

Веснік

Брэсцкага ўніверсітэта

Галоўны рэдактар:
А.М. Сендзер

Намеснік галоўнага рэдактара:
С.А. Марзан

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

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

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

Часопіс «Веснік Брэсцкага
ўніверсітэта» выдаецца
з снежня 1997 года

Серыя 5

ХІМІЯ

БІЯЛОГІЯ

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

НАВУКОВА-ТЭАРЭТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выходзіць два разы ў год

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

№ 1 / 2018

У адпаведнасці з Дадаткам да загада
Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь
ад 01.04.2014 № 94 (у рэдакцыі загада Вышэйшай атэстацыйнай камісіі
Рэспублікі Беларусь ад 16.01.2018 № 16) часопіс
«Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі
аб зямлі» ўключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь
для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў
па біялагічных, географічных і геалага-мінералагічных навуках

ЗМЕСТ

Ганна Сендзер. «Весніку Брэсцкага ўніверсітэта» – 20 гадоў.....	5
Нонна Ступень. 20 лет – это только начало!	6

ХІМІЯ

Шорец М.А., Балаева-Тихомирова О.М. Ферментативная активность почв областных центров Республики Беларусь	7
--	---

БІЯЛОГІЯ

Блоцкая Е.С., Абрамова И.В. Динамика населения мелких млекопитающих в ходе вторичной сукцессии соснового леса в юго-западной Беларуси	15
Домась А.С. Особенности органического вещества глеевых горизонтов дерновых заболоченных почв в условиях Брестского Полесья	22
Козулько Н.Г. Новые для фауны Беловежской пуши и Беларуси виды стафилинид (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE)	29
Колбас Н.Ю. Антиоксидантная активность антоцианов.....	35
Лундышев Д.С., Богданович И.А. Особенности осенней миграции серого журавля (GRUS GRUS) на территории Республиканского ландшафтного заказника «Ельня».....	46
Николайчук А.М., Вашкевич М.Н. Морфометрические особенности хвои сосны обыкновенной, произрастающей в условиях техногенного загрязнения выбросами предприятий цементной промышленности.....	52
Саваневский Н.К., Саваневская Е.Н., Хомич Г.Е. Низкочастотные колебания параметров кровообращения у девушек с повышенным тонусом кровеносных сосудов нижних конечностей	58
Сатишур В.А., Артемук Е.Г. Влияние различных видов известковых мелиорантов на урожайность зерна ячменя ярового на среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почве	66

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

Волчек А.А., Гречаник А.В. Оценка изменения ветрового режима Гомельской области.....	70
Матвеев А.В., Зерницкая В.П., Нечипоренко Л.А. Основные факторы проявления опасных природных и природно-антропогенных процессов литосферного класса на территории Беларуси	78
Мороз В.А. Мезоструктуры растительного покрова островных лесов агроландшафтов Брестского Полесья	88
Сидорович А.А., Сидорович Т.Н., Хомич А.Ф. Въездной туризм в Беларуси: состояние и перспективы развития	94
Соколов А.С. Антропогенная трансформация природной среды Беларуси: ландшафтные закономерности и районирование.....	106
Толочик И.Л., Мельник В.И. К методике расчета антропогенной нагрузки и классификации экологического состояния бассейнов малых рек Украины.....	118

ПАДЗЕІ, ДАТЫ, ЮБІЛЕІ

Абрамова И.В., Богдасаров М.А., Панько А.Д. К 60-летию со дня рождения К.К. Красовского	126
---	-----



Vesnik

of Brest University

Editor-in-chief:

A.N. Sender

Deputy Editor-in-chief:

S.A. Marzan

International Board:

A.A. Afonin (Russia)

V.A. Nestyarovski (Ukraine)

A. Juvka (Poland)

Editorial Board:

N.S. Stupen

(managing editor)

S.V. Artsemenka

M.A. Bagdasarav

A.M. Vitshanka

A.A. Volchek

V.E. Gajduk

A.L. Gulevich

M.P. Zhigar

A.A. Mahnach

A.V. Matveev

V.V. Saltanav

Y.K. Yalovichava

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

Editorial Office:

224665, Brest,

Boulevard Cosmonauts, 21

tel.: 21-72-07

e-mail: vesnik@brsu.brest.by

Published since December 1997

Series 5

CHEMISTRY

BIOLOGY

SCIENCES ABOUT EARTH

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL

Issued two times a year

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

№ 1 / 2018

According to the Supplement to the order of Supreme Certification Commission of the Republic of Belarus from April 01, 2014 № 94 (as revised by the order of Supreme Certification Commission of the Republic of Belarus from January 16, 2018 № 16) the journal «Vesnik of Brest University. Series 5. Chemistry. Biology. Sciences about Earth» was included to the List of scientific editions of the Republic of Belarus for publication of the results of scientific research in biological, geographical and geological-mineralogical sciences

INDEX

Sender Hanna. «Vesnik of Brest University» is 20 Years.....5

Nonna Stupen. 20 Years is Just the Beginning!.....6

CHEMISTRY

Shorets M.A., Balaeva-Tikhomirova O.M. Enzymatic Activity of Soils
of Regional Centers of the Republic of Belarus.....7

BIOLOGY

Blockaja E.S., Abramova I.V. Population Dynamics of Small Mammals' Communities
in the Secondary Succession of Pine Forests in the South-West of Belarus15

Domas A. Features of Organic Matter of Gley Horizons of Gleysoils in Conditions of Brest Polesye22

Kazulka M. Rove Beetles (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE) New to the Fauna
of Belovezhskaya Pushcha and Belarus29

Kolbas N.Yu. Antioxidant Activity of Anthocyanins35

Lundyshev D.S., Bogdanovich I.A. Features of Gray Crane (GRUS GRUS) Autumn Migration
in National Landscape Reserve «Yelnya» Territory46

Nikolaichuk A.M., Vashkevich M.N. Morphometric Features of Pine Needles Growing
in Conditions of Technogenic Pollution by Emissions from Cement Industry Enterprises52

Savaneuski M.K., Savaneuskaya A.N., Khomich H.E. Low-Frequency Cardiovascular Oscillations
in Females with Increased Resistance of Lower Extremity Blood Vessels.....58

Satsishur V.A., Artsiamuk A.G. Influence of Different Types of Calcareous Ameliorants
on the Grain Yield of Spring Barley on Medium-Acid Sod-Podzolic Sandy Soil66

SCIENCES ON EARTH

Volchak A.A., Grechanik A.V. Assessment of Changes in the Wind Regime of the Gomel Region.....70

Matveyev A.V., Zernitskaya V.P., Nechiporenko L.A. Main Factors of the Development of Dangerous
Natural and Natural-Anthropogenic Processes of the Lithospheric Class on the Territory of the Belarus78

Maroz V.A. Mesostructures of Vegetative Cover of Insular Forests
in Cultivated Lands of Brest Polesye88

Sidorovich A.A., Sidorovich T.N., Khomich A.F. Inbound Tourism in Belarus:
Status and Prospects of Development94

Sokolov A.S. Anthropogenic Transformation of Environment of Belarus:
Landscape Regularities and Zonation106

Tolochyk I.L., Melnyk V.I. On the Methodology of Calculating the Anthropogenic Load
and Classification of Ecological State of the Basins of Small Rivers of Ukraine118

EVENTS, DATES, JUBILEES

Abramova I.V., Bogdasarov M.A., Panko A.D. To the 60th Anniversary of the Birth of K.K. Krasovsky.....126

«ВЕСНІКУ БРЭСЦКАГА ЁНІВЕРСІТЭТА» – 20 ГАДОЎ

Шаноўныя калегі, паважаныя аўтары і чытачы!

Сёлета навукова-тэарэтычны часопіс «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта» адзначае сваё 20-годдзе. Часопіс быў створаны ў снежні 1997 г. згодна з рашэннем Рады ўніверсітэта, а першы нумар «Весніка Брэсцкага ўніверсітэта» выйшаў з друку ў маі 1998 г. У прывітальным слове з нагоды нараджэння новага навуковага выдання Васіль Аляксеевіч Сцепановіч, рэктар Брэсцкага дзяржаўнага ўніверсітэта, адзначаў, што заснаванне навуковага часопіса – «гэта яшчэ адзін крок у станаўленні нашай навучальнай установы ў якасці ўніверсітэта... сведчанне прызнання тых навукова-педагагічных школ, якія склаліся... і тых, якія знаходзяцца ў станаўленні... сведчанне сталасці навукова-педагагічных работнікаў... і новая магчымасць для маладых даследчыкаў... давесці вынікі сваіх навуковых пошукаў да патрабавальнага чытача». І сёння мы бачым, што тыя ідэі, тыя спадзяванні цалкам спраўдзіліся: наш часопіс займае годнае і пачэснае месца ў шэрагу навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь.

Развіваўся наш універсітэт – сталаў наш часопіс. У першыя чатыры гады свайго існавання (1998–2002) «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта» – гэта выданне фармату В5 аб’ёмам да 100 старонак і з перыядычнасцю выхаду адзін раз на два месяцы. На старонках часопіса друкаваліся артыкулы розных навуковых накірункаў. З 2003 г. часопіс «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта» быў падзелены на дзве серыі – «Серыя гуманітарных і грамадскіх навук» і «Серыя прыродазнаўчых навук». У 2005 г. з «Серыі гуманітарных і грамадскіх навук» была вылучана і пачала асобна выдавацца «Серыя філалагічных навук». У 2009 г. было прынята рашэнне аб рэарганізацыі часопіса: змены былі абумоўлены як пашырэннем навуковай працы ва ўніверсітэце, так і патрабаваннямі Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь да часопісаў, якія прэтэндуюць на ўключэнне ў Пералік навуковых выданняў для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў. Такім чынам, была створана рэдакцыя часопіса «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта», і з сакавіка 2010 г. часопіс выдаецца ў пяці серыях: Серыя 1. Філасофія. Паліталогія. Сацыялогія; Серыя 2. Гісторыя. Эканоміка. Права; Серыя 3. Філалогія. Педагогіка. Псіхалогія; Серыя 4. Фізіка. Матэматыка; Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі.

За два дзесяцігоддзі на старонках «Весніка Брэсцкага ўніверсітэта» было апублікавана каля 2 850 матэрыялаў (навуковых артыкулаў, паведамленняў, рэцэнзій) (больш за 450 з іх на беларускай мове). Сярод нашых аўтараў не толькі айчынныя навукоўцы з розных навучальных і акадэмічных устаноў Беларусі, але і вучоныя з Азербайджана, Арменіі, Германіі, ЗША, Казахстана, Кітая, Літвы, Сірыі, Славакіі, Паўднёвай Карэі, Польшчы, Расіі, Украіны.

Часопіс «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта» ўключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па філасофскіх, палітычных, сацыялагічных, гістарычных, эканамічных, юрыдычных, філалагічных, педагагічных, псіхалагічных, фізіка-матэматычных (фізіка), біялагічных, геаграфічных і геалага-мінералагічных навук. Таму запрашаю да супрацоўніцтва даследчыкаў як Берасцейшчыны, так і ўсёй Беларусі і нашых замежных партнёраў.

Спадзяюся, што навуковыя публікацыі нашага часопіса будуць заставацца на высокім узроўні, а тэматыка іх будзе актуальнай па ўсіх галінах даследаванняў. У развіцці часопіса ёсць новыя арыенціры і перспектывы. Упэўнена, што кожны: і даследчык-тэарэтык, і практык, і аспірант, і студэнт – знойдзе на старонках часопіса «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта» неабходныя яму матэрыялы, разважанні, ідэі!

Віншую сённяшніх і будучых аўтараў і чытачоў з дваццацігоддзем нашага выдання!



Ганна Сендзер,
галоўны рэдактар,
рэктар Брэсцкага дзяржаўнага
ўніверсітэта імя А.С. Пушкіна

20 ЛЕТ – ЭТО ТОЛЬКО НАЧАЛО!

Уважаемые авторы и читатели!

От всей души поздравляю с юбилеем коллектив редакционной коллегии, авторов и читателей научно-теоретического журнала «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі»! В январе 2018 г. нам исполнилось двадцать лет. Встречая новый год в жизни научно-теоретического журнала, коллектив редакционной коллегии, наши постоянные авторы могут с удовлетворением оглянуться и подвести некоторые итоги первых 20 лет существования журнала. Для периодического издания это не очень большой срок, но за это время журнал менялся, развивался, мужал. Менялись объем и название издания, полиграфическое исполнение, время вносило свои коррективы в жизнь журнала, но неизменной оставалась главная идея и цель его создания – презентация научной общественности, специалистам, руководителям, педагогам высшей школы актуальных научно-аналитических материалов по заявленным направлениям. Мы охотно предоставляли свои страницы как маститым ученым, так и молодым, начинающим исследователям, как преподавателям вузов, так и магистрантам, студентам. Надеемся, что так будет и впредь.

Естественный цикл наук вначале не был представлен самостоятельной серией журнала. В 1998–2002 гг. «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта» публиковал статьи сотрудников и аспирантов в основном нашего университета. В 2003 г. появилась специализированная «Серия прирорознаўчых навук», которая включала в себя публикации по основным направлениям естествознания: математике, физике, химии, биологии, науках о земле. На страницах «Весніка» появляются статьи ведущих специалистов в области естествознания из Республики Беларусь, России, Украины, Польши. С 2007 г. журнал был включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по биологическим, географическим и геолого-минералогическим наукам. В 2010 г. «Серия прирорознаўчых навук» была поделена на две серии – «Серия 4. Фізіка. Матэматыка» и «Серия 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі».

Пользуясь случаем, хочу выразить благодарность всем авторам нашего журнала, статьи которых обеспечивают его высокий научный уровень. В числе постоянных авторов мы рады видеть ведущих ученых, среди которых А.В. Матвеев (доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик НАН Беларуси), А.А. Махнач (доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик НАН Беларуси), М.А. Богдасаров (доктор геолого-минералогических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси), К.К. Красовский (доктор географических наук, профессор), А.А. Волчек (доктор географических наук, профессор), В.Е. Гайдук (доктор биологических наук, профессор), Я.К. Еловичева (доктор географических наук), С.В. Панько (доктор медицинских наук, профессор). Следует особо отметить плодотворные научные контакты журнала с Полесским аграрно-экологическим институтом НАН Беларуси, сотрудники которого активно освещают на страницах журнала результаты своих исследований, актуальные проблемы Белорусского Полесья и пути их решения. Журнал также активно сотрудничает с учеными ведущих вузов ближнего зарубежья.

Редакционная коллегия будет прилагать все усилия для повышения научного уровня журнала, актуальности и востребованности публикуемых в нем материалов.

*Нонна Ступень,
ответственный редактор журнала
«Веснік Брэсцкага ўніверсітэта.
Серия 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі»,
кандидат технических наук, доцент*

УДК 631.412:577.151(476)

М.А. Шорец¹, О.М. Балаева-Тихомирова²

¹магистрант биологического факультета

Витебского государственного университета имени П.М. Машерова

²канд. биол. наук, доц., зав. каф. химии

Витебского государственного университета имени П.М. Машерова

e-mail: margarita-shorec@mail.ru¹

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ОБЛАСТНЫХ ЦЕНТРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Почвенные биосистемы в городах подвергаются существенным структурным преобразованиям, и это выражается прежде всего в перераспределении биологической активности в пределах почвенного профиля. В этой связи особое внимание следует обратить на один из показателей биохимических свойств почвы – ферментативную активность. В статье проанализирована активность ферментов почвы: каталазы, уреазы, инвертазы и протеазы – в почвенном покрове областных городов Республики Беларусь (Витебске, Могилеве и Минске). В каждом из городов исследованы три типа зон: прибрежная зона водоемов, центральная часть города и парковая зона. В ходе исследования использовали спектрофотометрический и титриметрический методы определения активности ферментов. Полученные данные сопоставлены со сравнительной шкалой активности ферментов почвы.

Введение

Биохимический гомеостаз почвы поддерживается ферментами [1]. Почвы характеризуются неоднородностью состава, но основные компоненты остаются стабильными: содержание органического вещества (гумуса, полисахаридов, аминокислот, витаминов), подвижных форм элементов и кислотность. Внесение органических и минеральных удобрений, пестицидов, промышленных и сельскохозяйственных отходов изменяет биохимическое равновесие почв. Почва с большим числом микроорганизмов, обладающая высокой ферментативной активностью и буферностью, способна восстанавливать равновесие [2]. Ферменты в почве характеризуются высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям (повышенная влажность, антибиотические препараты, пестициды, тяжелые металлы). Функция ферментов при этом заключается в стабилизации метаболизма в почве, когда жизнедеятельность микроорганизмов подавляется [3].

Наиболее информативными и достоверными отработанными методами, характеризующими состояние почв, являются методы определения протеазы, уреазы и каталазы [4].

Активность почвенных ферментов используется как диагностический критерий почвенного плодородия, а изменение ферментативной активности сигнализирует об антропогенном воздействии [5]. Ферменты демонстрируют высокую устойчивость при длительном хранении; этот факт, а также низкая ошибка опытов способствуют применению параметров ферментативной активности как диагностического показателя состояния почвы [6].

Цель работы – исследовать активность почвенных ферментов в почвах с различной антропогенной нагрузкой в городах Республики Беларусь (Витебск, Могилев, Минск).

Материал и методы исследований

Почвы отбирали в городах Витебске, Могилеве и Минске; в каждом из мест было взято по три пробы в трех зонах: прибрежной зоне водоема, центре населенного пункта и парковой зоне (таблица 1).

Пробы почв отбирали в сентябре–октябре. Верхний растительный слой почвы снимали и на глубине 20 см отбирали опытную пробу, помещали в стеклянный сосуд с притертой крышкой. Пробы почвы в каждой из зон отбирали на расстоянии 10 м друг от друга. Анализ почвы проводили в течение трех недель с момента сбора проб, чтобы избежать нарушения почвенного состава.

Таблица 1. – Модель эксперимента

Город	Место отбора проб почвы		
	Прибрежная зона водоема	Центр населенного пункта	Парковая зона
Витебск	р. Западная Двина	Пл. Свободы	Парк им. Фрунзе
Могилев	р. Днепр	ул. Ленинская	Парк культуры и отдыха им. М. Горького
Минск	р. Свислочь	Пр-т Независимости	Лошицкий парк

Почвы исследовали по типу (таблица 2).

Таблица 2. – Типы почв в местах отбора проб

Город	Место отбора проб почвы		
	Прибрежная зона водоема	Центр населенного пункта	Парковая зона
Витебск	несвязный песок	дерновоподзолистая, среднесуглинистая, слабогумусная	дерновоподзолистая, супесчаная, слабогумусная, среднесуглинистая
Могилев	дерновоглеевая, среднегумусная	дерновоподзолистая, супесчаная, среднегумусная	дерновоподзолистая, супесчаная, среднегумусная
Минск	дерновоподзолистая, супесчаная, легкосуглинистая	дерновоподзолистая, легкосуглинистая, слабогумусная	дерновоподзолистая, легкосуглинистая,

Каталазную активность почвы определяли титриметрическим методом на основании измерения количества неразложившейся перекиси с образованием окрашенных комплексов [7]. Определение активности уреазы почвы проводилось спектрофотометрическим методом, основанным на учете количества аммиака, образующегося при гидролизе карбамида [8]. Спектрофотометрическое определение активности протеазы основано на учете количества аминокислот, образующихся при протеолизе внесенных в почву белков, путем связывания их в окрашенные комплексы. Активность инвертазы определяли спектрофотометрическим методом, который основан на изменении оптических свойств раствора сахарозы при воздействии фермента [9].

По завершении опыта были сопоставлены полученные результаты у групп между собой и с данными литературы по средней активности фермента.

Средняя активность каталазы 3–10 см³ O₂ на г за 1 мин, уреазы 10–30 мг NH₃ на 10 г за 24 ч, протеазы 1–2 мг альбумина на 10 г за 24 ч, инвертазы 15–50 мг глюкоза г/сут [10].

Математическую обработку полученных результатов проводили методами параметрической и непараметрической статистики с использованием пакета статистических программ Microsoft Excel 2010, STATISTICA 6.0.

Результаты исследований

При исследовании почв с различной антропогенной нагрузкой была определена активность почвенных ферментов, оказывающих воздействие на показатели эколого-функционального состояния почвы.

Изучение каталазной активности почв выявило следующие закономерности (таблица 3).

Таблица 3. – Активность каталазы, см³O₂/г за 1 мин ($M \pm m$)

Город	Прибрежная зона водоема	Центр города	Парк
Витебск	2,62 ± 0,08 ²⁻¹⁰	7,23 ± 0,14 ^{1,3-10}	5,43 ± 0,08 ^{1,2,4-10}
Могилев	2,72 ± 0,01 ^{1-3,5-10}	4,23 ± 0,01 ^{1-4,6-10}	5,19 ± 0,01 ^{1-5,7-10}
Минск	1,81 ± 0,02 ^{1-6,8-10}	5,28 ± 0,05 ^{1-7,9,10}	2,09 ± 0,02 ^{1-8,10}

Примечание. – ¹P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Витебске; ²P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Витебска; ³P < 0,05 по сравнению с почвой из парка в г. Витебске; ⁴P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Могилеве; ⁵P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Могилева; ⁶P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Могилева; ⁷P < 0,05 по сравнению с почвой взятой возле водоема в г. Минске; ⁸P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Минска; ⁹P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Минска; ¹⁰P < 0,05 по сравнению с ПДК.

В г. Витебске наибольшая активность каталазы установлена в центральной части города, а наименьшая – в прибрежной зоне водоема; значения отличаются между собой в 2,7 раза. Значения в центральной зоне города отличаются от парковой зоны в 1,3 раза.

В г. Могилеве наибольшая и наименьшая активность каталазы установлена в парковой зоне и прибрежной зоне водоема соответственно; значения отличаются между собой в 1,9 раза. Отличия между парковой и центральной зоной незначительны.

В г. Минске наибольшая каталазная активность установлена в центре города, а наименьшая – в прибрежной зоне; значения отличаются между собой в 2,9 раза. Значения в центре города и парке отличаются в 2,5 раза.

Наибольшая каталазная активность в прибрежной зоне водоема установлена в г. Могилеве, а наименьшая – в г. Минске; значения отличаются между собой в 1,5 раза. Отличия между г. Могилевом и г. Витебском незначительны.

В центральной зоне городов наибольшая и наименьшая активность каталазы выявлена в г. Витебске и г. Могилеве соответственно; значения отличаются между собой в 1,7 раза. Значение в г. Витебске превышает значение в г. Минске в 1,3 раза.

Наибольшая каталазная активность в парковой зоне установлена в г. Витебске, а наименьшая – в г. Минске; значения отличаются между собой в 2,5 раза. Отличия между г. Витебском и г. Могилевом незначительны.

Сравнивая полученные данные со средней активностью фермента, мы установили слабую активность каталазы в прибрежной зоне всех исследуемых нами городов и парковой зоне г. Минска; во всех остальных местах активность каталазы средняя.

Наименьшая каталазная активность отмечена в почвах г. Минска, это связано с тем, что столица Республики Беларусь – самый крупный город страны, в котором антропогенная нагрузка на почву выше, чем в остальных городах. Фермент каталаза проявляет достаточно высокую чувствительность к воздействиям антропогенного характера, и явление ингибирования данного фермента из-за антропогенного влияния позволяет применять каталазную активность при диагностике такого рода воздействий.

Исследование протеазной активности почв установило следующие закономерности (таблица 4).

Таблица 4. – Активность протеазы, мг альбумина / 10 г за 24 ч ($M \pm m$)

Город	Прибрежная зона водоема	Центр города	Парк
Витебск	$1,53 \pm 0,01$ ²⁻¹⁰	$1,26 \pm 0,02$ ^{1,3-10}	$0,80 \pm 0,01$ ^{1,2,4-10}
Могилев	$1,23 \pm 0,01$ ^{1-3,5-10}	$1,02 \pm 0,01$ ^{1-4,6-10}	$0,79 \pm 0,01$ ^{1-5,7-10}
Минск	$1,06 \pm 0,01$ ^{1-6,8-10}	$1,05 \pm 0,01$ ^{1-7,9,10}	$0,65 \pm 0,02$ ^{1-8,10}

Примечание. – ¹P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Витебске; ²P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Витебска; ³P < 0,05 по сравнению с почвой из парка в г. Витебске; ⁴P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Могилеве; ⁵P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Могилева; ⁶P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Могилева; ⁷P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Минске; ⁸P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Минска; ⁹P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Минска; ¹⁰P < 0,05 по сравнению с ПДК.

В г. Витебске наибольшая и наименьшая протеазная активность установлена в прибрежной зоне и парке соответственно; значения отличаются между собой в 1,9 раза. Отличия между прибрежной зоной водоема и центральной зоной незначительны.

В г. Могилеве наибольшая активность фермента установлена в прибрежной зоне водоема, а наименьшая – в парке; значения отличаются в 1,5 раза. Отличия между прибрежной зоной и центральной частью города незначительны.

В г. Минске наибольшая протеазная активность наблюдается в прибрежной зоне водоема, в наименьшая – в парковой зоне города; значения отличаются между собой в 1,6 раза. Отличия между прибрежной зоной водоема и центральной частью города незначительны. Наибольшая протеазная активность в прибрежной зоне водоема установлена в г. Витебске, а наименьшая в г. Минске; значения отличаются между собой в 1,4 раза. Отличия между г. Витебском и г. Могилевом незначительны.

В центральной части городов наибольшая и наименьшая активность протеазы установлена в г. Витебске и г. Могилеве соответственно; отличия между данными незначительны. Значения между г. Витебском и г. Минском не имеют существенных отличий. Наибольшая активность протеазы в парковой зоне городов установлена в г. Витебске, а наименьшая – в г. Минске; отличия между данными незначительны. Значения между г. Витебском и г. Могилевом не имеют существенных отличий. Сравнивая полученные данные со средней активностью протеазы, мы установили, что в парковой зоне городов активность фермента слабая, во всех остальных зонах активность протеазы средняя. Слабая активность фермента связана с малой численностью и низкой активностью почвенных микроорганизмов в результате загрязнения почв сточными водами, выхлопами автотранспорта, атмосферными выбросами промышленных предприятий и др.

Изучение активности уреазы выявило следующие закономерности (таблица 5).

Таблица 5. – Активность уреазы, мг NH₃ / 10 г за 24 ч ($M \pm m$)

Город	Прибрежная зона водоема	Центр города	Парк
Витебск	$105,01 \pm 0,34$ ²⁻¹⁰	$80,90 \pm 0,05$ ^{1,3-10}	$90,93 \pm 0,08$ ^{1,2,4-10}
Могилев	$83,51 \pm 0,01$ ^{1-3,5-10}	$79,29 \pm 0,01$ ^{1-4,6-10}	$58,19 \pm 0,01$ ^{1-5,7-10}
Минск	$106,03 \pm 0,36$ ^{1-6,8-10}	$113,50 \pm 0,82$ ^{1-7,9,10}	$90,52 \pm 0,17$ ^{1-8,10}

Примечание. – ¹P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Витебске; ²P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Витебска; ³P < 0,05 по сравнению с почвой из парка в г. Витебске; ⁴P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Могилеве; ⁵P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Могилева; ⁶P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Могилева; ⁷P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Минске; ⁸P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Минска; ⁹P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Минска; ¹⁰P < 0,05 по сравнению с ПДК.

В г. Витебске наибольшая уреазная активность установлена в прибрежной зоне водоема, а наименьшая – в центре города; значения отличаются между собой в 1,3 раза. Отличия между прибрежной зоной водоема и парковой частью города незначительны.

В г. Могилеве наибольшая и наименьшая активность фермента установлена в почве прибрежной зоны водоема и парковой зоне соответственно; значения отличаются между собой в 1,4 раза. Отличия между прибрежной зоной водоема и центральной зоной города незначительны.

В г. Минске наибольшая активность уреазы установлена в центре города, а наименьшая – в парке; отличия между зонами незначительны. Данные между центральной частью города и прибрежной зоной водоема не имеют существенных отличий.

В прибрежной зоне водоема наибольшая активность уреазы установлена в г. Минске, а наименьшая в г. Могилеве; отличия между данными незначительны. Значения между г. Витебском и г. Минском не имеют существенных отличий.

В центральной зоне городов наибольшая и наименьшая активность фермента установлена в г. Минске и г. Могилеве соответственно; значения отличаются между собой в 1,4 раза. Значение в г. Минске отличается от значения в г. Витебске в 1,4 раза.

В парковой зоне городов наибольшая уреазная активность установлена в г. Витебске, а наименьшая в г. Могилеве; значения отличаются между собой в 1,5 раза. Значения между г. Витебском и г. Минском не имеют существенных отличий.

Сравнив полученные данные со средней активностью фермента, мы установили, что в парковой зоне г. Витебска и г. Минска и центральной зоне г. Минска уреазная активность очень высокая; во всех остальных зонах активность уреазы высокая.

Такая высокая активность фермента обусловлена тем, что уреазную активность стимулирует концентрация тяжелых металлов в почве выше фоновых значений.

Таблица 6. – Активность инвертазы, мг $C_6H_{12}O_6$ / г/за 24 ч ($M \pm m$)

Город	Прибрежная зона водоема	Центр города	Парк
Витебск	19,71 ± 0,84 ^{2,4,8-10}	15,86 ± 0,98 ^{3,6-10}	26,13 ± 0,47 ^{1,2,4,5,10}
Могилев	12,76 ± 0,38 ^{1,3,6-10}	14,31 ± 0,77 ^{1,3,6-10}	22,49 ± 0,88 ^{2,4,5,8-10}
Минск	24,23 ± 0,75 ^{1,2,4,5,8-10}	30,47 ± 0,49 ^{1-7,10}	36,72 ± 1,02 ^{1-7,10}

Примечание. – ¹P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Витебске; ²P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Витебска; ³P < 0,05 по сравнению с почвой из парка в г. Витебске; ⁴P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Могилеве; ⁵P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Могилева; ⁶P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Могилева; ⁷P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Минске; ⁸P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Минска; ⁹P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Минска; ¹⁰P < 0,05 по сравнению с ПДК.

В г. Витебска наибольшая активность инвертазы в парковой зоне, наименьшая – в центре города; значения в почвах между зонами отличаются в 1,6 раза; значения в почвах парковой зоны и прибрежной зоны водоема отличаются между собой в 1,3 раза.

В г. Могилеве наибольшая активность инвертазы в парковой зоне, наименьшая – в прибрежной зоне водоема; значения в почвах между зонами отличаются в 1,8 раза. Значения в почвах парковой зоны и центральной зоны города отличаются между собой в 1,6 раза.

В г. Минске наибольшая активность инвертазы в парковой зоне, наименьшая – в прибрежной зоне водоема; значения в почвах между зонами отличаются в 1,5 раза. Значения в почвах парковой зоны и центральной зоны города отличаются между собой в 1,2 раза.

В прибрежной зоне водоема наибольшая активность протеазы в г. Минске, а наименьшая – в г. Могилеве; данные отличаются между собой в 1,9 раза. Отличие в значениях между г. Минском и г. Витебском составляют 1,2 раза.

В центральной зоне города наибольшая и наименьшая активность инвертазы установлена в г. Минске и г. Могилеве соответственно; отличие между данными составляет 2,1 раза. Данные между г. Минском и г. Витебском отличаются в 1,9 раза.

В парковой зоне городов наибольшая активность инвертазы в г. Минске, а наименьшая – в г. Могилеве; отличие между данными составляет 1,6 раза. Данные между г. Минском и г. Витебском отличаются в 1,4 раза.

Сравнив полученные данные со средней активностью фермента, мы установили слабую активность фермента в прибрежной зоне водоема и центральной части г. Могилева; во всех остальных зонах значения в пределах средней активности фермента.

Таблица 7. – Сравнительная экологическая характеристика активности ферментов в почве ($M \pm m$)

Фермент	Город	Прибрежная зона водоема	Центр города	Парк
Каталаза	Витебск	2,62 ± 0,08	7,23 ± 0,14	5,43 ± 0,08
	Могилев	2,72 ± 0,01	4,23 ± 0,01	5,19 ± 0,01
	Минск	1,81 ± 0,02	5,28 ± 0,05	2,09 ± 0,02
Протеаза	Витебск	1,53 ± 0,01	1,26 ± 0,02	0,80 ± 0,01
	Могилев	1,23 ± 0,01	1,02 ± 0,01	0,79 ± 0,01
	Минск	1,06 ± 0,01	1,05 ± 0,01	0,65 ± 0,02
Уреаза	Витебск	105,01 ± 0,34	80,90 ± 0,05	90,93 ± 0,08
	Могилев	83,51 ± 0,01	79,29 ± 0,01	58,19 ± 0,01
	Минск	106,03 ± 0,36	113,50 ± 0,82	90,52 ± 0,17
Инвертаза	Витебск	19,71 ± 0,84	15,86 ± 0,98	26,13 ± 0,47
	Могилев	12,76 ± 0,38	14,31 ± 0,77	22,49 ± 0,88
	Минск	24,23 ± 0,75	30,47 ± 0,49	36,72 ± 1,02

В г. Витебске наибольшая протеазная и уреазная активность установлена в почве прибрежной зоны водоема; наибольшая каталазная активность выявлена в центральной части города; наибольшая инвертазная активность выявлена в парковой зоне города. Наименьшая активность каталазы получена в почве прибрежной зоны водоема, протеазы – в парковой зоне города, а уреазы и инвертазы – в центре города.

В г. Могилеве наибольшая протеазная и уреазная активность установлена в почве прибрежной зоны водоема, а наибольшая каталазная и инвертазная активность выявлена в парковой зоне города. Наименьшая активность ферментов каталазы и инвертазы выявлена в почве прибрежной зоны водоема, протеазы и уреазы – в парковой зоне города.

В г. Минске наибольшая протеазная и уреазная активность установлена в почве прибрежной зоны водоема; наибольшая каталазная активность выявлена в центральной части города; наибольшая активность инвертазы – в парковой зоне. Наименьшая активность каталазы и инвертазы получена в почве прибрежной зоны водоема, протеазы и уреазы – в парковой зоне города.

Таблица 8. – Соотношение активности ферментов в исследуемых образцах почв со средней активностью фермента в почвах

Фермент	Город	Прибрежная зона водоема	Центр города	Парк
Каталаза	Витебск	↓1,14*	→	→
	Могилев	↓1,10*	→	→
	Минск	↓1,65*	→	↓1,43*
Протеаза	Витебск	→	→	↓1,25*
	Могилев	→	→	↓1,26*
	Минск	→	→	↓1,50*
Уреаза	Витебск	↑3,50*	↑2,69*	↑3,03*
	Могилев	↑2,78*	↑2,64*	↑1,93*
	Минск	↑3,53*	↑3,78*	↑3,02*
Инвертаза	Витебск	→	→	→
	Могилев	↓1,17	↓1,04	→
	Минск	→	→	→

Примечание. – $P^* < 0,05$ по сравнению со средней активностью фермента (↓ во столько раз меньше, ↑ во столько раз больше); → – данные в пределах значения средней активности фермента.

В г. Витебске средняя активность каталазы установлена в центре города и парке, протеазы – в почве прибрежной зоны водоема и центре года. Слабая каталазная активность установлена в почве прибрежной зоны водоема, а слабая протеазная активность – в парке. Уреазная активность во всех трех зонах г. Витебска выше среднего значения. Активность инвертазы во всех исследуемых нами зонах г. Витебска средняя.

В г. Могилеве средняя активность каталазы установлена в центре города и парке, протеазы – в почве прибрежной зоны водоема и центре города. Слабая каталазная активность установлена в почве прибрежной зоны водоема, а слабая протеазная активность – в парке. Уреазная активность во всех трех зонах г. Могилева выше среднего значения. Активность инвертазы в парковой зоне средняя, в прибрежной зоне водоема и центральной части города – слабая.

В г. Минске средняя активность каталазы установлена в центре города, протеазы – в почве прибрежной зоны водоема и центре города. Слабая каталазная активность установлена в почве прибрежной зоны водоема и парке, а слабая протеазная активность – в парке. Уреазная активность во всех трех зонах г. Минска выше среднего значения. Активность инвертазы во всех исследуемых нами зонах г. Минска средняя.

Заключение

Наибольшая активность каталазы и протеазы в почвенном покрове установлена в г. Витебске, а наименьшая – в г. Минске.

Наибольшая активность уреазы выявлена в почвах г. Минска, а наименьшая – г. Могилева.

Наибольшая активность инвертазы выявлена в почвах г. Минска, а наименьшая – г. Могилева.

Низкая активность ферментов каталазы и протеазы обусловлена загрязнением почв областных городов (в результате выбросов промышленных предприятий, сброса сточных вод, выхлопов от автомобильного транспорта и др.). Высокая активность уреазы обусловлена тем, что загрязнение почвенного покрова стимулирует уреазную активность. Активность инвертазы тесно связана с содержанием органического вещества [11] и деятельностью почвенной микрофлоры [12], причем эта зависимость носит характер прямой пропорциональности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев [и др.]. – М. : Изд-во МГУ, 1980. – С. 224.
2. Organic matter components, aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years / R. Albiach [et al.] // *Bioresource Technology*. – 2001. – Vol. 77, № 2. – P. 109–114.
3. Гельцер, Ю. Г. Биологическая диагностика почв / Ю. Г. Гельцер. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 80 с.
4. Прунтова, О. В. Курс лекций по общей микробиологии и основам вирусологии : в 2 ч. / О. В. Прунтова, О. Н. Сахно, М. А. Мазиров. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – Ч. 1. – 192 с.
5. Приваленко, В. В. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области : в 2 т. / В. В. Приваленко, О. С. Безуглова. – Ростов н/Д : Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – Т. 1 : Экология города Ростова-на-Дону. – С. 182–240.
6. Вальков, В. Ф. Почвоведение : учеб. для вузов / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – М. : Март, 2004. – 496 с.
7. Фомина, Н. В. Микробиологическая характеристика почв рекреационных зон г. Красноярска / Н. В. Фомина // Проблемы современной аграрной науки : материалы Междунар. заоч. науч. конф. – Красноярск, 2012. – С. 9–11.
8. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 471 с.
9. Воробьева, Л. А. Химический анализ почв / Л. А. Воробьева. – М. : МГУ, 1998. – 273 с.
10. Федорец, Н. Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н. Г. Федорец, М. В. Медведева. – Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2009. – 84 с.
11. Купревич, В. Ф. Биологическая активность и методы ее определения / В. Ф. Купревич. – Минск : Наука и техника, 1974. – 193 с.
12. Пейве, Я. В. Биохимия почв / Я. В. Пейве. – М. : Сельхозгиз, 1961. – 422 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 20.01.2018

Shorets M.A., Balaeva-Tikhomirova O.M. Enzymatic Activity of Soils of Regional Centers of the Republic of Belarus

Soil biosystems in cities undergo significant structural changes, and this is expressed, first of all, in the redistribution of biological activity within the soil profile. In this regard, particular attention should be paid to one of the indicators of the biochemical properties of the soil – enzymatic activity. The activity of soil enzymes – catalase, urease, invertase and protease in the soil cover of the regional cities of the Republic of Belarus (Vitebsk, Mogilev and Minsk) is analyzed in the article. In each of the cities, three types of zones are investigated: the coastal zone of water bodies, the central part of the city and the park zone. In the course of the study, spectrophotometric and titrimetric methods for the determination of enzyme activity were used. The data obtained are compared with the comparative scale of activity of soil enzymes.

Е.С. Блоцкая¹, И.В. Абрамова²

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

²канд. биол. наук, доц., декан географического факультета
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина
e-mail: medicine@brsu.brest.by¹; iva.abramova@gmail.com²

ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ХОДЕ ВТОРИЧНОЙ СУКЦЕССИИ СОСНОВОГО ЛЕСА В ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ

*На основе многолетних исследований изучена сукцессия мелких млекопитающих на месте вырубленного соснового леса юго-западной Беларуси (от вырубки до формирования спелого древостоя). Выделено 6 стадий сукцессий. Смена доминирующих видов мелких млекопитающих: *Microtus arvalis*, *Apodemus agrarius*, *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus flavicollis* и др. – протекает параллельно с закономерной сменой доминирующих видов растений.*

Введение

Сукцессии животных в лесных экосистемах обусловлены в основном последовательной сменой растительных сообществ. Ведущую роль в сукцессионных изменениях экосистем играют растения, млекопитающие и другие животные – второстепенную. Основной причиной смены растительных сообществ в настоящее время является лесохозяйственная и рекреационная деятельность человека, мелиорация прилегающих к лесам сельхозугодий и др.

Общим закономерностям сукцессий растений и животных посвящены многие работы, обобщенные в монографиях [1–3], в учебниках и учебных пособиях [4–6]. За последние 60 лет был опубликован ряд работ по сукцессиям млекопитающих [7–12].

А.В. Истомин [10] установил, что активная сукцессионная динамика лесов приводит к усложнению популяционных систем пионерных видов грызунов, которые формируют на ранних стадиях демутаций довольно многочисленные эфемерные группировки. Цикл колонизации полевки-экономки реализуется в течение 5–7 лет. Популяционная динамика отдельных группировок достаточно независима, а фенетическая структура специфична.

Ю.П. Курхинен и Э.В. Ивантер проследили ход вторичной сукцессии биоценологических группировок мелких млекопитающих после рубки сосновых лесов Восточной Финноскандии за 120 лет. Установлено, что в течение первых 7–8 лет после сплошной рубки сосновых лесов доминирует обыкновенная бурозубка и темная полевка. Рыжая полевка абсолютно доминирует в составе уловов мышевидных грызунов, темная – на вырубке [8]. В работе Л.Е. Лукьяновой [9] рассмотрены результаты изучения пространственно-временной структуры населения лесных полевок на территории Висемского заповедника Среднего Урала в ходе катастрофических сукцессий, вызванных воздействием ветровала и пожара. Выявлены особенности динамики структуры населения полевок, которые обусловлены различиями в реакции экологически близких видов на естественную дестабилизацию среды.

