье рассматриваются географические аспекты организации деятельности в области культурного туризма в одном из крупных административных регионов Беларуси – Брестской области. Авторами отмечается факт наличия на территории области большого числа объектов культурного наследия, которые могут быть использованы для развития культурного туризма различной направленности. Приводятся данные пространственного анализа особенностей размещения данных объектов, освоенности территории региона маршрутами культурного туризма, обеспеченности районов области объектами туристской инфраструктуры. Делаются выводы о потенциальных возможностях и условиях развития культурного туризма в Брестской области.

Современный туризм отличается разнообразием форм, видов и разновидностей. Различные виды туризма имеют неодинаковое значение: по-разному востребованы, дают разные экономические эффекты и традиции, имеют различную степень географического распространения.

Давно выделился и стал самостоятельным такой вид туризма как культурный или познавательный. Этот вид туризма является одним из наиболее популярных, имеющих большой потенциал развития.

Понятие «культурный туризм» многогранно, как и определение самого понятия «культура», с которым данный вид деятельности тесно взаимосвязан. Рассматривая и анализируя понятие «культурный туризм», который совсем недавно определялся как «культурно-познавательный или познавательный туризм», было выявлено, что ученые сходятся во мнении: исходная цель данного вида туризма – знакомство с историей и культурой страны во всех ее проявлениях (архитектурой, живописью, музыкой, театром, фольклором, традициями, обычаями, образом и стилем жизни людей). Обобщение подходов и опыта дефиниции понятия *«культурный туризм»* позволяет определить его, как *посещение объектов историко-культурного наследия (памятников архитектуры, истории, градостроительства, археологии) с познавательными и образовательными целями.*

Данный вид туризма был всегда востребованным. Его основы были заложены еще в античное время, а с середины XX в. получил массовое развитие во всем мире. Этот вид туризма очень тесно связан с другими видами туризма, что затрудняет точное выявление собственно «культурных туристов», деятельность которых мотивирована знакомством с культурой посещаемой страны. Некоторые исследователи такую группу туристов определяют как «лица, очень мотивированные культурой», «культурные туристы». По некоторым оценкам они составляют лишь 10–15% от всех посетителей [1; 2]. Оставшиеся 85–90% туристов называют «инспекционными туристами», которые имеют поверхностный интерес к культуре и обычно задерживаются на относительно короткое время [3, с. 43]. К ним можно отнести такие группы туристов, как:

1) частично мотивированные (лица, которые приезжают в гости к друзьям или родственникам, для отдыха на берегу озера и др., и имеют возможность ознакомления с культурой);

2) знакомство с культурой как дополнение к другой более важной мотивации (ознакомление с культурой проходит в свободное время, например, бизнес-поездки);

3) случайные культурные туристы (лица, попавшие на культурное мероприятие случайно) [1].

Для того, чтобы страна, отдельный регион были востребованы на рынке культурного туризма, необходимо наличие разнообразных ресурсов для его развития. К таким ресурсам

относят разного рода достопримечательности: исторические, культурные, архитектурные, археологические, духовные, религиозные и т. д. Достопримечательность – место, вещь или объект, заслуживающие особого внимания, знаменитые или замечательные чем-либо, например, являющиеся историческим наследием, художественной ценностью [4]. Другими словами, это все то, что может быть отнесено к культурному наследию. Культурное наследие – это часть материальной и духовной культуры, созданная прошлыми поколениями, выдержавшая испытание временем и передающаяся следующим поколениям, как нечто ценное и почитаемое [5, с. 510]. Это произведения художников, архитекторов, музыкантов, писателей, труды ученых и т. д., а также нематериальное достояние, включающее фольклор, народные промыслы, фестивали, религиозные ритуалы и т.п. [6, с. 111]. Наличие таких специфических объектов культуры, уникальных историко-культурных комплексов является главной составляющей, определяющей выбор туриста.