Нами была изучена динамика населения мелких млекопитающих в ходе вторичной сукцессии широколиственно-сосновых [13] и еловых [14] лесов в юго-западной Беларуси. Выделено 6 стадий сукцессий. Показано, что смена доминирующих видов (обыкновенная полевка, полевая мышь, желтогорлая мышь, рыжая полевка, обыкно-

венная бурозубка и др.) протекает параллельно с закономерной сменой доминирующих видов растений.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в сосновых лесах юго-западной Беларуси. Эти леса занимают более половины всей лесопокрытой площади лесов Беларуси (50,5 %) и региона (52,1 %). В формацию сосновых лесов входят 13 коренных типов леса. Мы проводили исследования в сосняке мшистом (*Pinetum pleuroziosum*), который является наиболее широко распространенным типом леса Беларуси (42,0 %) и региона (42,3 %). Этот тип леса занимает слегка повышенные, ровные или волнистые местоположения. Произрастает на дерново-подзолистых песчаных, иногда легкосупесчаных свежих почвах. Состав древостоя 7–10 С до 3 ЕБ(б)Ос, иногда дуба [15].

Материал для данной работы был собран авторами в июне–августе 1982–2017 гг. в экосистемах, находящихся на различных стадиях сукцессий, в Брестском лесхозе (Томашовское, Домачевское и Меднянское лесничества), в Ивацевичском лесхозе (Ивацевичское и Бронно-Горское лесничества) и НП «Беловежская пуца» (1972–1981 гг.). При отлове мелких млекопитающих применяли общепринятые методы полевых и камеральных исследований. В каждой серии сукцессионного ряда исследования проводились не менее 5 раз. Всего отработано 30 тыс. ловушко-суток (лс), общее количество добытых мелких млекопитающих при помощи ловушек Геро превышает 2 тыс. особей. Определение типов леса производилось по геоботанической классификации [15]. В статье использованы некоторые сведения из монографии [16].

Сходство видового состава сообществ оценивали с помощью коэффициента Жакара, который принимает значения от 0 до 100 % (отсутствие сходства – полное сходство):

$$K_i = \frac{c}{a + b - c} \times 100\% ,$$

где a и b – количество видов, обнаруженных в каждой из сравниваемых экосистем, c – количество общих для них видов.

При изучении вторичной сукцессии на месте вырубленного соснового леса нами, как и другими исследователями [2; 3; 7–10], принято, что ход сукцессии могут отражать ряды сообществ, существующие в настоящее время, но соответствующие разным периодам времени, прошедших с ее начала.

В сборе материала оказывали помощь сотрудники кафедры зоологии и генетики, студенты биологического и географического факультетов Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина в период прохождения полевой практики по зоологии позвоночных и экологии животных, а также при выполнении индивидуальных и курсовых работ.

Результаты исследования и их обсуждение

В Беларуси в настоящее время известно 82 вида млекопитающих [17]. На территории юго-западной Беларуси зарегистрирован 71 вид млекопитающих, в том числе 26 наземных мелких видов [16]. Мелкие млекопитающие землеройки и мышевидные грызуны являются хорошими объектами при изучении экологии видов, в том числе и сукцессий. Многие из них занимают обширные ареалы, имеют высокую численность, являются основными потребителями животных и растений в экосистемах, имеют большое практическое значение [16; 17].

В данной работе рассматривается европейская мышь (*Apodemus sylvaticus*). До недавнего времени под названием *A. sylvaticus* рассматривалась сборная группа из подрода *Sylvaneus*, в которую входили в качестве подвида номинальная форма *A.s. sylvaticus* и *A.s. urolensis*. В настоящее время эти формы принято считать самостоятельными видами. Особенности морфологии и экологии этих видов в Беларуси и регионе изучены недостаточно [16; 17].

Сукцессия населения мелких млекопитающих протекает параллельно с закономерной сменой доминирующих видов растений. На месте спелого леса с его сложной многоярусной структурой возникают открытые территории, непригодные для жизни многих млекопитающих. В Беларуси и регионе на месте сплошных рубок в последние десятилетия обычно производятся посадки той лесной культуры, которая была преобладающей до сведения леса.

Всего на разных стадиях сукцессии сосновых лесов было зарегистрировано 10 видов мелких млекопитающих (3 вида отряда насекомоядные и 7 видов отряда грызуны), из которых 4 вида встречаются в экосистемах на всех стадиях вторичной сукцессии: обыкновенная и малая бурозубки, желтогорлая мышь и рыжая полевка (таблица 1).

Таблица 1. – Динамика населения мелких млекопитающих в ходе вторичной сукцессии соснового леса, ос./100 лс

Вид		Доминирующая растительность					
		Разно- травье	Молодые посадки сосны	Посадки сосны	Жерд- няки	Лес из сосны	Спелый лес из сосны
		Возраст сукцессии					
		1–3	4–9	10–18	20–25	60–80	90–150
Обыкновенная бурозубка <i>Sorex araneus</i>	М	0,1	0,5	0,6	0,5	1,7	1,8
	lim	0–0,3	0–1,1	0,1–0,8	0,1–0,9	0,2–2,1	0,2–3,0
Средняя бурозубка <i>Sorex caecutiens</i>	М			0,2	0,1	0,2	0,2
	lim			0–0,3	0–0,3	0–0,5	0–0,9
Малая бурозубка <i>Sorex minutus</i>	М	0,2	0,6	0,8	0,9	1,2	1,3
	lim	0–0,5	0–1,0	0–1,8	0,1–1,7	0,2–2,0	0,1–2,3
Лесная мышовка <i>Sicista betulina</i>	М			0,5	0,8	0,9	1,1
	lim			0–1,0	0–1,1	0–1,6	0–1,8
Домовая мышь <i>Mus musculus</i>	М	0,3	0,2				
	lim	0–0,6	0–0,6				
Лесная мышь <i>Apodemus sylvaticus</i>	М		0,1	0,7	0,6	0,8	1,2
	lim		0–0,6	0–0,8	0–0,7	0,2–1,2	0,1–2,0
Желтогорлая мышь <i>Apodemus flavicollis</i>	М	0,5	0,7	0,9	0,8	1,8	2,2
	lim	0–1,0	0–1,1	0,3–1,4	0–1,2	0,2–2,8	0,5–3,4
Полевая мышь <i>Apodemus agrarius</i>	М	3,2	3,0	0,5			
	lim	0,2–5,0	0,5–4,2	0–0,9			
Рыжая полевка <i>Clethrionomys glareolus</i>	М	0,8	3,1	3,4	3,2	5,8	6,4
	lim	0–1,3	0,5–5,0	0,2–4,0	0,2–4,0	0,8–7,0	0,4–8,7
Обыкновенная полевка <i>Microtus arvalis</i>	М	3,6	2,5	0,2			
	lim	0,8–7,2	0,5–4,6	0–0,9			

Первые 1–3 года на месте сведенного леса развивается травянистая растительность и поросль кустарников. Одновременно формируется связанное с лугово-кустарниковой растительностью сообщество животных, включающее различных насекомых с высокой численностью, которые являются кормом для микромаммалий и других видов животных. Свежую вырубку заселяют виды, характерные для открытых террито-

рий. В состав зооценоза входит 7 видов мелких млекопитающих, в том числе 2 вида насекомоядных и 5 видов грызунов, относящихся к двум семействам: мышинные и полевки. Соотношение отловленных грызунов к насекомоядным составило 96,5 % к 3,5 %.

На этой стадии сукцессии доминируют обыкновенная полевка (41,4 %) и полевая мышь (36,8 %). В различные годы индекс отлова первого вида варьировал в пределах 0,8–7,2 ос./100 лс, в среднем 3,6; второго – в пределах 0,2–5,0 ос./100 лс, в среднем 3,2 (таблица 1, рисунок). Средняя численность других видов мелких млекопитающих (обыкновенная и малая бурозубки, домовая мышь, желтогорлая мышь, рыжая полевка) не достигала 1 ос./100 лс (таблица 1). Обитатели прилегающих лесных массивов (желтогорлая мышь, рыжая полевка) используют вырубки в качестве кормовых стаций.

В течение 4–9 лет травянистая растительность постепенно сменяется зарослями кустарников и подростом светолюбивых пород деревьев (осина, береза бородавчатая и др.). Видовое разнообразие сообщества микромаммалий в этот период незначительно увеличивается, в уловы попадали представители 8 видов мелких млекопитающих, относящихся к двум отрядам. Отряд насекомоядные представляют 2 вида семейства землеройковые (10,3 % отловленных зверьков), отряд грызуны – 6 видов семейств мышинные и полевки (89,8 %). В группу доминирующих видов входят полевая мышь (численность составляет в среднем 3,0 ос./100 лс) и обыкновенная полевка (2,5), которые были многочисленными на предыдущей стадии; к ним добавляется рыжая полевка (3,1); (таблица 1, рисунок).

В молодых посадках (10–18 лет) видовое разнообразие зооценоза поддерживается на высоком уровне. В фаунистические сборы попали 9 видов, относящиеся к четырем семействам двух отрядов. Териокомплекс обогащается новыми видами: средняя бурозубка, лесная мышовка. Соотношение отловленных грызунов к насекомоядным на данной стадии составило 79,5 % к 20,5 %. Происходят изменения и в группе доминирующих видов. Наиболее высокая численность характерна для рыжей полевки (в среднем 3,4 ос./100 лс; 43,6 % от общего обилия); в группу доминирующих видов входят желтогорлая мышь (11,5 %) и малая бурозубка (10,3 %). Виды, которые отличались высокой численностью на предыдущих стадиях: полевая мышь и обыкновенная полевка, – попадают в ловушки редко, их средняя численность не превышает 0,5 ос./100 лс. Домовая мышь – представитель открытых мест обитания – в уловы не попадает.

Постепенно подрастающие деревья сосны вытесняют светолюбивые виды кустарников и трав. Формируется молодой лес с несомкнутыми кронами – жердняки. На стадии сукцессии 20–25 лет видовое разнообразие сообщества мелких млекопитающих снижается, здесь встречается 7 видов. Обыкновенная полевка, домовая и полевая мыши, жизнедеятельность которых связана с открытыми территориями, кустарниками и богатым лесным разнотравьем, выпадают из зооценоза. Как и на предыдущей стадии сукцессии, доминируют рыжая полевка (46,4 %), желтогорлая мышь (11,6 %) и малая бурозубка (13,0 %); в группу доминантов входит лесная мышовка (11,6 %). Соотношение отловленных грызунов к насекомоядным на данной стадии по сравнению с предыдущей изменяется незначительно (78,3 % к 21,7 %).

Через 60–80 лет после рубок сосна обыкновенная входит в первый ярус, достигающая по высоте до берез и осин. Видовое разнообразие сообщества мелких млекопитающих не отличается от предыдущей стадии. В структуре комплекса микромаммалий увеличивается доля насекомоядных (25 %). Численность доминирующих видов растет: рыжей полевки – в 1,8 раза (составляет в среднем 5,8 ос./100 лс), желтогорлой мыши – в 2,25 раза (до 1,8 ос./100 лс), обыкновенной бурозубки – в 3,4 раза (до 1,7 ос./100 лс).

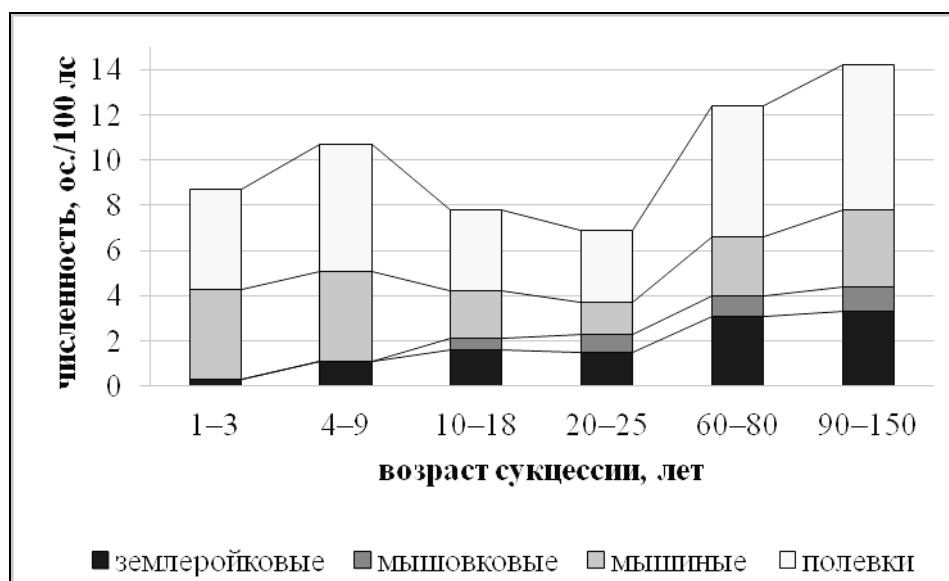


Рисунок. – Динамика численности мелких млекопитающих в ходе вторичной сукцессии соснового леса

В спелом сосновом лесу видовое разнообразие поддерживается на уровне предыдущей стадии, суммарная численность микромаммалей достигает максимальных значений (таблица 1, рисунок). В группу доминирующих видов входит рыжая полевка (ее численность составляет 6,4 ос./100 лс), желтогорлая мышь (2,2 ос./100 лс) и обыкновенная бурозубка (1,8). Высокая численность характерна для малой бурозубки (1,3 ос./100 лс) и лесной мыши (1,2 ос./100 лс). Редка в уловах средняя бурозубка.

Оценка сходства видового состава сообществ микромаммалей на разных стадиях вторичной сукцессии показала наличие существенных отличий между ними (таблица 2). Наибольшие отличия наблюдаются между сообществом, формирующимся на первой стадии сукцессии и сообществами с доминированием древесной растительности (начиная с возраста 20–25 лет) (сходство 40 %).

Высокий уровень сходства (80,0–87,5 %) характерен для трех последних стадий, а также для пары «1–3 года» и «4–9 лет». Наивысшая общность видового состава (100 %) выявлена для сообществ, которые характерны для четвертой, пятой и шестой стадии сукцессии.

Таблица 2. – Сходство видового разнообразия отдельных стадий вторичной сукцессии соснового леса по коэффициенту Жакара (K_i)

Возраст сукцессии, лет	1–3	4–9	10–18	20–25	60–80	90–150
1–3		87,5	60,0	40,0	40,0	40,0
4–9			70,0	50,0	50,0	50,0
10–18				80,0	80,0	80,0
20–25					100,0	100,0
60–80						100,0

Заклучение

Смена видов микромаммалей при вторичных сукцессионных процессах связана с изменением растительности, на поздних стадиях сукцессии прежде всего с ростом основного лесообразующего вида – сосны обыкновенной, появлением или исчезновением экологических ниш определенных видов.

В экосистемах, находящихся на разных стадиях сукцессии сосновых лесов, было зарегистрировано 10 видов мелких млекопитающих, из которых 4 вида встречаются на всех стадиях: обыкновенная и малая бурозубки, желтогорлая мышь и рыжая полевка. Видовое разнообразие населения микромаммалий по мере развития сукцессии в сосновых лесах на протяжении первых трех стадий возрастает от 7 до 9 видов, на стадии жердняков (20–25 лет) отмечено некоторое снижение данного показателя.

На последующих трех стадиях в состав фаунистического комплекса входит 7 видов мелких млекопитающих. Наиболее высокая суммарная численность зверьков (14,2 ос./100 лс) характерна для климаксовой стадии сукцессии.

Видовое ядро сообщества микромаммалий на первой стадии составляют обыкновенная полевка и полевая мышь (в сумме 72,2 % от общей численности), на второй – полевая мышь, обыкновенная и рыжая полевки (80,4 %). Начиная с третьей стадии абсолютным доминантом по обилию является рыжая полевка, на долю которой приходится около 45 % от общей численности мелких млекопитающих.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М. : Мир, 1975. – 740 с.
2. Новиков, Г. А. Экология зверей и птиц лесостепных дубрав / Г. А. Новиков. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1959. – 350 с.
3. Иноземцев, А. А. Птицы и лес / А. А. Иноземцев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 302 с.
4. Наумов, Н. П. Экология животных / Н. П. Наумов. – М. : Высш. шк., 1963. – 618 с.
5. Шилов, И. А. Экология : учеб. для биол. и мед. специальностей вузов / И. А. Шилов. – 2-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 2000. – 512 с.
6. Бигон, М. Экология. Особи, популяции и сообщества : в 2 т. : пер. с англ. / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. – М. : Мир, 1989. – Т. 2. – 477 с.
7. Керзина, М. Н. Влияние вырубок и гарей на формирование лесной фауны / М. Н. Керзина // Роль животных в жизни леса : сб. ст. / под ред. А. А. Насимовича. – М. : Изд-во МГУ, 1956. – С. 217–304.
8. Курхинен, Ю. П. Сукцессия биоценологических группировок мелких млекопитающих после рубки сосновых лесов Восточной Финляндии / Ю. П. Курхинен, Э. В. Ивантер // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. – 2013. – № 12. – С. 151–155.
9. Лукьянова, Л. Е. Пространственно-временная структура населения лесных полевков в ходе катастрофических сукцессий / Л. Е. Лукьянова // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2011. – № 12, ч. 3. – С. 210–212.
10. Истомин, А. В. Сообщества мышевидных грызунов в ходе вторичной антропогенной сукцессии ельников южной тайги: количественное сравнение / А. В. Истомин // Фауна и экология животных лесной зоны : сб. науч. тр. – Тверь, 1992. – С. 99–108.
11. Попов, И. Ю. Материалы по динамике численности и стациальному распределению некоторых видов мелких млекопитающих в связи с сукцессиями растительности на территории Костромской таежной станции / И. Ю. Попов, В. М. Софронов // Тез. докл. IV съезда Всесоюз. териол. о-ва. – М., 1986. – Т. 1. – С. 319–320.
12. Истомин, А. В. Динамика популяций и сообществ мелких млекопитающих как показатель состояния лесных экосистем (на примере Каспийско-Балтийского водораздела) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / А. В. Истомин. – М., 2009. – 41 с.
13. Блоцкая, Е. С. Динамика населения мелких млекопитающих в ходе вторичной сукцессии широколиственно-соснового леса в юго-западной Беларуси / Е. С. Блоцкая, И. В. Абрамова // Вестн. Брест. ун-та. Сер. 5, Химия. Биология. Науки о Земле. – 2016. – № 1. – С. 19–24.

14. Блоцкая, Е. С. Динамика населения мелких млекопитающих в ходе вторичной сукцессии елового леса в юго-западной Беларуси / Е. С. Блоцкая, И. В. Абрамова // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2017. – № 2. – С. 18–24.
15. Ловчий, Н. Ф. Кадастр типов сосновых лесов Белорусского Полесья / Н. Ф. Ловчий. – Минск : Беларус. наука, 2012. – 222 с.
16. Блоцкая, Е. С. Популяционная экология мелких млекопитающих юго-западной и центральной Беларуси / Е. С. Блоцкая, В. Е. Гайдук. – Брест : Изд-во БрГУ, 2004. – 187 с.
17. Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Изд. центр БГУ, 2005. – 319 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 10.01.2018

Blockaja E.S., Abramova I.V. Population Dynamics of Small Mammals' Communities in the Secondary Succession of Pine Forests in the South-West of Belarus

*For many years the authors have studied the process of succession of small mammals' communities (rodents and insectivores) after forest felling in the south-west of Belarus (from the time of felling pine forests to the stage of formation of mature forests). 6 succession stages are revealed. The change of the population of small mammals: *Microtus arvalis*, *Apodemus agrarius*, *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus flavicollis* etc. takes place in parallel with the natural change of the dominant species of plants.*

УДК 631.417

А.С. Домась

*канд. с.-х. наук, доц., доц. каф. ботаники и экологии
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина
e-mail: wolf-983@mail.ru*

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ГЛЕЕВЫХ ГОРИЗОНТОВ ДЕРНОВЫХ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Представлены результаты исследования общего содержания и качественного состава гумуса глеевых горизонтов дерновых заболоченных почв Брестского Полесья. Рассмотрен характер изменения состава гумуса глеевых горизонтов дерновых заболоченных почв в зависимости от вида земель и степени увлажнения.

Введение

В настоящее время получены многочисленные данные, которые свидетельствуют о том, что, во-первых, глееобразование невозможно без участия органического вещества, способного к сбраживанию, во-вторых, что сравнительно незначительные изменения водного режима вызывают его глубокую трансформацию и, в-третьих, что переувлажнение в анаэробных условиях способствует резкому увеличению содержания в оглеенных горизонтах почвенного профиля наиболее агрессивных фракций органического вещества. Их происхождение связано с ферментативным преобразованием органики в анаэробных условиях [1].

Глееобразование – биогеохимический почвообразовательный процесс, возникающий в анаэробной среде на кислых, нейтральных или выщелоченных породах, не содержащих сульфатов, при участии гетеротрофной микрофлоры и наличии органического вещества, способного к ферментации в условиях постоянного или периодического обводнения отдельных горизонтов или всего профиля [1]. Глееобразование сопровождается формированием холодной окраски горизонтов почвенного профиля, переходом в подвижное состояние и несбалансированным выносом железа и марганца, алюминия, кальция, магния, калия и других металлов в условиях застойно-промывного режима [2]. В силу этого на поверхности почв, существующих в условиях глееобразования на фоне застойного водного режима, формируются охристые скопления гидроокиси железа и марганца [1; 3].

Лабораторные и полевые исследования показывают, что под действием глееобразования на фоне застойно-промывного гидрологического режима существенно изменяются физические, химические, физико-химические, минералогические свойства почв и почвообразующих пород. В этом случае происходит резкое увеличение актуальной, обменной и гидрлотической кислотности, возрастает содержание подвижного алюминия, значительно снижается количество обменных оснований. Увеличивается подвижность почвенного гумуса [3–5].

В условиях глееобразования на фоне постоянного застоя влаги формируются недифференцированные сильноогленные почвы: перегнойно-глеевые, дерново-глеевые, торфяно-глеевые, торфянисто-глеевые и др. [4; 6].

Материалы и методы

Основной целью работы являлось исследование качественного состава гумуса глеевых горизонтов дерновых заболоченных почв в данном регионе. Поскольку на исследуемой территории проработка данного вопроса ранее не осуществлялась, получен-

ные данные, естественно, имеют определенную научную значимость для понимания особенностей глееобразования в условиях юго-запада республики.

Для достижения поставленной цели нами было заложено 6 почвенных разрезов. Для характеристики гумусового состояния в лабораторных условиях определялись следующие показатели: валовое содержание органического вещества методом И.В. Тюрина [7]; качественный состав органического вещества методом И.В. Тюрина в модификации Пономаревой-Плотниковой [7]; кислотность почвы стандартным потенциометрическим методом [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Дерновые заболоченные почвы являются наиболее обеспеченными органическим веществом минеральными почвами в условиях Брестского Полесья. Для них характерен мощный гумусово-аккумулятивный горизонт темно-серого цвета со средним содержанием гумуса в нем 5,62 % [9]. Гумус данных почв характеризуется также более качественным составом.

Вниз по профилю содержание органического вещества значительно снижается. Зачастую это снижение носит скачкообразный характер.

Глеевые горизонты дерновых заболоченных почв характеризуются крайне низким содержанием органического вещества. В исследованных образцах среднее содержание гумуса глеевых горизонтов в сравнении с перегнойным снижалось более чем в 60 раз (таблица 1). При этом фракционный состав гумуса также претерпевал определенные изменения.

Таблица 1. – Содержание и состав гумуса в глеевых и гумусовых горизонтах дерновых заболоченных почвах Брестского Полесья

Горизонт	C _{орг} , %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Гумин	C _{гк} /C _{фк}	рН
		1	2	3	ΣГК	1a	1	2	3	ΣФК			
A1	6,10	10,4	4,7	6,2	21,3	1,6	7,7	3,1	8,4	20,9	57,8	1,08	6,28
G	0,10	10,3	7,1	9,3	26,8	7,0	4,2	5,8	9,1	26,1	47,2	1,06	6,01

В целом в глеевом горизонте дерновых заболоченных почв отмечается увеличение суммы подвижных фракций (рисунок 1). Наиболее весомый вклад в это привносит изменение доли ФК-1a. Так, доля самой подвижной и агрессивной фракции – ФК-1a – в глеевом горизонте в отдельных образцах достигала 12,5 % от C_{орг}. Среднее же содержание данной фракции превышало таковое гумусового горизонта в 4,3 раза и составило 7,0 % от C_{орг} (таблица 1). Данное изменение фракционного состава объясняется с позиции чрезвычайной подвижности и растворимости данной фракции, позволяющей ей мигрировать вглубь профиля изучаемых почв с нисходящим током атмосферных осадков. При этом средние значения показателя относительного содержания гуминовых и фульвокислот в гумусовом и глеевом горизонтах изучаемых почв сопоставимы (таблица 1). Этим частично подтверждаются взгляды Ф.Р. Зайдельмана [1], который отмечал, что при оценке условий трансформации минеральной массы почвы под влиянием переувлажнения недостаточна общая оценка гумуса по соотношению C_{гк}/C_{фк}, не связанная с абсолютным изменением концентрации фульвокислот и гуминовых кислот первой группы (т.е групп ФК-1a, ФК-1 и ГК-1).

Ширина показателя C_{гк}/C_{фк} сохраняется благодаря существенному увеличению доли более устойчивых гуминовых веществ – ГК-2 и ГК-3.

В целом состав гумуса глеевых горизонтов отличался снижением доли гумина в среднем на 18 %, что нашло отражение в увеличении содержания отдельных фракций (рисунок 1). Наблюдаемая тенденция с увеличением доли гидролизуемых форм гуму-

совых веществ при условии уменьшения содержания доли гумина позволяет предположить трансформацию негидролизуемого остатка в более доступные гумусовые вещества. Наиболее значительный рост, в сравнении с гумусо-накопительным горизонтом, отмечается у фракций, связанных преимущественно с ионами кальция. Так, сумма фракций ГК-2 + ФК-2 здесь выросла более чем в 1,6 раза, тогда как рост доли подвижных фракций составил менее чем 1,1 раза. Возможно, это связано с жесткостью грунтовых вод, а в некоторых случаях и с характером почвообразующей породы. У верхней границы глеевого горизонта иногда могут формироваться вторичные осадения карбонатов кальция, если складываются условия для развития солончакового процесса. В случае появления гидролизуемых форм гумуса в результате трансформации гумина, они получают возможность вступить во взаимодействие с ионами кальция.

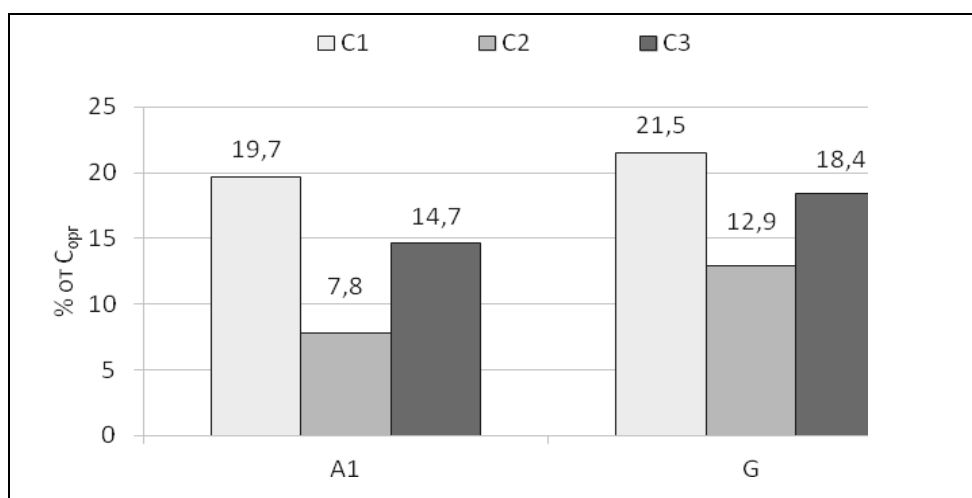


Рисунок 1. – Фракционно-групповой состав гумуса глеевых и гумусовых горизонтов дерновых заболоченных почв Брестского Полесья

Определенные особенности в показателях содержания и тем более состава гумуса в исследуемых почвах выявляются в почвах земель различного использования. Так, среднее содержание гумуса в почвах луговых земель было несколько выше, чем в почвах под пашней как в гумусовом, так и в глеевом горизонтах (таблица 2).

Наибольшие отличия фракционного состава глеевых горизонтов касались подвижной фракции гумусовых веществ. Так, сумма подвижных фракций в почвах под пашней была существенно ниже таковой в почвах луговых земель – более чем в 1,8 раза (рисунок 2). При этом содержание агрессивной фракции ФК-1а в глеевых горизонтах почв луговых фитоценозов в среднем оказалось почти на 30 % ниже аналогичного показателя пахотных почв. Содержание других подвижных фракций, наоборот, возрастало. Например, содержание ГК-1 в глеевых горизонтах почв под лугом было выше в 3 раза, тогда как доля фракции ФК-1 увеличивалась более чем в 5 раз.

Агротехнические приемы повышения плодородия почвы включают в себя своевременное внесение известковых мелиорантов, что, видимо, находит отражение в более высоких значениях рН (таблица 2). Данная особенность распространяется и на глеевые горизонты исследуемых почв – среднее значение рН глеевых горизонтов пахотных почв несколько выше такового почв под лугом. На первый взгляд, особенностью выглядит подкисление реакции среды при переходе от гумусовых к глеевым горизонтам в почвах пахотных земель. Однако скорее всего это следует рассматривать не как подкисление, а, наоборот, как результат подщелачивания, обусловленного миграцией известковых веществ по почвенному профилю в условиях пашни.

Таблица 2. – Содержание и состав гумуса в глеевых и гумусовых горизонтах дерновых заболоченных почв различного землепользования в условиях Брестского Полесья

Вид земель	Горизонт	C _{орг} , %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Гумин	C _{гк} /C _{фк}	рН
			1	2	3	ΣГК	1a	1	2	3	ΣФК			
пашня	A1	5,90	9,2	7,3	6,9	23,3	1,3	5,7	3,9	7,9	18,8	57,9	1,29	7,34
	G	0,12	4,7	6,9	8,0	19,6	8,4	1,2	6,7	12,6	29,0	51,5	0,69	6,12
луг	A1	6,21	11,0	3,5	5,9	20,3	1,8	8,8	2,7	8,7	21,9	57,8	0,97	5,75
	G	0,10	14,1	7,3	10,2	31,6	6,0	6,2	5,2	6,7	24,1	44,3	1,31	5,91

Данный факт находит отражение и во фракционном составе гумуса. В связи с присутствием дополнительных ионов кальция, мигрирующих в почвенном профиле, гумус глеевых горизонтов получает возможность взаимодействовать с ним. Сумма фракций, связанных преимущественно с ионами кальция, в глеевых горизонтах пахотных почв несколько выше, чем в почвах, используемых под луга. Логично, что в перегнойных горизонтах данное различие более существенно.

Пахотные почвы также отличались и более высоким содержанием фракций, наиболее прочно связанных с минеральной основой почвы в глеевом горизонте. Так, сумма этих фракций в глеевых горизонтах пахотных почв была в 1,2 раза выше, чем в почвах под лугами.

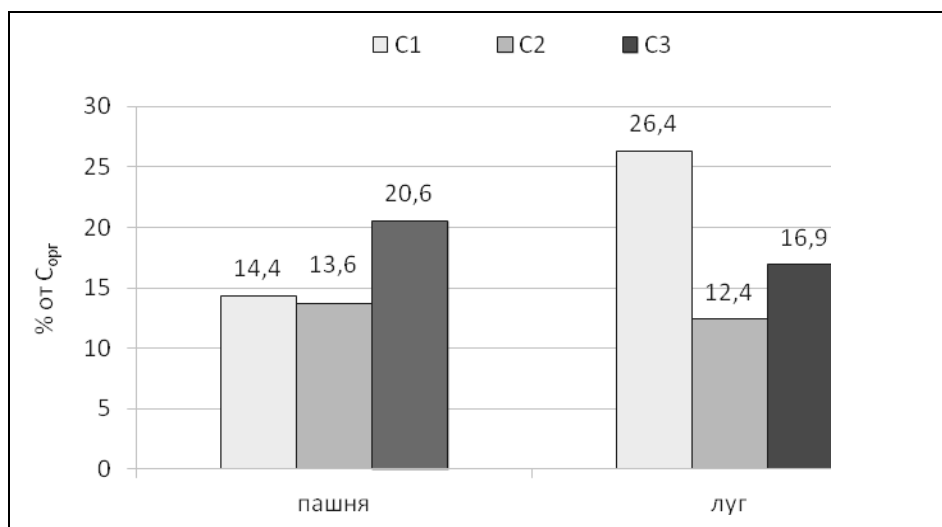


Рисунок 2. – Фракционно-групповой состав гумуса глеевых горизонтов дерновых заболоченных почв Брестского Полесья различного землепользования

В целом глеевые горизонты пахотных почв в исследуемом регионе отличались более низким значением содержания и более стабилизированным составом гумуса. Органическое вещества глеевых горизонтов почв луговых фитоценозов, напротив, характеризовались большим количеством свежесформированных низкомолекулярных фракций, способных к активной миграции и при определенных условиях – минерализации.

Одним из важнейших факторов, влияющих на показатели гумуса в почвах Брестского Полесья, является степень их увлажнения [9]. С усилением степени гидроморфизма дерновых заболоченных почв наблюдается существенное увеличение содержания гумуса в перегнойном горизонте.

Данная тенденция распространяет свое влияние вглубь профиля, вызывая увеличение содержания органического вещества в глеевых горизонтах (таблица 3). Наиболее

высокое среднее содержание гумуса в глеевых горизонтах было выявлено в перегнойно-глеевых почвах – 0,29 % (0,17 % от $C_{орг}$).

Таблица 3. – Содержание и состав гумуса в глеевых и гумусовых горизонтах дерновых заболоченных почв различной степени увлажнения в условиях Брестского Полесья

Степень увлаж.	Горизонт	$C_{орг}$, %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Гумин	$C_{гк}/C_{фк}$	рН
			1	2	3	$\Sigma ГК$	1a	1	2	3	$\Sigma ФК$			
ДБ2	A ₁	3,88	8,5	5,5	6,8	20,8	1,4	9,2	3,5	9,8	23,9	55,24	0,90	6,64
	G	0,06	9,3	10,3	10,6	30,2	8,1	5,1	7,2	8,5	29,0	40,77	1,16	5,65
ДБ3	A ₁	4,30	10,2	4,2	7,0	21,4	2,5	6,3	4,1	8,3	21,2	57,43	1,01	6,07
	G	0,09	13,7	11,8	11,4	36,9	8,2	3,7	8,9	5,8	26,6	36,57	1,39	–
ДБ4	A ₁	10,35	13,2	3,8	5,0	22,0	1,6	6,2	1,9	6,4	16,1	61,87	1,38	5,83
	G	0,17	9,7	1,6	6,9	18,3	5,3	3,6	2,8	11,2	22,9	58,88	0,80	6,17

*ДБ2 – дерновые глееватые, ДБ3 – дерновые глеевые, ДБ4 – дерновые перегнойно-глеевые почвы

Четких закономерностей изменений во фракционном составе с усилением степени гидроморфизма выявлено не было. Тем не менее наблюдаются некоторые особенности. Особенно выделяются перегнойно-глеевые почвы. Если в глеевых горизонтах глееватых и глеевых дерновых заболоченных почв отмечается значительное увеличение фракций, связанных преимущественно с ионами Ca^{2+} , в сравнении с гумусово-аккумулятивными горизонтами (в ДБ3 в 2,5 раза), то в перегнойно-глеевых вариантах данных почв наблюдается обратная тенденция – происходит снижение доли фракций С2.

В целом глеевые горизонты наиболее увлажненных дерновых заболоченных почв Брестского Полесья характеризуются наименьшей долей фракций С2, ответственных за почвенную структуру, тогда как в других вариантах этих почв содержание суммы вторых фракций значительно, и, как в варианте глеевых почв, превышает 20 % от $C_{орг}$ (рисунок 3). Однако в виду крайне малого содержания гумусовых веществ в целом это, видимо, не имеет столь существенного значения, поскольку глеевые горизонты независимо от степени увлажнения дерновых заболоченных почв характеризовались бесструктурным состоянием.

Усиление присутствия влаги в генезисе дерновых заболоченных почв приводит к более интенсивному росту не только фракций С2, но и других групп фракций (С1 и С3) при переходе от гумусовых горизонтов к глеевым. Видимо, это происходит за счет уменьшающейся доли гумина. Так, в варианте с глееватыми ДБ почвами доля гумина в глеевом горизонте снизилась в среднем более чем в 1,3 раза, тогда как в ДБ3 вариантах уменьшение доли гумина отмечалось почти в 1,6 раза.

Специфичность перегнойно-глеевых почв выразилась и через показатель содержания гумина. Так, если в вышеобозначенных вариантах почв наблюдалось существенное снижение доли гумина в составе гумуса, то исследуемые ДБ4, хоть и придерживались данной тенденции, характеризовались снижением всего на 5 %.

В целом же в составе гумуса глеевых горизонтов дерновых перегнойно-глеевых почв в сравнении с гумусовыми отмечается рост только суммы наиболее прочно связанных с минеральной основой почв фракций. При этом данное увеличение наиболее значительное среди всех исследованных ДБ почв – 37 %. Что же касается доли подвижных фракций и фракций, связанных с ионами Ca^{2+} , то наблюдается их снижение. Например, доля С2 снижается почти на 30 %.

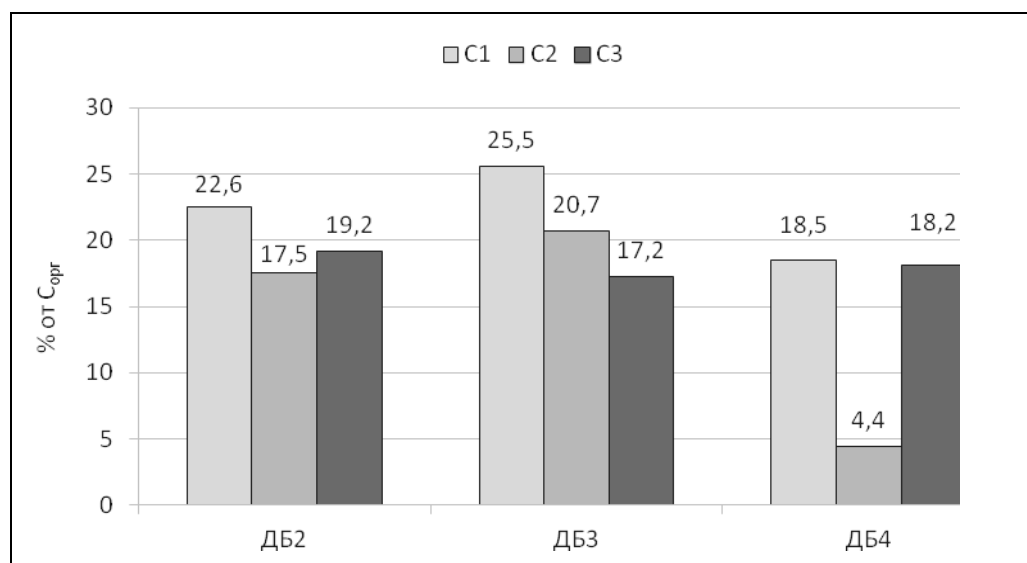


Рисунок 3. – Фракционно-групповой состав гумуса глеевых горизонтов дерновых заболоченных почв Брестского Полесья различной степени увлажнения

При переходе от гумусового горизонта к глеевому в ДБ2 и ДБ3 почвах наблюдается расширение показателя $C_{гк}/C_{фк}$. В случае с перегнойно-глеевыми почвами состав гумуса, напротив, характеризуется ростом доли веществ фульватной природы.

Состав гумуса глеевых горизонтов перегнойно-глеевых почв отличается преобладанием фульвокислот (соотношение гуминовых и фульвокислот – 0,8), тогда как при других вариантах степени увлажнения гумус характеризовался фульватно-гуматным составом (таблица 3).

В целом, как и отмечалось ранее [9], ДБ4 характеризуются своеобразным составом органического вещества гумусовых горизонтов. Подобными особенностями, как видно, отличаются и глеевые горизонты данных почв. Причины этих особенностей пока неясны и требуют более детального исследования.

Заключение

Глеевые горизонты дерновых заболоченных почв характеризуются резким снижением содержания гумуса в сравнении с гумусово-аккумулятивными горизонтами и ростом наиболее агрессивной фракции – ФК-1а (в среднем в 4,4 раза).

Дерновые заболоченные почвы луговых земель характеризуются более высокими показателями содержания и состава гумуса в сравнении с пахотными почвами. Данное утверждение верно как для гумусово-аккумулятивных, так и глеевых горизонтов.

Перегнойно-глеевые почвы отличаются максимальными значениями содержания органического вещества на исследуемой территории (10,4 % $C_{орг}$ в А1 и 0,29 % в горизонте G) и характеризуются специфичностью состава гумуса по всему профилю почвы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайдельман, Ф. Р. Процесс глееобразования и его роль в формировании почв / Ф. Р. Зайдельман. – М. : МГУ, 1998. – 301 с.
2. Зайдельман, Ф. Р. Теория образования светлых кислых элювиальных горизонтов почв и ее прикладные аспекты / Ф. Р. Зайдельман. – М. : КРАСНАД, 2010. – 248 с.
3. Зонн, С. В. Железо в почвах (генетические и географические аспекты) / С. В. Зонн. – М. : Наука, 1982. – 207 с.

4. Зайдельман, Ф. Р. Глееобразование при застойном и промывном режиме в условиях лабораторного моделирования / Ф. Р. Зайдельман, Р. П. Нарокова // Почвоведение. – 1978. – № 3. – С. 37–45.
5. Зайдельман, Ф. Р. Моделирование процесса глееобразования на ленточной глине / Ф. Р. Зайдельман, А. И. Санжаров // Вестн. МГУ. Сер. 17, Почвоведение. – 1982. – № 2. – С. 56–60.
6. Почвоведение / И. С. Кауричев [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 719 с.
7. Практикум по агрохимии : учеб. пособие. / О. А. Амелянчик [и др.] ; под ред. В. Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
8. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
9. Домась, А. С. Особенности качественного состава гумуса дерновых заболоченных почв Брестского Полесья / А. С. Домась, Н. В. Клебанович // Мелиорация. – 2013. – № 2 (70). – С. 73–79.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 06.09.2017

Domas A. Features of Organic Matter of Gley Horizons of Gleysols in Conditions of Brest Polesye

The article presents the results of the study of gross content and qualitative composition of organic matter of turf gley horizons of Brest Polesye gleysols. The character of the change in the composition of humus of gley horizons of gleysols, depending on the type of land and the degree of moistening, is considered.

УДК 595.763.33

Н.Г. Козулько

аспірант 2-го года обучения

Государственного научно-практического центра по биоресурсам НАН Беларуси
e-mail: kazulka.mikalai@gmail.com

НОВЫЕ ДЛЯ ФАУНЫ БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩИ И БЕЛАРУСИ ВИДЫ СТАФИЛИНИД (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE)

Приводится список из 37 видов стафилинид, впервые встреченных в белорусской части Беловежской пуши. 2 вида (*Omalium rugatum* и *Xantholinus gallicus*) являются новыми для фауны Беларуси.

Стафилиниды – обширное семейство жесткокрылых, насчитывающее более 55 тыс. описанных видов в мировой фауне [1]. Представители семейства населяют различные наземные местообитания, включая эфемерные (грибы, навоз, компост), где часто формируют сложные многовидовые сообщества.

Специализированные исследования по фауне и структуре сообществ стафилинид белорусской части Беловежской пуши немногочисленны [2;3]. В фаунистических сводках, а также ряде работ, посвященных насекомым-обитателям мертвой древесины, приводятся данные по коротконадкрылым жукам в Беловежской пуше [4–9]. Более детально изучен видовой состав и структура сообществ стафилинид в различных типах экосистем польской части Беловежской пуши [10–15]. Регулярно публикуются материалы по новым и редким для фауны региона видам [16–23].

К настоящему времени с территории Беловежской пуши известно 733 вида стафилинид: 703 в польской части пуши и 323 в белорусской.

В настоящей работе приводятся новые для фауны белорусской части Беловежской пуши и Беларуси (помечены «*») виды стафилинид, собранные в 2013–2017 гг. Материал собирался при помощи почвенных ловушек Барбера, просеивания подстилки и верхнего горизонта почвы, а также вручную.

Автор выражает глубокую признательность кандидату биологических наук А.В. Дерункову (Минск) за подтверждение правильности определения некоторых видов. Материал хранится в коллекции автора.

Названия стафилинид приводятся согласно Catalogue of Palaearctic Coleoptera [24].

Подсемейство Aleocharinae

Acrotona sylvicola (Kraatz, 1856)

– 22.IV.2016 – 1 ♂, 26.VIII.2016 – 2 ♀♀, вейниковая вырубка, квартал 742А.

Aleochara bilineata Gyllenhal, 1810

– 15.VII.2014 – 1 ♂, 1 ♀, вольеры, квартал 823В.

Aleochara bipustulata (Linnaeus, 1761)

– 16.X.2016 – 1 ♂, вейниковая вырубка, квартал 742А.

Atheta corvina (Thomson, 1856)

– 12.X.2014 – 1 ♀, сосняк кисличный, квартал 830Г.

Atheta elongatula (Gravenhorst, 1802)

– 06.IV.2016 – 1 ♂, сосняк черничный, квартал 828Г.

Atheta myrmecobia (Kraatz, 1856)

- 08.VII.2016 – 4 ♂♂, 8 ♀♀; 05.IX.2016 – 2 ♂♂, 4 ♀♀; 17.X.2016 – 6 ♂♂, 6 ♀♀, ельник черничный, квартал 829Г.
– 30.VI.2016 – 1 ♂, 1 ♀; 18.X.2016 – 5 ♂♂, 7 ♀♀, ельник мшистый, квартал 479Б.
– 15.X.2016 – 7 ♂♂, 6 ♀♀, вейниковая вырубка, квартал 742А.

Atheta palustris (Kiesenwetter, 1844)

- 12.X.2014 – 1 ♂, черноольшаник разнотравно-болотный, квартал 802Б.

Crataraea suturalis (Mannerheim, 1830)

- 19.V.2017 – 1 ♂, д. Каменюки, в квартире.

Cypha longicornis (Paykull, 1800)

- 01.V.2016 – 1 ♀, ельник мшистый, квартал 479Б.

Gyrophæna bihamata Thomson, 1867

- 26.VIII.2016 – 2 ♂♂, вейниковая вырубка, квартал 742А, в грибе *Boletus edulis*.

Liogluta nitidula (Kraatz, 1856)

- 12.IV.2017 – 1 ♀, сосняк лишайниковый, квартал 971А.

Nehemitropia lividipennis (Mannerheim, 1830)

- 12.X.2014 – 3 ♀♀, черноольшаник разнотравно-болотный, квартал 802Б.
– 29.III.2017 – 1 ♂, д. Каменюки, в компосте.

Oligota pusillima (Gravenhorst, 1806)

- 14.VIII.2016 – 1 ♂, ельник черничный, квартал 829Г.

Oxypoda brevicornis (Stephens, 1832)

- 13.IV.2017 – 1 ♀, сосняк кисличный, квартал 830Г.

Oxypoda praecox Erichson, 1839

- 29.V.2016 – 2 ♂♂, 2 ♀♀; 13.VI.2016 – 3 ♂♂, 1 ♀; 14.VIII.2016 – 1 ♀, суборь мшистая, квартал 844Г.
– 23.VI.2017 – 1 ♂, сосняк лишайниковый, квартал 971А.

Oxypoda vittata Märkel, 1842

- 12.IV.2017 – 1 ♀, сосняк лишайниковый, квартал 971А.

Placusa complanata Erichson, 1839

- 23.X.2016 – 1 ♂, суборь мшистая, квартал 844Г.

Zyras collaris (Paykull, 1800)

- 05.IX.2013 – 1 ♀, сосняк долгомошный, квартал 942Б.

Подсемейство Omaliinae*Omaliium rugatum* (Mulsant & Rey, 1880)*

- 11.XI.2016 – 1 ♂, суборь мшистая, квартал 844Г.

Подсемейство Paederinae*Astenus procerus* (Gravenhorst, 1806)

- 14.IV.2017 – 1 ♂, сосняк черничный, квартал 708Д.

Lathrobium longulum (Gravenhorst, 1802)

- 25.VIII.2013 – 1 ♀, сосняк долгомошный, квартал 942Б.
– 08.VII.2016 – 2 ♀♀; 05.IX.2016 – 2 ♂♂, 3 ♀♀; 17.X.2017 – 4 ♂♂, 6 ♀♀, ельник черничный, квартал 829Г.
– 14.V.2017 – 1 ♂, 1 ♀, сосняк долгомошный, квартал 942Б.

Rugilus orbiculatus (Paykull, 1789)

- 10.IV.2016 – 1 ♂, 1 ♀, д. Каменюки, в компосте.

Подсемейство Phloeocharinae*Phloeocharis subtilissima* Mannerheim, 1830

- 11.V.2016 – 1 ♂, сосняк мшистый, квартал 953Б.
– 12.IV.2017 – 1 ♂; 30.IV.2017 – 2 ♂♂, сосняк мшистый, квартал 943В.

Подсемейство Pselaphinae*Bryaxis puncticollis* (Denny, 1825)

- 31.VIII.2016 – 1 ♀, ельник мшистый, квартал 479Б.

Trimium brevicorne (Reichenbach, 1816)

- 30.IV.2017 – 1 ♂, сосняк мшистый, квартал 847Г.
– 23.VI.2017 – 1 ♀, сосняк лишайниковый, квартал 971А.

Подсемейство Scydmaeninae*Stenichnus scutellaris* (Müller & Kunze, 1822)

- 01.V.2017 – 1 ♂, 1 ♀, сосняк черничный, квартал 708Д.

Подсемейство Staphylininae*Acylophorus glaberrimus* (Herbst, 1784)

- 15.IX.2017 – 1 ♀, берег оз. Плянта, квартал 823А.

Gabrius appendiculatus Sharp, 1910

- 15.X.2016 – 2 ♀♀, вейниковая вырубка, квартал 742А.

Philonthus albipes (Gravenhorst, 1802)

- 17.VI.2014 – 1 ♂, сосняк мшистый, кв. 826Г.

Philonthus longicornis Stephens, 1832

- 22.X.2014 – 1 ♂, в экскрементах коня, квартал 943Б.

Philonthus mannerheimi Fauvel, 1869

- 22.X.2014 – 1 ♀, мезофитный луг, окрестности д. Белая.

Platydracus fulvipes (Scopoli, 1763)

- 05.IX.2013 – 1 ♀, сосняк долгомошный, квартал 942Б.
– 31.V.2013 – 1 ♀, сосняк черничный, квартал 942Б.

Rabigus tenuis (Fabricius, 1793)

– 14.IV.2013 – 1 ♀, д. Каменюки, приусадебный участок.

Tasgius melanarius (Heer, 1839)

– 23.X.2013 – 1 ♀, дорога рядом с с/х полем, окрестности д. Большое Селище.

Xantholinus gallicus Coiffait, 1956*

– 29.IV.2017 – 1 ♂, сосняк лишайниковый, квартал 971А.

Подсемейство Tachyporinae*Parabolitobius inclinans* (Gravenhorst, 1806)

– 13.IV.2017 – 1 ♂, 30.IV.2017 – 1 ♂, суборь мшистая, квартал 829Г.

Tachinus schneideri Luze, 1900

– 10.IV.2016 – 1 ♂, д. Каменюки, в компосте.

В результате исследований выявлено 37 видов стафилинид, ранее не указывавшихся для белорусской части Беловежской пуши. Из них *Acylophorus glaberrimus*, *Crataraea suturalis*, *Omalium rugatum*, *Stenichnus scutellaris*, *Tachinus schneideri* и *Xantholinus gallicus* также не отмечались в польской части лесного массива.

Таким образом, с учетом дополнительных данных состав фауны стафилинид лесного массива Беловежская пуши возрастает до 739 видов, из них в белорусской части пуши отмечен 360 вид.

Новыми для фауны стафилинид Беларуси являются *Omalium rugatum* и *Xantholinus gallicus*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Grebennikov, V. V. Good-bye Scydmaenidae, or why the ant-like stone beetles should become megadiverse Staphylinidae sensu latissimo (Coleoptera) / V. V. Grebennikov, A. F. Newton // Eur. J. Entomol. – 2009. – Vol. 106. – P. 275–301.
2. Дерунков, А. В. Экологическое разнообразие стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae) в сосновых культурах на охраняемых территориях Беларуси / А. В. Дерунков // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2003. – № 2. – С. 35–40.
3. Дерунков, А. В. Сообщества стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae) в разновозрастных сосновых культурах Беловежской пуши (Белоруссия) / А. В. Дерунков // Энтомол. обозрение. – 2000. – Т. 79, вып. 3. – С. 593–598.
4. Лукашеня, М. А. Дополнения к списку жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) Национального парка «Беловежская пуца» / М. А. Лукашеня // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования : сб. науч. ст. / редкол.: В. С. Ивкович [и др.]. – Минск : Белорус. Дом печати, 2013. – Вып. 8. – С. 64–72.
5. Гильденков, М. Ю. Новые данные о распространении представителей рода *Carpelimus* Leach, 1819 (Coleoptera: Staphylinidae: Oxytelinae) в Беларуси / М. Ю. Гильденков, А. В. Дерунков // Экология, эволюция и систематика животных : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Рязань, 13–16 нояб. 2012 г. – Рязань, 2012. – С. 61–62.
6. Tsinkevich, V. A. Addition to the checklist of beetles (Coleoptera) for the Belarusian part of the Bialowieza Primeval Forest / V. A. Tsinkevich, O. R. Aleksandrowicz, M. A. Lukashenya // Baltic Journal of Coleopterology. – 2005. – Vol. 5, № 2. – P. 147–160.

7. Солодовников, И. А. Новые виды жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) для территории Беларуси / И. А. Солодовников // Весн. БДУ. – 1998. – № 1 (7). – С. 108–109.
8. Лукин, В. В. Структурно-функциональное разнообразие насекомых-ксилобионтов крупного древесного детрита Национального парка «Беловежская пуца» / В. В. Лукин, С. А. Жданович, А. В. Дерунков // Беловежская пуца: история, природа, туризм : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 600-летию заповедности Беловежской пуцы, «Беловежская пуца: от лесничества до Национального парка», Камениuki, 14 нояб. 2008 г. / ред. Н. Н. Бамбиза [и др.]. – Брест, 2010. – С. 355–365.
9. Лукашеня, М. А. Таксономическая структура комплекса ксилофильных жесткокрылых Национального парка «Беловежская пуца» / М. А. Лукашеня // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования : сб. науч. ст. / редкол.: В. С. Ивкович [и др.]. – Минск : Белорус. Дом печати, 2013. – Вып 10. – С. 97–104.
10. Smoleński, M. Waloryzacja lasów Puszczy Białowieskiej na podstawie struktury zgrupowań Staphylinidae (Coleoptera) / M. Smoleński, A. Szujecki // Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną / red. A. Szujecki. – Warszawa, 2001. – S. 105–176.
11. Borowski, J. Próba waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej na podstawie chrząszczy (Coleoptera) związanych z nadrzewnymi grzybami / J. Borowski // Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną / red. A. Szujecki. – Warszawa, 2001. – S. 287–317.
12. Byk, A. Próba waloryzacji drzewostanów starszych klas wieku Puszczy Białowieskiej na podstawie struktury zgrupowań chrząszczy (Coleoptera) związanych z rozkładającym się drewnem pni martwych drzew stojących i dziupli / A. Byk // Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną / red. A. Szujecki. – Warszawa, 2001. – S. 333–367.
13. Byk, A. Próba waloryzacji drzewostanów starszych klas wieku Puszczy Białowieskiej na podstawie struktury zgrupowań chrząszczy (Coleoptera) związanych z rozkładającym się drewnem leżących pni i pniaków / A. Byk // Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną / red. A. Szujecki. – Warszawa, 2001. – S. 369–393.
14. Smoleński, M. Zooindication-based monitoring of anthropogenic transformations in Białowieża Primeval Forest. Rove beetles (Staphylinidae) / M. Smoleński // Zooindication-based monitoring of anthropogenic transformations in Białowieża Primeval Forest / ed. A. Szujecki. – Warszawa, 2006. – P. 171–236.
15. Byk, A. Saproxyllic beetles – in the monitoring of anthropogenic transformations of Białowieża Primeval Forest / A. Byk [et al.] // Zooindication-based monitoring of anthropogenic transformations in Białowieża Primeval Forest / ed. A. Szujecki. – Warszawa, 2006. – P. 325–397.
16. Grzywocz, J. Nowe stanowisko *Caryoscapta limbatum* (Erichson, 1845) (Coleoptera: Staphylinidae) w Polsce / J. Grzywocz // Acta Entomol. Siles. – 2003. – T. 11, № 1–2. – S. 101.
17. Nowe dla Polski i rzadkie chrząszcze z rodzaju *Euplectus* Leach (Coleoptera: Staphylinidae: Pselaphinae) / P. Jałoszyński [i in.] // Wiadomości Entomologiczne. – 2005. – T. 24, № 3. – S. 147–152.
18. Nowe dane o rozmieszczeniu w Polsce niektórych gatunków z rodzaju *Brachygluta* Thomson, 1859 (Coleoptera: Staphylinidae: Pselaphinae) / P. Jałoszyński [i in.] // Wiadomości Entomologiczne. – 2007. – T. 26, № 2. – S. 123–125.
19. Jałoszyński, P. Nowe dane o rozmieszczeniu w Polsce chrząszczy z rodzaju *Batrissodes* Reitter (Coleoptera: Staphylinidae: Pselaphinae) / P. Jałoszyński, R. Garwoński // Wiadomości Entomologiczne. – 2010. – T. 29, № 3. – S. 157–166.

20. Szujecki, A. *Mycetoporus montanus* Luze, 1901 (Coleoptera: Staphylinidae: Tachyporinae) w Polsce! / A. Szujecki // *Wiadomosci Entomologiczne*. – 2013. – T. 32, № 2 – S. 85–88.

21. Plewa, R. Nowe stanowiska rzadko spotykanych w Polsce gatunków kusakowatych (Coleoptera: Staphylinidae) / R. Plewa, A. Melke // *Wiadomosci Entomologiczne*. – 2013. – T. 32, № 3. – S. 228–230.

22. Jałoszyński, P. Nowe stanowiska Scydmaeninae (Coleoptera: Staphylinidae) w Polsce / P. Jałoszyński, M. Wanat, D. Twardy // *Wiadomosci Entomologiczne*. – 2015. – T. 34, № 4. – S. 20–33.

23. Twardy, D. Nowe stanowiska Bythinini (Coleoptera: Staphylinidae: Pselaphinae) w Polsce / D. Twardy, P. Jałoszyński, M. Wanat // *Wiadomosci Entomologiczne*. – 2017. – T. 36, № 1. – S. 5–24.

24. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Hydrophiloidea – Histeroidea – Staphylinoidea / eds.: I. Löbl, A. Smetana. – Stenstrup : Apollo Books, 2004. – Vol. 2. – 942 p.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 27.10.2017

Kazulka M. Rove Beetles (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE) New to the Fauna of Belovezhskaya Pushcha and Belarus

37 species of rove beetles recorded for the first time in Belarusian part of Belovezhskaya Pushcha are listed in the article. 2 species (Omalium rugatum and Xantholinus gallicus) are new to the fauna of Belarus.

УДК 577.13:543.424.7

Н.Ю. Колбас

канд. биол. наук, доц., зав. каф. химии
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина
e-mail: nkolbas@gmail.com

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ АНТОЦИАНОВ

Представлены данные о динамике антиоксидантной активности, спектрофотометрических параметров окраски (интенсивность, тон, процент желтого, красного и пурпурного цветов, фиолетовый индекс, а также параметры CIE L*a*b*) трех антоцианов: цианидин-3-О-глюкозида, дельфинидин-3-О-глюкозида и мальвидин-3-О-глюкозида в модельном растворе «сок» при pH 3,7. Начальная концентрация антоцианов была 100 ± 0,4 мг/л и снижалась в процессе хранения; наибольшая устойчивость отмечена для цианидин-3-О-глюкозида. Антиоксидантная активность антоцианов была оценена тремя методами и варьировала от 2,96 до 3,36 тролокс-эквивалента по методу ABTS, от 1,68 до 1,88 тролокс-эквивалента по методу ORAC и от 4,23 до 5,71 Fe²⁺-эквивалента по методу FRAP. В процессе хранения модельных растворов их антиоксидантная активность снижалась.

Введение

В настоящее время в биохимическом составе растений выявлено около 600 антоцианов, которые чаще находятся в виде гликозидов и ацилгликозидов. По химической структуре агликоны антоцианов являются полигидрокси- и полиметоксипроизводными катиона 2-фенилбензопирилияма (флавилиум-катион или 2-фенилхромен-катион) [1]. Самыми распространенными антоцианами растений являются производные цианидина (Cy), дельфинидина (Dp), мальвидина (Mv), пеларгонидина (Pg), пеонидина (Pn) и петунидина (Pt) (таблица 1).

Таблица 1. – Химическая структура шести основных агликонов антоцианов

Название	Аббревиатура	Базовая структура	R ₁	R ₂
Пеларгонидин	<i>Pg</i>		H	H
Цианидин	<i>Cy</i>		ОН	H
Дельфинидин	<i>Dp</i>		ОН	ОН
Пеонидин	<i>Pn</i>		ОСН ₃	H
Петунидин	<i>Pt</i>		ОСН ₃	ОН
Мальвидин	<i>Mv</i>		ОСН ₃	ОСН ₃

В системе биоантиоксидантов антоцианы являются неферментными, низкомолекулярными антиоксидантами прямого действия; для животной клетки они экзогенные, а для растительной – эндогенные, внутриклеточные. Как и другие биоантиоксиданты, антоцианы способны воздействовать в фармакологических концентрациях без необратимой инактивации ферментативных и генетических систем, а следовательно, быть относительно безопасными для живого организма. Антоцианы проявляют свою антиоксидантную способность в различных типах сред (в водной и водно-липидной) как по отношению к активным формам кислорода (супероксид-радикал, гидроксил-радикал), так и к органическим радикалам, в том числе специфическим [2–8].

В настоящее время общепризнанными являются два пути антиоксидантного действия антоцианов: реакции с радикалами (антирадикальное действие) и связывание

металлов с переменной валентностью (хелатирующее действие) [2]. Литературные данные [3–8] свидетельствуют о наличии прямой зависимости антиоксидантной активности (АОА) антоцианов от количества ОН-групп в их химической структуре, что объясняется повышением электронодонорной способности. В пределах всей группы антоцианов имеются как сильные, так и слабые антиоксиданты.

В чистом виде антоцианы представляют собой окрашенные кристаллы. Среди многочисленных соединений класса флавоноидов антоцианы окрашены более интенсивно, так как поглощают свет с наибольшей длиной волны [9]. Разнообразие окраски антоцианов определяется строением их агликона, рН среды, комплексообразованием с ионами металлов и адсорбцией на полисахаридах.

Степень гидроксирования антоцианов определяет батохромный сдвиг. Например, *Pg* ($\lambda = 523$ нм), *Sy* ($\lambda = 538$ нм) и *Dp* ($\lambda = 548$ нм), имеющие в кольце *A* соответственно одну, две и три гидроксогруппы, окрашены в оранжевый, красный и пурпурный цвета. Однако при изучении аналогичной зависимости у флавонолов, как одной из групп флавоноидов, а именно: кемпферола (одна ОН-группа), кверцетина (две ОН-группы) и мирицитина (три ОН-группы), – батохромный сдвиг не обнаружен. Эти три вещества имеют одинаковую желтую окраску [9]. Данный факт указывает на непосредственное участие связующего трехуглеродного фрагмента антоцианов в формировании их окраски. Влияние рН среды на строение антоцианов и их окраску было проанализировано нами ранее в [10]. Вышеописанные свойства антоцианов обусловили их широкое применение в качестве красителей в пищевой и косметической промышленности [11].

Целью нашего исследования было определить изменение АОА антоцианов и окраски их модельных растворов. В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

- 1) изучить стабильность антоцианов в процессе хранения в условиях модельного раствора «сок»;
- 2) проанализировать динамику спектрофотометрических показателей окраски растворов антоцианов в процессе их хранения;
- 3) определить АОА антоцианов в модельных растворах с применением трех методов и проследить ее динамику в процессе хранения.

Материалы и методы исследования

В исследовании использовали три антоциана: *Sy*-3-глюкозид, *Dp*-3-глюкозид и *Mv*-3-глюкозид (> 99,5 %, «Extrasynthese», Франция).

Модельный раствор «сок» (МРС) готовили на основе буферного раствора (0,1 М КН Фталат–HCl), подкисленного лимонной кислотой до рН = 3,7. Начальная концентрация антоциана в МРС была $100 \pm 0,4$ мг/л. Растворы для каждого антоциана готовили в трехкратной повторности и хранили при 22 °С в плотно закрытых флаконах без доступа света в течение 9 недель. Для исходных растворов, а также через 7 дней и затем через каждые 14 дней хранения определяли спектрофотометрические параметры окраски и АОА.

Изменение концентрации антоцианов в процессе хранения МРС фиксировали методом ВЭЖХ-UV-MS, используя систему сепарации и анализа Thermo-Accela High Speed LC. Разделение компонентов осуществляли на хроматографической колонке с обращенной фазой Agilent Nucleosil 100-5C18 (250×4,0 мм; размер частиц силикагеля 5,0 мкм). Элюирование вели при температуре +40 °С и фиксированной пропускной способности 0,3 мл в минуту, при этом объем инъекционного образца составил 20 мкл. В качестве мобильной фазы А применяли 5 %-ный водный раствор HCOOH; мобильной фазы В – 5 %-ный раствор муравьиной кислоты в ацетонитриле со следующим градиентом элюирования: 10–35 % В, 0–25 мин; 35–100 % В, 25–35 мин; 100 % В, 35–40 мин;

100–10 % В, 40–41 мин; стабилизация системы в течение 4 мин (10 % В). Длина волны детектирования составила 520 нм. Константу скорости распада антоциана рассчитывали в программе Excel, учитывая экспоненциальную зависимость концентрации от времени хранения. Период полуреакции определяли по формуле:

$$\tau_{1/2} = \ln 2/k,$$

где k – константа скорости реакции (недель⁻¹). Время, за которое происходит распад 90 % антоциана от первоначального, рассчитывали как $T = 1/k$.

Желтый цвет в окраске МРС определяли по абсорбции при $\lambda = 420$ нм; красный – при $\lambda = 520$ нм; пурпурный – при $\lambda = 620$ нм и при длине оптического пути в 1 см. Измерения проводили на спектрофотометре V-630 («Jasco», Япония). Интенсивность окраски рассчитывали как сумму желтого, красного и пурпурного цветов ($A_{420} + A_{520} + A_{620}$). Для каждого цвета рассчитывали % от интенсивности окраски. Кроме того, рассчитывали коричневый индекс (тон) как отношение A_{420} / A_{520} и фиолетовый индекс – как отношение A_{620} / A_{520} [12].

Спектрофотометрическая характеристика окраски растворов антоцианов была также оценена в системе CIE $L^*a^*b^*$ согласно методике [13; 14]. Для последующей компьютерной визуализации окраски МРС применяли конвертер для системы RGB [15].

АОА антоцианов в МРС оценивали тремя методами. Измерение АОА методом *ORAC* (англ. *Oxygen Radical Absorption Capacity*) проводили по методике, описанной в [16]. Для получения кинетической кривой угасание флуоресценции регистрировали в течение 90 мин с интервалом в 1 мин при температуре реакционной смеси +37 °С, длине волны возбуждения 485 нм и волны испускания – 530 нм.

АОА методом *ABTS* (англ. *azinobis (3-ethylbenzthiazoline)-6-sulfonic acid*) регистрировали по изменению оптической плотности смеси рабочего раствора катион-радикала *ABTS* (300 мкл) и анализируемого модельного раствора (10 мкл) в течение 10 мин при длине волны 734 нм и температуре +25 °С. Непосредственно перед анализом аликвоту исходного раствора *ABTS*^{•+} диспергировали дистиллированной водой до абсорбции $0,7 \pm 0,002$. АОА рассчитывали как степень ингибирования [5].

В качестве стандарта АОА для этих двух методов использовали тролокс (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновая кислота) и выражали в единицах тролокс-эквивалента (ТЭ).

Определение АОА методом *FRAP* (англ. *Ferric Reducing Antioxidant Power*) проводили согласно рекомендациям [17]. Оптическую плотность анализируемой смеси регистрировали при $\lambda = 593$ нм. АОА выражали в ммоль Fe^{+2} на л МРС.

Все измерения проводили на спектрофлуориметре BMG LABTECH (Германия) с термостатированием и устройством для считывания микропланшеты на 96 ячеек.

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

Результаты и их обсуждение

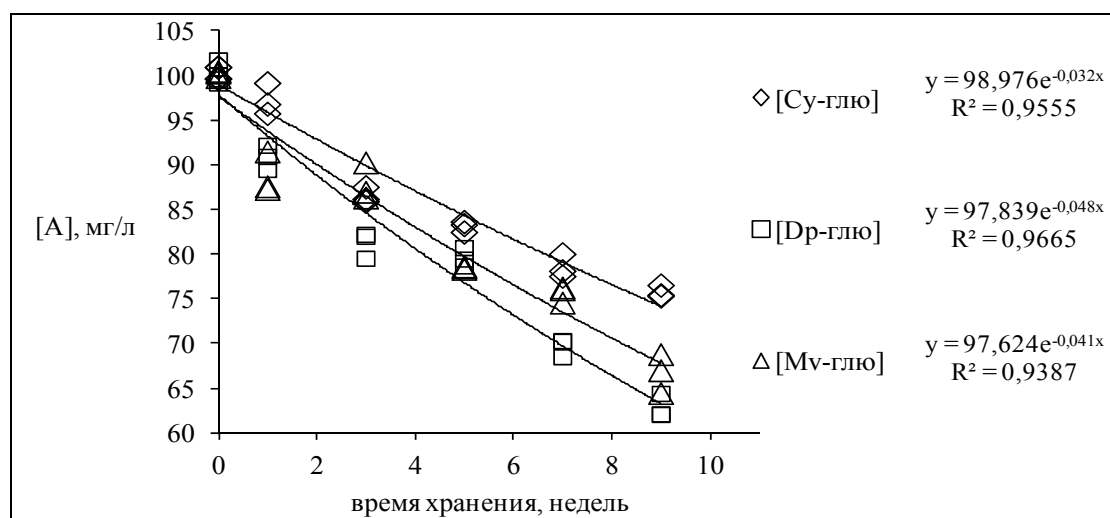
Изменение концентрации антоцианов в процессе хранения модельных растворов представлено в таблице 2 и на рисунке 1. Снижение концентрации для *Dp*-3-глюкозида и *Mv*-3-глюкозида достоверно уже после 1 недели хранения и составило 9,25 % и 11,44 % соответственно. Наибольшая стабильность выявлена для раствора *Sy*-3-глюкозида. За 9 недель хранения концентрация *Sy*-3-глюкозида снижается на 24,45 %, *Mv*-3-глюкозида – на 33,41 % и *Dp*-3-глюкозида – на 37,21 %. Период полураспада антоцианов варьирует от 14,44 до 21,66 недель, а время, за которое происходит распад 90 % антоциана от первоначального, колеблется от 20,83 до 31,25 недель (таблица 3). Изученные антоцианы располагаются в порядке повышения значений параметров как *Dp*-3-глюкозид > *Mv*-3-глюкозид > *Sy*-3-глюкозид.

Таблица 2. – Изменение концентрации антоцианов и параметров окраски в процессе хранения их модельных растворов

Антоциан	Время хранения, неделя	[A]	Параметры CIE $L^*a^*b^*$					h _{ab}	Параметры R:G:B
			L*	a*	b*	C* _{ab}			
Су-3-глюкозид	начальное	100,37 ± 0,74 a	60,86 ± 0,12	69,48 ± 0,07	45,89 ± 0,35	83,27 ± 0,25	33,45 ° ± 0,18	255:78:69	
	1	97,31 ± 1,75 b	61,05 ± 0,08	68,74 ± 0,11	45,40 ± 0,38	82,39 ± 0,3	33,09 ° ± 0,2	255:82:74	
	3	86,61 ± 0,87 d	61,29 ± 0,30	69,07 ± 0,21	43,98 ± 1,03	81,88 ± 0,72	32,49 ° ± 0,53	255:79:76	
	5	83,20 ± 0,60 e	61,87 ± 0,42	68,58 ± 0,37	41,85 ± 1,49	80,34 ± 1,09	31,39 ° ± 0,77	255:84:80	
	7	78,63 ± 1,30 f	62,5 ± 0,55	67,84 ± 0,58	39,13 ± 1,94	78,33 ± 1,46	29,97 ° ± 1,02	255:84:85	
	9	75,82 ± 0,67 c	62,89 ± 0,76	67,21 ± 0,83	36,96 ± 2,44	76,71 ± 1,91	28,79 ° ± 1,3	255:89:91	
Dp-3-глюкозид	начальное	100,21 ± 0,12 a	58,59 ± 0,06	70,53 ± 0,04	14,37 ± 0,11	71,97 ± 0,06	11,52 ° ± 0,08	249:69:118	
	1	90,93 ± 1,35 c	58,19 ± 0,26	70,04 ± 0,21	14,27 ± 0,05	71,47 ± 0,2	11,44 ° ± 0,04	249:70:119	
	3	81,31 ± 1,49 f, e	59,84 ± 0,08	69,41 ± 0,07	12,12 ± 0,12	70,46 ± 0,08	9,9 ° ± 0,08	254:79:127	
	5	79,68 ± 1,04 c, d	61,31 ± 0,09	67,88 ± 0,09	10,08 ± 0,15	68,62 ± 0,12	8,45 ° ± 0,12	255:84:133	
	7	69,75 ± 1,02 b	63,05 ± 0,18	65,32 ± 0,23	8,01 ± 0,2	65,81 ± 0,24	6,99 ° ± 0,14	255:94:141	
Mv-3-глюкозид	9	62,92 ± 1,34 i	64,49 ± 0,22	62,65 ± 0,30	6,7 ± 0,15	63,01 ± 0,31	6,1 ° ± 0,11	255:100:145	
	начальное	100,33 ± 0,31 a	57,74 ± 0,001	69,57 ± 0,04	-0,8 ± 0,01	69,58 ± 0,04	357,34 ° ± 0,01	243:73:142	
	1	88,85 ± 2,35 d, c	57,47 ± 0,001	69,25 ± 0,04	-0,8 ± 0,01	69,26 ± 0,04	357,68 ° ± 0,01	242:69:139	
	3	87,92 ± 2,11 d, c	58,55 ± 0,25	68,38 ± 0,16	-0,75 ± 0,06	68,38 ± 0,16	359,38 ° ± 0,22	242:76:142	
	5	78,56 ± 0,14 f	59,84 ± 0,11	66,63 ± 0,14	-0,73 ± 0,1	66,64 ± 0,14	359,37 ° ± 0,08	247:83:147	
7	75,69 ± 0,92 g	61,12 ± 0,04	64,56 ± 0,02	-0,35 ± 0,03	64,56 ± 0,02	359,69 ° ± 0,03	246:91:150		
9	66,81 ± 2,19 h	64,2 ± 0,6	56,90 ± 0,74	-0,35 ± 0,3	56,90 ± 0,73	359,13 ° ± 0,33	245:109:157		

Примечание. – Су – цианидин; Dp – дельфинидин; Mv – мальвидин; [A] – концентрация антоциана, мг/л; параметры окраски [15]: L* – яркость; a* – положение цвета в диапазоне зеленый–красный; b* – положение цвета в диапазоне синий–желтый; C*_{ab} – цветовая насыщенность; h_{ab} – угол в 3D цветовой системе; a, b, c, d, e, f, g, h, i – статистические различия в пределах параметра (Tukey-тест при p < 0,05).

Согласно литературным данным, при деструкции антоцианов могут образовываться гидроксibenзойные кислоты, флаван-3-олы и орто-хиноны [18, с. 157–158; 19]. Отметим, что хроматограммы, полученные ВЭЖХ-УФ-МС (в статье не приводятся) для МРС в процессе хранения, демонстрируют уменьшение площади пиков соответствующих антоцианов; появление новых пиков не наблюдалось.



Су – цианидин, Др – дельфинидин, Мв – мальвидин, [А] – концентрация антоциана

Рисунок 1. – Динамика концентрации антоцианов в процессе хранения модельных растворов

Таблица 3. – Кинетические параметры распада антоцианов при хранении модельных растворов

Антоциан	Кинетическое уравнение	R ²	К, недель ⁻¹	τ ^{1/2} , недель	T, недель
Су-3-глюкозид	y = 98,976 exp(-0,032x)	0,955	0,032	21,66	31,25
Др-3-глюкозид	y = 97,839 exp(-0,048x)	0,966	0,048	14,44	20,83
Мв-3-глюкозид	y = 97,624 exp(-0,041x)	0,939	0,041	16,91	24,39

Примечание. – Су – цианидин, Др – дельфинидин, Мв – мальвидин; y – концентрация антоциана, мг/л, x – время хранения, недель; k – константа скорости реакции; τ^{1/2} – период полураспада; T – время, за которое происходит распад 90 % антоциана от первоначального

В литературе имеются сведения о зависимости стабильности антоцианов от их строения при воздействии температуры, света, экзогенных окислителей. Показано, что чем выше степень гидроксирования антоцианов, тем ниже их устойчивость, в то время как при метилировании наблюдается обратная зависимость. Гликозильные формы антоцианов более стабильны, чем их агликоны [20; 21]. Недавние исследования показали, что в процессе переработки и хранения продукции ацилированные антоцианы более стабильны, чем их неацелированные аналоги [22].

Окраска трех антоцианов в МРС была оценена двумя спектрофотометрическими методами. Согласно первому методу (таблица 4), интенсивность окраски варьировала от 1,341 до 1,988 и снижалась в последовательности Су-3-глюкозид > Др-3-глюкозид > Мв-3-глюкозид, в том числе и к концу хранения МРС. Различия данного параметра при хранении Су-3-глюкозида не были статистически достоверными. Интенсивность окраски Др-3-глюкозида снизилась после трех недель хранения на 8,8 % от первоначального и на 14,2 % – к окончанию эксперимента; у Мв-3-глюкозида на 7 и 11% соответственно.

Таблица 4. – Спектрофотометрические цветовые показатели модельных растворов антоцианов

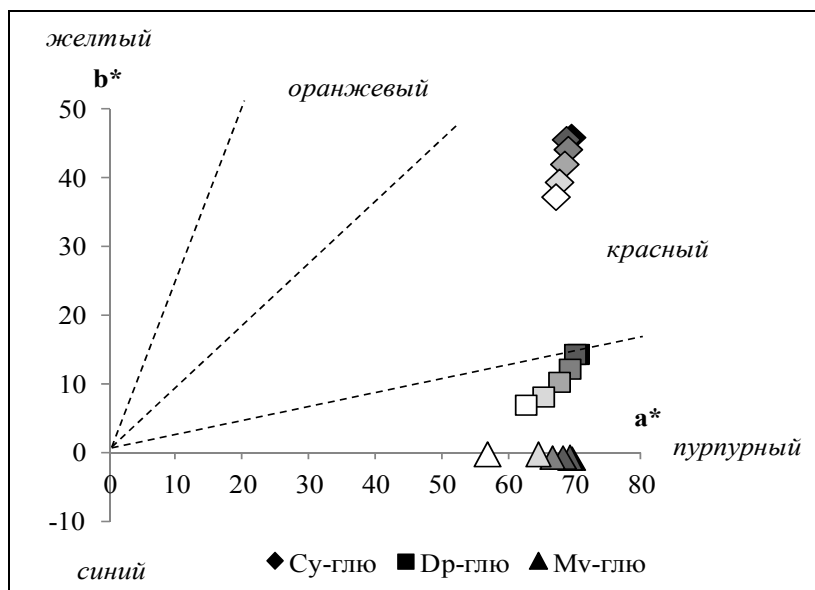
Антоциан	Время хранения, неделя	Цветовые показатели							Тон	ФИ
		ИО	Ж, %	К, %	П, %	Ж, %	К, %	П, %		
Су-3-глюкозид	начальное	1,988 ± 0,09	34,55 ± 0,68	65,5 ± 0,75	0,23 ± 0,08	0,528 ± 0,016	0,004 ± 0,001			
	1	1,963 ± 0,024	33,94 ± 0,01	65,8 ± 0,04	0,26 ± 0,047	0,516 ± 0,001	0,004 ± 0,001			
	3	1,868 ± 0,108	34,7 ± 0,54	65,02 ± 0,53	0,28 ± 0,01	0,534 ± 0,013	0,004 ± 0,0002			
	5	1,934 ± 0,042	32,83 ± 0,36*	66,76 ± 0,36	0,4 ± 0,002*	0,492 ± 0,008*	0,006 ± 0,0001*			
	7	1,900 ± 0,174	32,06 ± 0,86*	67,46 ± 0,86	0,48 ± 0,003*	0,475 ± 0,019*	0,007 ± 0,0001**			
Dp-3-глюкозид	9	1,895 ± 0,07	33,1 ± 1,61	66,26 ± 1,54	0,58 ± 0,07***	0,5 ± 0,036	0,009 ± 0,0001***			
	начальное	1,7 ± 0,033	26,55 ± 0,49	71,56 ± 0,59	1,89 ± 0,1	0,371 ± 0,01	0,026 ± 0,002			
	1	1,654 ± 0,029	26,22 ± 0,33	72,02 ± 0,48	1,76 ± 0,15	0,364 ± 0,007	0,024 ± 0,002			
	3	1,55 ± 0,013*	26,78 ± 0,17	71,45 ± 0,19	1,77 ± 0,01	0,375 ± 0,003	0,025 ± 0,0003			
	5	1,555 ± 0,027*	25,38 ± 0,33	73,02 ± 0,39	1,59 ± 0,06*	0,348 ± 0,006	0,022 ± 0,001*			
Mv-3-глюкозид	7	1,453 ± 0,058**	25,88 ± 0,36	72,44 ± 0,79	1,68 ± 0,22*	0,357 ± 0,009	0,023 ± 0,006			
	9	1,458 ± 0,014**	24,9 ± 0,07*	73,83 ± 0,1	1,30 ± 0,04**	0,337 ± 0,001*	0,017 ± 0,001*			
	начальное	1,506 ± 0,022	23,93 ± 0,29	72,04 ± 0,47	4,03 ± 0,19	0,332 ± 0,006	0,056 ± 0,003			
	1	1,436 ± 0,078	24,81 ± 1,41	71,11 ± 1,51	4,08 ± 0,09	0,349 ± 0,027	0,057 ± 0,003			
	3	1,4 ± 0,035*	25,15 ± 0,95	70,84 ± 1,37	4,02 ± 0,42	0,355 ± 0,02	0,057 ± 0,007			
	5	1,448 ± 0,024*	24,01 ± 0,46	72,47 ± 0,81	3,52 ± 0,36	0,331 ± 0,01	0,049 ± 0,005			
	7	1,388 ± 0,007**	24,39 ± 0,09	72,33 ± 0,15	3,27 ± 0,06*	0,337 ± 0,002	0,045 ± 0,001*			
	9	1,341 ± 0,085*	22,26 ± 1,03*	74,36 ± 0,65	2,71 ± 0,44*	0,299 ± 0,024*	0,045 ± 0,009*			

Примечание. – Су – цианидин; Dp – дельфинидин; Mv – мальвидин; ИО – индекс окраски; Ж – желтый цвет в окраске, К – красный, П – пурпурный; ФИ – фиолетовый индекс; * – статистические достоверные различия от первоначального значения при 0,01 < P < 0,05, ** – при 0,001 < P < 0,01, *** – при P < 0,001.