Присутствие значительного количества объектов культурного наследия поспособствовало интенсивному развитию культурного туризма в Беларуси. Всего на территории Беларуси учтено 17,5 тыс. памятников истории и культуры, из них 4 694 объекта внесены в Государственный реестр историко-культурных ценностей Республики Беларусь: 1 655 – архитектурные памятники и сооружения, которые имеют историческую значимость, 1 131 – исторические памятники, около 60 – памятники искусства, 1 857 – памятники археологии. Большая часть культурного наследия расположена (сосредоточена) в более чем 130 музеях республики: краеведческих, исторических, естествоведческих, искусствоведческих и др. [7]. По территории Беларуси организовано более 950 экскурсионных маршрутов и туров, большая часть из которых включает посещение культурных достопримечательностей. Успешность развития культурного туризма определяется успехом его развития в отдельных регионах страны.

Одним их таких регионов является Брестская область. Брестская область была создана в 1939 году. Ее площадь составляет 32,79 тыс. км^2. В административно-территориальном плане область поделена на 16 районов. Территория области и ее административный центр – город Брест – имеют выгодное географическое положение. На западе область граничит с Польшей, на юге – с Украиной, на севере и востоке – Гродненской, Минской и Гомельской областями. Географическое положение повлияло на особенности экономического развития региона, расселение населения, транспортную инфраструктуру. В структуре хозяйства области сложились и функционируют социально-бытовой, научный, культурно-образовательный комплексы, комплекс здравоохранения и туристско-рекреационный. Последний имеет значительные ресурсы для формирования и быстро развивается [8]. В регионе получили развитие такие виды туризма как культурный, экологический, сельский, религиозный, деловой, спортивно-охотничий.

Важной и актуальной географической исследовательской проблемой является изучение особенностей и закономерностей, факторов рациональной территориальной организации туристской деятельности [9]. Географическая наука использует большое число подходов, позволяющих решить эту проблему – территориальный, комплексный, исторический, типологический, системный и др.

Исследования показывают, что в Брестской области существуют значительные предпосылки для развития и организации культурного туризма. К ним, прежде всего, следует отнести:

1) особое географическое положение (политико-географическое, экономико-географическое);

2) богатство историко-культурными и другими объектами;

3) хорошо развитую инфраструктуру (связи, размещения и обслуживания туристов);

4) сложившуюся эффективную систему организации туризма.

Особенности пограничного (приграничного) положения, а также богатая событиями мирового, регионального и локального уровней история региона, предопределили богатство его территории памятниками историко-культурного наследия:

объектами оборонительного типа, дворцово-паркового искусства, сакральными, а также памятниками градостроительства и археологии.

В области насчитывается 714 историко-культурных объектов, занесенных в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь: 245 памятников истории, 301 памятник архитектуры, 157 памятников археологии и 11 историко-архитектурных памятников. В соответствии с присущими им свойствами материальные историко-культурные ценности, которые включены в Государственный список, делятся на четыре категории:

«0» – историко-культурные ценности, включённые или предложенные для включения в Список мирового наследия;

«1» – наиболее уникальные историко-культурные ценности, художественные, эстетические и документальные достоинства которых представляют международный интерес;

«2» – достопримечательные историко-культурные ценности, характеризующие наиболее отличительные черты историко-культурного наследия всей республики;

«3» – историко-культурные ценности, характеризующие отличительные черты историко-культурного наследия отельных регионов республики [10].

В Брестской области к категории «0» отнесены 5 объектов, к категории «1» – 4 объекта, категории «2» – 129 объектов, категории «3» – 576 объектов.

Анализ данных о размещении историко-культурных объектов по территории области показал, что их количество в административных районах весьма различно. Наибольшее их число находится на территории Брестского, Кобринского, Каменецкого, Пружанского, Пинского, Столинского, Барановичского, Малоритского и Дрогичинского районов. Наименьшее – в Берёзовском, Ганцевичском, Жабинковском, Ивановском, Ивацевичском, Лунинецком и Ляховичском районах. Таким образом, районы, граничащие с соседними государствами, имеют большее количество объектов, чем те, которые граничат с соседними областями. Следовательно, они имеют лучшие условия обеспеченности объектами для развития культурного туризма. Наименьшее количество таких объектов находится в трех районах: Лунинецком, Ганцевичском и Ляховичском.