Самый большой процент в общую окраску исследованных МРС вкладывает красный цвет (72,04–65,5 % в последовательности *Mv*-3-глюкозид \approx *Dp*-3-глюкозид > *Cy*-3-глюкозид). Изменения данного параметра в процессе хранения трех МРС не были достоверны. Доля желтого цвета в общей окраске исходных растворов составила 23,93–34,55 %, его изменения были незначительны. Процент пурпурного цвета для трех МРС различался значительно и на начальном этапе составил 0,23 % для *Cy*-3-глюкозида, 1,89 % для *Dp*-3-глюкозида и 4,03 % для *Mv*-3-глюкозида. Причем для *Cy*-3-глюкозида этот параметр возрастал уже начиная с пятой недели хранения и увеличился к концу хранения в 1,5 раза. МРС двух других антоцианов продемонстрировал снижение пурпурного цвета в окраске на 32,6 % к концу хранения. Тон растворов варьировал от 0,332 до 0,528 и снижался в процессе хранения. Фиолетовый индекс составил 0,004 для *Cy*-3-глюкозида, 0,026 для *Dp*-3-глюкозида и 0,056 для *Mv*-3-глюкозида. У МРС двух последних антоцианов параметр снижается к концу хранения, визуальными изменениями проявляются как снижение яркости окраски.

Более объективную оценку окраске модельных растворов антоцианов дает спектрофотометрическая система CIE $L^*a^*b^*$ (таблица 2).

Окраска исходного МРС *Cy*-3-глюкозида довольно светлая ($L^* = 60,86 \pm 0,12$), красно-оранжевая (параметры $a^* = 69,48 \pm 0,07$ при $b^* = 45,89 \pm 0,35$; $h_{ab} = 33,45^\circ \pm 0,18$), яркая, насыщенная ($C^*_{ab} = 83,27 \pm 0,25$). В процессе хранения раствор становится более красным (рисунок 2) и менее насыщенным (рисунок 3).



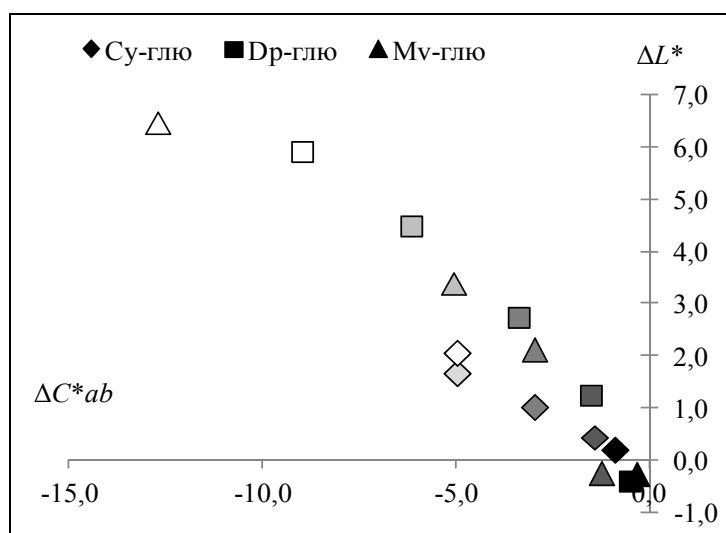
Cy – цианидин, *Dp* – дельфинидин, *Mv* – мальвидин;
 a^* – положение цвета в диапазоне зеленый – красный,
 b^* – положение цвета в диапазоне синий–желтый;
 черный цвет маркеров соответствует первоначальному раствору,
 темно-серый – первой и третьей неделе, серый – пятой,
 светло-серый – седьмой, белый – девятой неделе хранения;
 штрихпунктирная линия – условная граница цветов

Рисунок 2. – Изменение окраски модельных растворов антоцианов в процессе хранения

Исходный МРС *Dp*-3-глюкозида – более темный ($L^* = 58,59 \pm 0,06$), имеет красно-пурпурную окраску (параметры $a^* = 70,53 \pm 0,04$ при $b^* = 14,37 \pm 0,11$; $h_{ab} = 11,52^\circ \pm 0,08$),

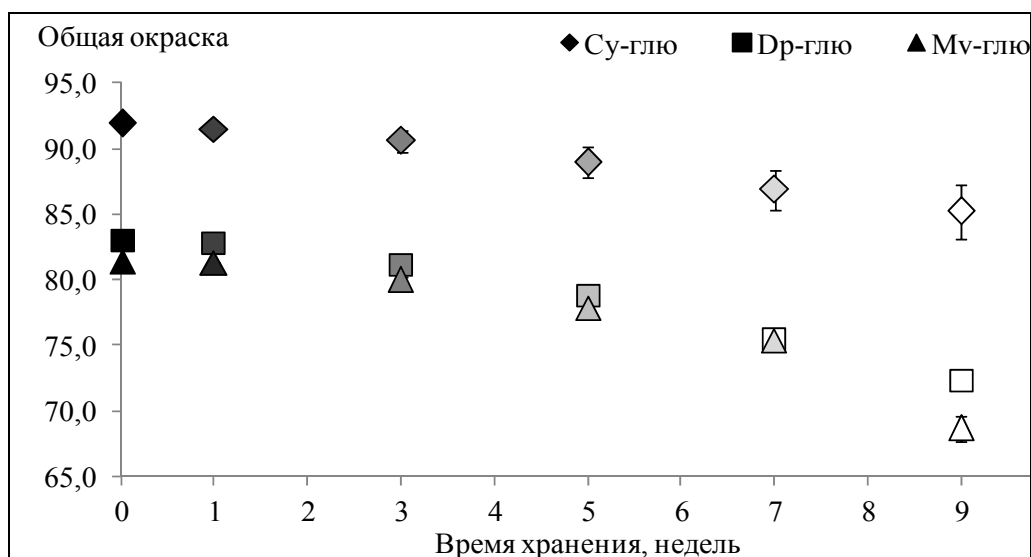
но менее яркую и насыщенную ($C^*_{ab} = 71,97 \pm 0,06$). В процессе хранения окраска становится более пурпурной (рисунок 2), но бледной (рисунок 3).

Исходный МРС *Mv*-3-глюкозида – пурпурный ($L^* = 57,74$; $a^* = 69,57 \pm 0,04$ при $b^* = -0,8 \pm 0,01$; $h_{ab} = 357,34^\circ \pm 0,01$), яркий и насыщенный ($C^*_{ab} = 71,97 \pm 0,06$). Как и для *Dp*-3-глюкозида, в процессе хранения окраска становится бледной (рисунок 3).



Cy – цианидин, *Dp* – дельфинидин, *Mv* – мальвидин; черный цвет маркеров соответствует первой неделе, темно-серый – третьей, серый – пятой, светло-серый – седьмой, белый – девятой неделе хранения

Рисунок 3. – Динамика яркости (ΔL^*) и цветовой насыщенности (ΔC^*_{ab}) модельных растворов антоцианов в процессе хранения



Cy – цианидин, *Dp* – дельфинидин, *Mv* – мальвидин

Рисунок 4. – Динамика общей окраски модельных растворов антоцианов в процессе хранения

Общая окраска изученных МРС трех антоцианов в процессе хранения снижается (рисунок 4). Наиболее заметно это становится на седьмой неделе хранения. К концу хранения МРС параметр снижается на 7,4 % от первоначальной для *Cy*-3-глюкозида,

на 12,9 % – для *Dp*-3-глюкозида и на 15,6 % – для *Mv* -3-глюкозида. Таким образом, при pH = 3,7 лучше всего свою цветность сохраняет модельный раствор *Sy*-3-глюкозида.

Результаты наших исследований можно интерпретировать как АОА индивидуальных антоцианов при pH 3,7 и АОА их MPC.

По методу *ABTS* средняя АОА антоцианов в нашем исследовании превышает параметр тролокса в $3,36 \pm 0,21$ раза для *Sy*-3-глюкозида, в $2,96 \pm 0,12$ раза для *Dp*-3-глюкозида и в $3,12 \pm 0,21$ раза для *Mv*-3-глюкозида. Полученные результаты в целом согласуются с имеющимися в литературе данными. В работах [3; 4] показано, что АОА трех антоцианов по методу *ABTS* превышает соответствующий параметр тролокса в 2,06–3,7 раза. Полученные результаты АОА по методу *ORAC* колеблются от 1,68 до 1,88 в эквиваленте тролокса и в целом согласуются с литературными данными [4; 8]. Однако по сравнению с литературными сведениями снижается с иной последовательностью (*Mv*-3-глюкозид > *Dp*-3-глюкозид \approx *Sy*-3-глюкозид), что, вероятно, связано с изменением структуры антоцианов при pH 3,7.

По снижению значений их АОА по методу *FRAP* (в ммоль Fe²⁺ / ммоль антоциана) антоцианы можно расположить в следующей последовательности: *Sy*-3-глюкозид ($5,71 \pm 0,13$) > *Dp*-3-глюкозид ($4,62 \pm 0,38$) \approx *Mv*-3-глюкозид ($4,23 \pm 0,09$).

Значения АОА изученных нами модельных растворов представлены в таблице 5.

Таблица 5. – Динамика АОА антоцианов в MPC

Антоциан	Время хранения, недель	Метод оценки АОА		
		<i>ABTS</i> , ммоль ТЭ/л	<i>ORAC</i> , ммоль ТЭ/л	<i>FRAP</i> , ммоль Fe ²⁺ /л
<i>Sy</i> -3-глюкозид	начальное	0,64 ± 0,021 a	0,37 ± 0,009 d	1,17 ± 0,044 a
	1	0,65 ± 0,019 a	0,38 ± 0,006 d	1,06 ± 0,006 b
	3	0,68 ± 0,031 a	0,36 ± 0,015 d,e	1,07 ± 0,054 a, b
	5	0,71 ± 0,049 a	0,27 ± 0,002 f	1,04 ± 0,018 b
	7	0,46 ± 0,009 d	0,25 ± 0,002 g	0,89 ± 0,038 c, d
	9	0,47 ± 0,019 d	0,19 ± 0,014 j,i	0,91 ± 0,031 c
<i>Dp</i> -3-глюкозид	начальное	0,53 ± 0,025 b, c	0,45 ± 0,006 a	0,87 ± 0,005 c
	1	0,54 ± 0,028 b, c	0,40 ± 0,001 c	0,81 ± 0,014 e, d
	3	0,53 ± 0,009 c	0,29 ± 0,014 f	0,60 ± 0,044 f, g, h, i
	5	0,54 ± 0,017 b, c	0,21 ± 0,013 j	0,64 ± 0,019 f, g
	7	0,38 ± 0,015 e	0,19 ± 0,001 i	0,63 ± 0,003 g
	9	0,35 ± 0,012 e, f	0,16 ± 0,006 k	0,61 ± 0,009 h
<i>Mv</i> -3-глюкозид	начальное	0,58 ± 0,024 b	0,41 ± 0,008 b	0,83 ± 0,019 d, e
	1	0,58 ± 0,002 b	0,39 ± 0,001 c	0,69 ± 0,028 f
	3	0,56 ± 0,009 b	0,35 ± 0,007 e	0,75 ± 0,07 e, f
	5	0,56 ± 0,013 b	0,26 ± 0,003 g	0,59 ± 0,027 h, i
	7	0,36 ± 0,008 e	0,24 ± 0,001 h	0,58 ± 0,028 h, i
	9	0,32 ± 0,02 f	0,17 ± 0,002 k	0,56 ± 0,022 i

Примечание. – *Sy* – цианидин, *Dp* – дельфинидин, *Mv* – мальвидин; MPC – модельный раствор «сок»; АОА – антиоксидантная активность; ТЭ – тролокс эквивалент; a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k – статистические различия в пределах метода (*Tukey*-тест при $p < 0,05$)

По результатам применения метода *ABTS* АОА исходных MPC варьирует от 0,53 до 0,64 ммоль ТЭ/л и снижается в последовательности: *Sy*-3-глюкозид > *Mv*-3-глюкозид \approx *Dp*-3-глюкозид. Эта же последовательность сохраняется к концу эксперимента. Достоверное снижение АОА у исследованных MPC наблюдается с седьмой недели хранения и к концу эксперимента составило 0,32–0,47 ммоль ТЭ/л. Аналогичная тенденция отмечена для MPC при оценке их АОА по методу *FRAP*. Для исходных MPC

АОА колеблется от 0,83 до 1,17 ммоль Fe^{+2} /л и снижается в последовательности: Су-3-глюкозид > Dp-3-глюкозид > Mv-3-глюкозид. К концу эксперимента АОА составила 0,56–0,91 ммоль Fe^{+2} /л и ее снижение сохранилось в первоначальной последовательности. В отличие от АОА, оцененной методом *ABTS*, согласно методу *FRAP*, данный параметр снижался уже после первой недели хранения. Иную тенденцию продемонстрировали MPC по результатам метода *ORAC*. Так, АОА исходных растворов варьирует от 0,45 до 0,37 ммоль ТЭ/л и снижается в последовательности: Dp-3-глюкозид > Mv-3-глюкозид > Су-3-глюкозид. Достоверное снижение значений АОА для MPC Dp-3-глюкозида и Mv-3-глюкозида отмечено уже после первой недели хранения. Наибольшую стабильность АОА по методу *ORAC* проявляют растворы Су-3-глюкозида. Отметим, что к концу хранения последовательность распределения изученных MPC изменилась: Су-3-глюкозид > Dp-3-глюкозид > Mv-3-глюкозид, а значения параметра составили 0,16–0,19 ммоль ТЭ/л.

Заключение

Среди трех изученных антоцианов наибольшую стабильность в модельных растворах проявляет Су-3-глюкозид. Окраска его раствора изменяется от красно-оранжевой до красной, а интенсивность остается стабильной при хранении модельных растворов в течение 7 недель. Окраска MPC Dp-3-глюкозида и Mv-3-глюкозида была красно-пурпурная и пурпурная соответственно, и ее интенсивность снизилась после трех недель хранения. С учетом трех методов оценки АОА и ее изменения в процессе хранения наибольшей АОА обладает MPC Су-3-глюкозида.

Представленные в работе результаты могут быть использованы для разработки напитков с повышенной АОА. Однако в перспективе необходимо изучить изменение АОА антоцианов в MPC при разных температурных режимах хранения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mazza, G. In *Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains* / G. Mazza, E. Miniati. – Boca Raton : CRC Press, 1993. – P. 149–199.
2. Prior, R. L. *Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements* / R. L. Prior, X. Wu, K. Schaich // *J. Agricultural and Food Chem.* – 2005. – Vol. 53, № 10. – P. 4290–4302.
3. Rice-Evans, C. A. *Antioxidant properties of phenolic compounds* / C. A. Rice-Evans, N. J. Miller, G. Paganga // *Trends in plant sci.* – 1997. – Vol. 2, № 4. – P. 152–159.
4. *Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests* / J. Tabart [et al.] // *Food Chem.* – 2009. – Vol. 113. – P. 1226–1233.
5. *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay* / R. Re [et al.] // *Free Radical Biology & Medicine.* – 1999. – Vol. 26, № 9/10. – P. 1231–1237.
6. *Activité antiradicalaire des vins rouges: synergie des anthocyanes et ellagitanins. Comparaison avec différentes sources de polyphénols* / N. Saint-Cricq De Gaulejac [et al.] // *J. Int. Sc. Vig. Vin.* – 2000. – № 4. – P. 57–64.
7. Kähkönen, M. P. *Antioxidant Activity of Anthocyanins and Their Aglycons* / M. P. Kähkönen, M. J. Heinonen // *J. Agricultural and Food Chem.* – 2003. – Vol. 51, № 3. – P. 628–633.
8. Wang, H. *Oxygen Radical Absorbing Capacity of Anthocyanins* / H. Wang, G. Cao, R. L. Prior // *J. Agricultural and Food Chem.* – 1997. – Vol. 45, № 2. – P. 304–309.
9. Бриттон, Г. *Биохимия природных пигментов* : пер. с англ. / Г. Бриттон. – М. : Мир, 1986. – 422 с.

10. Колбас, Н. Ю. Механізми копигментации антоціанов / Н. Ю. Колбас // Вучон. зап. Брэсц. ун-та. – 2014. – Вып. 10, ч. 2 : Прыродазнаўчыя навукі. – С. 30–38.
11. Rymbai, H. Biocolorants and its implications in Health and Food Industry. A Review / H. Rymbai, R. R. Sharma, M. Srivastav // Int. J. Pharm Tech Research. – 2011. – Vol. 3, № 4. – P. 2228–2244.
12. Zozio, S. Evaluation of anthocyanin stability during storage of a coloured drink made from extracts of the Andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth.), açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and black carrot (*Daucus carota* L.) / S. Zozio, D. Pallet, M. Dornier // Fruits. – 2011. – Vol. 66, № 3. – P. 203–2015.
13. Wrolstad, R. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products / R. Wrolstad, R. Durst, J. Lee // Trends in Food Science & Technology. – 2005. – Vol. 16. – P. 423–428.
14. Application of Differential Colorimetry To Evaluate Anthocyanin–Flavonol–Flavanol Ternary Copigmentation Interactions in Model Solutions / B. Gordillo [et al.] // J. Agricultural and Food Chem. – 2015. – Vol. 63, № 35. – P. 7645–7653.
15. Color Converter – RGB to HEX and more [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.workwithcolor.com/color-converter-01.htm>. – Date of access: 21.03. 2017.
16. Dávalos, A. Extending applicability of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC-fluorescein) assay / A. Dávalos, C. Gomez-Cordoves, B. Bartolome // J. Agricultural and Food Chem. – 2004. – Vol. 52, № 1. – P. 48–54.
17. Benzie, I. F. F. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of «antioxidant power»: the FRAP assay / I. F. F. Benzie, J. J. Strain // J. Anal. Biochem. – 1996. – № 239. – P. 70–76.
18. Handbook of Enology [Traité d'oenologie. English] / P. Ribéreau-Gayon [et al.] – West Sussex : John Wiley & Sons Ltd., 2006. – Vol. 2 : The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. – 444 p.
19. Anthocyanone A: A quinone methide derivative resulting from malvidin 3-oglucoside degradation / P. Lopes [et al.] // J. Agricultural and Food Chem. – 2007. – Vol. 55, № 7. – P. 2698–2704.
20. Fossen, T. Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides in aqueous solutions / T. Fossen, Ø. M. Andersen // J. Food Chem. – 2000. – Vol. 68, № 1. – P. 101–107.
21. Lee, P. M. Thermal Degradation of Blue Anthocyanin Extract of *Clitoria ternatea* Flower / P. M. Lee, R. Abdullah, K. H. Lee // 2nd Intern. Conference of Biotechnology and Food Science, IPCBEE. – 2011. – Vol. 7. – P. 49–53.
22. Wallace, T. C. Determination of Color, Pigment, and Phenolic Stability in Yogurt Systems Colored with Nonacylated Anthocyanins from *Berberis boliviana* L. as Compared to Other Natural/Synthetic Colorants / T. C. Wallace, M. M. Giusti // J. Food Sci. – 2008. – Vol. 73, № 4. – P. 241–248.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 08.12.2017

Kolbas N.Yu. Antioxidant Activity of Anthocyanins

*Dynamic of antioxidant activity and changes of spectrophotometric colour parameters (intensity, tone, percentage of yellow, red and magenta colours, purple index, and CIE L*a*b*) of three anthocyanins: cyanidin-3-O-glucoside, delphinidin-3-O-glucoside and malvidin-3-O-glucoside in a model "juice" solution at pH 3.7 are presented in the article. The initial concentration of anthocyanins was 100±0.4 mg/l and decreased during storage. Antioxidant activity of anthocyanins varied from 2.96 to 3.36 trolox equivalent by the ABTS method, from 1.68 to 1.88 trolox equivalent by the ORAC method and from 4.23 to 5.71 in mmol of Fe²⁺/mmol anthocyanin by the FRAP method. The antioxidant activity of model solutions decreased during storage.*

УДК 598.2:574.589

Д.С. Лундышев¹, И.А. Богданович²¹канд. биол. наук, доц., доц. каф. естественнонаучных дисциплин,
директор Института повышения квалификации и переподготовки
Барановичского государственного университета²магистр биол. наук, мл. науч. сотрудникГосударственного научно-практического центра по биоресурсам НАН Беларуси
e-mail: LundyshvDenis@yandex.ru¹; ibcygnus@gmail.com²**ОСОБЕННОСТИ ОСЕННЕЙ МИГРАЦИИ СЕРОГО ЖУРАВЛЯ (*GRUS GRUS*)
НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКАНСКОГО
ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ЕЛЬНЯ»***

В работе отражается высокая ценность Республиканского ландшафтного заказника «Ельня» как места концентрации птиц во время миграций. На этой территории в период миграции одновременно останавливается более 4 700 особей серого журавля с пиком осеннего пролета в первой декаде октября. В период осенней миграции болото ландшафтного заказника «Ельня» серый журавль использует главным образом для ночевки и в меньшей степени для поиска пищи. В дневное время птицы держатся на сельскохозяйственных полях. Основным фактором, оказывающим влияние на время вылета журавлей из болота на кормовые биотопы и перемещение в центр болотного массива, является плохая видимость (сильный туман и дождливая погода). В период интенсивной миграции серый журавль проявляет приуроченность к пустующим полям после уборки картофеля и кукурузы.

Введение

Благодаря комплексу факторов, из которых определяющими являются благоприятные кормовые условия, формирующиеся на территории сельскохозяйственных угодий, прилегающих к территории заказника «Ельня», а также изолированности болотного массива, заказник является одним из важных мест скопления водно-болотных птиц в период осенней миграции. Наиболее важное значение болотный массив имеет для мигрирующих через его территорию гусей (*Anser sp.*) и серого журавля (*Grus grus*).

Серый журавль в Беларуси является редким гнездящимся, перелетным и транзитно мигрирующим видом [1]. Этот вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь (III категория охраны) [2]. Данные по различным аспектам экологии серого журавля (*G. grus*) являются актуальными и необходимыми для оценки и проектирования мероприятий, направленных на сохранение и увеличение численности данного охраняемого вида. Также полученные данные используются в проектах, направленных на восстановление болота, а также при разработке мероприятий по развитию экотуризма региона.

Материалы и методы исследований

Республиканский ландшафтный Заказник «Ельня» расположен на территории Миорского и Щарковщинского районов Витебской области. Общая площадь заказника составляет 25 301 га. С 2002 г. заказнику присвоен статус Рамсарской и Ключевой орнитологической территории [3].

В структуре земель верховое болото занимает около 73 % территории заказника; по периметру оно окружено кольцом леса шириной от 150 м до 3 км. По всему болоту разбросаны небольшие лесные острова. Большая часть болотного массива поросла невысокой сосной, но встречаются и значительные открытые участки с многочисленными

*Работа проведена при финансовой поддержке проекта ЕС/ПРООН «Содействие развитию всеобъемлющей структуры международного сотрудничества в области охраны окружающей среды в Республике Беларусь».

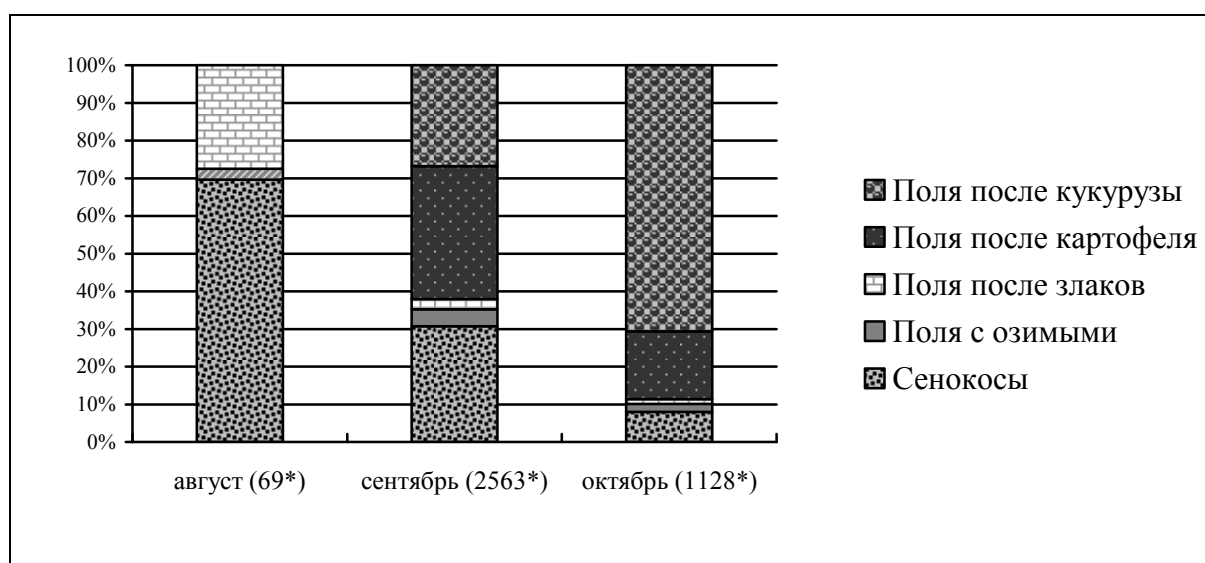
мелкими озерами, грядово-озерно-мочажинными и озерно-мочажинными комплексами растительности [4].

Материалом для работы послужили данные, собранные на территории заказника с августа по ноябрь 2012 г., а также фрагментарные данные, собранные в 2013–2016 гг. Общее время пребывания в границах заказника за указанный период составило 44 дня.

При изучении экологических особенностей серого журавля применялись разные методы их учета [5–8]: метод учета птиц на трансектах (общая длина трансект 80 км при ширине учетной полосы в 600 м), вечерние учеты с пяти вышек высотой 25–30 м, а также точечное еженедельное наблюдение за мигрирующими птицами. Учет на трансектах проводился в дневное время с целью регистрации следов пребывания птиц (перья, помет и др.) и определения мест наибольшей концентрации птиц в ночное время. Вечерние учеты с вышек начинались за три часа до захода солнца и продолжались один час после захода солнца (наступление полной темноты). Точечное еженедельное наблюдение проводилось с одной точки (пожарная вышка, окр. д. Переслово). Утренний учет начинался за 30 мин до восхода солнца и длился четыре часа, вечерний – за три часа до захода солнца и продолжался один час после захода солнца. Во время наблюдений регистрировали всех птиц в полосе шириной около 1 200 м, что согласуется с методикой, использованной ранее коллегами. Кроме того, в период учетов были обследованы сельскохозяйственные угодья на расстоянии 10–15 км от границ заказника с целью определения мест концентрации птиц и их кормовых биотопов.

Результаты и их обсуждение

В период проведения исследований нами установлены особенности распределения серого журавля в различные периоды осенней (август, сентябрь, октябрь) миграции по кормовым биотопам (рисунок 1). Так, преобладающее число птиц (около 70 %) в августе приурочено к сенокосам, меньше к полям с убранными злаками. В сентябре птицы относительно равномерно распределяются на территории сенокосов, картофельных полях и полях после уборки кукурузы, где было отмечено 30,7, 35,2 и 26,8 % соответственно от всех отмеченных птиц на полях в учетное время. В это время на других кормных биотопах птицы почти полностью отсутствовали. В октябре прослеживается резкое увеличение серого журавля (более 70 % птиц) на полях после уборки кукурузы.



(*) – количество учтенных птиц на полях

Рисунок 1. – Распределение серого журавля по кормовым биотопам в период осенней миграции 2012 г. в окрестностях заказника «Ельня», %

Большая часть серого журавля покидает сельхозугодья за 50–60 мин до захода солнца и перемещается в центр болотного массива заказника. На время перемещения птиц в центр болота на ночевку оказывают влияние погодные условия. Так, в дождливую погоду с плохой видимостью птицы покидают кормовые биотопы на 30–40 мин раньше, чем в ясную погоду с хорошей видимостью. В утреннее время вылет журавля из болота также зависит от погодных условий. Основным фактором, влияющим на время вылета журавля из болота, является туман, при котором вылет птиц из болота может задерживаться более чем на один час.

На территории болотного массива птицы останавливаются на осоковых сплавилах, отдельных озерах и озерно-мочажинных комплексах. Также установлено, что северная часть болотного массива, менее измененная пожарами и сохранившаяся в состоянии, близком к естественному, представленная главным образом сосняками сфагновыми (*Pinetum sphagnosum*) и сосняками кустарничково-сфагновым (*Pinetum ledoso-sphagnosum*) с небольшими окнами озер, в наименьшей степени подходит и используется для скопления водно-болотных птиц в период остановки на болоте.

С целью выяснения факторов, влияющих на скорость миграции, выполнялось еженедельное наблюдение за мигрирующими птицами в утренние и вечерние часы из одной точки. Изучение миграции серого журавля показало, что первые птицы появляются на сельскохозяйственных угодьях в конце июля – начале августа. Со второй декады августа на территорию заказника прибывают птицы, вероятно, северных популяций, однако численность журавля остается невысокой до начала сентября (40–78 птиц в вечернее время и 58–90 птиц в утреннее). С середины сентября происходит существенное увеличение числа мигрирующих птиц до 290 в вечернее время и 270 в утреннее. С третьей декады сентября по первую декаду октября на территории и в окрестностях заказника отмечается наибольшая концентрация птиц, достигающая максимальной численности (1 380) в первых числах октября. К концу октября происходит плавный спад численности серого журавля до 20 птиц в вечернее время. Разницу в количестве учтенных птиц в вечернее и утреннее время можно объяснить несколькими причинами.

Во-первых, в период миграции происходит смешение птиц аборигенных и северных популяций. Так, в августе и начале сентября большую часть птиц составляют особи местных популяций (не более 200 пар [9]), в результате чего количество птиц, вылетающих из болота в северном направлении и возвращающихся на ночевку примерно одинаково. С середины же сентября происходит очевидный прилет птиц с других территорий, проявляющийся в резком увеличении числа птиц, залетающих в центр болота на ночевку. С третьей декады октября миграция с севера почти полностью прекращается, что отражается в относительной стабилизации численности птиц, улетающих в болото и возвращающихся на поля в утренние часы.

Во-вторых, на основании результатов, полученных при учете птиц с вышек, в утреннее время большинство птиц покидает болото в южном и юго-восточном направлении. На ночевку в вечернее время возвращается только часть из них, другая часть птиц, вероятно, улетает дальше на юг, на места зимовки.

На кратковременное пребывание птиц на территории Беларуси также указывают данные, полученные финскими коллегами при мечении птиц спутниковыми передатчиками [10]. Так, только часть помеченных птиц задерживалась на территории Беларуси до 10 дней, тогда как остальные пролетали через ее территорию транзитом. Этой причиной можно объяснить почти двукратную разницу учтенных птиц в вечернее и утреннее время с 23.09 по 13.10.2012 г.

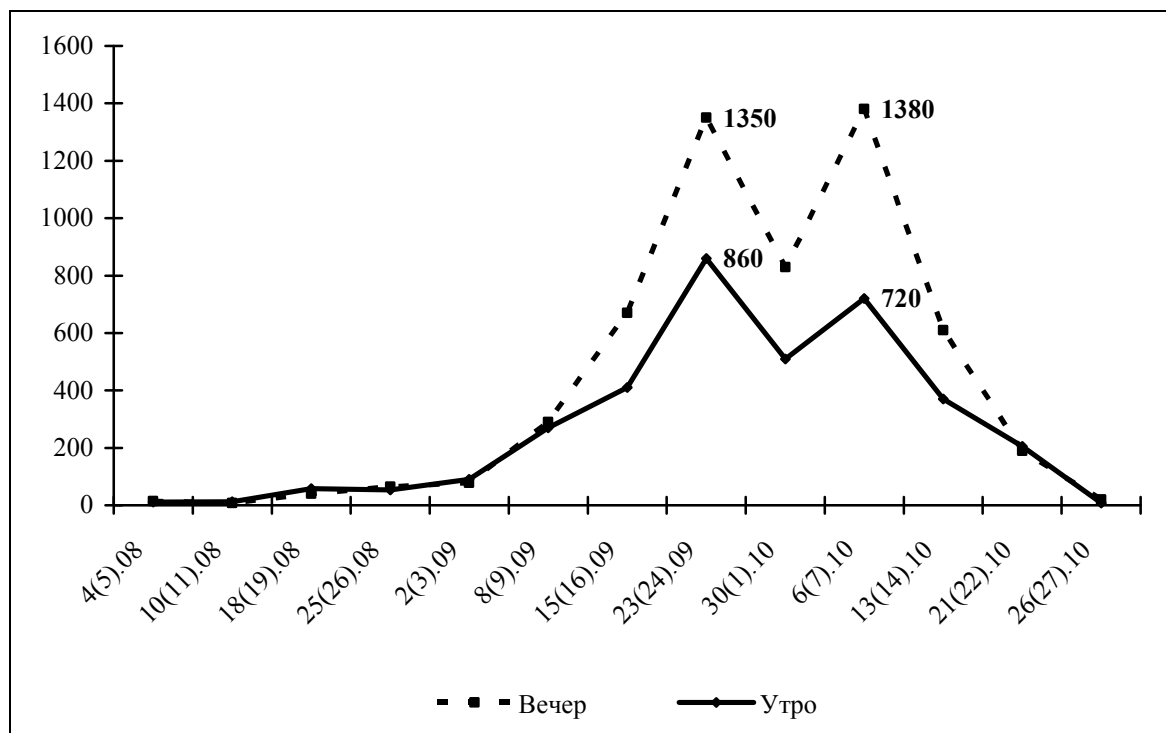


Рисунок 2. – Динаміка численності мігруючого сірого журавля в утреннє та вечірнє часи 2012 г. (учетна точка – северная вышка, окр. д. Переслово)

В період еженедельних точечних учетов установлено, что пик миграции журавля приходится на первые числа октября, когда было отмечено 1 380 птиц (из одной точки). На основе соотношения количества учтенных птиц с северной вышки 20.09.12 г. (1 320 ос.) и общего числа журавлей в этот период (более 4 500 птиц) суммарное число особей серого журавля, останавливающегося одновременно на болотном массиве ландшафтного заказника «Ельня» в период пика осенней миграции, можно оценить в более 4 700 птиц.

Исходя из данных, полученных в результате учетов с вышек серого журавля, останавливающегося во время миграции на территории ландшафтного заказника «Ельня», можно сделать вывод о направлении наиболее массовой миграции в вечернее и утреннее время. Так, 20 и 21 сентября 2012 г. в вечернее время более 25 % птиц прилетало на болотный массив с севера. Это объясняется тем, что часть птиц составляют особи северных популяций, останавливающиеся на болоте для отдыха по пути на юг. Вторая часть это – птицы, задерживающиеся в заказнике и прилегающей к нему территории на несколько дней для отдыха и питания и вылетающие в поисках пищи в утренние часы в северном направлении.

Аналогично можно объяснить высокую численность птиц, прилетающих на болото с северо-восточного и восточного направлений (11,9 и 14,5 % соответственно). В то же время большая часть птиц, прилетающих с южного и юго-восточного направлений, – это птицы, задерживающиеся на территории заказника для пополнения сил перед длительным перелетом.

В период утренних учетов (21–22.09.2012 г.) установлено, что большая часть птиц (более 41 %) улетает с территории заказника в южном и юго-восточном направлениях, большинство из которых не возвращается на территорию заказника для ночевки, а улетает дальше на юг.

Заклучение

Мозаичная структура экосистем территории Республиканского ландшафтного заказника «Ельня» формирует благоприятные условия для обитания здесь ряда видов животных. Высокую ценность данная территория представляет как место концентрации во время миграций большого количества водно-болотных и околоводных видов птиц, многие из которых имеют не только национальный, но и международный статус охраны. Одним из таких видов, гнездящихся и встречающихся в период сезонных миграций, является серый журавль (*Grus grus*).

На основании проведенных учетов численности и картирования мест скопления мигрирующих серых журавлей, останавливающихся на болоте в заказнике «Ельня» в осенний период, установлено, что на территории ландшафтного заказника «Ельня» в период осенней миграции одновременно останавливается более 4 700 особей серого журавля с пиком осеннего пролета в первой декаде октября.

В период осенней миграции болото ландшафтного заказника «Ельня» используется серым журавлем главным образом для ночевки и в меньшей степени для поиска пищи. В дневное время птицы держатся на сельскохозяйственных полях и покидают их за час–полтора до наступления темноты, перемещаясь в центр болотного массива заказника. Основным фактором, оказывающим влияние на время вылета журавлей из болота на кормовые биотопы и перемещение в центр болотного массива, является плохая видимость (сильный туман и дождливая погода).

Установлено, что в период интенсивной миграции серый журавль проявляет приуроченность к пустующим полям после уборки картофеля и кукурузы.

Авторы выражают искреннюю благодарность за помощь в сборе материала Ю.В. Третьяк (г. Барановичи) и А.Ю. Мачульскому (г. Барановичи).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Птицы Беларуси на рубеже XXI века: статус, численность, распространение / М. Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Н. И. Королев, 1997. – 188 с.
2. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И. М. Качановский (пред.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл., 2015. – 320 с.
3. План управления заказником республиканского значения «Ельня» (обновленный вариант) / ГПУ «Ельня»; исполнители: А. В. Козулин [и др.]. – Минск, 2012. – 166 с.
4. Флора и растительность ландшафтного заказника «Ельня» / Д. Г. Груммо [и др.]; под ред. Н. Н. Бамбалова. – Минск : Минсктиппроект, 2010. – 200 с.
5. Равкин, Ю. С. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц / Ю. С. Равкин, Н. Г. Челенцев. – М., 1990. – 33 с.
6. Ардамацкая, Т. Б. Методика учета колониальных гнездовых околоводных птиц и проблемы, возникающие при этом. ИВА программа. Учеты птиц: подходы, методики, результаты / Т. Б. Ардамацкая. – Львов ; Киев, 1997. – С. 49–55.
7. Делани, С. Руководство по методологии мониторинга водоплавающих птиц: общие подходы к организации и проведению учетов / С. Делани. – Wetlands International, 2010. – 25 с.
8. Особенности миграции водно-болотных птиц в Беларуси / А. В. Козулин [и др.] // Сохранение биологического разнообразия лесов Беловежской пуши : сб. ст. / редкол. А. И. Лучков [и др.]. – Каменюки ; Минск, 1996. – С. 283–300.

9. Гричик, В. В. Серый журавль (*Grus grus*) в Беларуси. Распределение, численность и тенденции ее динамики / В. В. Гричик, В. В. Ивановский, В. Н. Воробьев // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 1997. – Вып. 2. – С. 52–55.

10. Satellite cranes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.satelliittikurjet.fi/engl_index.html, http://www.satelliittikurjet.fi/mansikka/mansikka_2012_gmap_engl.html. – Дата доступа: 18.10.2012.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 21.05.2017

Lundyshev D.S., Bogdanovich I.A. Features of Gray Crane (GRUS GRUS) Autumn Migration in National Landscape Reserve «Yelnya» Territory

*This article contains information on the characteristics of autumn migration of gray crane (*Grus grus*) in National landscape reserve «Yelnya» territory. The research reflects the high value of the territory as a place of birds' density during migration. Over 4700 gray crane species land on the landscape reserve «Yelnya» territory during migration, with the peak of autumn migration in the first decade of October. During the autumn migration, the landscape reserve «Yelnya» marsh is used by gray crane mainly for the overnight stop and to a lesser extent for foraging. During the day time the birds stick to agricultural fields. The main factor that influences the time of crane passage to feeding biotops and moving to the marsh center is poor visibility (the period of heavy fog and rainy weather). In the period of intensive migration gray crane shows adherence to empty, after the harvest of potatoes and corn fields.*

УДК 574.4:504.054:666.94 (476)

А.М. Николайчук¹, М.Н. Вашкевич²¹канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник
лаборатории экологической физиологии растений
Центрального ботанического сада НАН Беларуси²мл. науч. сотрудник лаборатории экологической физиологии растений
Центрального ботанического сада НАН Беларуси
[e-mail: office@cbg.org.by](mailto:office@cbg.org.by)**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ,
ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ВЫБРОСАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Рассмотрены такие морфометрические показатели, как длина побега, количество хвои на 10 см побега, а также биометрические показатели хвои (длина и ширина). Исследования проводились на 24 пробных площадях включая контрольные точки. Полученные данные позволяют сказать, что с приближением насаждений к цементным производствам снижается количество хвои, а также уменьшается длина и ширина хвоинок. Однако в некоторых случаях морфометрические показатели хвои обратно пропорциональны расстоянию от источника эмиссии. Вероятнее всего, это связано с компенсаторными реакциями растения в ответ на влияние неблагоприятных факторов среды.