Сравнение показателей плотности историко-культурных объектов в районах на единицу площади (рисунок 1) показывает, что наибольшее их число объектов на единицу площади находится в 5 районах области: Брестском, Каменецком, Малоритском, Жабинковском и Кобринском. В них 1 объект приходится на 20–30 км^2 территории. Эти районы относятся к Брестской группе районов и расположены на западе области в непосредственной близости от государственной границы. Брестский и Каменецкий граничат с Польшей, а Малоритский и Кобринский – с Украиной. Лишь один район из этой группы не имеет выхода к государственной границе – Жабинковский. Самые малые показатели количества историко-культурных объектов на единицу площади (менее 0,01) приходятся на районы, расположенные у восточной границы области, – Ляховичский, Ганцевичский и Лунинецкий. В них 1 объект приходится приблизительно на более чем 100 км^2. В остальных районах плотность объектов на 1 км^2 составляет 0,01–0,02, что составляет приблизительно 1 объект на 40–70 км^2. Очевидно, что количество историко-культурных объектов в регионе с запада на восток уменьшается, и к границе с Гомельской областью показатели их плотности становятся минимальными.

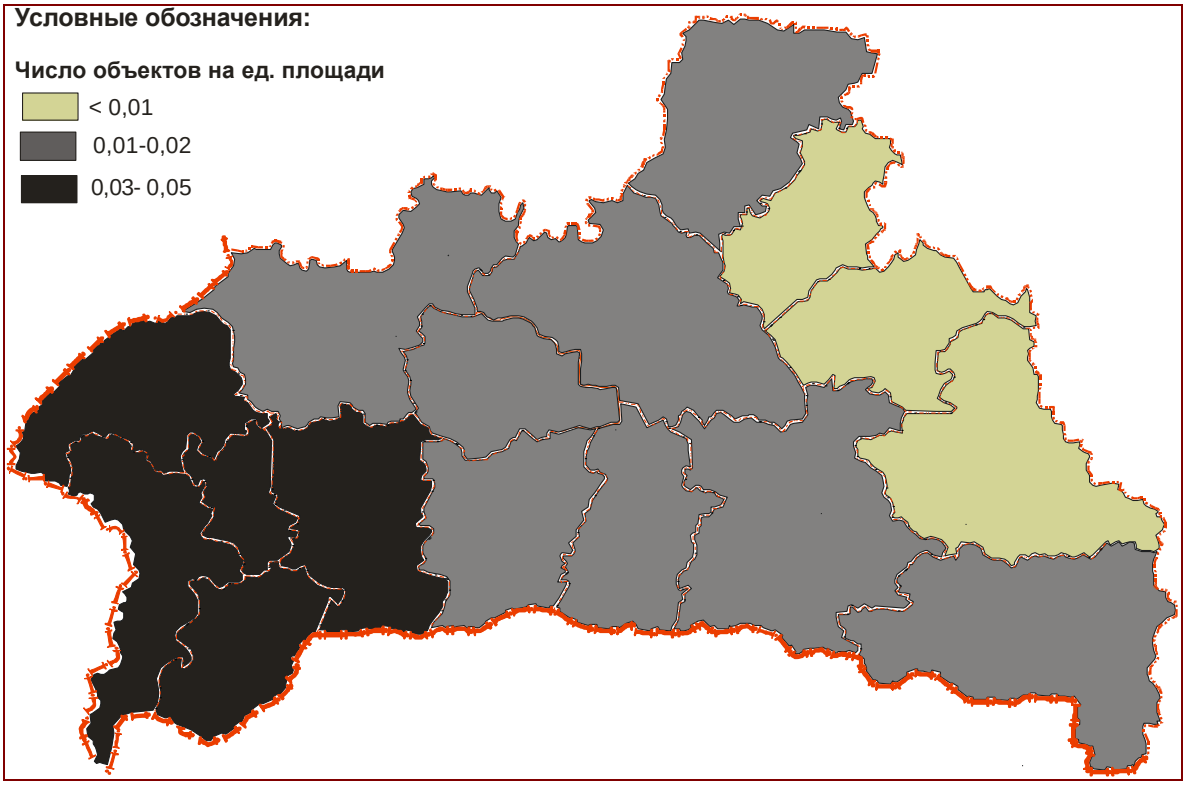


Рисунок 1 – Плотность историко-культурных объектов (по районам области)

Деятельность в области культурного туризма в значительной степени специализирована в зависимости от характера используемых в ней объектов. Поэтому важным является выявление территорий с преобладанием архитектурных, исторических, археологических или историко-архитектурных объектов. Это позволяет выявить возможную направленность культурного туризма в каждом районе, что необходимо при разработке экскурсионных маршрутов различной тематики. Наибольшее количество памятников истории (более 15 объектов) находится в Брестском, Барановичском, Дрогичинском, Жабинковском, Кобринском, Малоритском, Пружанском районах (рисунок 2). Следовательно, в этих районах может развиваться культурный туризм исторической направленности.