Введение

Одним из важнейших показателей жизненного состояния и потенциальных возможностей лесных сообществ является характер развития и функционирования ассимиляционных органов растений. Характерными признаками неблагополучия окружающей среды является не только появление хлорозов и некрозов, но и уменьшение размеров ряда органов (длины и ширины хвои, длины побегов и их толщины и т.д.). Установлено, что начальная реакция сосны обыкновенной на загрязнение воздуха выбросами промышленных предприятий выражается в сокращении продолжительности жизни хвои на 1–2 года, а по мере увеличения концентрации техногенных выбросов отмечается сокращение продолжительности жизни хвои, изреживание крон, исчезновение с их стволов эпифитных лишайников [1].

Отмечено, что на размерах хвои отражаются условия среды, в которой находится корневая система [2]. Некоторые авторы пришли к выводу, что в худших условиях деревья начинают увеличивать массу ассимиляционного аппарата, восполняя тем самым его пониженную активность в этих условиях [3]. Однако ряд других авторов, наоборот, считают, что ухудшение условий роста дерева ведет к снижению морфометрических параметров хвои [4].

Таким образом, уменьшение массы хвои, изменение ее длины и ширины, а также изреживание крон древостоев можно использовать в качестве критериев при оценке степени воздействия аэротехногенного загрязнения [5].

Материалы и методы исследования

Было изучено состояние ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной под влиянием выбросов предприятий цементной промышленности. Исследования проводились на 24 пробных площадях (ПП), расположенных на различном расстоянии от цементных производств Беларуси (Костюковичский цементный завод, Кричевский цементный завод и Красносельский завод стройматериалов). Были также заложены две условно-контрольные пробные площади на расстоянии 39,660 км от Красносельского завода стройматериалов (ПП-9) и 30 км от Костюковичского цементного завода (Хотимск).

Хвойные растения удобны тем, что могут служить биоиндикаторами круглогодично. Для определения состояния окружающей среды вокруг исследуемых нами цементных заводов была использована методика определения комплекса признаков у хвойных (длина побега, длина и ширина хвои), а также подсчитано количество хвоинок на 10 см побега [6].

Результаты и их обсуждение

Разброс значений длины побегов сосны обыкновенной, произрастающей вблизи белорусских цементных заводов, в среднем находился в следующих пределах:

- 1) Красносельский завод стройматериалов – от 64,00 до 156,00 мм,
- 2) Кричевский цементный завод – от 72,33 до 227,00 мм,
- 3) Костюковичский цементный завод – от 49,60 до 169,60 мм (таблица 1).

Таблица 1. – Длина побегов сосны обыкновенной на территориях цементных заводов Республики Беларусь, мм

Место отбора / расстояние от завода, км		первый год	второй год	третий год
Красносельский завод стройматериалов				
Красносельский цементный завод		156 ± 47,85	127,8 ± 46,22	123,25 ± 39,7
Росское лесничество	ПП-1 / 7,527	74,2 ± 15,74	77,5 ± 35,73	–
	ПП-2 / 2,623	87,33 ± 13,28	75 ± 11,6	64 ± 0,01
	ПП-3 / 2,152	94,6 ± 21,01	94,25 ± 25,4	–
	ПП-4 / 1,666	70,4 ± 6,95	70 ± 13,91	76 ± 21,21
	ПП-5 / 1,403	76 ± 16,85	76,4 ± 20,14	101,4 ± 19,22
	ПП-6 / 4,029	98 ± 33,82	86,2 ± 25,53	86,4 ± 28,45
	ПП-7 / 5,03	116, ± 26,32	101 ± 26,94	95,2 ± 27,22
Волковысское лесничество	ПП-8 / 8,902	124,4 ± 28,83	104 ± 12,69	109,4 ± 32,75
Порозовское лесничество (контроль)	ПП-9 / 39,66	134,4 ± 45,77	127,6 ± 41,4	–
Кричевский цементный завод				
Краснобудское лесничество	ПП-1 / 2,542	227 ± 61,3	226,67 ± 58,38	–
	ПП-2 / 2,442	77,6 ± 13,63	73,4 ± 10,06	72,33 ± 1069
	ПП-3 / 3,45	98,67 ± 25,11	72,5 ± 27,58	–
	ПП-4 / 4,16	72,6 ± 24,15	75,67 ± 8,02	–
Костюковичский цементный завод (БЦЗ)				
Костюковичское лесничество	ПП-1/ 2,329	64,4 ± 24,56	57,2 ± 13,7	–
	ПП-2 / 1,4	81,8 ± 44,38	65,2 ± 12,5	54,4 ± 29,24
	ПП-3 / 2,69	86,75 ± 14,61	60,6 ± 13,5	–
	ПП-4 / 3,948	66 ± 17,1	65,4 ± 12,82	–
	ПП-5 / 6,27	81,2 ± 18,46	69,8 ± 34,2	–
	ПП-6 / 8,1	59,8 ± 7,22	49,6 ± 11,97	–
	ПП-7 / 3,982	65 ± 15,07	67,2 ± 12,85	–
БЦЗ Костюковичи. Точка 1		101,4 ± 36,02	67 ± 16,43	149 ± 30,7
БЦЗ Костюковичи. Точка 2		56,25 ± 11,08	65 ± 20	105,33 ± 56
Хотимск (контроль) / 30		139 ± 37,12	169,6 ± 44,25	–

Самые длинные побеги отмечены у сосны, произрастающей на ПП-1 Кричевского цементного завода (227,00 и 226,67 мм). Что касается наименьшей длины побега, то она зафиксирована у побегов первых двух лет жизни в Костюковичском лесничестве (ПП-6) и имеет значения 59,80 и 49,60 мм. Отмечено закономерное увеличение длины побегов в контрольных точках – в Порозовском лесничестве (ПП-9) и в Хотимске (таблица 1).

На территории Красносельского завода стройматериалов также был выявлен высокий показатель длины побегов сосны – в среднем 156,00, 127,80 и 123,25 мм. Из результатов видно, что существует обратная связь между длиной побега и расстоянием от Кричевского цементного завода.

Важным показателем условий роста хвойных является количество хвои на 10 см побега [6]. Нами было отмечено, что с увеличением возраста побега количество хвоинок у сосны обыкновенной уменьшается от однолетнего побега к трехлетнему. Только у сосны, отобранной в окрестностях Костюковичского цементного завода на пробных площадях 5 и 7, происходит увеличение количество хвоинок по мере старения побега.

Наименьшая плотность охвоения отмечена на ПП-6 Костюковичского лесничества, где количество хвои на одно- и двухлетних побегах было 64,60 и 64,80 шт. соответственно, что является самым низким показателем по сравнению со всеми исследованными образцами.

Для Костюковичского цементного завода контрольный отбор проб был произведен в 30 км от предприятия (Хотимск). По мере удаления от БЦЗ (ПП-1 – ПП-5) число хвои на одно-, двух- и трехлетних побегах увеличивается и достигает значений больше, чем в контрольной зоне. Также отмечено, что в контрольной зоне на двухлетних побегах сосны количество хвои минимально (в среднем 14 шт.).

Самая высокая плотность охвоения наблюдалась у сосны обыкновенной, произрастающей вблизи Красносельского завода стройматериалов (ПП-3), где исследуемые значения были в среднем 185,36 и 128,85 шт. на одно- и двухлетних побегах соответственно. Хочется отметить, что с увеличением расстояния от Красносельского завода стройматериалов наблюдается снижение охвоенности побегов всех категорий.

Так, в контроле (ПП-9) количество хвои на одно- и двухлетних побегах было 133,00 и 78,00 шт. соответственно, что значительно меньше, чем число хвои у сосны, произрастающей в непосредственной близости от завода – ПП-2 – ПП-5, где значения были от 101,60 до 185,36 шт. на 10 см побега.

Закономерное увеличение количества одно- и двухлетней хвои сосны обыкновенной отмечается при удалении от Кричевского завода стройматериалов. Так, число хвоинок однолетней хвои увеличивается с 119,60 до 165,20 шт. на 10 см побега. Плотность охвоения двухлетних побегов составляет 110,00–133,33 шт. на 10 см побега.

Важным фактором продукционного процесса являются размеры фотосинтезирующей поверхности растений, ведь именно от нее зависит количество поглощенной солнечной энергии. В таблице 2 приведены данные об изменении средней длины хвои сосны обыкновенной первых трех лет жизни, отобранной на различном удалении от цементных заводов Беларуси.

Следует отметить, что на территории Красносельского завода стройматериалов анализируемый показатель находился в пределах 39,79–92,47 мм. У растений, произрастающих на территории самого завода и в контрольной зоне, расположенной на расстоянии 39,660 км от завода, длина хвои имела самые низкие значения.

На ПП-7 и ПП-8, которые находятся на расстоянии 5,030 и 8,902 км соответственно, были зафиксированы самые высокие показатели длины хвои всех возрастов. Что касается ширины хвои, то наибольшее значение (в среднем 2 мм) мы наблюдали у сосны, произрастающей на расстоянии 8,902 км от завода (ПП-8). На других пробных площадях ширина хвои колебалась от 0,95 до 1,70 мм, причем этот показатель увеличивался при удалении от завода стройматериалов.

Исключение составляет контрольная зона (ПП-9), где ширина хвои первого и второго годов жизни была в среднем 1 мм, что ниже, чем ширина хвои у растений, произрастающих на территории, прилегающей к заводу.

Таблица 2. – Морфометрические показатели хвои сосны обыкновенной в насаждениях, расположенных на различном удалении от цементных заводов Беларуси, мм

Место отбора / расстояние от завода, км		Продолжительность жизни хвои					
		первый год		второй год		третий год	
		длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
Красносельский завод стройматериалов							
Красносельский цементный завод		48,67 ± 5,28	1,17 ± 0,25	55,07 ± 9,22	1,5 ± 0,01	55,4 ± 11,22	1,27 ± 0,26
Росское лесничество	ПП-1 / 7,527	53,8 ± 5,76	1,2 ± 0,26	79 ± 8,93	1,5 ± 0,01	–	–
	ПП-2 / 2,623	53,1 ± 5,06	1,3 ± 0,33	67,3 ± 7,38	1,39 ± 0,37	82,04 ± 6,78	1,37 ± 0,24
	ПП-3 / 2,152	48,4 ± 2,83	0,95 ± 0,08	50 ± 2,39	1,4 ± 0,1	–	–
	ПП-4 / 1,666	40,67 ± 2,79	0,93 ± 0,09	56,16 ± 5,63	1,02 ± 0,06	53,4 ± 5,79	1,01 ± 0,1
	ПП-5 / 1,403	42,08 ± 4,27	1 ± 0,01	59,07 ± 6,78	1 ± 0,01	64,25 ± 7,36	1,16 ± 0,24
	ПП-6 / 4,029	39,79 ± 2,72	1 ± 0,01	60,93 ± 5,41	1 ± 0,01	62,47 ± 1,37	1,06 ± 0,17
	ПП-7 / 5,03	58,46 ± 10,52	1,35 ± 0,24	72,36 ± 14,71	1,43 ± 0,18	92,47 ± 6,32	1,7 ± 0,25
Волковысское лесничество	ПП-8 / 8,902	63,54 ± 17,37	2 ± 0,01	71,57 ± 7,21	2 ± 0,01	77,46 ± 8,24	2 ± 0,01
Порозовское лесничество (контроль)	ПП-9 / 39,66	47,36 ± 3,88	1 ± 0,01	50,38 ± 5,9	1 ± 0,01	–	–
Кричевский цементный завод							
Краснобудское лесничество	ПП-1 / 2,542	50,65 ± 4,55	1,45 ± 0,31	67,10 ± 9,09	1,87 ± 0,21	–	–
	ПП-2 / 2,442	46,27 ± 4,34	1,05 ± 0,05	59,30 ± 4,40	1,05 ± 0,05	76,30 ± 4,09	1,11 ± 0,01
	ПП-3 / 3,45	52,32 ± 5,68	1,06 ± 0,08	59,55 ± 9,24	1,17 ± 0,14	–	–
	ПП-4 / 4,16	54,10 ± 3,87	1,08 ± 0,08	61,30 ± 1,26	1,06 ± 0,13	55,25 ± 1,26	1,15 ± 0,17
Костюковичский цементный завод							
Костюковичское лесничество	ПП-1 / 2,329	51,50 ± 3,76	1 ± 0,01	52,13 ± 7,06	1 ± 0,01	–	–
	ПП-2 / 1,4	48,15 ± 10,49	1 ± 0,01	57,85 ± 7,96	1 ± 0,01	60,07 ± 7,37	1 ± 0,01
	ПП-3 / 2,69	53,6 ± 6,38	1 ± 0,01	50,38 ± 12,30	1 ± 0,01	–	–
	ПП-4 / 3,948	54,4 ± 6,6	1,3 ± 0,25	66,53 ± 12,53	1,5 ± 0,01	–	–
	ПП-5 / 6,27	55,63 ± 6,88	1 ± 0,01	58,63 ± 6,27	1 ± 0,01	–	–
	ПП-6 / 8,1	67,93 ± 5,24	1,32 ± 0,25	65,43 ± 5,33	1,18 ± 0,25	–	–
	ПП-7 / 3,982	85,92 ± 5,19	1,69 ± 0,38	71,31 ± 5,98	1 ± 0,01	–	–
БЦЗ Костюковичи. Точка 1	71,2 ± 5,59	1,09 ± 0,06	75,2 ± 11,5	1,06 ± 0,07	–	–	
БЦЗ Костюковичи. Точка 2	59,5 ± 2,99	1,59 ± 0,34	57,9 ± 3,03	1 ± 0,01	–	–	
Хотимск (контроль) / 30	56,3 ± 6,85	1,09 ± 0,1	60,7 ± 6,57	1,08 ± 0,06	–	–	

Средняя длина хвои сосны обыкновенной, отобранной в окрестностях Костюковичского цементного завода, колебалась в пределах 48,15–85,92 мм и наибольших значений достигла на ПП-7 и в точке 1. Высокие значения длины хвои отмечены также на ПП-6 (67,93 и 65,43 мм). Самая короткая хвоя была у сосны, произрастающей на ПП-2 (48,15 мм).

Анализ данных средней длины хвои на территории Костюковичского цементного завода показал наличие положительной связи между этим параметром и удаленно-

стью насаждений от источника загрязнения. Исключение составляет контрольная точка (Хотимск), расположенная в 30 км от завода; здесь длина хвои сосны обыкновенной достигала невысоких средних значений – 56,30 и 60,70 мм для хвои первых двух лет жизни.

По ширине хвои сосны обыкновенной, произрастающей вокруг Костюковичского цементного завода, следует отметить, что ее величины различались незначительно (1,00–1,69 мм). Самым высоким этот показатель был на ПП-7 у хвои первого года жизни (1,69 мм). Высокими были также значения ширины хвои на ПП-4 (1,30 и 1,50 мм), на ПП-6 (1,32 и 1,18 мм) и в точке 1 у хвои второго года жизни (1,59 мм). В контрольной точке ширина одно- и двухлетней хвои была 1,09 и 1,08 мм соответственно.

Исследование морфометрических параметров хвои сосны обыкновенной вблизи Кричевского цементного завода (ОАО «Кричевцементшифер») проводилось на четырех пробных площадках (ПП-1 – ПП-4).

Отмечено, что длина хвои первого года жизни на данных точках изменялась прямо пропорционально расстоянию от завода и находилась в пределах 46,27–54,10 мм. Длина хвои второго года жизни была 59,30–67,10 мм и наибольшего значения достигла на ПП-1 (2,542 км от завода).

Самая большая ширина хвои зафиксирована также на ПП-1, где среднее значение одно- и двухлетней хвои сосны обыкновенной составило 1,45 и 1,87 мм соответственно, тогда как на других пробных площадях данный показатель находился в пределах 1,05–1,17 мм (таблица 2).

Заключение

В результате проведенных исследований установлено влияние выбросов предприятий цементной промышленности на морфометрические показатели ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной. Таким образом, с приближением насаждений к источнику выбросов отходов цементной промышленности отмечается уменьшение количества хвои, ее длины и ширины, а также сокращение длины побега.

Однако в некоторых случаях морфометрические показатели хвои обратно пропорциональны расстоянию от источника эмиссии. Вероятнее всего, это связано с приспособлением растений к обитанию в условиях загрязнения воздуха выбросами отходов цементного производства. Ранее некоторые ученые также отмечали, что в худших условиях деревья увеличивают массу жизненно важного органа – ассимиляционного аппарата, восполняя тем самым его пониженную активность в этих условиях [3].

Согласно проведенным исследованиям, цементные заводы нашей страны можно расположить в следующей последовательности по степени увеличения отрицательного влияния на морфометрические показатели хвои сосны обыкновенной: Кричевский цементный завод (ОАО «Кричевцементшифер») – Красносельский завод стройматериалов (ОАО «Красносельскстройматериалы») – Костюковичский цементный завод (ОАО «Белорусский цементный завод»).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Залесов, С. В. Изменение морфометрических показателей хвои сосны обыкновенной в условиях аэропромвыбросов / С. В. Залесов, А. В. Бачурина // Лесное хоз-во. – 2008. – № 3. – С. 36–39.
2. Правдин, Л. Ф. Сосна обыкновенная / Л. Ф. Правдин. – М. : Наука, 1964. – 191 с.
3. Базилевич, Н. И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах / Н. И. Базилевич, А. А. Титлянова, В. В. Смирнов / М. : Мысль, 1978. – 185 с.

4. Сергейчик, С. А. Экологическая физиология хвойных пород Беларуси в техногенной среде / С. А. Сергейчик, А. А. Сергейчик, Е. А. Сидорович. – Минск : Белорус. наука, 1998. – 199 с.
5. Алексеев, В. А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / В. А. Алексеев. – Л. : Наука, 1990. – С. 38–53.
6. Федорова, А. И. Практикум по Экологии и охране окружающей среды : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – М. : ВЛАДОС, 2001. – 288 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 04.19.2017

Nikolaichuk A.M., Vashkevich M.N. Morphometric Features of Pine Needles Growing in Conditions of Technogenic Pollution by Emissions from Cement Industry Enterprises

The article presents the results of the study of morphometric indicators of pine needles grown in conditions of technogenic contamination by emissions from cement industry enterprises. Such indicators as the length of the shoot, the number of needles per 10 cm of shoot and the biometric parameters of the needles (length and width) are considered. The studies were conducted on 24 trial plots, including control points. The obtained data help to reveal that with the approach of plantations to cement production, the number of needles decreases, and the length and width of the needles decrease. However, in some cases, the morphometric parameters of the needles are inversely proportional to the distance from the source of emission. This is most likely due to the compensatory reactions of the plant in response to the influence of unfavorable environmental factors.

УДК 612.176

Н.К. Саваневский¹, Е.Н. Саваневская², Г.Е. Хомич³¹канд. биол. наук, доц., доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина²преподаватель каф. анатомии, физиологии и безопасности человека
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина³канд. биол. наук, доц., доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкинаe-mail: medicine@brsu.brest.by**НИЗКОЧАСТОТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КРОВООБРАЩЕНИЯ
У ДЕВУШЕК С ПОВЫШЕННЫМ ТОНУСОМ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ
НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

Представлены результаты анализа медленных колебаний тонуса мелких и крупных кровеносных сосудов ног, частоты сердечных сокращений и систолического артериального давления у девушек с повышенным тонусом кровеносных сосудов нижних конечностей. Установлено, что в вариабельности колебаний этих показателей прослеживаются низкочастотные волны, обусловленные изменением уровня гуморальной и метаболической регуляции.

Введение

В живой материи непрерывно протекают колебательные процессы, являющиеся объектом научных исследований. Особый интерес в последние годы проявляется к анализу медленных колебаний кровообращения как части организменных волновых процессов. Накоплены многочисленные доказательства того, что характеристики вариабельности показателей кровообращения имеют большое диагностическое и прогностическое значение и отражают энергетические и регуляторные процессы в организме. Особый интерес в изучении медленно-волновых колебаний вызван вероятной связью разных частотных спектров с деятельностью различных отделов в общей системе регуляции функций организма.

Основные механизмы регуляции кровообращения (вегетативный, барорефлекторный, нейрогуморальный, метаболический, дыхательный, миогенный, нейрогенный, эндотелиальный) проявляются в медленных колебаниях гемодинамики. Активность соответствующих механизмов регуляции отражается на мощности этих колебаний, которую позволяет оценить метод спектрального анализа [1–6].

Большинство методик оценки активности регуляторных систем кардиогемодинамики основаны преимущественно на регистрации вариабельности сердечного ритма и оставляют без внимания вариабельность других параметров (ударного объема, артериального давления, тонуса микро- и макрососудов, фракции выброса и т.д.). Не так много работ [4; 7; 8] выполнено с использованием анализа вариабельности параметров кровообращения. Установлено [8; 9], что каждый из параметров кардиогемодинамики у здоровых людей имеет свою кривую распределения по частотам, которую можно отразить в процентах относительно всей мощности спектра.

После обнаружения низкочастотных колебаний наиболее актуальным стал вопрос о механизмах их возникновения. Медленно-волновые колебания физиологических параметров часто разделяют на четыре диапазона [1; 3; 10].

Многочисленные исследования позволили установить связь высокочастотных (HF) колебаний (0,15–0,5 Гц) медленно-волнового диапазона, возникающих в результате колебаний активности блуждающего нерва, с актом дыхания [8; 11]. Низкочастотные

(LF) колебания (0,075–0,15 Гц), по данным многих авторов, являются результатом активности симпатической нервной системы и тесно связаны с барорегуляцией [11].

До настоящего времени больше всего открытых вопросов остается в механизмах возникновения медленно-волновых колебаний с частотой менее 0,075 Гц. Предполагают надсегментарное их происхождение из высших центров вегетативной регуляции. При этом диапазон колебаний менее 0,075 Гц считают целесообразным разделять на два: UVLF с частотой колебаний 0–0,025 Гц и VLF с частотой 0,025–0,075 Гц. Источники литературы свидетельствуют о связи UVLF и VLF с высшими центрами системы регуляции, осуществляющими свое влияние на показатели центрального и периферического кровообращения через нейрогуморальные механизмы. Исключением является аналогичная вариабельность периферического кровообращения, где значимая роль отводится местным факторам регуляции и колебаниям метаболизма. Диапазон низкочастотных колебаний показателей кровообращения определяется деятельностью вегетативной нервной системы, а высокочастотные связаны с ее парасимпатическим отделом и внутрисердечными механизмами регуляции в такт дыхательным движениям [10].

В настоящее время основное внимание исследователей обращено на изучение вариабельности ритма сердца; публикации же по оценке вариабельности других показателей гемодинамики (артериального давления, показателей микрокровообращения и др.) единичны. В доступной литературе мы не обнаружили сведений, характеризующих одновременные низкочастотные колебания нескольких функциональных показателей кровообращения с учетом фонового тонуса периферических кровеносных сосудов. Изучение этого аспекта и стало целью данной работы.

Объект и методика исследований

Регистрация показателей кровообращения у девушек-студенток производилась с помощью неинвазивной биоимпедансной методики по А.А. Астахову [12] на полифункциональном мониторе кровенаполнения «Кентавр». Электроды накладывались на спину, грудь, плечевые и бедренные отделы конечностей, на голень и большой палец правой ноги. Электрическое сопротивление, или импеданс, тканей между электродами измерялось с помощью реографа Р4-02. С четырех каналов реографа сигналы поступали на монитор кровенаполнения «Кентавр», где производилась их компьютерная обработка. С каждым ударом пульса монитор измерял гемодинамические показатели сердечно-сосудистой системы, в том числе амплитуду реоволны большого пальца ноги (АРП), амплитуду реоволны голени (АРГ), частоту сердечных сокращений (ЧСС) и систолическое артериальное давление (САД). САД измерялось монитором «Кентавр» реографически по скорости распространения пульсовой волны.

В обследуемую группу (15 человек) были отобраны девушки в возрасте 19–22 лет без значимой хронической патологии, имевшие на момент обследования повышенный тонус крупных и мелких кровеносных сосудов нижних конечностей. Регистрация данных мониторинга производилась в режиме реального времени в течение 20 мин в горизонтальном положении обследуемой девушки.

Определение исходного тонуса мелких кровеносных сосудов (микрососудов) нижних конечностей для отбора в исследуемую группу осуществляли по показателям АРП, а крупных кровеносных сосудов (макрососудов) ног – по значениям АРГ. При нормальном тонусе и, соответственно, диаметре кровеносных сосудов у взрослого человека АРП составляет 80–150 мОм, а АРГ – 80–130 мОм. В случае вазодилатации и гипотонии АРП равняется 160 мОм и более, АРГ – 140–300 мОм. При высоком тонусе и сужении сосудов величины АРП и АРГ падают ниже 30 мОм [12; 13].

Полученные материалы исследований были подвергнуты статистической обработке общепринятыми методами вариационной статистики с определением средней

арифметической вариационного ряда, ошибки среднего арифметического. Кроме этого, проводился анализ корреляционной связи (ранговая корреляция Спирмена) медленно-волновой вариабельности исследуемых показателей кровообращения. При статистической обработке были использованы компьютерные программы по обработке результатов научных исследований Microsoft Excel XP и STATISTICA [14; 15].

Результаты исследований и их обсуждение

Величина тонуса микрососудов нижних конечностей определялась с каждым сокращением сердца и регистрировалась монитором кровенаполнения «Кентавр-1» по амплитуде револны пальца ноги. Тонус магистральных сосудов ног оценивался по амплитуде револны голени. Также с каждым ударом пульса автоматически измерялись частота сердечных сокращений и систолическое артериальное давление. Данные измерений у одной испытуемой из обследованной группы представлены в таблице.

Таблица. – Величина АРП, ЧСС и САД у испытуемой

Исследуемый показатель	Количество измерений	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
Амплитуда револны пальца	1 541	$44,09 \pm 0,27$
Амплитуда револны голени		$41,23 \pm 0,19$
Частота сердечных сокращений		$63,72 \pm 0,15$
Систолическое артериальное давление		$104,9 \pm 0,37$

Результаты показывают: у испытуемой средняя АРП равнялась $44,09 \pm 0,27$ мОм, а АРГ – $41,23 \pm 0,19$ мОм, что, согласно данным [13], соответствует слегка повышенному тону мелким кровеносным сосудам нижних конечностей. Показатели ЧСС и САД были в диапазоне нормальных величин для взрослых, находящихся в положении лежа в спокойном состоянии.

Колебания тонуса микрососудов ног за 20-минутный отрезок времени представлены на графике (рисунок 1).

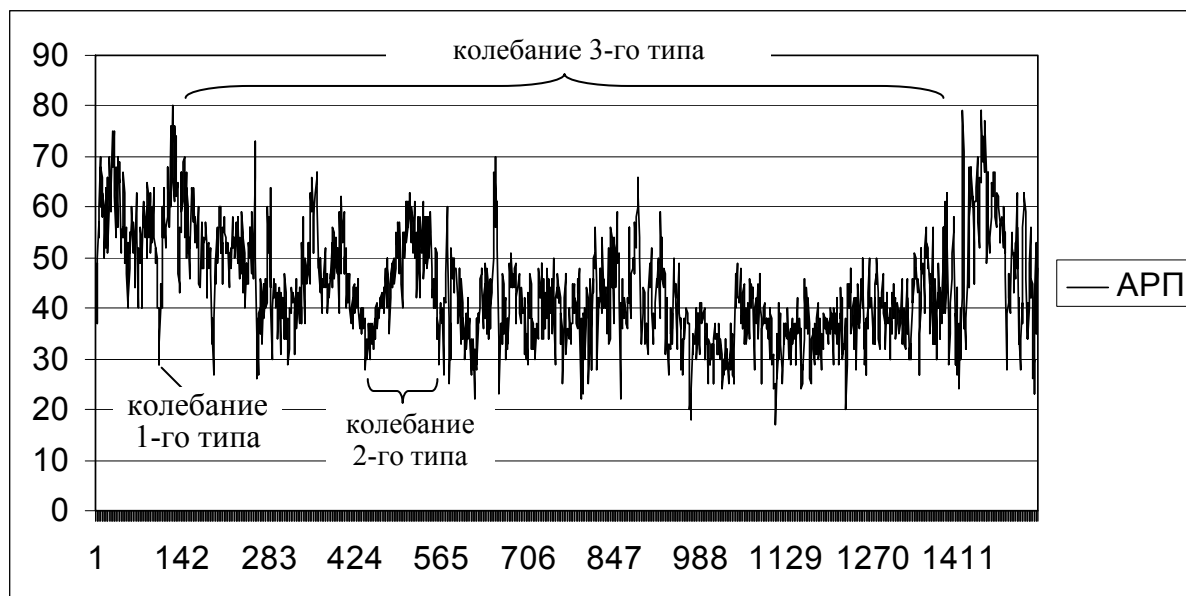


Рисунок 1. – Изменения тонуса микрососудов по показателям АРП: по оси ординат – значения АРП, мОм; по оси абсцисс – сокращения сердца

На графике отчетливо видны колебания АРП, вызванные изменениями тонуса микрососудов, которые по частотным характеристикам можно разделить на три типа.

Первый тип – это наиболее частые колебания, обусловленные неодинаковым растяжением мелких кровеносных сосудов порциями крови, выбрасываемых сердцем при каждом сокращении. Они происходят с частотой 0,7–1,2 Гц.

Второй тип – значительно более редкие колебания, однако происходящие регулярно с периодом в 90–120 сердечных сокращений и имеющие частоту 0,01–0,07 Гц. Не исключено, что эти колебания связаны с дыханием.

Третий тип – самые медленно-волновые изменения тонуса микрососудов. Волна продолжается почти 20 мин и занимает почти всю кривую на рисунке 1, от 126-го до 1 418-го сокращения сердца. Частота ее составляет всего 0,0007 Гц. Можно предположить, что эти низкочастотные колебания тонуса мелких кровеносных сосудов ног обусловлены изменениями гуморального состава крови.

Изменения тонуса магистральных кровеносных сосудов нижних конечностей иллюстрирует график на рисунке 2.

В динамике колебаний АРГ, вызванных изменениями тонуса макрососудов, можно выделить три типа разной частоты. Первый тип составляют наиболее частые колебания, обусловленные неодинаковым растяжением крупных кровеносных сосудов поступающей кровью, накачиваемой сердцем при каждой систоле. Они синхронны с колебаниями АРП, так как вызваны сердечными сокращениями и происходят с частотой 0,7–1,2 Гц.

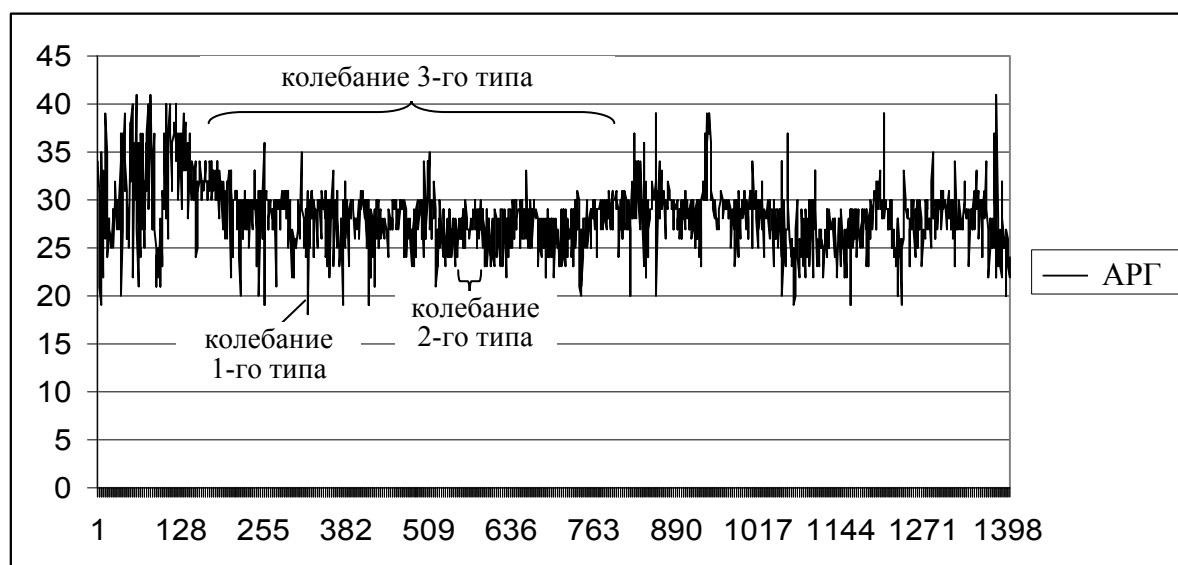


Рисунок 2. – Изменения тонуса макрососудов по показателям АРГ: по оси ординат – значения АРГ, мОм; по оси абсцисс – сокращения сердца

Колебания второго типа осуществляются с меньшей и более изменчивой частотой. Каждое из них включает примерно 30–50 сокращений сердца и повторяется с частотой 0,02–0,03 Гц.

На графике изменений АРГ можно выделить наиболее медленные колебания третьего типа, которые длятся более 10 мин, в данном случае – с 86 по 809 сокращение сердца (рисунок 2). Частота этого колебания составляет 0,001 Гц. Как и медленно-волновые колебания АРП, данные колебания АРГ, по-видимому, обусловлены изменениями уровня нейрогуморальной и метаболической регуляции.

Что же касается изменений частоты сердечных сокращений, то полученные результаты показывают, что у испытуемой средняя ЧСС равнялась $63,72 \pm 0,15$ ударов в минуту (таблица 1). Это соответствует нормальным значениям для взрослого человека, находящегося в горизонтальном положении в условиях мышечного и эмоционального покоя.

Колебания ЧСС за 20-минутный отрезок времени представлены на рисунке 3.

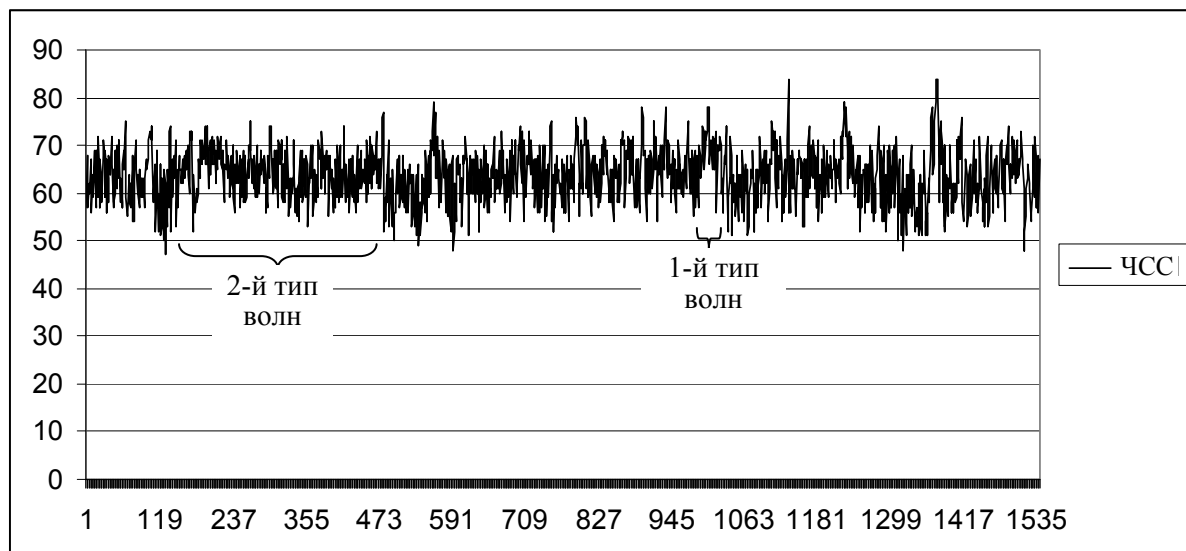


Рисунок 3. – Колебания частоты сердечных сокращений:
по оси ординат число сокращений в 1 мин; по оси абсцисс – сокращения сердца

С каждым ударом пульса число сердечных сокращений пересчитывалось в расчете на 1 мин. На графике ЧСС видно, что в состоянии покоя в горизонтальном положении у испытуемой частота сердечных сокращений постоянно меняется. Диапазон изменений составляет от 47 до 84 сокращений в минуту.

На графике обнаруживаются два типа волн. Первый тип волн осуществляется с периодом в 30–60 сокращений сердца, частота их составляет 0,016–0,03 Гц. Второй тип колебаний более медленный. Пик их наблюдается через каждые 360–460 сердечных сокращений с частотой 0,002–0,003 Гц. Не исключено, что второй тип волн отражает текущие коррективы нейрогуморальной регуляции сердечной деятельности.

Измерение систолического артериального давления с каждым ударом пульса дало следующие результаты. Среднее значение САД составило $104,9 \pm 0,37$ мм рт. ст. (таблица), что соответствует нормотоническому давлению. Как и ЧСС, величина САД менялась с каждым сокращением сердца. Диапазон колебаний составил от 67 до 139 мм рт. ст.

Колебания САД в течение 20 мин проведения эксперимента представлены на рисунке 4. На графике можно выделить по меньшей мере три типа колебаний. Первый тип обусловлен неодинаковой силой сердечных систол; это так называемые пульсовые волны систолического артериального давления. Второй тип колебаний имеет период в 20–26 сердечных сокращений, что соответствует 0,04–0,05 Гц. Он вызван уменьшением давления в грудной полости при вдохе и увеличением его на выдохе испытуемой девушки, что передается на кровеносные сосуды и изменяет САД. Это дыхательные волны. Третий тип колебаний с периодом примерно 270–320 сокращений сердца и частотой 0,003–0,004 Гц обусловлен изменениями нейрогуморального фона в организме и описан в литературе под названием волны Траубе – Геринга.

В обзорах источников литературы, посвященных изучению колебаний артериального давления [3; 4], указывается, что вариабельность АД – многокомпонентный феномен, зависящий от активности человека, психологических факторов, ответа на антигипертензивное лечение и состояния нервной и гуморальной систем. Детерминанты вариабельности АД были изучены в нескольких популяционных исследованиях: чаще всего к ним относят возраст, АД, ЧСС, пол и изменение регуляции со стороны центральной и периферической нервной систем [2; 8; 10].

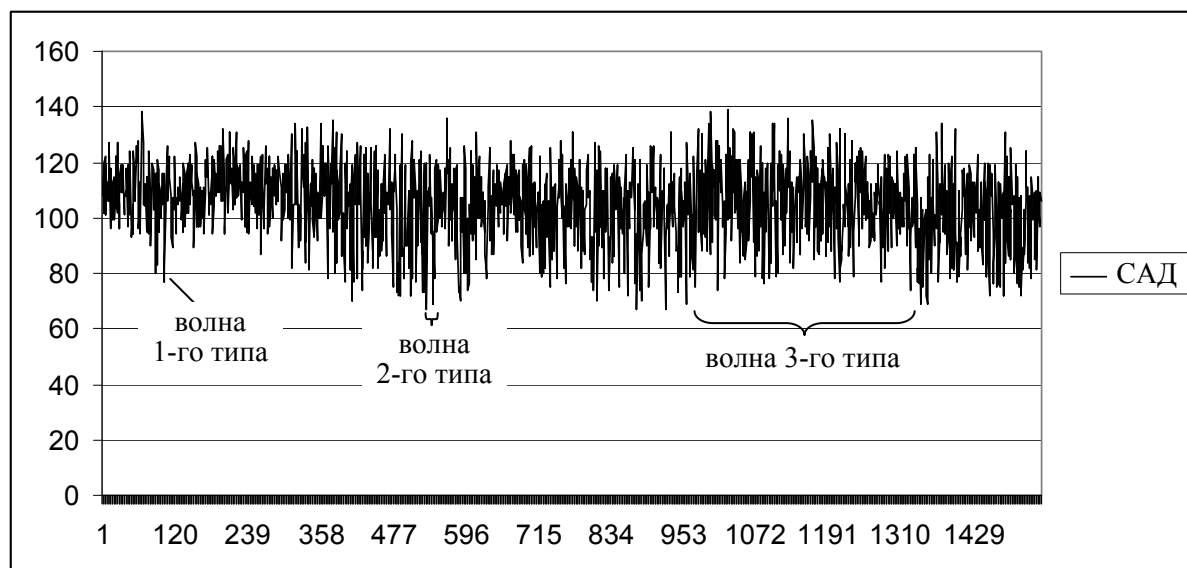


Рисунок 4. – Колебания систолического артериального давления: по оси ординат – величина САД, мм рт. ст.; по оси абсцисс – сокращения сердца

Второй целью исследования было выяснение наличия корреляции между колебаниями рассматриваемых гемодинамических показателей, т.е. между тонусом мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей, проявляющихся в изменениях АРП и АРГ, частотой сердечных сокращений и пульсацией систолического артериального давления. Синхронные с каждым ударом пульса колебания АРП, АРГ, ЧСС и САД отображены на рисунке 5.

Взаимную связь между АРП, АРГ, ЧСС и САД рассчитывали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена [14; 15]. Согласно упрощенной шкале Чеддока [15], выделяются три градации силы корреляционной связи по Спирмену: очень сильная (показатели $\pm 0,7 - \pm 1$); средняя (показатели $\pm 0,3 - \pm 0,699$); очень слабая (показатели $0 - \pm 0,299$).

Проведенные нами расчеты показали, что коэффициент ранговой корреляции Спирмена между колебаниями САД и АРГ равнялся $-0,048$; между колебаниями САД и АРП составил $+0,042$; между колебаниями ЧСС и АРГ равнялся $-0,138$. Указанные значения коэффициента свидетельствуют об очень слабой корреляционной связи между этими гемодинамическими показателями.

Несколько больше был ранговый коэффициент связи между колебаниями ЧСС и САД, который равнялся $-0,244$, между ЧСС и АРП, составивший $-0,27$, и между АРГ и АРП, достигший самого большого из определявшихся значений, $-0,293$. Однако эти величины коэффициента ранговой корреляции Спирмена также соответствуют очень слабой корреляционной связи.

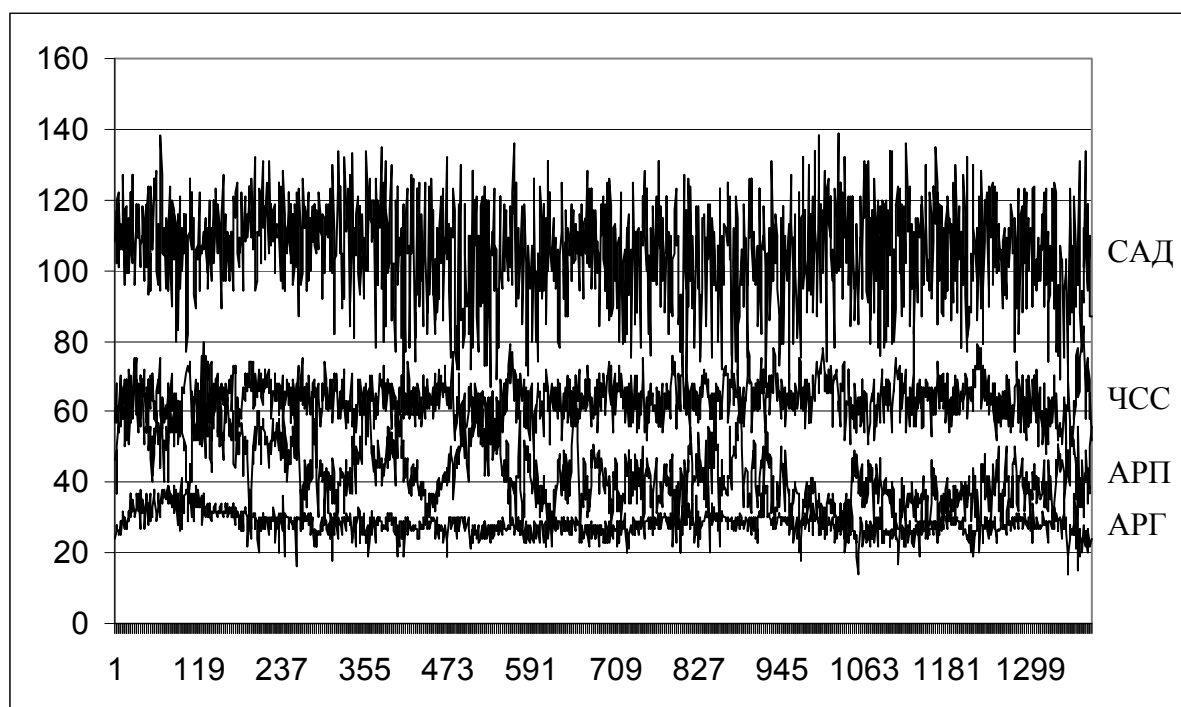


Рисунок 5. – Синхронные с каждым сокращением сердца колебания АРП, АРГ, ЧСС и САД: по оси абсцисс – сокращения сердца; по оси ординат – значения АРГ и АРП, мОм; ЧСС, мин; САД, мм рт. ст.

Заклучение

В условиях мышечного покоя в горизонтальном положении в отсутствие значимого психического и эмоционального напряжения у девушек наблюдаются низкочастотные колебания тонуса мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей, частоты сердечных сокращений и систолического артериального давления, что согласуется с данными [16], полученными для несколько иных параметров гемодинамики.

В вариабельности колебаний АРП, АРГ, ЧСС и САД четко прослеживаются низкочастотные (0,0007–0,002 Гц) волны, являющиеся маркерами гуморальной и метаболической регуляции.

Между колебаниями тонуса мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей, частоты сердечных сокращений и систолического артериального давления обнаруживается, согласно шкале Чеддока [16], очень слабая взаимная корреляционная связь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский, Р. М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // Ультразвуковая и функцион. диагностика. – 2001. – № 3. – С. 110–111.

2. Regulation of human cutaneous circulation evaluated by laser Doppler flowmetry, iontophoresis and spectral analysis: importance of nitric oxide and prostaglandines / P. Kvan-dal [et al.] // Microvascular Research. – 2003. – Vol. 65. – P. 160–171.

3. Флейшман, А. Н. Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики: нелинейные феномены в клинической практике / А. Н. Флейшман. – Новосибирск : Изд-во Сибир. отд-ния РАН, 2009. – 194 с.

4. Сабирьянов, А. Р. Медленноволновые колебания показателей кровообращения у детей / А. Р. Сабирьянов. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 115 с.
5. Астахов, А. А. Увеличение объема регуляторных и вазомоторных влияний как механизм адаптации гемодинамики к увеличению преднагрузки у здоровых / А. А. Астахов, Н. С. Давыдова // Вестн. Урал. мед. акад. науки. – 2011. – № 3. – С. 61–71.
6. Сабирьянова, Е. С. Особенности динамики частотно-временных характеристик показателей центрального кровообращения у девочек и девушек в активном ортостатическом положении / Е. С. Сабирьянова, А. Р. Сабирьянов, В. В. Епишев // Вестн. Юж.-Урал. гос. ун-та. – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 53–56.
7. Парандей, О. Р. Вариабельность импедансометрических маркеров ударного объема крови после инфаркта миокарда / О. Р. Парандей, М. А. Зубарев // Рос. журн. биомеханики. – 2007. – № 2. – С. 88–92.
8. Мавлиев, Ф. А. Типологические особенности вариабельности параметров кровообращения / Ф. А. Мавлиев, А. С. Назаренко, Н. В. Соснов // Учен. зап. ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – 2012. – № 9 (91). – С. 97–101.
9. Наумова, В. В. Вариабельность параметров кровообращения в зрелом возрасте / В. В. Наумова, Е. С. Земцова // Вестн. С.-Петербур. ун-та. – 2008. – № 11. – С. 154–163.
10. Сабирьянов, А. Р. Возрастные особенности вариабельности показателей центрального кровообращения у детей младшего и среднего школьного возраста / А. Р. Сабирьянов, Е. С. Сабирьянова // Рос. педиатр. журн. – 2005. – № 6. – С. 4–7.
11. Епишев, В. В. Функциональное состояние центрального кровообращения и вариабельности хроно- и интропной функции сердца у девочек в зависимости от преобладания спектров в диапазонах / В. В. Епишев, А. Р. Сабирьянов // Вестн. Юж.-Урал. гос. ун-та. – 2010. – № 6 (182). – С. 20–25.
12. Астахов, А. А. Физиологические основы биоимпедансного мониторинга гемодинамики и анестезиологии (с помощью системы «Кентавр») : учеб. пособие для врачей-анестезиологов : в 2 ч. / А. А. Астахов. – Челябинск, 1996. – Ч. 2. – 330 с.
13. Виноградова, Т. С. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы / Т. С. Виноградова. – М. : Медицина, 1986. – 416 с.
14. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М. : МедиаСфера, 2002. – 312 с.
15. Пашкевич, О. И. Использование многомерных статистических методов в системе STATISTICA 5.5 : учеб.-метод. пособие / О. И. Пашкевич. – Минск : РИПО, 2008. – 66 с.
16. Наумова, В. В. Медленные колебания гемодинамики у юношей и девушек в условиях покоя / В. В. Наумова, Е. С. Земцова // Бюл. Сибир. отд-ния Рос. акад. мед. наук. – 2008. – № 6 (134). – С. 174–181.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 26.12.2017

Savaneuski M.K., Savaneuskaya A.N., Khomich H.E. Low-Frequency Cardiovascular Oscillations in Females with Increased Resistance of Lower Extremity Blood Vessels

The article presents the findings of frequency analysis of low-frequency oscillations in lower limb minor and major blood vessel resistance, heart rate and systolic arterial pressure in females with increased resistance of lower extremity blood vessels. The research showed the dominance of very low frequency oscillations in the spectra of all the mentioned variables. Such a type of variability appears to be a consequence of increase in level of humoral and metabolic regulation.

УДК 631.821

В.А. Сатишур¹, Е.Г. Артемук²¹зав. лабораторией биохимии*Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси*²канд. биол. наук, доц., доц. каф. химии*Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина,**зав. сектором качества кормов лаборатории биохимии**Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси**e-mail: satschurviktor@mail.ru¹; artsiamuk@mail.ru²*

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО НА СРЕДНЕКИСЛОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Дается оценка влияния различных доз и видов известковых мелиорантов (доломитовая мука, дефекат сахарного производства и мелиорант на основе карбидной извести) на урожайность зерна ячменя ярового на среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почве. Показано, что совместное применение минеральных удобрений и известковых мелиорантов в значительной степени улучшает их удобрительных эффект.

Введение

Ячмень – ценная продовольственная, техническая и кормовая культура. Зерно ячменя широко используют для приготовления круп (ячневой и перловой). Оно является основным сырьем для пивоваренного производства. Яровой ячмень используют как фуражную культуру для откорма свиней, лошадей. Среди сельскохозяйственных культур ячмень занимает четвертое место в мире после пшеницы, риса и кукурузы.

Лучшими по гранулометрическому составу, отвечающими требованиям культуры, являются дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком. Наиболее пригодны хорошо аэрируемые средней связности почвы с рН = 6,5–7,5. Кислые, заболоченные с близким стоянием грунтовых вод, легкие почвы, подстилаемые песками, непригодны без их улучшения.

Сельскохозяйственные угодья, расположенные на дерново-подзолистых почвах, в естественном состоянии имеют плохие физические и химические свойства и характеризуются повышенной кислотностью. Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в том числе ячменя, на кислых почвах невозможно [1–5].

Эффективным средством нейтрализации избыточной почвенной кислотности является известкование [1–5]. Доломитовая мука – наиболее ценный мелиорант, применяемый преимущественно на легких почвах (однако и самый дорогой). Одним из способов удешевления работ по известкованию кислых почв может стать использование дешевых (местных) известковых мелиорантов, в первую очередь дефеката сахарного производства и карбидной извести – отхода, образующегося в процессе получения ацетилена и подлежащего утилизации.

Цель исследований – установить влияние различных доз и видов известковых мелиорантов на урожайность зерна ячменя ярового на среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почве.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в рамках задания 1.11 «Комплексная оценка агроэкологических рисков в условиях Полесского региона и научное обоснование способов получения новых известковых мелиорантов и органических удобрений из производствен-

ных отходов» подпрограммы 1 «Природные ресурсы и экологическая безопасность» ГПНИ «Природопользование и экология» в лаборатории биохимии Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси.

Многолетний стационарный полевой опыт заложен в 2016 г. на дерново-подзолистой временно избыточно увлажненной супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,53 м рыхлым песком (СПК «Чернавчицы», Брестский р-н) в звене севооборота «кукуруза – яровой ячмень с подсевом клевера – клевер первого года посева – клевер второго года посева». В 2016 г. возделывали кукурузу сорта Матеус (Mateus) FAO 190. Предшественник кукурузы – однолетние травы (виково-овсяная смесь). В 2017 г. высеяны среднеспелый сорт ячменя ярового кормового направления Скарб и клевер красный.

Схемой опыта предусмотрен контроль (без внесения удобрений и мелиорантов) и фон – $N_{60}P_{60}K_{60}$. Опытные делянки (фон + последствие внесения различных доз и видов известковых мелиорантов). Долomitовая мука (ОАО «Долomit») влажностью 1 % содержит 21,0 % магния, 35 % кальция (в пересчете на $CaCO_3$ – 95,0 %), 1 150 мг/кг марганца. Дефекат (ОАО «Жабинковский сахарный завод») влажностью 14 % содержит 12,9 % органического вещества, 0,52 % азота, 0,68 % фосфора, 0,77 % калия, 39,2 % кальция (в пересчете на $CaCO_3$ – 70,0 %). Известковый мелиорант на основе карбидной извести (ИООО «Линде Газ Бел») влажностью 8 % содержит 0,40 % калия, 0,13 % магния, 60,98 % кальция (в пересчете на $CaCO_3$ – 108,8 %).

Опыт заложен в четырехкратной повторности. Общая площадь одной делянки составляет 30 м², учетная – 20 м². Уборка ячменя ярового выполнена в первой декаде августа в фазе полной спелости зерна (при достижении влажности 18 %) методом отбора снопов с площади 0,25 м² в четырех местах.

Погодные условия вегетационного периода ярового ячменя (2017 г.) характеризовались достаточным увлажнением и температурным режимом. Количество выпавших осадков по месяцам превышало среднегодовое значение (исключением был май 2017 г.: выпало на 25 мм меньше). Среднемесячная температура воздуха превышала среднегодовое значение (исключением был апрель 2017 г.: средняя температура в этом месяце была на 1,1 °С меньше).

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований показали, что за счёт почвенного плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы в варианте без внесения удобрений сформирована урожайность зерна ярового ячменя 19,1 ц/га. Применение минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ увеличило урожайность зерна ярового ячменя на 4,0 ц/га. Известкование почвы с использованием доломитовой муки оказало достоверное влияние на увеличение урожайности зерна ярового ячменя на 2,4–6,5 ц/га на второй год после известкования, тем самым повысив окупаемость внесенного 1 кг NPK кг зерна с 2,2 до 5,8 кг. Окупаемость 1 т внесенной доломитовой муки кг зерна ярового ячменя составила 65,7–105,4 кг. При этом максимальная окупаемость 1 т мелиоранта получена от дозы 2,3 т/га и составила 105 кг зерна (таблица).

Урожай зерна ярового ячменя на 64,5 % сформирован за счет почвы, на 22,0 % – применения мелиоранта (доломитовой муки), на 13,5 % за счет внесения минеральных удобрений.

Известкование дерново-подзолистой супесчаной почвы с использованием дефеката оказало достоверное влияние на увеличение урожайности зерна ярового ячменя на 2,4–6,3 ц/га на второй год после известкования, тем самым повысив окупаемость внесенного 1 кг NPK кг зерна с 2,2 до 5,7 кг. Окупаемость 1 т внесенного дефеката кг

зерна ярового ячменя составила 49,7–89,0 кг. При этом максимальная окупаемость 1 т мелиоранта получена от дозы 5,7 т/га и составила 89,0 кг зерна (таблица).

Таблица. – Урожайность зерна ярового ячменя при применении известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка от минеральных удобрений, ц/га	Прибавка от известкования, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зерна	Окупаемость 1 т мелиоранта кг зерна
Контроль (без удобрений и мелиорантов)	19,1	–	–	–	–
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	23,1	4,0	–	2,2	–
После внесения доломитовой муки 2,3 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	25,5	6,4	2,4	3,6	105,4
После внесения доломитовой муки 4,6 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	27,9	8,8	4,8	4,9	105,0
После внесения доломитовой муки 6,9 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	29,6	10,5	6,5	5,8	93,8
После внесения доломитовой муки 9,2 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	29,1	10,0	6,0	5,6	65,7
После внесения дефеката 2,9 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	25,5	6,4	2,4	3,6	82,8
После внесения дефеката 5,7 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	28,2	9,1	5,1	5,0	89,0
После внесения дефеката 8,6 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	29,4	10,3	6,3	5,7	72,9
После внесения дефеката 11,4 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	28,8	9,7	5,7	5,4	49,7
После внесения мелиоранта на основе карбидной извести 2,0 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	25,7	6,6	2,6	3,7	130,0
После внесения мелиоранта на основе карбидной извести 4,0 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	28,0	8,9	4,9	4,9	121,8
После внесения мелиоранта на основе карбидной извести 6,1 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	29,2	10,1	6,1	5,6	100,5
После внесения мелиоранта на основе карбидной извести 8,1 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	28,8	9,7	5,7	5,4	70,0
НСР _{0,05}		0,46			
P, %		0,55			

Урожай зерна ярового ячменя на 65,0 % сформирован за счет почвы, на 21,4 % применения мелиоранта (дефеката), на 13,6 % за счет внесения минеральных удобрений.

Известкование дерново-подзолистой супесчаной почвы с использованием мелиоранта на основе карбидной извести оказало достоверное влияние на увеличение урожайности зерна ярового ячменя на 2,6–6,1 ц/га на второй год после известкования, тем самым повысив окупаемость внесенного 1 кг NPK кг зерна с 2,2 до 5,6 кг. Окупаемость 1 т внесенного мелиоранта на основе карбидной извести кг зерна ярового ячменя

составила 70,0–130,0 кг. При этом максимальная окупаемость 1 т мелиоранта получена от дозы 2,0 т/га и составила 130,0 кг зерна (таблица).

Урожай зерна ярового ячменя на 65,4 % сформирован за счет почвы, на 21,6 % применения мелиоранта (на основе карбидной извести), на 13,7 % за счет внесения минеральных удобрений.

Необходимо отметить, что при использовании двойной дозы известковых мелиорантов наблюдается снижение величины прибавки зерна ярового ячменя по сравнению с полуторной дозой: при использовании доломитовой муки – на 0,5 ц/га; при использовании дефеката – на 0,6 ц/га; при использовании мелиоранта на основе карбидной извести – на 0,4 ц/га.

Заклучение

Совместное применение минеральных удобрений и известковых мелиорантов (доломитовая мука, дефекат сахарного производства, мелиорант на основе карбидной извести) в значительной степени улучшает их удобрительный эффект. Прибавки урожайности зерна ярового ячменя в этом случае получены выше, чем сумма прибавок от их раздельного внесения. Поэтому для получения высоких урожаев потребуется меньшее количество вносимых минеральных удобрений, что способствует более рациональному и экономному их использованию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонин, Н. С. Агрохимия : учеб. пособие / Н. С. Авдонин. – М. : Изд-во МГУ, 1982. – 344 с.
2. Инструкция о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель / В. В. Лапа [и др.]. – Минск, 2008. – 30 с.
3. Клебанович, Н. В. Известкование почв Беларуси / Н. В. Клебанович, Г. В. Василюк. – Минск : БГУ, 2003. – 322 с.
4. Известкование кислых почв нечерноземной полосы СССР / М. Ф. Корнилов [и др.]. – Л. : Колос, 1971. – 254 с.
5. Сатишур, В. А. Эффективность известкования дерново-подзолистых легкосуглинистых почв / В. А. Сатишур, Т. М. Германович. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 134 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 20.01.2018

Satsishur V.A., Artsiamuk A.G. Influence of Different Types of Calcareous Ameliorants on the Grain Yield of Spring Barley on Medium-Acid Sod-Podzolic Sandy Soil

The article assesses the impact of different doses and types of lime ameliorants (dolomite powder, defecation lime from sugar industry and ameliorant on the basis of lime carbide) on the grain yield of spring barley on medium-acid sod-podzolic sandy soil. It is shown that the combined use of mineral fertilizers and lime ameliorants significantly increases their fertilizing effect.

НАВУКІ АБ З'ЯМЛІ

УДК 551.55 (476-14)

А.А. Волчек¹, А.В. Гречаник²

*¹д-р геогр. наук, проф., декан факультета инженерных систем и экологии
Брестского государственного технического университета*

*²магистр геогр. наук, аспирант каф. географии и природопользования
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина
e-mail: Volchak@tyt.by¹, Grachanika@tut.by²*

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлены изменения и современная оценка скорости и направления ветра на территории Гомельской области по данным метеорологических станций Брагин, Василевичи, Гомель, Житковичи, Жлобин, Лельчицы, Мозырь, Октябрь, Чечерск. Проведена оценка степени однородности основных характеристик временных рядов скорости ветра.

Введение

Современные изменения климата оказывают влияние на многие сферы хозяйственной деятельности человека: от сельского хозяйства до энергетики, поэтому вызывают интерес у широкого круга специалистов и общественности. В национальном докладе «Уязвимость и адаптация к изменению климата Беларуси» большое внимание уделено происходящим изменениям температуры воздуха и количества осадков, рассматривается увеличение опасных гидрометеорологических явлений, среди которых наибольший ущерб экономике наносят сильные ветры и шквалы. В связи с этим изучение многолетних изменений ветрового режима имеет важное теоретическое и практическое значение. В последние десятилетия отмечается, что скорость приземного ветра в Беларуси имеет тенденцию к уменьшению; это согласуется с уменьшением скорости приземного ветра на всех континентах земного шара, исключая высокие широты обоих полушарий [1].

Гомельская область расположена в умеренных широтах северного полушария на юго-востоке Республики Беларусь. Основным климатообразующим фактором является влияние Атлантического океана, которое ослабевает при движении к востоку, что сказывается на наличии континентальных черт климата Гомельской области.

Целью данной работы является оценка современных изменений скорости ветра, на территории Гомельской области путем анализа временных рядов скорости ветра, осредненных за год, за период инструментальных наблюдений.

Материалы и методы исследования

Информационную базу для проведения исследования составили данные многолетних инструментальных наблюдений за скоростью ветра на метеорологических станциях Брагин, Василевичи, Гомель, Житковичи, Жлобин, Лельчицы, Мозырь, Октябрь, Чечерск Гомельского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 1945–2015 гг. Измерения параметров ветрового потока на всех изученных станциях проводятся по стандартной методике. Согласно определению Всемирной метеорологической организации, период в 30 лет является классическим периодом для усреднения климатических характеристик [2].

Объектом изучения является среднегодовая скорость ветра на территории Гомельской области Республики Беларусь. Территория Гомельской области однородна в физико-географическом отношении: большая часть ее территории расположена на заболоченной Полесской низменности, а юго-восток и восток – на Приднепровской низ-

менности. Преобладает низменный рельеф с высотами 135–150 м. Основным фактором, формирующим ветровой режим области, является циркуляция атмосферы над континентом Евразии и над Атлантикой, которая определяется наличием стационарных барических центров: исландского минимума в течение всего года, сибирского максимума зимой и азорского летом [3].

При статистическом анализе временных рядов использованы следующие методики: для выявления тенденций изменений использовались хронологические графики колебаний и разностные интегральные кривые; для оценки различий в статистических параметрах использовался критерий Стьюдента и критерий Фишера. Полученное значение t -критерия Стьюдента и F -критерия Фишера сравнивалось с их критическими значениями при заданном уровне значимости $\alpha = 5\%$. Если $t > t_\alpha$, принимается гипотеза статистического различия двух выборочных средних, а при $F > F_\alpha$ принимается гипотеза статистического различия в колебаниях рассматриваемых рядов [4].

Результаты и их обсуждение

При анализе хронологического хода среднегодовой скорости ветра на метеостанциях Гомельской области выявлена устойчивая тенденция снижения скорости ветра (рисунок 1, таблица 1). Одной из причин уменьшения скорости ветра является рост интенсивности Северо-Атлантического колебания и увеличение повторяемости глубоких барических образований, проходящих через территорию Европы [5].

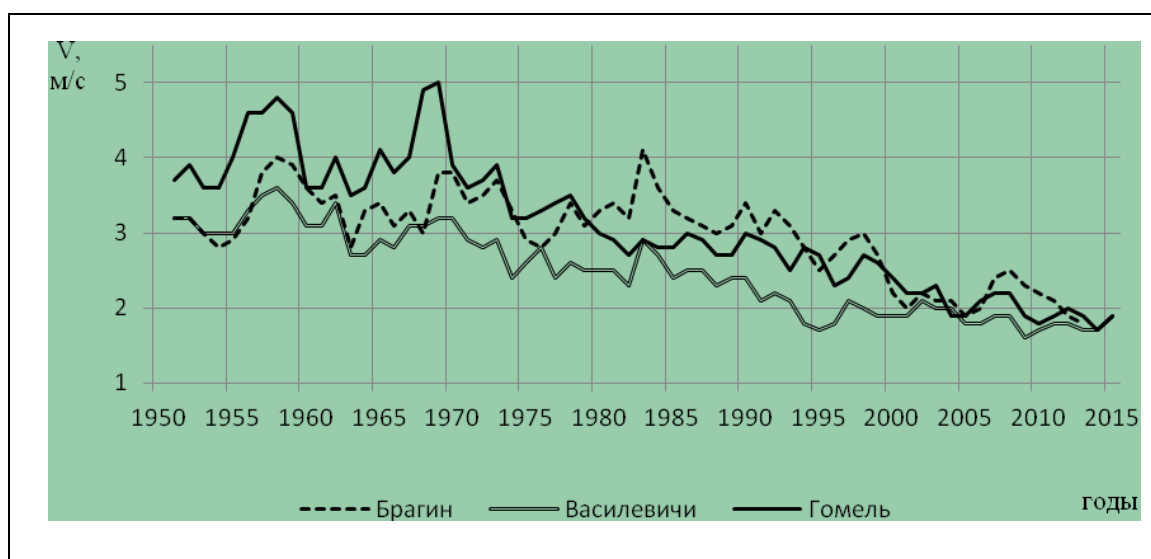


Рисунок 1. – Хронологический ход среднегодовой скорости ветра по ключевым метеорологическим станциям Гомельской области, м/с

Таблица 1. – Средние месячные скорости ветра на высоте флюгера за 1986–2015 гг., м/с

Метеостанция	Месяцы												Среднее за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Брагин	3,1	3,0	3,0	2,7	2,4	2,0	1,9	2,0	2,3	2,5	2,8	2,9	2,6
Василевичи	2,4	2,4	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,5	1,6	1,9	2,2	2,3	2,0
Гомель	2,7	2,6	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7	2,4
Житковичи	2,5	2,4	2,5	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	2,0	2,3	2,4	2,2
Жлобин	2,5	2,5	2,5	2,3	2,2	2,0	1,8	1,8	1,9	2,1	2,4	2,5	2,2
Лельчицы	2,7	2,6	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	2,0	2,1	2,2	2,5	2,6	2,3
Мозырь	2,5	2,4	2,4	2,3	2,1	1,9	1,8	1,7	1,9	2,0	2,3	2,4	2,1
Октябрь	3,3	3,2	3,2	3,0	2,8	2,6	2,5	2,5	2,7	2,9	3,1	3,2	2,9
Чечерск	2,5	2,4	2,5	2,3	2,1	1,9	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,6	2,2

Среднее значение скорости ветра на территории Гомельской области за анализируемый период составляет $V_{\text{ср.}} = 2,3$ м/с (рисунок 5). Максимальное среднегодовое значение скорости ветра наблюдалось на метеорологической станции Октябрь в 1987 г. и составило $V_{\text{max}} = 3,5$ м/с; минимальные среднегодовые значения наблюдались на метеорологических станциях Василевичи и Чечерск в 2009 и 2006 гг. соответственно и составили $V_{\text{min}} = 1,6$ м/с, размах колебаний составил $\Delta V = 1,9$ м/с (таблица 2).

Таблица 2. – Максимальные и минимальные значения среднегодовой скорости ветра за период 1986–2015 гг., м/с

Метеостанция	Скорость ветра		Размах колебаний (ΔV)
	V_{max}	V_{min}	
Брагин	3,4	1,8	1,6
Василевичи	2,5	1,6	0,9
Гомель	3,0	1,7	1,3
Житковичи	2,6	1,7	0,9
Жлобин	2,5	1,7	0,8
Лельчицы	3,0	1,8	1,2
Мозырь	2,7	1,7	1,0
Октябрь	3,5	2,4	1,1
Чечерск	3,1	1,6	1,5

Анализ среднегодовых скоростей ветра свидетельствует о наличии в многолетнем ходе этих значений статистически значимых трендов. Для всех исследуемых станций выделено два периода наблюдений: с 1986 по 2015 гг. и с 1951 по 1985 гг. Для выделенных интервалов и периода наблюдений в целом построены линейные тренды и определены основные статистические характеристики: среднегодовая скорость ($V_{\text{ср.}}$), коэффициенты вариации (C_v), асимметрии (C_s), автокорреляции ($r(1)$), корреляции линейных трендов (r) и средний градиент скорости ветра (ΔV) (таблица 3, рисунок 6).

Таблица 3. – Основные статистические параметры среднегодовых скоростей ветра за различные периоды осреднения

Метеостанция	Период осреднения, годы	Коэффициенты					ΔV , м/с 10 лет
		$V_{\text{ср.}}$, м/с	C_v	C_s	$r(1)$	r	
Брагин	1951–2013	2,99	0,11	-0,38	0,85	0,72	-0,23
	1951–1985	3,34	0,04	0,33	0,46	0,10	0,03
	1986–2013	2,55	0,09	0,12	0,89	0,87	-0,52
Василевичи	1951–2015	2,48	0,12	0,17	0,93	0,93	-0,27
	1951–1985	2,91	0,04	0,07	0,71	0,74	-0,25
	1986–2015	1,98	0,03	0,76	0,81	0,78	-0,22
Гомель	1951–2015	3,08	0,23	0,37	0,93	0,91	-0,41
	1951–1985	3,70	0,10	0,44	0,78	0,64	-0,38
	1986–2015	2,35	0,07	0,11	0,87	0,92	-0,42
Житковичи	1951–2015	2,49	0,09	0,35	0,94	0,95	-0,23
	1951–1985	2,87	0,05	-0,19	0,87	0,93	-0,30
	1986–2015	2,17	0,03	-0,39	0,88	0,88	-0,27
Жлобин	1951–2015	2,67	0,15	0,77	0,91	0,86	-0,29
	1951–1985	3,23	0,08	0,08	0,75	0,75	-0,34
	1986–2015	2,20	0,02	-0,51	0,73	0,15	-0,04
Лельчицы	1951–2013	2,81	0,14	0,39	0,93	0,94	-0,32
	1951–1985	3,32	0,06	0,55	0,75	0,83	-0,32
	1986–2013	2,35	0,05	0,36	0,89	0,89	-0,38

Продолжение таблицы 3

Мозырь	1957–2015	2,58	0,18	0,80	0,92	0,85	-0,34
	1957–1985	3,25	0,09	-0,28	0,77	0,60	-0,33
	1986–2015	2,13	0,03	0,83	0,80	0,49	-0,15
Октябрь	1958–2015	3,09	0,05	-0,05	0,82	0,78	-0,19
	1958–1985	3,35	0,03	0,52	0,50	0,67	-0,21
	1986–2015	2,93	0,05	0,12	0,84	0,83	-0,36
Чечерск	1951–2013	2,89	0,19	-0,13	0,93	0,96	-0,36
	1951–1985	3,36	0,06	0,30	0,72	0,86	-0,33
	1986–2013	2,16	0,10	0,79	0,90	0,92	-0,43

Примечание. – Выделены статистически значимые коэффициенты корреляции.

Рассмотрим устойчивость выборочных статистик (средних, коэффициентов вариации) при изменении интервалов осреднения применительно к среднегодовым скоростям ветра. Для оценки различий в скорости ветра использованы статистические критерии Стьюдента (оценка выборочных средних) и Фишера (оценка выборочных дисперсий). В таблице 4 приведены результаты сравнительного анализа основных выборочных статистик на однородность для рассматриваемых интервалов осреднения.

Таблица 4. – Эмпирические значения t -критериев Стьюдента и F -критериев Фишера для различных интервалов осреднения

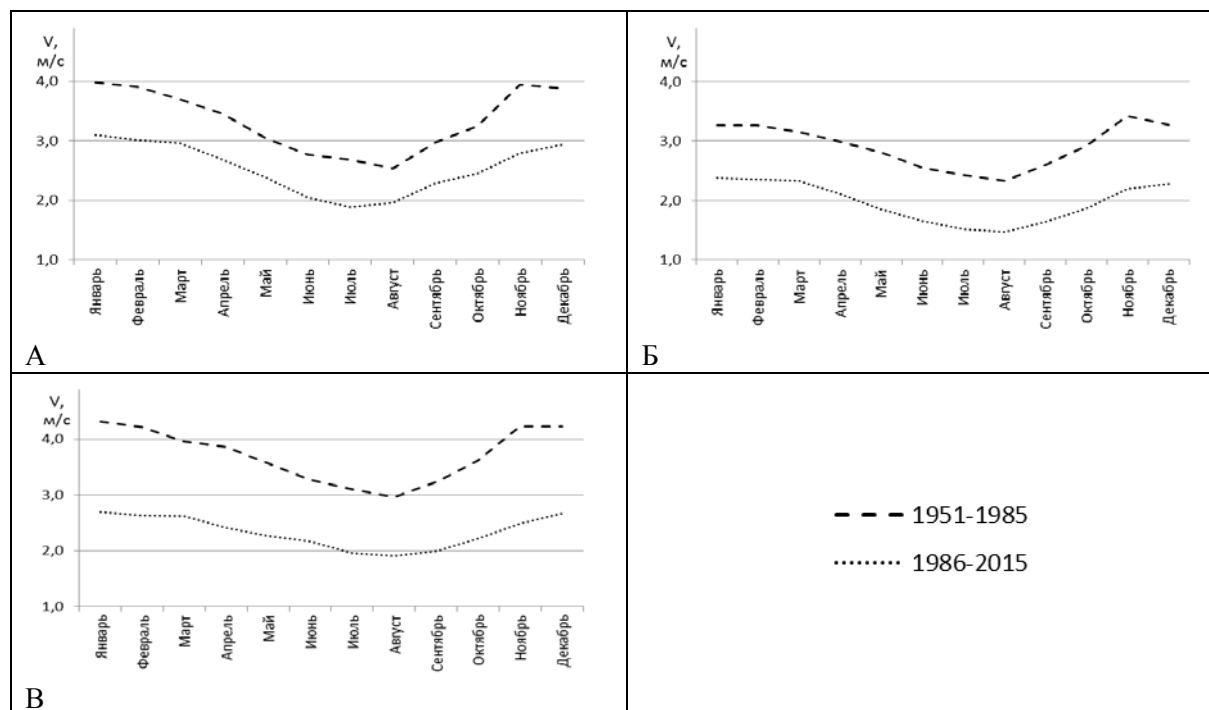
Брагин	1951–1985	1986–2013	Василевичи	1951–1985	1986–2015
1951–2013	$t = 3,77, F = 2,71$	$t = 3,73, F = 1,36$	1951–2015	$t = 4,77, F = 2,63$	$t = 6,07, F = 4,98$
1951–1985		$t = 7,18, F = 0,50$	1951–1985		$t = 12,64, F = 1,89$
Гомель	1951–1985	1986–2015	Житковичи	1951–1985	1986–2015
1951–2015	$t = 4,19, F = 1,94$	$t = 5,64, F = 4,57$	1951–2015	$t = 3,79, F = 1,55$	$t = 4,03, F = 3,18$
1951–1985		$t = 10,62, F = 2,36$	1951–1985		$t = 7,77, F = 2,06$
Жлобин	1951–1985	1986–2015	Лельчицы	1951–1985	1986–2013
1951–2015	$t = 4,07, F = 1,47$	$t = 4,86, F = 8,57$	1951–2013	$t = 4,13, F = 1,99$	$t = 4,20, F = 3,20$
1951–1985		$t = 9,01, F = 5,81$	1951–1985		$t = 8,73, F = 1,61$
Мозырь	1957–19 5	1986–20 5	Октябрь	1958–1985	1986–2015
1957–2015	$t = 4,27, F = 1,52$	$t = 4,15, F = 6,77$	1958–2015	$t = 2,80, F = 1,77$	$t = 1,78, F = 1,13$
1957–1 85		$t = 8,42, F = 4,46$	1958–1985		$t = 4,21, F = 0,64$
Чечерск	1951–1985	1986–2013			
1951–2013	$t = 3,16, F = 2,67$	$t = 4,45, F = 2,58$			
1951–1985		$t = 8,12, F = 0,97$			

Примечание. – Выделены эмпирические критерии выше критических.

В результате анализа выборочных средних среднегодовых скоростей ветра за рассматриваемые интервалы статистически значимые различия при уровне значимости $\alpha = 5\%$ были установлены для всех периодов по метеостанциям Брагин, Василевичи, Гомель, Житковичи, Жлобин, Лельчицы, Мозырь, Чечерск и для метеостанции Октябрь для периодов 1958–2015 и 1958–1985 гг., 1958–1985 и 1986–2015 гг. Статистически значимые различия коэффициентов вариации выявлены для всех периодов метеорологических станций Василевичи, Гомель, Чечерск, для метеостанции Брагин для периода 1951–2013 и 1951–1985 гг., для метеостанции Житковичи для периодов 1951–2015 и 1986–2015 гг., 1951–1985 и 1986–2015 гг., для метеостанции Жлобин для периодов 1951–2015 и 1986–2015 гг., 1951–1985 и 1986–2015 гг., для метеостанции Лельчицы для периодов 1951–2013 и 1951–1985 гг., 1951–2013 и 1986–2013 гг., для метеостанции

Мозырь для периодов 1957–2015 и 1986–2015 гг., 1957–1985 и 1986–2015 гг., для метеостанции Октябрь для периодов 1958–1985 и 1986–2015 гг.

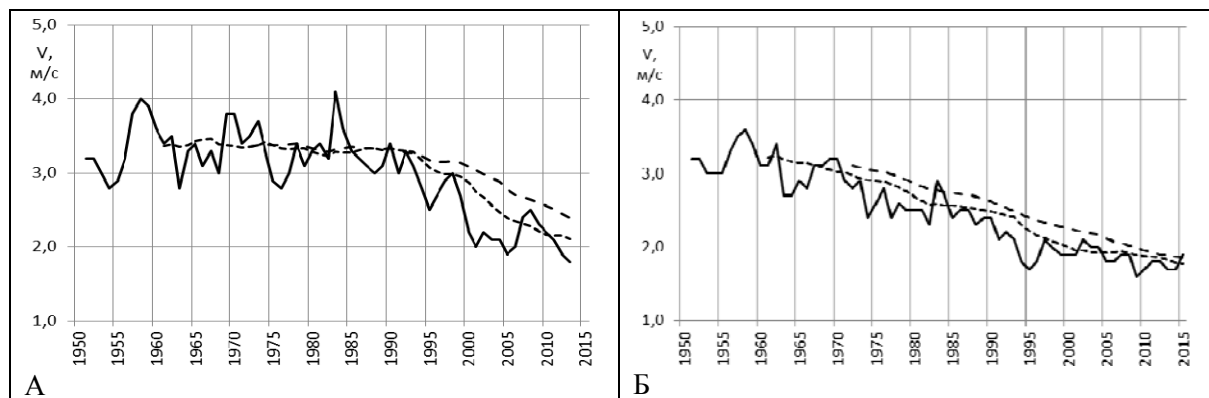
Внутригодовой ход среднемесячных скоростей ветра на территории Гомельской области не претерпел изменений: наименьшие скорости характерны для июля–августа, наибольшие скорости характерны с ноября по февраль (рисунок 2). Такой ход скорости ветра связан с циклонической деятельностью, которая усиливается в осенне-зимний период, а в конце лета глубина и повторяемость циклонических образований уменьшается [6].

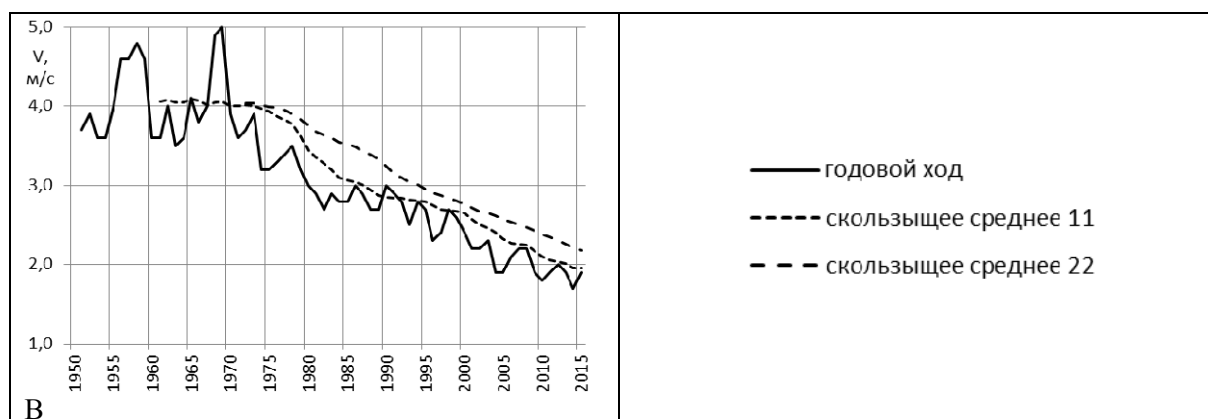


Метеостанции: А – Брагин, Б – Василевичи, В – Гомель

Рисунок 2. – Среднемесячные скорости ветра за различные периоды осреднения

Для анализа изменения скорости ветра на территории Гомельской области использован прием скользящих средних с периодами осреднения 11 лет и 22 года (один и два солнечных цикла) для метеорологических станций Брагин, Гомель, Василевичи (рисунок 3). Как следует из графиков, для всех исследуемых станций ход скользящих средних с периодами осреднения 11 лет и 22 года практически совпадает с годовым ходом скорости ветра; амплитуда колебаний сглаживается.





Метеостанции: А – Брагин, Б – Василевичи, В – Гомель
Рисунок 3. – Хронологический ход среднегодовых скоростей ветра и скользящие средние с различными периодами осреднения

В ходе работы проанализирована повторяемость различных значений скорости ветра (таблица 5). Для Гомельской области наиболее характерны слабые ветры (2–5 м/с), их доля составляет 61,18 %. Штилевые условия и тихие ветры характерны в 34,61 % случаев. Доля умеренных ветров (6–9 м/с) незначительна (4,03 %), наиболее часто такие ветры отмечаются на метеостанциях Брагин и Октябрь. Доля сильных ветров (более 10 м/с) невелика, наибольшее число случаев зафиксировано на метеостанции Брагин.