Наибольшее число памятников архитектуры (более 20) находится в Брестском, Дрогичинском, Каменецком, Кобринском, Пинском и Пружанском районах. В этих районах целесообразно развивать туризм культурно-исторической и культурно-религиозной направленности, т.к. большая часть объектов архитектуры – это сакральные объекты.

Область имеет достаточный потенциал для развития нового для данного региона направления культурного туризма – культурно-археологического. Потенциалом для его развития располагают Брестский, Каменецкий, Ганцевичский, Ивацевичский, Пинский и Столинский районы.

Комплексный характер может иметь культурный туризм в Брестском, Барановичском, Дрогичинском, Каменецком, Кобринском и Столинском районах, которые имеют для этого достаточный потенциал.

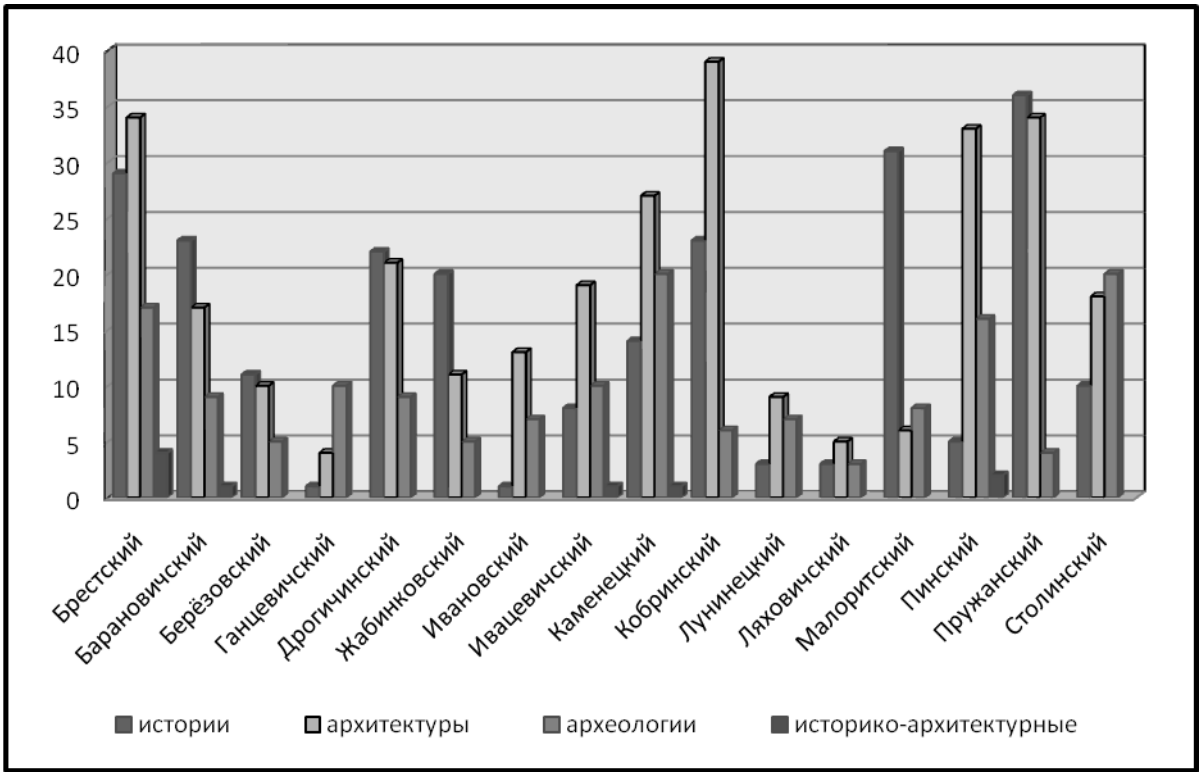


Рисунок 2 – Количество архитектурных, исторических, археологических или историко-архитектурных объектов (по районам области)