Таблица 5. – Скорость ветра по градациям скоростей за период 1986–2015 гг., %

Метеостанция	Градации, м/с									
	0–1	2–3	4–5	6–7	8–9	10–11	12–13	14–15	16–17	18–20
Брагин	40,38	33,69	15,44	6,81	2,52	0,88	0,20	0,06	0,01	0,01
Василевичи	40,68	46,19	11,05	1,80	0,24	0,03	0	0	0	0
Гомель	33,26	45,50	17,65	3,01	0,51	0,05	0,01	0	0	0
Житковичи	35,45	47,29	15,35	1,81	0,10	0	0	0	0	0
Жлобин	32,07	51,46	14,39	1,90	0,17	0,02	0	0	0	0
Лельчицы	32,16	48,21	16,03	3,05	0,44	0,10	0,01	0	0	0
Мозырь	38,84	44,10	14,29	2,34	0,36	0,05	0,01	0	0	0
Октябрь	21,66	45,17	25,30	6,68	1,07	0,11	0,01	0	0	0
Чечерск	36,98	48,05	11,44	2,94	0,56	0,02	0	0	0	0

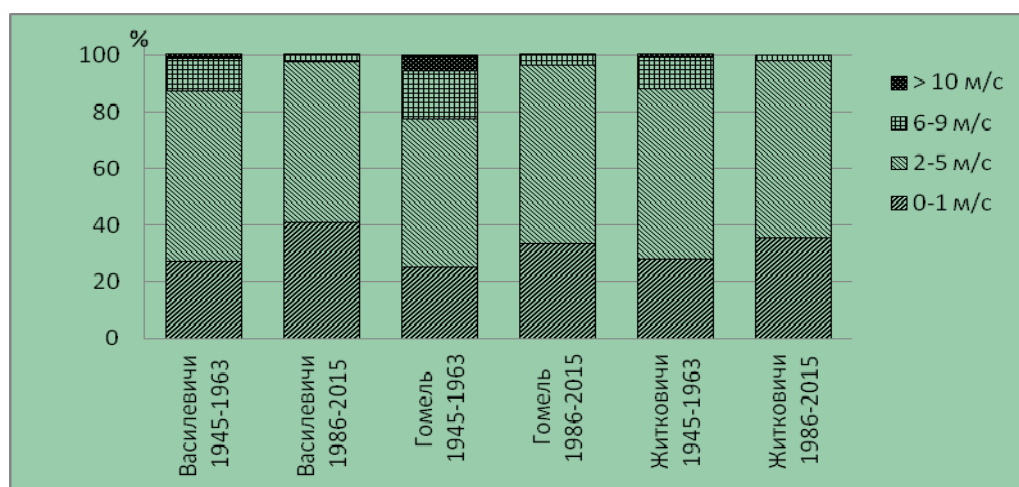


Рисунок 4. – Распределение скорости ветра по градациям скоростей за различные периоды осреднения

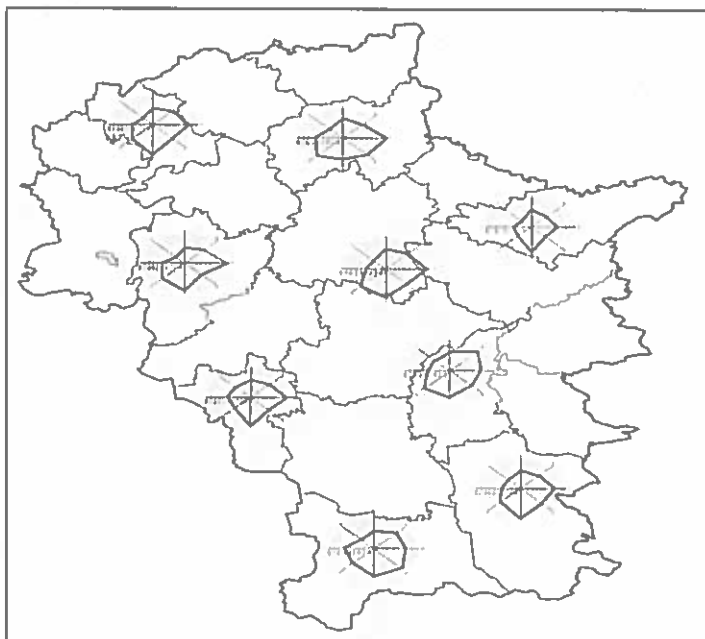


Рисунок 7. – Повторяемость направлений ветра за период 1986–2015 гг.

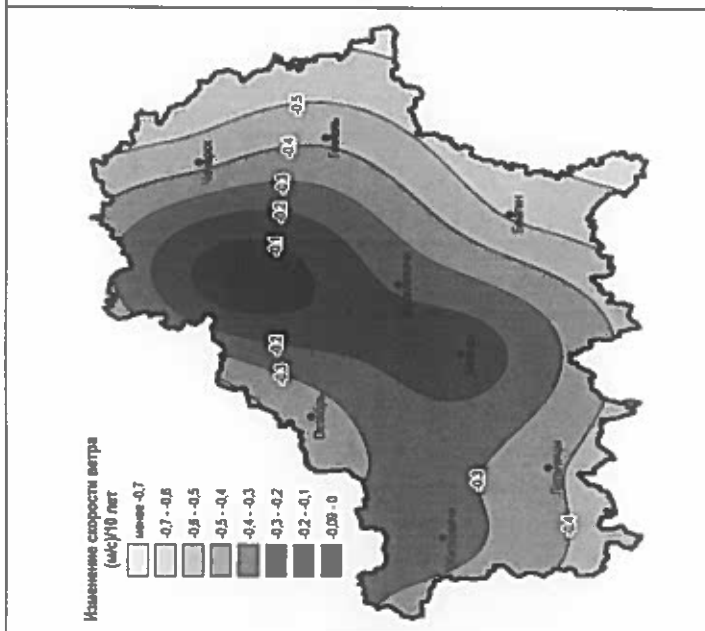


Рисунок 6. – Средний градиент скорости ветра за период 1986–2015 гг.

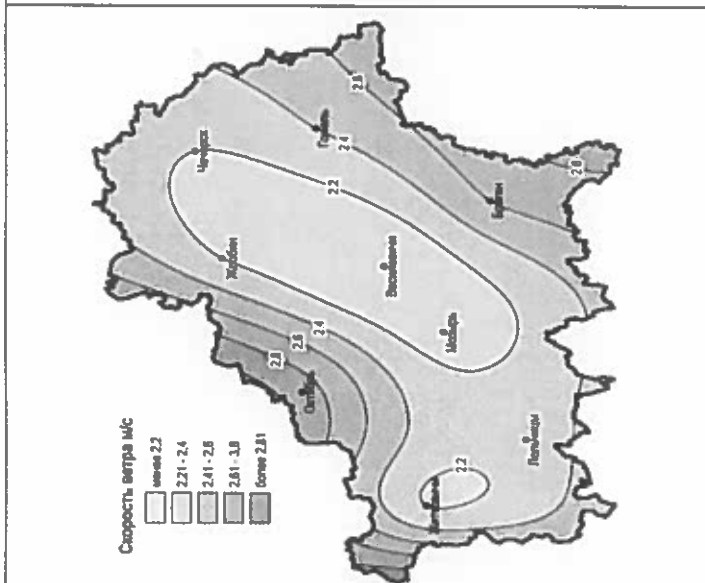


Рисунок 5. – Среднегодовая скорость ветра за период 1986–2015 гг.

Для метеорологических станций Василевичи, Гомель, Житковичи проведен анализ распределения скоростей ветра по грациям с данными, представленными в справочнике по климату СССР 1966 г. [7]. На всех исследуемых станциях отмечается увеличение доли штилей, тихих и слабых ветров при значительном снижении повторяемости умеренных и сильных ветров (рисунок 4). В связи с особенностями циркуляции атмосферы и под влиянием местных условий на территории Гомельской области в течение года преобладают ветра юго-западной четверти (46,11 %). Для этих направлений характерны наибольшие средние скорости ветра: для западного направления средняя многолетняя скорость ветра составляет 2,79 м/с, а для северо-западного – 2,63 м/с. Высокие показатели скорости ветра (2,66 м/с) также характерны для юго-восточного направления. В зимний период четко выражено преобладание ветров юго-западной четверти. Такие данные соответствуют ветровому режиму характерному для территории всей Беларуси, когда более высокое давление устанавливается на юге и юго-востоке республики, понижаясь к северу и северо-западу [6]. В летний период также преобладают западные ветры, но юго-западное направление сменяется северо-западным.

Заклучение

В работе рассчитаны и проанализированы основные характеристика ветровых условий территории Гомельской области. Проведено сравнение характеристик скорости ветра за два периода – 1951–1985 гг. и 1986–2015 гг. Выявлена устойчивая тенденция снижения среднегодовых скоростей ветра на всей исследуемой территории. Годовой ход скорости ветра не претерпел существенных изменений, отмечено увеличение доли тихих и слабых ветров. Показано современное распределение розы ветров, что важно учитывать при расположении крупных промышленных предприятий и планировании застройки городов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кижнер, Л. И. Изменение режима ветра в Томске в начале XXI в. / Л. И. Кижнер, Н. Ю. Серая // Тр. глав. геофиз. обсерватории им. А. И. Воейкова. – СПб., 2015. – Т. 576. – С. 102–113.
2. Изменения климата: последствия, смягчение, адаптация : учеб.-метод. комплекс / М. Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2015. – 424 с.
3. Справочник по климату СССР : Белорусская ССР : Метеорологические данные за отдельные годы. – Обнинск : ВНИИГМИ – МИД, 1975. – Ч. III, т. I : Направление ветра. – 593 с.
4. Бурлибаев, М. Ж. Колебания уровня воды озера Балкаш в условиях изменяющегося климата / М. Ж. Бурлибаев, А. А. Волчек, Д. М. Бурлибаева // Гидрометеорология и экология. – 2017. – № 2. – С. 46–65.
5. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
6. Климат Беларуси / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск : Ин-т геол. наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.
7. Справочник по климату СССР / отв. ред. Н. А. Малишевская. – Л. : Гидрометеоиздат, 1966. – Вып. 7, ч. III. – 156 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 10.01.2018

Volchak A.A., Grechanik A.V. Assessment of Changes in the Wind Regime of Gomel Region

The paper presents changes and a modern estimate of wind speed and direction in the Gomel region according to the meteorological stations Bragin, Vasilevichi, Gomel, Zhitkovichi, Zhlobin, Lelchitsy, Mozyr, Octyabr, Chechersk. The degree of homogeneity of the main characteristics of time series of wind speed is estimated.

УДК 551.2+551.3 (476)

А.В. Матвеев¹, В.П. Зерницкая², Л.А. Нечипоренко³

¹д-р геол.-минерал. наук, проф., академик НАН Беларуси,
главный научный сотрудник лаборатории геодинамики и палеогеографии
Института природопользования НАН Беларуси

²канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геодинамики и палеогеографии
Института природопользования НАН Беларуси

³канд. геол.-минерал. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геодинамики
и палеогеографии Института природопользования НАН Беларуси

e-mail: matveyev@ecology.basnet.by¹

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ЛИТОСФЕРНОГО КЛАССА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Проявление на территории Беларуси природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса (экстремальных форм современных геологических процессов) обусловлено комплексом факторов: особенности глубинного геологического строения региона и прилегающих территорий, геофизические поля, физико-химические процессы в недрах Земли, неравномерное вращение Земли; состав отложений верхней части платформенного чехла, генезис и морфология рельефа; климат и хозяйственная деятельность. Результаты исследования могут быть использованы при обосновании мероприятий по снижению неблагоприятных последствий развития геодинамических процессов.

Введение

Как неоднократно отмечалось [1–4], к числу опасностей литосферного класса на территории Беларуси относятся сейсмичность, другие геодинамические проявления в геоактивных зонах, экстремальные формы плоскостной и линейной эрозии временных водотоков, суффозии, карста, дефляции, гравитационных процессов, подтоплений и техногенной преобразованности отложений и рельефа. Эти виды геодинамики наносят определенный ущерб экономике страны и влияют на геоэкологическую обстановку. Для понимания механизма их развития и обоснования мер по минимизации неблагоприятных последствий важное значение имеют исследования факторов, которые обуславливают перечисленные процессы.

Их выявление и систематизация были одной из целей работ, которые выполнялись в Институте природопользования НАН Беларуси в рамках совместного проекта № Х15УК/А–009 Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Национальной академии наук Украины. Полученные по этому проекту результаты приводятся в данной статье.

Результаты и их обсуждение

Выявление основных факторов развития экстремальных форм современных геологических процессов осуществлялось на основании обобщения опубликованной литературы по проблемам современной геодинамики [1; 2; 4–7], материалов многолетних полевых наблюдений, анализа серии оригинальных карт (морфометрических, современных геологических процессов, активных на современном этапе разломов, топо- и космолинеаментов и др.), составленных под руководством и при участии авторов статьи, наблюдений на геодинамических полигонах [8; 9] и сведений о негативных последствиях влияния реализации природных и природно-антропогенных опасностей на экономику страны и геоэкологическую обстановку [9–13].

Все это позволило сделать выводы о причинах, которые предопределили проявление на относительно выровненной земной поверхности региона, расположенного в пределах древней платформы, экстремальных форм современной геодинамики.

Сейсмичность территории. В относительно слабосейсмичных областях Восточно-Европейской платформы, к которым относится и территория Беларуси, возможная сотрясаемость земной поверхности определяется комплексом факторов [6; 14–16]. В первую очередь, для оценок сейсмического потенциала используются данные о мощности теплового потока, мощности земной коры, высотах рельефа, изостатических аномалиях силы тяжести, глубинах залегания фундамента. По этим данным проводится районирование территории по типам земной коры. Затем, используя сведения об исторических (и зарегистрированных) землетрясениях, в том числе на смежных территориях со сходными типами земной коры, определяются параметры возможных землетрясений. Эти же данные с учетом распространения активных на современном этапе разломов и сведений о сейсмогенерирующих тектонических элементов (для нашего региона таковыми являются грабены в акватории Балтийского моря, Карпатский ороген, границы Восточно-Европейской и Западно-Европейской платформ, Русской плиты и Балтийского щита, Припятско-Днепровский авлакоген) способствуют выделению зон возможного возникновения очагов землетрясений (ВОЗ) и определению предполагаемых параметров возможных сейсмических событий.

По результатам выполненных сеймотектонических исследований, в зонах ВОЗ региона сотрясаемость земной поверхности может варьировать от 5 до 7 баллов [6; 15], на остальной территории составляет менее 5 баллов. При оценках интенсивности сейсмических процессов надо также учитывать, что состав покровных отложений может способствовать уменьшению выполненных оценок сейсмического потенциала на 1 балл (на локальных участках выходов на земную поверхность пород фундамента либо гравийно-галечного материала кристаллических пород) либо же увеличению на 1 балл (на площадях распространения рыхлых, влажных и обводненных песков и глинистых отложений). Кроме того, необходимо иметь в виду, что проявлению сейсмических процессов может содействовать формирование значительных дополнительных нагрузок на земную поверхность, возникающих под крупными отвалами пород (особенно в зоне Солигорских комбинатов) либо же на площади крупных водохранилищ. При этом сила возникающих сейсмических событий прямо зависит от мощности отвалов или глубины водохранилищ.

Процессы в геоактивных зонах. Под геоактивными зонами понимаются прежде всего активные на современном этапе разломы и наиболее протяженные топо- и космолинементы. В зонах этих структур сформировались гравитационные, электромагнитные и геохимические аномалии, заметно возрастают скорости современных вертикальных и горизонтальных движений земной коры. Как показали работы Р. Г. Гарецкого и Г. И. Каратаева [10; 17], в геоактивных зонах постоянно происходят процессы, которые являются своеобразным аналогом магнитных бурь.

Основными факторами формирования геоактивных зон являются физико-химические процессы в недрах Земли, неравномерное вращение Земли, напряжения, которые передаются со стороны ближайших активных орогенов и некоторых других крупных структур. Эти напряжения приводят к нарушениям целостности горных пород и их смещениям. Кроме того, на активизацию линейных нарушений могли повлиять дополнительные нагрузки на земную поверхность, которые возникали при вторжении покровных оледенений в плейстоцене и при строительстве крупных водоемов, отвалов горных пород, при добыче полезных ископаемых.

Плоскостная и линейная эрозия временных водотоков. Важнейшим фактором проявления этих процессов является деятельность человека, так как в естественных ус-

ловиях гумидного климата лесной зоны развитие эрозии временных водотоков сводится к минимуму. Наряду с антропогенным фактором на эрозию временных водотоков влияют климатические условия, в частности особенности стока талых и дождевых вод, причем максимальный эрозионный эффект наблюдается при интенсивных ливнях и снеготаянии.

Плоскостной смыв при значениях до 2 мм/год вполне компенсируется в результате процессов естественного почвообразования [18]. Поэтому только при значениях выше 2 мм/год начинает снижаться плодородие почв, а при величинах более 4 мм/год этот процесс приобретает характер природно-антропогенной опасности. Такие величины смыва установлены на площадях распространения определенных типов рельефа: Гродненская (до 4,8 мм/год), Волковысская (6,0 мм/год), Новогрудская (5,6 мм/год), Минская (11,2 мм/год), Ошмянская (4,5 мм/год) и Оршанская (8,8 мм/год) возвышенности.

Следовательно, еще одним фактором, определяющим проявление опасных форм плоскостной эрозии, являются особенности рельефа, или, конкретнее, крутизна склонов. Пороговая величина этого параметра, при которой начинается эрозия, может быть весьма различной, что зависит от других сопутствующих факторов. В целом же можно считать, что для проявления экстремальных форм плоскостного смыва уклоны земной поверхности должны превышать 3–5 ° [2; 19].

Значительное влияние на проявление эрозионных процессов оказывает также длина склонов. Чем длиннее склон, тем больше объем поверхностного стока, скорость течения и высота слоя воды. Особенно резкое усиление эрозии наблюдается с нарастанием длины склонов при увеличении их крутизны, при большом слое осадков и низкой водопроницаемости грунтов.

Еще одним морфометрическим показателем рельефа, предопределяющим активизацию эрозии, является вертикальное расчленение. Максимальные значения этого показателя (более 20–30 м/км²) приурочены к областям распространения краевых ледниковых возвышенностей и гряд. Как отмечалось выше, именно на этих территориях установлены и максимальные величины плоскостного смыва.

В определенной степени на интенсивность развития эрозии влияет экспозиция склонов. Воздействие этого фактора проявляется опосредованно, в связи с различиями микроклимата, почв, растительности, режимов увлажнения, испарения, снеготаяния. Наиболее эродлируемыми считаются склоны южной экспозиции. Способствуют задержке развития водной эрозии определенный состав покровных отложений, их структурные особенности и устойчивость к размыву поверхностными водами. Кроме того, противоэрозионная устойчивость грунтов связана с водопроницаемостью, от которой зависит интенсивность формирования стока. Наиболее высокой водопроницаемостью обладают пески, супеси; хорошей – структурные суглинки и глины, а также глубоко вспаханные, не перенасыщенные водой почвы. Наименее проницаемыми являются суглинистые и глинистые бесструктурные почвы. Они плохо пропускают воду, легко заплывают, образуя корку. С таких почв стекает до 70 % дождевой и до 90–100 % талой воды.

На противоэрозионную устойчивость отложений несомненное воздействие оказывает их механический и химический состав, физико-химические свойства. Чем больше в почве илистой фракции, гумуса, кальция, тем устойчивее она к смыву. А при повышенных содержаниях пылеватых и мелкопесчаных фракций с пониженным количеством гумуса податливость почв к смыву возрастает.

В результате концентрации стока водных потоков на склонах формируются формы линейной эрозии. Их экстремальные проявления (овраги и балки) развиты в Беларуси на площади около 14 тыс. км² (примерно 6,7 % территории страны). Общее количество оврагов и балок превышает 32 тыс., из них – 13 % – активно развивающиеся овраги [20]. Овраги обычно имеют протяженность в несколько сотен метров (до 1 500 м),

а их глубины варьируют в интервале 2–5 м. Балки имеют более крупные размеры: длина до 2–3 км, глубина 20–30 м. Помимо оврагов и балок деятельность временных линейных водотоков приводит к появлению многочисленных промоин, длина которых измеряется десятками метров (до 100 м), а глубина 1,5 м.

Основными факторами, обуславливающими развитие овражно-балочной эрозии, является крутизна склонов (от 15° и более), антропогенная деятельность и перечисленные выше геолого-геоморфологические особенности территории. Можно предположить, что на отдельных участках на проявление овражной эрозии повлияли геоактивные зоны, а также суффозионные и техногенные процессы.

Суффозия. Развитие этого вида геологических процессов предопределяется действием пассивных и активных факторов. В качестве пассивного фактора выступают отложения, т.е. их особенности и, в частности, карбонатность. Давно известно, что наиболее подверженными суффозии оказываются лессы и лессовидные супеси и суглинки. К природным процессам, способствующим проявлению суффозии, относятся затяжные дожди, сильные ливни, резкое таяние снежного покрова, паводки и наводнения, засухи, обмеление водоемов и водотоков, абразия, речная и овражная эрозия, карст и термокарст. Перечисленные процессы способствуют увеличению скорости подземных вод, появлению потока подземных вод в неводонасыщенных суффозионно неустойчивых породах, повышению агрессивности подземных вод, выходу области суффозионного выноса на контакт с водонасыщенными суффозионно неустойчивыми породами. Кроме того, необходимо иметь ввиду, что при антропогенном изменении гидрологических условий (искусственное орошение, утечка воды из труб и др.) суффозионные процессы могут также резко активизироваться.

Карст. Карст является не очень распространенным, но на локальных участках на территории региона достаточно опасным природным процессом. Проявление карста возможно при наличии определенных литологических, геоморфологических, гидрогеологических, тектонических особенностей, техногенной нагрузки и при условии их определенной комбинации. Среди таких условий (факторов) – наличие карстующихся пород (известняков, доломитов, мела, мергеля); значительная трещиноватость и малая вязкость этих пород, что определяет активную миграцию подземных вод в толще; малая доля песчаной, алевритовой и особенно глинистой примеси в составе карбонатных пород; ровная или слабо наклонная поверхность, на которой поверхностные воды застаиваются и просачиваются внутрь; активные разломы.

Гравитационные процессы. Гравитационные геологические процессы, которые на территории Беларуси могут быть отнесены к категории опасных, предопределяются прежде всего наличием сравнительно крутых склонов (более 15–20 °) и определенным составом отложений. Так, обвалы, оползни чаще происходят на естественных склонах, в строении которых принимают участие глинистые отложения (чаще всего моренные супеси, суглинки, лессовидные супеси и суглинки), а также на отвалах горных пород и стенках крупных карьеров. Помимо этого массовое смещение материалов в районах широкомасштабной добычи и переработки минерального сырья, на урбанизированных территориях проявляется в виде просадок земной поверхности. Например, в пределах Солигорского промузла, где общая протяженность подземных выработок измеряется сотнями километров, отмечается проседание земной поверхности и формирование мульд оседания с плоским дном и пологими бортами глубиной до 3–5 м.

На урбанизированных территориях также получили развитие просадки поверхности в результате откачки грунтовых вод, физического давления зданий и сооружений. К сожалению, специальные наблюдения за такими процессами на территории крупных городов практически не ведутся. Можно только условно предположить, что в районе г. Минска уже сформировалась мульда проседания около 0,5 м.

Подтопления территорий. В целом наводнения не входят в класс литосферных опасностей и рисков, так как это прежде всего гидрологический процесс и основной ущерб от проявления связан с затоплением, подтоплением огромных территорий. Однако эти неблагоприятные гидрологические явления могут стимулировать и преобразования рельефа земной поверхности, активизируя обвально-осыпные, оползневые, просадочные и некоторые другие процессы на бортах долин. Основными причинами, вызывающими катастрофические наводнения, являются обильные осадки, быстрое снеготаяние, увлажненность и глубина промерзания почвы, особенности строения речных долин, хозяйственная особенность территорий, прорывы дамб и плотин и т.д.

Пыльные бури. Пыльная, или песчаная, буря – это перенос больших количеств пыли или песка сильным ветром в приземном слое воздуха. Важнейшими факторами, обуславливающими проявление экстремальных форм ветровой эрозии, являются сельскохозяйственная освоенность, состав отложений, климатические особенности территории (прежде всего режим выпадения осадков).

Если ветер служит главным агентом формирования процессов дефляции, то распахиваемые покровные отложения оказываются сферой приложения силы действия воздушных потоков, поставляющих необходимый дисперсный материал для развития явления. Так, в пределах Белорусского Полесья почвы, сложенные супесями или песками, занимают 58,5 % от общей площади низменности. На долю торфяно-болотных почв приходится 29,7 % территории [21]. Такая структура покровных отложений способствует интенсивному развитию ветровой эрозии, так как песчаный материал перемещается при значительно меньших скоростях ветра (5–6 м/с), чем частицы торфа (8–9 м/с) [11]. Выносимый песок разрушает поверхностную структуру торфов, после чего дефляция распространяется и на них.

В формировании экстремальных дефляционных процессов значительную роль играет и рельеф. Например, территория Белорусского Полесья представляет собой плоскую пониженную равнину, в пределах которой абсолютные высоты чаще всего варьируют в интервале 135–155 м на западе и 110–130 м на востоке. Вследствие этого ветры здесь не встречают серьезных препятствий, что способствует увеличению их скоростей и при прочих благоприятных условиях усилению дефляционной опасности.

Техногенная преобразованность отложений и рельефа. Установлено, что в городах, вблизи крупных промышленных объектов, в районах свалок, на территориях бывших военных баз, вдоль автомобильных дорог и др. под влиянием техногенных процессов происходит заметное изменение состава покровных отложений. Именно загрязнение на таких участках является характерным примером проявления опасных техногенных процессов. Особенности загрязнения зависят от профиля промышленных предприятий, вида и интенсивности движения транспортных средств, типа свалок и отвалов, частоты аварийных ситуаций и т.д.

Кроме загрязнений территории хозяйственная деятельность человека нередко сопровождается активным и опасным воздействием на земную поверхность, что происходит при различных видах строительства и открытом (карьерном) способе разработки полезных ископаемых. Проявление подобных процессов может понижать устойчивость земной поверхности, а при определенных нагрузках приводить к необратимым изменениям природных комплексов, их уничтожению и формированию техногенных ландшафтов.

После обобщения приведенных выше данных была составлена сводная таблица основных факторов, определяющих интенсивность проявления опасных природных и природно-антропогенных опасных геологических процессов (таблица). В таблице также приводятся наиболее характерные площади и формы проявления процессов, данные по интенсивности их воздействия на земную поверхность.

Таблица. – Основные факторы, предопределяющие интенсивность проявления природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса

Вид процесса	Определяющие факторы	Формы проявления	Интенсивность процесса	Площади (районы) проявления
1	2	3	4	5
Сейсмические процессы	Мощность теплового потока; мощность земной коры; высоты рельефа; изостатические аномалии силы тяжести; глина залегания фундамента; активные разломы; сейсмогенерирующие тектонические элементы; состав покровных отложений; техногенные нагрузки на дневную поверхность	Сотрясаемость земной коры	До 5–7 баллов Менее 5 баллов	Зоны ВОЗ Остальная территория региона
Другие геодинамические проявления в геоактивных зонах	Физико-химические процессы в недрах Земли; периодическая смена скоростей вращения Земли; напряжения со стороны ближайших активных орогенов и других крупных структур и т.д.	Разрушение целостности горных пород; смещение поверхностей и слоев, формирование газодопроницаемых зон; аномалий геофизических, геохимических полей; возрастание скоростей вертикальных и горизонтальных движений коры и т. д.	Увеличение в 2 и более раз концентрации отдельных элементов в покровных отложениях; рост до 20–50 мм/год скоростей вертикальных и горизонтальных движений земной коры; постоянное проявление магнитных бурь и др.	Зоны активных разломов, наиболее протяженных топо- и космолинеаментов

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Плоскостная эрозия (делювиальный смыв)	Хозяйственная деятельность; климат (режим осадков); особенность покровных отложений и рельефа	Смыв покровных отложений временными потоками на обрабатываемых склоновых породах	Смыв свыше 4 мм/год (до 8–11 мм/год)	Краевые ледниковые выщелочения; отдельные участки равнин, сложенных лессовидными отложениями
Линейная эрозия временных водотоков	Уклоны земной поверхности круче 15°–20°, длина склонов, глубина и густота расчленения рельефа, состав покровных отложений, хозяйственная деятельность, карст, суффозия	Размыты покровных отложений временными ливневыми водными потоками и формирование комплекса эрозионных форм	Овраги, балки: плотность 1–5 ед/км ² (до 7–10 ед/км ²) глубина 5–20 м, длина до 3–4 км	Краевые ледниковые выщелочения; участки Могилевской и Горецкой равнин; прибортовые части речных долин Днепра, Зап. Двины, Березины, Сожа и др.
Суффозия	Состав отложений (лессовидные супеси и суглинки); атмосферные осадки; хозяйственная деятельность; овражная эрозия	Вынос мелкозема и выщелачивание отложений при инфильтрации поверхностных и движущихся подземных вод; формирование западин, воронок и т.д.	Западины, воронки: глубина 0,1–1,5 м (до 3 м), диаметр 30–50 (до 120 м), плотность форм 10–40 ед/км ² (до 70–80 ед/км ²)	Ошмянская, Минская, Новогрудская возвышенности; Горецкая, Могилевская, Костоковичская равнины, Ошмянская и Копыльские гряды и др.
Карст	Залегающие вблизи земной поверхности карбонатные породы (известняки, доломиты, мел); атмосферные осадки; подземный сток; выположенный рельеф; хозяйственная деятельность; активные разломы	Растворение пород поверхностными и подземными водами и формирование западин, воронок, поноров, котловин	Западины, воронки: глубина 0,1–1,5 м, диаметр 30–50 м, плотность до 10–20 ед/км ² ; котловины: глубина до 20–30 м, диаметр до 1–2 км	Междуречья Днепра и Друти, Ясельды и Бобрика; левобережье Сожа, левобережье верхней Припяти и др.

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Гравитационные процессы	Крутизна склонов более 15–20 °; состав покровных отложений, их обводненность; хозяйственная деятельность; техногенные нагрузки, подземные выработки; водопонижение в местах забора подземных вод	Смещение пород под влиянием силы тяжести; формирование обвалов, осыпей, оползней, западин, мутьев оседания	Объемы смещаемых пород до 2–3 тыс. м ³ ; шлейфы подножий склонов мощностью до 2–3 м; западины: глубина 0,5–2,0 м (до 5–7 м), диаметр единичных форм – десятки метров	Борта речных долин, карьеров, оврагов, холмы и гряды Солигорский промрайон; крупные города
Наводнения	Обильное или быстрое выпадение дождевых осадков; накопление снега и быстрое снеготаяние; рельеф водосбора; строение речных долин; хозяйственная деятельность	Активизация гравитационных процессов на бортах долин; формирование промоин; заиливание мелиоративных систем; подтопление населенных пунктов; формирование плавунцов, просадок	Переработка крутых берегов долин на протяжении десятков километров; заиливание мелиоративных систем на площади десятков (до ста) км ² ; просадки глубиной до 3–5 м и диаметром до 10–30 м	Наиболее крупные реки Беларуси
Пыльные бури	Состав покровных отложений; скорости ветра; хозяйственная деятельность; особенности рельефа	Эоловые аккумулятивные формы, котловины и западины выдувания; заиливание водоемов и водотоков	Снос отложений интенсивностью до 10–100 т/км ² и более	Отдельные районы Белорусского Полесья и Поозерья
Техногенная преобразованность отложений и рельефа	Выбросы промышленных предприятий и транспортных средств; коммунальные отходы; перемещение покровных отложений при вспашке, добыче полезных ископаемых; строительстве котлованов, дорог, свалок, каналов и т.д.	Техногенное перемещение грунтов, формирование техногенного рельефа и геохимических аномалий	Перемещение грунтов объемом от десятков до сотен м ³ /км ² (единично до нескольких миллионов м ³ /км ²); формирование рельефа, по параметрам иногда превосходящего естественные образования; появление аномальных концентраций отдельных элементов и соединений, превышающих ПДК в 2 раза и более	Крупные населенные пункты, районы горнодобывающей и химической промышленности, гидротехнического строительства; транспортные магистрали и т.д.

Заключение

1. Экстремальные формы современных геологических процессов рассматриваются в качестве природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса в связи с тем, что их проявление может наносить определенный экологический ущерб, деформировать природные комплексы и влиять на геоэкологическую обстановку.

2. Одним из важнейших факторов, предопределяющих развитие экстремальных форм геодинамики, относится хозяйственная деятельность, с которой прежде всего непосредственно связано не только проявление техногенного типа опасностей литосферного класса, но и развитие многих видов экзогенных и некоторых эндогенных процессов.

3. На проявление экзогенных процессов активно воздействуют генезис и состав покровных отложений, особенности рельефа, климата и реже тектонические особенности территории.

4. Среди факторов, обуславливающих развитие эндогенных опасностей, главными можно считать особенности глубинного геологического строения, физико-химические процессы в недрах Земли, наличие сейсмогенерирующих элементов как в пределах изученного региона, так и на прилегающих территориях, состав покровных отложений, особенности вращения Земли.

5. Проявление техногенных опасностей литосферного класса зависит от хозяйственной деятельности человека (сельское хозяйство, различные отрасли промышленного производства, строительство и т.д.).

Полученные результаты по исследованиям факторов, предопределяющих возможное проявление природных и природно-антропогенных опасностей литосферного типа, могут быть использованы для разработки мер по ограничению неблагоприятных последствий их развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современная динамика рельефа Белоруссии / под ред. Б. Н. Гурского, А. В. Матвеева. – Минск, 1991. – 102 с.
2. Матвеев, А. В. История формирования рельефа Белоруссии / А. В. Матвеев. – Минск : Наука і тэхніка, 1990. – 144 с.
3. Матвеев, А. В. Особенности современного морфогенеза на территории Беларуси / А. В. Матвеев // *Вопр. географии. Сб. 140 : Современ. геоморфология.* – М., 2015. – С. 380–385.
4. Матвеев, А. В. Классификация природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса / А. В. Матвеев // *Літасфера.* – 2017. – № 1(46). – С. 98–106.
5. Сейсмотектоника Беларуси и Прибалтики / Р. Е. Айзберг [и др.] // *Літасфера.* – 1997. – № 7. – С. 5–18.
6. Аронова, Т. И. Особенности проявления сейсмотектонических процессов на территории Беларуси / Т. И. Аронова // *Літасфера.* – 2006. – № 2 (25). – С. 103–110.
7. Матвеев, А. В. Интегральная оценка особенностей проявления современных экзогенных геологических процессов на территории Беларуси / А. В. Матвеев // *Природопользование.* – 2014. – Вып. 25. – С. 131–138.
8. Никонов, А. А. Современные и позднеголоценовые движения земной коры в юго-восточной Балтике – переходной зоне от Фенноскандинавского щита к Русской плите / А. А. Никонов, С. В. Энман, Л. Д. Флейфель // *Физика Земли.* – 2009. – № 8. – С. 51–65.
9. Матвеев, А. В. Геохимия четвертичных отложений Беларуси / А. В. Матвеев, В. Е. Бордон. – Минск, 2013. – 191 с.

10. Гарецкий, Р. Г. Тектонофизическая модель геопатогенных зон литосферы Беларуси / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // Проблемы водных ресурсов, геотермии и геоэкологии : материалы междунар. науч. конф. : в 2 т. – Минск, 2005. – Т. 2. – С. 232–234.
11. Жилко, В. В. Ветровая эрозия почв и борьба с ней / В. В. Жилко, Л. М. Ярошевич // Проблемы Полесья. – 1974. – Вып. 3. – С. 94–111.
12. Чистик, О. В. Деградация почв вследствие проявления водно-эрозионных процессов / О. В. Чистик // Региональные проблемы экологии: пути решения : материалы IV междунар. экол. симп. : в 3 т. – Новополоцк, 2007. – Т. 1. – С. 260–264.
13. Жилко, В. В. Водная и ветровая эрозия / В. В. Жилко. – Минск, 1986. – 55 с.
14. Карта общего сейсмического районирования запада Восточно-Европейской платформы / А. Г. Аронов [и др.] // Геология Беларуси. – Минск, 2001. – С. 634.
15. Сейсмоструктура Беларуси и Прибалтики / Р. Е. Айзберг [и др.] // Літасфера. – 1997. – № 7. – С. 5–18.
16. Уломов, В. И. Сейсмогеодинамика и вероятностное сейсмическое районирование Северной Евразии / В. И. Уломов, Л. С. Шумилина // Геофизика на рубеже веков : избр. тр. ученых ОИФЗ РАН. – М., 2000. – С. 216–252.
17. Гарецкий, Р. Г. О постановке геолого-геофизических исследований в геопатогенных зонах / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // Літасфера. – 2012. – № 2 (37). – С. 83–94.
18. Эрозионные процессы / под ред. Н. И. Маккавеева, Р. С. Чалова. – М. : Мысль, 1984. – 256 с.
19. Жилко, В. В. Эродированные почвы Белоруссии и их использование / В. В. Жилко. – Минск : Ураджай, 1976. – 168 с.
20. Павловский, А. И. Закономерности проявления эрозионных процессов на территории Беларуси / А. И. Павловский. – Минск, 1994. – 106 с.
21. Ярошевич, Л. М. Факторы проявления и меры борьбы с дефляцией торфяно-болотных почв / Л. М. Ярошевич, В. В. Жилко, Н. Ф. Кислов // Проблемы Полесья. – 1981. – Вып. 7. – С. 112–119.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 23.01.2018

Matveyev A.V., Zernitskaya V.P., Nechiporenko L.A. Main Factors of the Development of Dangerous Natural and Natural-Anthropogenic Processes of the Lithospheric Class on the Territory of Belarus

The development of natural and natural-anthropogenic dangers of the lithospheric class (extreme forms of modern geological processes) on the territory of Belarus is caused by a number of factors which can be generally divided into the following groups – the features of the deep geological structure of the region and the adjacent territories; geophysical fields; physicochemical processes in the bowels of the earth and uneven rotation of the Earth; the composition of deposits of the upper part of the platform cover, the genesis and morphology of the relief; climate and economic activity. The above factors can be considered while rational for the actions to reduce the adverse consequences of geodynamic process development.

УДК 574:528.931.3(476.7)

В.А. Мороз

*ст. преподаватель каф. туризма и страноведения
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина
e-mail: v.maroz@gmail.com*

МЕЗОСТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ОСТРОВНЫХ ЛЕСОВ АГРОЛАНДШАФТОВ БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

На основании научно обоснованной типологии территориальных единиц растительного покрова островных лесов агроландшафтов Брестского Полесья выделены 17 мезофитогеомеров и 16 мезофитогеохор. В границах модельных полигонов растительный покров большинства островных лесов отнесен к сложным мезофитогеохорам, среди которых доминируют сложенные территориальными единицами преимущественно производных мелколиственных лесов и подкласса гидроэдафогенных лесо-луговых комплексов.

Введение

Проблема островизации лесных экосистем Брестского Полесья является одним из негативных последствий организации крупных агропромышленных хозяйств и осушительной водно-земельной мелиорации. На фоне общих климатических изменений в субрегионе и последствий хозяйственной деятельности прослеживается ярко выраженная тенденция увеличения неоднородности природной среды. Гетерогенность в наибольшей степени присуща растительному покрову как «зеркалу ландшафта» и экологическому каркасу территории. Так как лесной тип растительности является ведущим среди естественной растительности Брестского Полесья, целесообразным является изучение гетерогенности лесного растительного покрова с учетом основных тенденций его изменения (островизации, фрагментации, вторичного заболачивания, изменения структуры и показателей разнообразия).

Островные леса агроландшафтов представляют собой относительно изолированные биогеоценозы, сложенные лесной, кустарниковой и луговой растительностью, окруженные сельскохозяйственными угодьями.

Для территории Беларуси не проводились исследования пространственной структуры гетерогенного растительного покрова островных лесов агроландшафтов на мезоуровне. Вместе с тем подобные исследования проводятся на территории России, Германии и других стран, что подтверждает их актуальность.

Цель исследования – выявление хронологической структуры гетерогенного растительного покрова островных лесов Брестского Полесья. Цель обусловила решение задачи провести типизацию территориальных единиц растительного покрова островных лесов агроландшафтов района исследования на мезоуровне для их картографирования и оценки современного состояния.

Объекты и методы исследования

Детальные полевые исследования проводились на четырех модельных полигонах: «Днепробугский» и «Пертыще» (Малоритская равнина), «Вильямовичи» (Высоковская равнина) и «Иваново» (равнина Загородье). С ландшафтной точки зрения территория каждого модельного полигона представляет собой фрагмент одной конкретной местности, соподчиненными урочищами которой являются островные дендроучастки как с коренными, так и с производными лесными сообществами при участии кустарниковых и луговых территориальных единиц (ТЕ) растительного покрова на дерновых, дерново-глеевых и дерново-подзолистых почвах.

При изучении пространственной организации растительного покрова островных местообитаний наиболее приемлемым представляется топо-экологический подход. В контексте топо-экологического подхода при анализе хорологической структуры растительности в крупном масштабе целесообразно использовать в качестве элементарных ТЕ растительного покрова островных дендроучастков в ранге ассоциаций (для гомогенной растительности) и микрокомбинаций фитоценозов или их фрагментов (для гетерогенной растительности). В качестве основной единицы неоднородности растительного покрова островных лесов модельных полигонов на мезоуровне предложена мезофитогеохора (МФГХ) – территориальная комбинация сообществ, их фрагментов и микрокомбинаций, закономерно повторяющаяся в данном ландшафте на определенных элементах мезорельефа [1]. Для гомогенного растительного покрова предлагается использование термина «мезофитогеомер» (МФГМ) по аналогии с «геомером» [2].