Существенный культурно-исторический потенциал сконцентрирован в государственных музеях области. Музейные коллекции являются частью историко-культурного наследия белорусского народа и составляют Музейный фонд Республики Беларусь. Их в области насчитывается более 30. Наиболее крупные музеи – мемориальный комплекс «Брестская крепость-герой», Брестский областной краеведческий музей, Музей Белорусского Полесья в г. Пинске, Мотольский музей народного творчества, Кобринский военно-исторический музей им. А.В. Суворова, музей-усадьба А. Мицкевича, музей Тадеуша Костюшко, Барановичский краеведческий музей.

В зависимости от видов экспонируемых историко-культурных ценностей музеи бывают различных видов: краеведческие, исторические, этнографические мемориальные и др., которые могут иметь государственный или ведомственный статус. Значительное количество государственных музеев находится в областном центре – г. Бресте. Здесь расположены краеведческий, исторический, мемориальный и др. музеи. Государственные музеи имеются практически во всех районных центрах. Исключение составляют Малоритский и Ляховичский районы. Краеведческие и историко-краеведческие музеи есть во многих районах области. Схематично они образуют своеобразный треугольник по периметру территории области (Брест, Каменец, Берёза, Ивацевичи, Барановичи, Ганцевичи, Лунинец, Столин, Пинск). Этнографические музеи сконцентрированы в основном в Брестском Полесье: д. Бездеж Дрогичинского района, д. Мотоль Ивановского района, д. Теребличи Столинского района. Музеи, экспозиции и материалы которых посвящены жизни и деятельности знаменитых людей, народной медицине, находятся в Ивановском и Пинском районах. Музеи-усадьбы размещены на севере области (Пружаны, Коссово, Заосье). Большая часть музеев тяготеет к западной части территории области, восточная же часть имеет совсем незначительное их количество.

Не менее важную роль в организации культурного туризма играют средства размещения туристов и пункты питания. Поэтому для выявления региональных особенностей и возможностей организации данного вида туризма важен географический анализ размещения объектов этого типа.

В настоящее время в Брестской области комплексное обслуживание туристов обеспечивают 53 объекта гостиничного хозяйства и более 20 объектов курортно-

туристской инфраструктуры. Все гостиницы Брестской области относятся к круглогодичным предприятиям. Самыми крупными гостиницами являются: ОАО гостиничный комплекс «Припять» (Пинск); ТЭЧДУП «Брест-турист»; гостиница «Дружба» (Брест). Единовременная вместимость средств размещения в Брестской области составляет более 3 000 мест. Наибольшее количество гостиниц и мест в них расположено в городах Брест, Пинск, Барановичи и в д. Каменюки. Все населенные пункты, имеющие гостиницы, расположены вдоль основных транспортных магистралей. Гостиницы отсутствуют в Жабинковском районах и г. Каменце. Это связано с тем, что данную территорию перекрывает гостиничный фонд г. Бреста. Очевидно, что в Дрогичинском, Столинском и Пружанском районах номерной фонд потенциально недостаточен, так как данные районы располагают значительным историко-культурным потенциалом и по их территориям могут быть проложены туристические маршруты культурной тематики.

Важным условием развития туристской деятельности является ее эффективная и рациональная организация. Управлением и организацией туризма в области занимается Управление физической культуры, спорта и туризма Брестского облисполкома, которое планирует и координирует деятельность туристских фирм, клубов, баз, разрабатывает направления развитие системы оказания туристских услуг, создание и эксплуатацию туристской инфраструктуры. Туристские услуги оказывают более 100 туристских организаций, которые занимаются туроператорской и турагентской деятельностью. Они расположены в большинстве районов области. От их функционирования в значительной степени зависит развитие культурного туризма в регионе [11, с. 416–417].

Основная часть туристских организаций разместилась в Бресте, Пинске, Барановичах. Турфирмы организуют экскурсии различной культурной тематики: знакомят с жизнью и творчеством выдающихся людей, памятниками истории и архитектуры, военной и этнографической тематики.

В Брестской области, используемые в культурном туризме организационные формы деятельности, в основном традиционны – экскурсия играет главную роль и является самой оптимальной в развитии данного вида туризма. Историко-культурный потенциал региона максимально должен быть задействован в экскурсионной деятельности. Это приведет к обновлению старых и созданию новых экскурсионных маршрутов, стимулирует туристский интерес и значительно увеличит спрос.

Сегодня в Брестской области насчитывается более 25 культурных экскурсионных маршрутов. Тематика экскурсий достаточно разнообразна. Это знакомство с жизнью и деятельностью выдающихся людей: «На родину Тадеуша Костюшко» (Брест – г. Жабинка (Сехновичи) – г. Кобрин – г. Ивацевичи – г. Коссово (Мерачовщина), памятниками истории и архитектуры, например, «Преобразование Полесья» (Брест – д. Скоки – д. Лыщицы – д. Остромечево – д. Гремяче – д. Волчин – г.Высокое – д. Рясно – пос. Беловежский). Предлагаются экскурсии военно-исторической тематики такие как «1812 год на Кобринщине» (Кобрин – д. Стригово – д. Лесково), «Подвиги немеркнущей славы» (Брест – форт № 5 – д. Прилуки – д. Дубица– д. Комаровка), этнографической направленности – «Полесские узоры» (Брест – д. Бездеж – д. Стрельно – д. Мотоль – д. Городная), литературной – «Моя Пружанская земля» (д. Поддубно – д. Шакуны – д. Шени – г. Пружаны), религиозной – «Память земли Белорусской» (Брест – д. Чернавчицы – г. Пружаны – г.п. Шерешево – г.п. Ружаны – д. Лысково – Жировичи) [12, с. 418–419]. Не остаются без внимания и экскурсии расширенной тематики, в процессе которых туристов знакомят с памятниками архитектуры, истории, укладом жизни белорусов. Например, экскурсионный маршрут «Три столицы Полесья» (Пинск – Столин – Давид-Городок – Туров), в ходе которой туристам дается информация различной культурной тематики. Анализ трасс туристских маршрутов показывает, что наибольшая их часть сконцентрирована на северо-западе, юге области и вдоль автодороги Брест – Пинск.

В последнее время наблюдается снижение интереса к маршрутам, которые проходят вдоль автодороги Брест – Барановичи. Эти маршруты проходят, главным образом, через г. Кобрин к Коссовскому дворцово-парковому ансамблю. Представляется, что это направление требует обновления экскурсионных маршрутов и их тематики. Здесь

будет целесообразным вовлечение и других объектов, которые находятся на территории районов, например, сакральных.

В Дрогичинском, Ивановском, Пинском и Столинском районах большое развитие получил экскурсионный туризм этнографической и литературной направленности. Именно в этих районах сохранился самобытный уклад жизни полешуков, здесь писали и творили Н. Орда, Я. Колос, Э. Ожешко, Е. Янищиц и др.

Анализ содержания туристических маршрутов показал, что в Жабинковском, Кобринском и Дрогичинском районах недостаточно используется исторический потенциал территорий. На территории этих районов находится значительное количество объектов, связанных с событиями Второй мировой войны, а также войны 1812 года. Здесь целесообразно проводить экскурсии военно-исторической тематики, воспитывая у подрастающего поколения чувство патриотизма.

В Малоритском районе возможно более интенсивное развитие экскурсионного туризма военной тематики. Здесь находится более 30 памятников истории, которые связаны с событиями 1939–1945 гг. Эту же тематику экскурсий нужно развивать и в Пружанском районе, в котором в настоящее время туристов привлекают, прежде всего, Беловежская пуща и архитектурные объекты. На территории района распложены 36 памятников истории, которые связаны с событиями Второй мировой войны.

Большой потенциал для археологических экскурсий сконцентрирован в Столинском, Каменецком и Пинском районах. Поэтому здесь имеется возможность развивать экскурсионный туризм археологической направленности. В этих районах туристские маршруты направлены на посещение и ознакомление с памятниками архитектуры, поэтому включение в экскурсии объектов археологии только расширит тематику и привлечет внимание туристов.

Географический анализ особенностей организации культурного туризма в Брестской области позволяется сделать выводы:

1) Брестская область обладает значительным культурно-историческим потенциалом для развития культурного туризма. Наибольший потенциал развития культурного туризма имеют приграничные районы и территории, благодаря чему можно развивать трансграничный культурный туризм.

2) Деятельностью в области культурного туризма охвачены Брестский, Каменецкий, Кобринский, Пинский, Пружанский и Ивацевичский районы области. Наиболее освоены культурными туристскими маршрутами Брестский, Каменецкий, Кобринский, Пинский и Ивацевичский районы. Практически не освоены маршрутами культурного туризма территории Малоритского, Дрогичинского, Жабинковского и Столинского районов. Тщательная оценка возможностей развития культурного туризма в этих районах должна явиться основанием для более интенсивного туристского освоения этих районов.

3) Инфраструктура объектов размещения и питания туристов никак не ориентирована на реальное и перспективное использование объектов культурного туризма. При планировании и разработке перспектив развития культурного туризма на территории области необходимо предусмотреть мероприятия по модернизации и расширению сети мест размещения туристов, предприятий общественного питания, строительство новых автомобильных дорог и обустройства подъездных путей к туристским объектам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фламбо, Л. дю Мощность культурного туризма / Л. дю Фламбо // Доклад [Электронный ресурс]. – 1999. – Режим доступа : http://www.linkbc.ca. – Дата доступа : 16.03.2011 г.

2. Седова, Н.А. Культурно-проосветительский туризм / Н.А. Седова. – М. : Совет. спорт, 2003. – 96 с.

3. Steinecke, A. Kulturtourismus / A. Steinecke : Wissenschaftsverlag GmbH. – Oldenbourg, 2007. – 396 p.

4. Туризм // Энциклопедия [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki. – Дата доступа : 05.12.2010.

5. Культура и культурология : Словарь / А.И. Кравченко. – М.: Академический проект; Екатеринбург : Деловая книга, 2003. – 928 с.

6. Квартальнов, В.А. Туризм : учеб. / В.А. Квартальнов. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 320 с.

7. Туристские регионы Беларуси / редкол.: Г.П. Пашков [и др.]; под общ. ред. И.И. Пирожника – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2008. – 608 с.

8. Геаграфія Брэсцкай вобласці : Дапам. для студэнтаў геаграф. спецыяльнасцей ВНУ / С.В. Арцёменка [і інш.] ; пад рэд. С.В. Арцёменкі, А.У. Грыбко. – Выд. Центр БДУ, 2002. – 388 с.

9. Быстрова, С.А. Туризм: макроэкономика и микроэкономика / С.А. Быстрова, М.Г. Воронцова. – СПб. : Изд. дом Герда, 2008. – 464 с.

10. Аб ахове гісторыка-культурнай спадчыны Рэспублікі Беларусь: Закон Рэспублікі Беларусь, 9 студзеня 2006 г., № 98–3 // Национальный правовой портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа : http://www.pravo.by. – Дата доступа : 23.03.2011.

11. Артёменко, С.В. Туризм / С.В. Артёменко // Регионы Беларуси: энциклопедия. В 7 т. Т. 1, кн. 2. Брестская область / редкол. : Т.В. Белова (гл. ред) [и др.]. – Минск : Белорус. энцыкл. імя П. Броўкі. – 2009. – С. 416 – 417.

12. Артёменко, С.В. Туристско-экскурсионные маршруты / С.В. Артёменко, И.Л. Фёдорова // Регионы Беларуси: энциклопедия. В 7 т. Т. 1, кн. 2. Брестская область / редкол. : Т.В. Белова (гл. ред) [и др.]. – Минск : Белорус. энцыкл. імя П. Броўкі. – 2009. – С. 418 – 419.

I.L. Fiodorova, S.V. Artemenko. **Geographical Aspects of the Organization of Cultural Tourism in Brest Area**

In the article geographical aspects of the organisation of activity in the field of cultural tourism in one of the largest administrative regions of Belarus – Brest area are considered. The authors emphasize that there are a great number of objects of cultural heritage available on the territory of the region which can be used for the development of cultural tourism of a various orientation. The data of spatial analysis of the features of placing of the given objects, the settling of region territory by the routes of cultural tourism, security of the provision of the region areas with the objects of tourist infrastructure is cited. The conclusions about potential possibilities and conditions of development of cultural tourism in the Brest region are made.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 14.023.2011 г.