Исследование структуры растительного покрова островных дендроучастков агроландшафтов Брестского Полесья в границах модельных полигонов включало подготовительный, полевой и камеральный этапы. На подготовительном этапе составлялся предварительный классификационный список выделяемых ТЕ растительного покрова и готовились геоботанические прекарты модельных полигонов. В ходе полевого этапа исследований методом сплошной съемки осуществлялось картографирование растительности островных лесов модельных полигонов, описание растительности, почв и отбор образцов с использованием классических методик проведения комплексных физико-географических исследований. На камеральном этапе исследований на основе анализа матриц «сходства-различия» процентного соотношения базовых ТЕ растительного покрова внутри островных дендроучастков рассчитывались показатели гетерогенности растительного покрова [3], выполнена типология мезофитогеомеров и мезофитогеохор.

Результаты и их обсуждение

По результатам проведенного анализа хорологической структуры растительного покрова островных лесов агроландшафтов Брестского Полесья выполнено математически и статистически обоснованное выявление и типология мезофитогеохор (ТЕ гетерогенного растительного покрова на мезоуровне) и мезофитогеомеров (единиц мезоуровня гомогенного растительного покрова).

В ходе кластерного анализа данных соотношения площадей ТЕ растительного покрова каждого островного дендроучастка были получены характеристики структуры МФГМ и МФГХ модельных полигонов Брестского Полесья: выделены 33 естественных кластера (16 в ранге МФГМ и 17 в ранге МФГХ). Индексные обозначения ТЕ, слагающих растительный покров кластеров, представлены в таблице.

Таблица. – Индексные обозначения ТЕ растительного покрова в структуре МФГХ или МФГМ

Индекс	Английское название	Русское название
PW	<i>Pine wood</i>	Сосновый лес
DW	<i>Deciduous wood</i>	Дубрава
RWAB	<i>Radical wood from alder black</i>	Коренной черноольховый лес
RWBF	<i>Radical wood from birch fluffy</i>	Коренной пушистоберезовый лес
DWSL	<i>Derivative small-leaved wood</i>	Производный мелколиственный лес
BC	<i>Bushes communities</i>	Кустарниковые сообщества
MC	<i>Meadow communities</i>	Луговые сообщества
CV	<i>Complexes of vegetation</i>	Комплексы растительности
MZER	<i>Microzoning ecological row</i>	Микропоясные экологические ряды

В целом МФГХ в условиях агроландшафтов с гетерогенным растительным покровом занимают более значительные площади, чем МФГМ, что характерно для самого крупного по площади и наиболее сложного по структуре модельного полигона «Днепробугский».

К группе типов геомеров отнесены кластеры, образованные в основном одной–двумя (реже тремя) ТЕ высокого ранга гомогенного растительного покрова островных лесов модельных полигонов. Всего было выделено 16 типов геомеров.

На основе анализа их пространственной структуры и параметрических данных была проведена типология МФГМ:

а) геомеры с абсолютным доминированием в структуре растительного покрова одной ТЕ; выделены пять МФГМ: «(((BC)))», «(((DW)))», «(((DWSL)))», «(((RWAB)))», «(((PW)))»;

б) геомеры с абсолютным доминированием одной ТЕ и с участием другой ТЕ; выделены три МФГМ: «(((RWAB))) + DWSL», «(((RWBF))) + DWSL», «(((RWAB))) + PW»;

в) геомеры с доминированием одной ТЕ и с участием и/или значительным участием другой/других ТЕ; выявлены шесть МФГМ: «(((DWSL))) + (DW)», «(((DWSL))) + RWBF + BC», «(((RWBF))) + (RWAB) + DWSL», «(((PW))) + (DWSL)», «(((DWSL))) + (BC)», «(((DWSL))) + (RWBF)»;

г) геомеры со значительным участием двух ТЕ и участием одной ТЕ гомогенного растительного покрова; выделен один МФГМ – «(PW) + (PWAB) + DWSL».

Наличие и количество круглых скобок в индексе указывает на долю конкретной ТЕ в структуре растительного покрова геомера: ((()) – доля больше либо равна 75 %; (()) – доля больше либо равна 50 %, но меньше 75 %; () – доля больше либо равна 25 %, но меньше 50 %; без скобок – доля меньше 25 %, но больше либо равна 9 %.

К группе типов МФГХ отнесены кластеры, образованные в основном тремя–шестью (реже двумя) группами ТЕ гетерогенного и гомогенного растительного покрова островных лесов модельных полигонов. Всего было выделено 17 типов МФГХ. На основе анализа их параметров, пространственной структуры была проведена типология МФГХ:

а) МФГХ с абсолютным доминированием в структуре растительного покрова одной ТЕ и с участием другой; выделена одна МФГХ – «(((CV + MC)))»;

б) МФГХ с доминированием одной ТЕ и участием двух или трех ТЕ; выделены три МФГХ: «(((PW))) + DWSL + MZER + CV», «(((RWBF))) + CV + DW», «(((DWSL))) + CV + DW + RWAB»;

в) МФГХ с доминированием двух ТЕ; выделены две МФГХ – «(((DWSL))) + ((CV)))» и «(((DWSL))) + ((MC)))»;

г) МФГХ с доминированием одной ТЕ и значительным участием другой ТЕ; выделена одна МФГХ – «(((CV))) + (BWSL)»;

д) МФГХ с доминированием одной ТЕ, значительным участием другой ТЕ и участием третьей ТЕ; выделена одна МФГХ – «(((CV))) + (PW) + MC»;

е) МФГХ со значительным участием двух ТЕ и участием от одной до четырех ТЕ; выделены девять МФГХ: «(DWSL) + (CV) + RWBF», «(BWSL) + (RWBF) + RWAB», «(DW) + (DWSL) + PW + MZER», «(DWSL) + (RWAB) + DW + CV», «(DW) + (DWSL) + MC + RWAB», «(CV) + (RWAB) + DWSL + DW», «(DWSL) + (DW) + CV + MZER», «(MC) + (RWBF) + DW + RWAB + DWSL + CV», «(CV) + (RWAB) + DWSL + RWBF».

Наличие и количество круглых скобок в индексе указывает на долю конкретной ТЕ в структуре растительного покрова геохоры: ((()) – абсолютное доминирование (доля больше либо равна 75 %); (()) – доминирование (доля больше либо равна 50 %, но меньше 75 %); () – значительное участие (доля больше либо равна 25 %, но меньше 50 %); без скобок – участие (доля меньше 25 %, но больше 6 %).

Для модельного полигона «Днепробугский» характерно доминирование доли МФГХ в структуре растительного покрова островных лесов по сравнению с долей МФГМ (примерно 85 и 15 % соответственно). Из числа МФГМ наибольшее распространение получили кластеры «(((DWSL)))» и «((PW)) + (DWSL)». Их совокупный удельный вес в структуре растительного покрова составляет более 40 % среди МФГМ (на каждого приходится около 20 %) и 5 % – в структуре всего растительного покрова островных дендроучастков данного модельного полигона (рисунок 1).

Подчиненную позицию по представленности в растительном покрове геомер островных лесов занимают 4 кластера, интегральное участие которых составляет около 40 % (около 10 % на каждый кластер): «((PW)) + (RWAB) + DWSL», «(((DW)))», «(((PW)))», «(((RWAB))) + DWSL». Остальные девять типов МФГМ занимают незначительные площади как среди МФГМ (< 5 %), так и во всем растительном покрове островных дендроучастков модельного полигона (< 2,5 %).

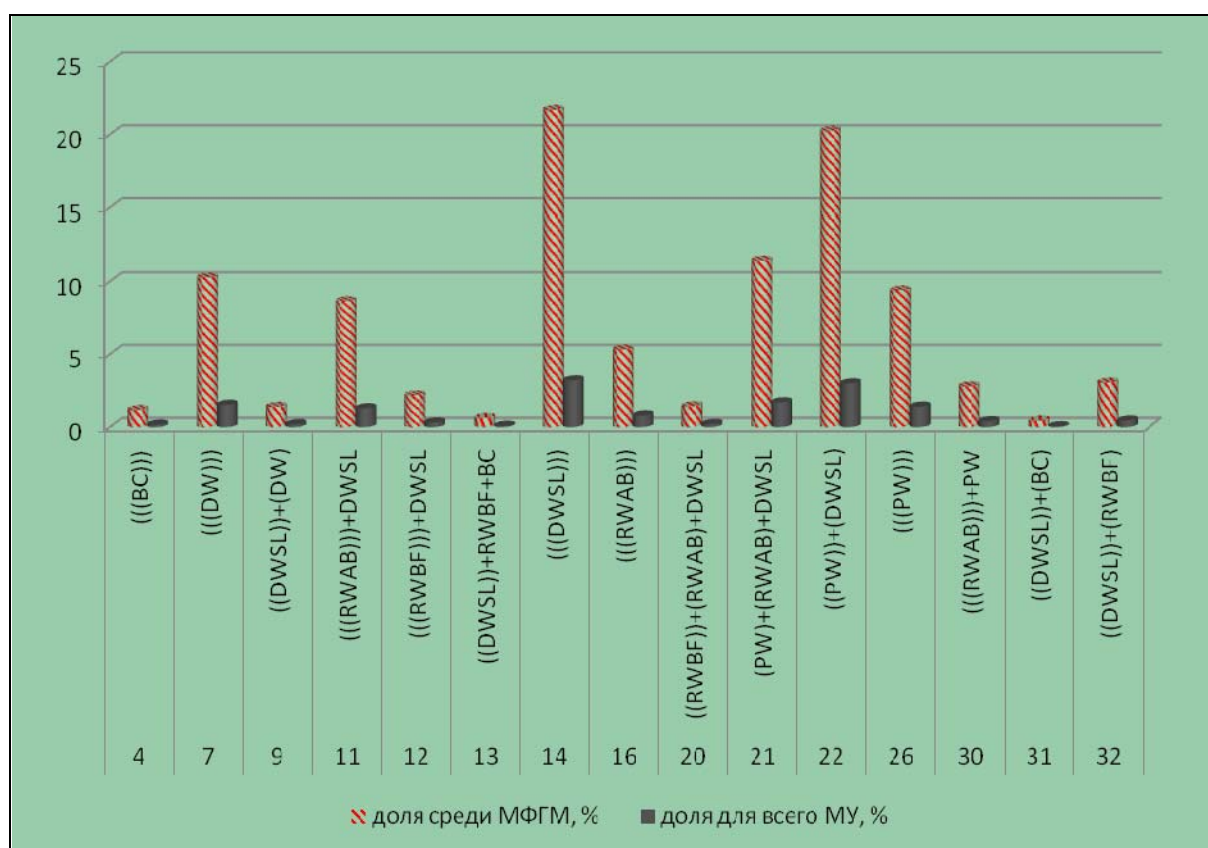


Рисунок 1. – Доля МФГМ в структуре растительного покрова островных лесов модельного полигона «Днепробугский»

Среди МФГХ наибольшее распространение получили кластеры «(DWSL) + (SV) + RWBF» и «((DWSL))+((CV))» (рисунок 2). Доля данных кластеров в растительном покрове геохор составляет 23,49 и 14,27 % соответственно, в растительном покрове всех островных лесов модельного полигона – 20,01 и 12,16 % соответственно.

Подчиненную позицию по представленности в растительном покрове МФГХ островных лесов занимают четыре кластера, доля каждого из которых составляет около 7,5 % (более 5 % на каждый кластер в структуре растительного покрова островных дендроучастков модельного полигона): «(DWSL) + (RWAB) + DW + CV», «(((CV)) + (DWSL))», «(DWSL) + (RWBF) + RWAB», «(CV) + (RWAB) + DWSL + RWAB».

Таким образом, в растительном покрове островных лесов модельного полигона «Днепробугский», относящихся к группе МФГМ, преобладают кластеры, сложенные сообществами сосновых и производных мелколиственных лесов, а относящихся к группе МФГХ – сообществами производных мелколиственных лесов (в первую очередь повислоберезовых) и комплексов растительности (в большинстве из группы гидроэдафогенных лесо-луговых комплексов): а) производных повислоберезовых, нередко кустарниковых, сообществ и б) лугов злаково-разнотравных.

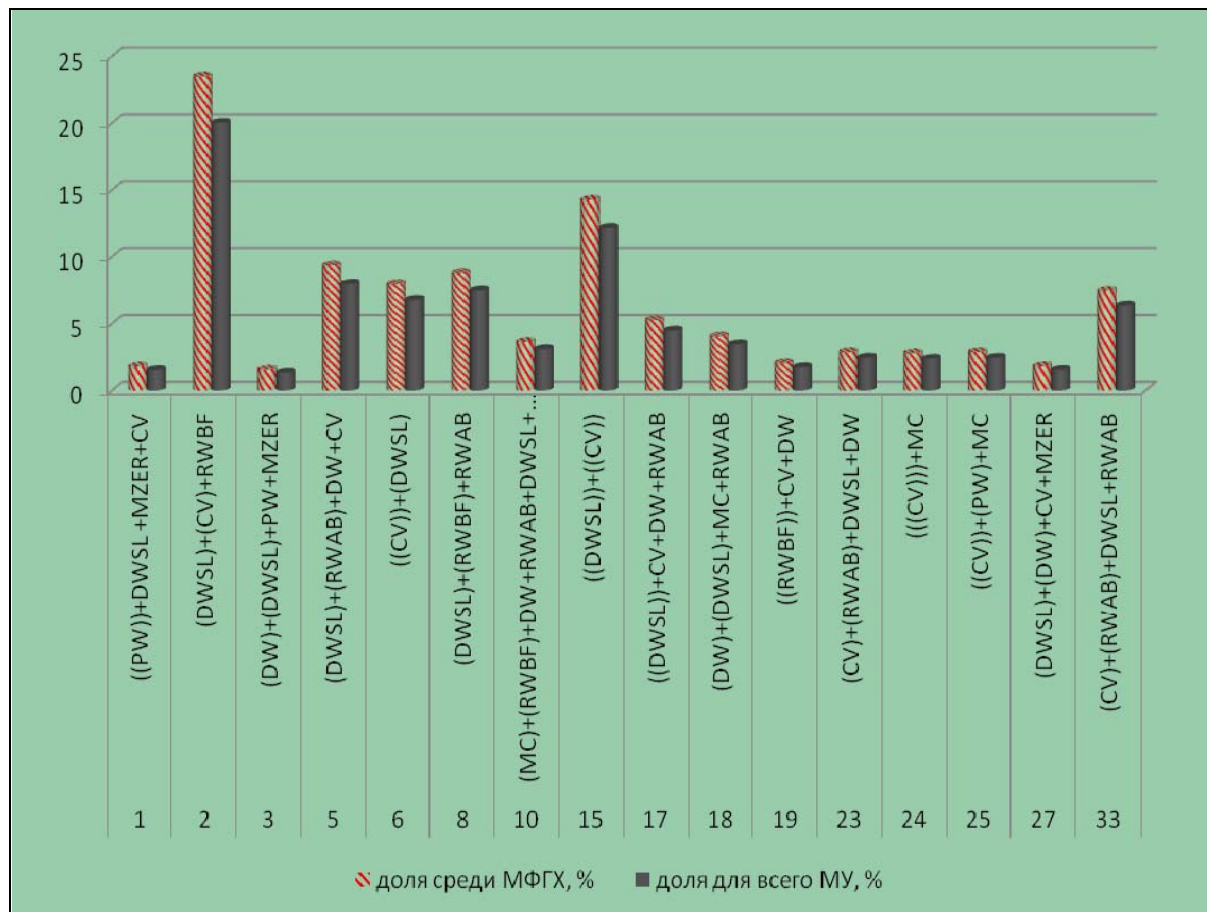


Рисунок 2. – Доля МФГХ в структуре растительного покрова островных лесов модельного полигона «Днепробугский»

На остальных модельных полигонах не наблюдается высокого разнообразия МФГМ и не всегда представлены МФГХ в силу меньшего разнообразия растительного покрова островных лесов. Для модельного полигона «Вильямовичи» характерны следующие кластеры: «(((DW)))», «(((DWSL)))», «((PW)) + (DWSL)», «(((PW)))». Их доля составляет от 20 до 30 % и в совокупности достигает более 85 % в структуре растительного покрова всех островных лесов модельных полигонов. На модельном полигоне «Иваново» из числа МФГМ абсолютно доминирует кластер «((PW)) + (DWSL)», на долю которого приходится более 80 %. В растительном покрове островных лесов модельного полигона «Пертыще» преобладают геомеры «((PW)) + (MC) + RWAB» (около 50 %) и «(PW) + (RWAB) + DWSL» (более 35 %).

В растительном покрове модельных полигонов «Вильямовичи», «Иваново» и «Пертыще» в основном преобладают геомеры с сообществами производных мелколиственных лесов и сосновых лесов. Из числа геохор отмечаются МФГХ «(((DWSL)))+((MC))» (модельный полигон «Вильямовичи») и «((PW)) + DWSL + MZER + CV»

(модельный полигон «Пертыще»), однако их доля в структуре растительного покрова островных лесов модельных полигонов невысока.

Заклучение

Предложена научно обоснованная типология МФГХ и МФГМ островных лесов агроландшафтов Брестского Полесья. Получены характеристики структуры 17 МФГМ и 16 МФГХ. Большинство изученных островных дендроучастков агроландшафтов Брестского Полесья являются сложными МФГХ. В целом для всех модельных полигонов характерна изменчивость процентного соотношения площадей, приходящихся на каждую типологическую единицу растительного покрова. Для модельного полигона «Днепробугский» характерно доминирование МФГХ в структуре растительного покрова островных лесов (сложены преимущественно сообществами производных мелколиственных лесов и подкласса гидроэдафогенных лесо-луговых комплексов). В структуре растительного покрова МФГМ преобладают сообщества сосновых и производных мелколиственных лесов. В растительном покрове модельных полигонов «Иваново», «Вильямовичи» и «Пертыще» преобладают МФГМ с сообществами производных мелколиственных лесов и сосновых лесов.

Система территориальных единиц растительного покрова островных лесов агроландшафтов Брестского Полесья, основанная на топо-экологическом подходе, разработанные критерии их типизации в ранге мезокомбинаций (мезофитогехор и мезофитогеомеров) выступают основой геоботанического картирования гетерогенного растительного покрова на мезоуровне.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мороз, В. А. Структура растительного покрова островных лесов агроландшафтов Брестского Полесья / В. А. Мороз // Вестн. БГУ. – 2005. – С. 93–98.
2. Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука, 1978. – 319 с.
3. Мароз, В. А. Вылучэнне натуральных групак тэрытарыяльных адзінак расліннага покрыва астраўных дэндромасіваў з выкарыстаннем кластарнага аналізу / В. А. Мороз // Вест. БДПУ. Сер. 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2006. – № 2. – С. 50–52.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 01.12.2017

Maroz V.A. Mesostructures of Vegetative Cover of Insular Forests in Cultivated Lands of Brest Polesye

On the ground of scientific-based typology of mesostructures of vegetative cover of the insular forests in the cultivated lands of Brest Polesye 17 mesophytogeomers and 16 mesophytogeochores are singled out. Within the boundaries of the model polygons vegetative cover of the majority of the insular forests is related to the complex mesophytogeochores, among which units of derived small-leaved forests and subclass of hydroedaphogenic forest-meadow complexes mainly predominate.

УДК 379.85+911(476)

А.А. Сидорович¹, Т.Н. Сидорович², А.Ф. Хомич³¹канд. геогр. наук, доц., доц. каф. туризма и страноведения
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина²педагог дополнительного образования

Брестского областного центра туризма и краеведения детей и молодежи

³студентка 4 курса географического факультета

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

e-mail: brestsid@gmail.com

ВЪЕЗДНОЙ ТУРИЗМ В БЕЛАРУСИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Проводится анализ структурных и региональных особенностей развития въездного туризма в Республике Беларусь в начале XXI в. Рассматривается состояние и роль въездного туризма в развитии туристической сферы страны. Изучена нормативно-правовая база, направленная на стимулирование развития туристической индустрии и привлечение иностранных туристов.

Развитие въездного туризма наряду с внутренним рассматриваются в качестве приоритетных направлений туристической политики Республики Беларусь. В государствах, не отличающихся богатством минерально-сырьевой базы, туристическая сфера представляет собой важный источник повышения благосостояния населения, обеспечения занятости и поступлений в бюджет.

Ключевым показателем, характеризующим развитие въездного туризма, является численность организованных туристов, посетивших страну. В соответствии с методологией статистического учета, под организованным туризмом понимается поездка по турам, реализованными организациями и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими туристическую деятельность [1]. Так, в 2016 г. число прибывших в Беларусь организованных туристов составило 121 764 человек, что в 2 раза превысило аналогичный показатель 2000 г. За 2008–2016 гг. приток организованных иностранных туристов ежегодно возрастал на 3,6 % (рисунок 1).

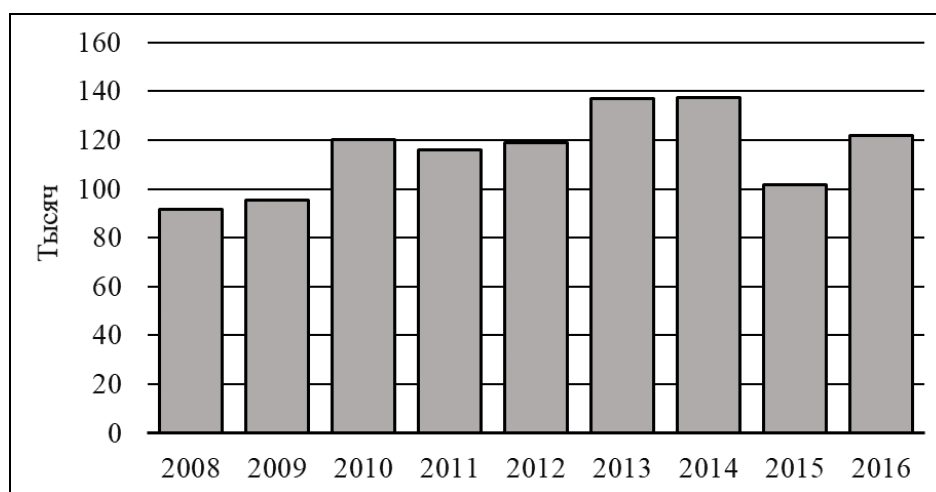


Рисунок 1. – Динамика числа организованных иностранных туристов в 2008–2016 гг. (рассчитано по [1–3])

**Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (грант № Ф17М-063).*

Кроме того, в 2016 г. из 1 376 организаций, осуществлявших туристическую деятельность, только 408 фирм (30 %) в той или иной мере занимались въездным туризмом. Лишь 104 туристические фирмы (8 %) осуществляли свою деятельность исключительно в сфере въездного туризма; 585 фирм (43 %) формировали и реализовывали выездные туры (рисунок 2).

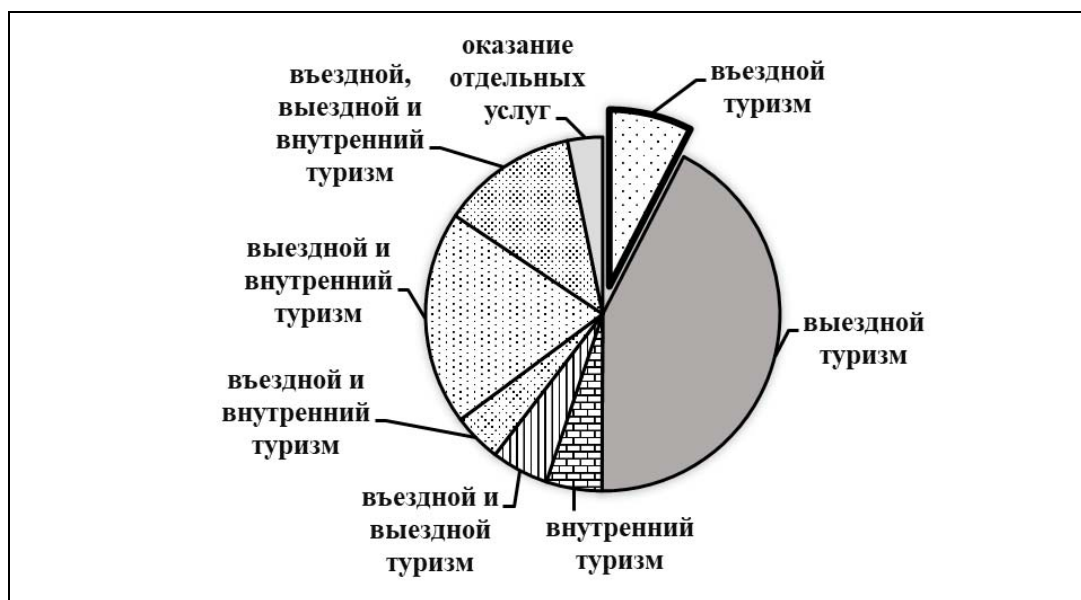


Рисунок 2. – Структура туристических организаций по направлениям деятельности в 2016 г. (рассчитано по [3])

В еще более сложном положении сфера въездного туризма предстает при анализе стоимостной структуры реализованных туров по направлениям туризма. Так, стоимость туров по въездному туризму составляет всего 9,7 % от стоимости всех реализованных туров. При этом внутренний туризм играет даже меньшую роль в формировании выручки и конечных финансовых результатов белорусских туристических фирм. На продажу туров по Беларуси для резидентов страны приходится лишь 3 % стоимости реализованных туров. Соответственно, наибольшая часть доходов белорусских туристических фирм связана с организацией зарубежных поездок для жителей Беларуси.

Такое положение обусловлено, однако, объективными причинами. Во-первых, наличием спроса на купально-пляжный отдых на морских побережьях в иностранных государствах в силу внутриконтинентального положения Беларуси, а также спросом на горнолыжный отдых за рубежом по причине равнинного рельефа страны. Во-вторых, из-за многочисленных военных действий, проходивших на территории Беларуси, историко-культурное наследие страны пострадало в большей степени, чем в других европейских государствах, что значительно снижает привлекательность страны для организации познавательных туров, в том числе автобусных, пользующихся популярностью у жителей Беларуси при туристических поездках по странам Европейского союза. В-третьих, реализация зарубежных туров менее обременительна, нежели организация поездок в пределах страны как для жителей иностранных государств, так и при организации внутренних туров для резидентов. В первую очередь, это связано с большей величиной дохода от реализации зарубежных туров при соразмерных нормах прибыли, чем при формировании и реализации туров в пределах Беларуси.

Осуществление турагентской деятельности, равно как и организация соответствующего бизнеса, сопряжены с относительно небольшими капиталовложениями и не-

значительными потребностями краткосрочных активов. Приход на белорусский рынок крупных зарубежных туристических операторов наряду с укреплением национальных туроператоров способствует расширению и развитию туристических фирм, выступающих посредниками между туроператорами и конечными потребителями – турагентской сети, деятельность которой в основном фокусируется на продажах выездных туров. Около 53 % всех туристических фирм осуществляют исключительно турагентскую деятельность, 30 % сочетают турагентскую деятельность с туроператорской, и только 17 % компаний концентрируются на выполнении туроператорских функций (рисунок 3).

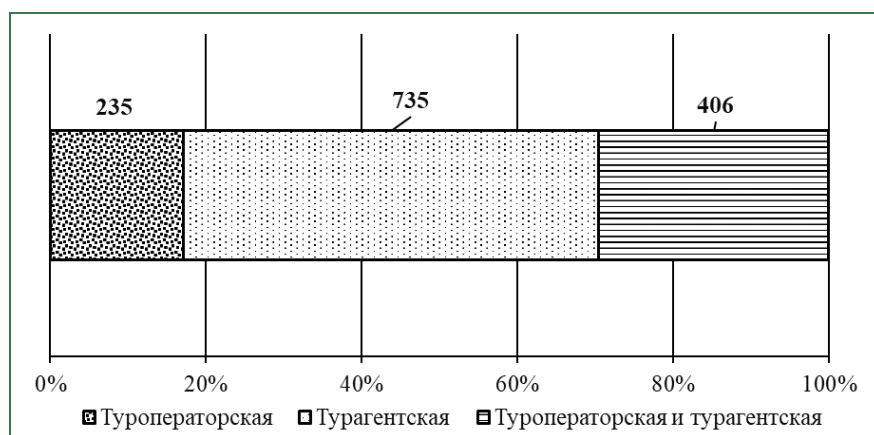


Рисунок 3. – Структура туристических организаций по видам деятельности в 2016 г. (рассчитано по [3])

Однако следует отметить, что в соответствии с Законом Республики Беларусь «О туризме» к туроператорской деятельности относится реализация туров, сформированных нерезидентами, т.е. иностранными туроператорами [4]. Стоимость самых дешевых туров в Египет на 7 ночей в трехзвездочном отеле с вылетом из Национального аэропорта «Минск», которые предлагал крупнейший на постсоветском пространстве туроператор ООО «Компания Тез Тур» на декабрь 2017 – февраль 2018 г., составляла от 661 белорусских рублей (\approx USD330 по курсу на 29.11.2017) на первые недели декабря до 965 руб. (\approx USD483) на третью декаду февраля и 1 026 руб. (\approx USD513) на канун Нового года. При этом размер комиссионного вознаграждения для турагентов находился в пределах 10–12 % [5].

С другой стороны, туристическая фирма ОДО «Винополь», являющаяся одним из лидеров по привлечению иностранных туристов в Беларусь, еженедельно организует поездки для 200–400 иностранных туристов. Стоимость наиболее востребованных двух- трехдневных туров в зимний сезон 2017/2018 г. варьировал в пределах 272–435 белорусских руб. (\approx USD136–218 по курсу на 29.11.2017), а 4–5дневных – 639–782 руб. (\approx USD320–391). В стоимость тура входит встреча прибывшего, трансфер и проживание в комфортабельных номерах трехзвездочной гостиницы в центре Минска, предоставление завтраков и обедов, экскурсии с входными билетами во все музеи, исторические квесты, анимационная программа, информпакет (фирменная карта города, памятка, сувениры).

Конкурентное преимущество компании заключается не только в интересной и насыщенной экскурсионной программе, но и в грамотно подобранном высококвалифицированном персонале и эффективно налаженных бизнес-процессах. При этом комиссионное вознаграждение для турагентов составляет 15–17 % [6].

Позитивную роль на развитие туристической сферы оказала отмена с 1 января 2011 г. лицензирования как турагентской, так и туроператорской деятельности [7]. В итоге если число субъектов хозяйствования (включая индивидуальных предпринимателей) по всем видам экономической деятельности увеличилось за 2011–2016 гг. на 8,3 %, то число субъектов туристической деятельности увеличилось за этот период на 75,7 %. При этом рост числа субъектов, осуществляющих турагентскую деятельность, в 2011 г. опережал рост числа туроператоров в 3,3 раза, а в 2016 г. в 2,4 раза (рисунок 4).

В 2015 г. белорусский рубль девальвировался на 56 % по отношению к доллару США [8], что сказалось на выездном потоке туристов ввиду снижения покупательской способности населения. С другой стороны, ослабление белорусского рубля сделало отдых в Беларуси более доступным для иностранных туристов. Однако причина девальвации, связанная с нестабильной ситуацией на российском финансовом рынке и снижением платежеспособности жителей Российской Федерации, отразилась на потоке туристов из России в Беларусь в сторону уменьшения и снижения средних расходов российских туристов, которые стали выбирать более бюджетные варианты отдыха. Тем не менее белорусские санатории, различные экскурсионные маршруты и событийные мероприятия продолжают пользоваться популярностью у российских туристов.

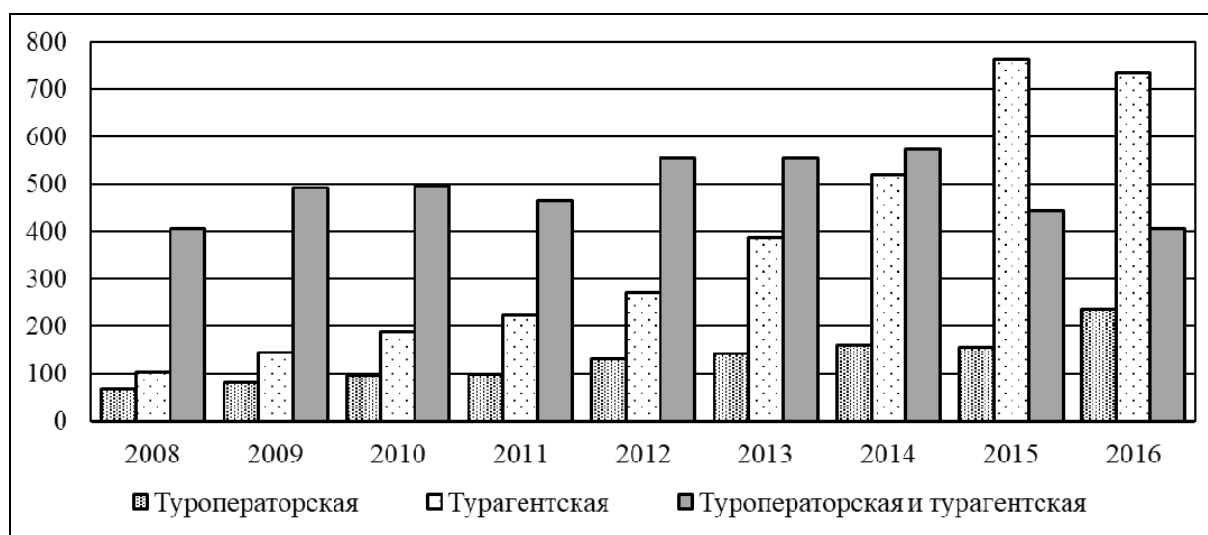


Рисунок 4. – Динамика числа туристических организаций по направлениям деятельности в 2008–2016 гг. (рассчитано по [1–3])

Примечательно, что около 48 % иностранных туристов и экскурсантов обслуживаются туристическими организациями государственной формы собственности, а удельный вес таких организаций в обслуживании резидентов Беларуси при выезде в зарубежные поездки составляет всего 4 %. Этот факт подтверждает большую привлекательность для частного бизнеса организации зарубежных поездок, нежели формирования туров внутри страны.

Беларусь не является «раскрученным» регионом на туристических рынках европейских стран, и тем более за пределами Европы. Единственной страной, жители которой демонстрируют интерес и устойчивый спрос на туристические поездки с целью отдыха и развлечений в Беларусь, безусловно, является Российская Федерация, из которой пребывает 3/4 всех организованных туристов (таблица 1). По итогам 2016 г. Минск занял первое место среди городов стран СНГ по числу гостиничных бронирований и самым популярным городом среди россиян. Наибольший приток туристов

из России в белорусскую столицу приходится на новогодние праздники, а средняя продолжительность пребывания составляет два дня [9].

За 2008–2016 гг. произошло изменение географической структуры туристических потоков: увеличилась доля и количество организованных туристов из стран, непосредственно граничащих с Беларусью. Параллельно с этим произошло масштабное снижение туристов из таких стран, как Великобритания (в 8,4 раза), Турция (в 5,7 раза), Италия (в 3,4 раза), Франция (в 2,3 раза), Германия (в 1,5 раза). Большой поток туристов из Великобритании в 2008 г. был связан с проведением футбольного матча между командами Англии и Беларуси (в 2007 и 2009 гг. поток туристов с Туманного Альбиона в Беларусь не превышал 5 тыс. чел.).

Таблица 1. – Численность организованных туристов и экскурсантов, посетивших Республику Беларусь, по странам постоянного места жительства за 2008–2016 гг., человек (рассчитано по [1–3])

Страна	Год									%
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Россия	50 444	56 547	80 881	83 843	94 187	111 286	113 180	79 378	90 722	73,1
Польша	2 832	3 729	4 006	2 983	2 027	3 126	1 702	3 542	4 888	2,8
Великобритания	7 674	4 962	6 220	2 412	3 033	1 657	907	654	917	2,7
Турция	6 087	4 680	4 707	3 596	2 768	1 988	962	596	1 063	2,5
Литва	2 600	2 979	4 357	3 170	1 688	2 093	2 023	1 595	2 461	2,2
Германия	3 027	2 568	2 245	2 191	2 071	1 931	1 704	1 456	1 992	1,8
Украина	1 898	2 423	1 919	1 693	1 441	1 979	1 776	1 351	2 063	1,6
Латвия	1 425	1 550	1 409	1 550	1 107	1 031	2 348	2 243	2 352	1,4
Италия	2 672	2 531	2 275	1 816	1 535	952	889	796	786	1,4
США	1 168	864	683	527	1 017	1 070	732	772	825	0,7
Франция	1 257	1 114	808	754	749	729	568	642	554	0,7
Эстония	1 166	690	595	464	738	670	566	641	1 191	0,6
Израиль	491	956	925	339	584	465	778	212	1 800	0,6
Китай	376	391	603	364	314	682	266	690	1 071	0,5
Другие страны	8 470	9 479	8 440	10 347	5 490	7 162	9 043	7 118	9 079	7,2
Всего	91 587	95 463	120 073	116 049	118 749	136 821	137 444	101 686	121 764	100

С целью создания благоприятных условий для развития внутреннего и въездного туризма в Беларуси проводится целенаправленная туристическая политика. Так, начиная с 2000 г. были приняты и выполнялись целевые программы по развитию туризма: Национальная программа развития туризма в Республике Беларусь на 2001–2005 гг., Национальная программа развития туризма в Республике Беларусь на 2006–2010 гг., Государственная программа развития туризма в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. Действие данных программ было направлено на создание благоприятных условий для формирования конкурентоспособного туристического рынка, обеспечивающего удовлетворение потребности белорусских и иностранных граждан в туристических услугах, а также увеличение вклада туризма в развитие национальной экономики [10–12].

В настоящее время действует Государственная программа «Беларусь гостеприимная» на 2016–2020 гг., которая разработана в соответствии со стратегией социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг., приоритетами которой являются рост и диверсификация экспорта товаров и услуг и обеспечение сбалансированности внешней торговли. Программа состоит из двух подпрограмм – «Кадровое, научное и учебно-методическое обеспечение в сфере туризма», целевыми показателями которой выступают численность туристов и экскурсантов, отправленных по маршрутам в пределах территории Республики Беларусь, численность аттестован-

ных экскурсоводов и гидов-переводчиков, количество разработанных и обновленных экскурсий и туров. К основным целевым показателям второй подпрограммы – «Маркетинг туристических услуг» – относятся: численность иностранных граждан, посетивших Республику Беларусь; количество организованных туристов и экскурсантов, посетивших Республику Беларусь; количество проведенных маркетинговых мероприятий, направленных на продвижение туристического потенциала Республики Беларусь (выставки, презентации, ознакомительные туры).

Основным сводным целевым показателем программы является экспорт туристических услуг, т.е. внешняя торговля туристическими услугами посредством их оказания белорусскими исполнителями иностранным заказчикам. К 2020 г. экспорт туристических услуг должен составить USD180,9 млн, из которых чуть больше половины должен обеспечить г. Минск (по итогам 2015 г. экспорт составил около USD 151 млн [13]).

Выполнение вышеназванных программ способствовало динамичному развитию объектов туристической индустрии (таблица 2). Так, количество гостиниц и аналогичных средств размещения за 2008–2016 гг. увеличилось на 83 %, санаторно-курортных и оздоровительных организаций – на 53 %, придорожных объектов общественного питания – на 49 %; а количество субъектов агротуризма увеличились за рассматриваемый период в 4,8 раза.

Таблица 2. – Динамика количества отдельных объектов туристической индустрии за 2008–2016 гг. (составлено по [1; 2])

Субъекты туристической индустрии	Год								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Гостиницы и аналогичные средства размещения туристов	312	331	359	334	471	481	530	539	571
Санаторно-курортные и оздоровительные организации	315	324	334	421	448	464	466	475	481
Объекты общественного питания (придорожный сервис)	372	396	420	441	464	483	501	529	556
Субъекты агротуризма	474	927	1 247	1 576	1 775	1 881	2 037	2 263	2 279

Качественные изменения происходят и на рынке гостиничных услуг – увеличивается количество и удельный вес сертифицированных гостиниц. Если в 2008 г. из 282 белорусских гостиниц были сертифицированы (т.е. имели категорию звездности) лишь 22, то в 2016 г. таких было уже 55 из 384. При этом 2/3 сертифицированных гостиниц имеют категорию «три звезды». Однако удельный вес таких гостиниц по-прежнему остается достаточно низким, несмотря на увеличение их числа (на 8 % за 2008 г. и 14 % за 2016 г.). Кроме того, практически все гостиницы, имеющие категории «четыре звезды» и «пять звезд», расположены в г. Минске. В 2007 г. открылась гостиница «Европа» – первая пятизвездочная гостиница в Беларуси на 67 номеров, которая входит в международную сеть Warwick International Hotels. В 2008 г. в г. Минске открылся пятизвездочный отель на 151 номер – Crowne Plaza Minsk, который входит международную гостиничную сеть InterContinental Hotels Group. Отель создан после реконструкции гостиницы «Свислочь», построенной в 1934–1938 гг. В мае 2013 г. была открыта гостиница «Президент-Отель» (пять звезд) на 154 номера. Из пяти гостиниц категории «четыре звезды» лишь одна расположена за пределами г. Минска. Это гостиница «Эрмитаж» на 55 номеров (г. Брест, ООО «Инвест-М»), открывшаяся в 2011 г. Приход международных гостиничных сетей положительно сказывается не только на формировании положительного туристического имиджа страны, но и на создании благоприятного инвестиционного климата.

Между тем нет весомых оснований считать гостиничное предложение недостаточным, поскольку коэффициент загрузки всех гостиниц Беларуси за 2008–2016 гг. снизился с 52 до 27 %. Наименьшее падение (в 1,7 раза) загруженности гостиниц зафиксировано в г. Минске и Брестской области, которые отличаются наибольшей туристической привлекательностью. Особенно сильно коэффициент загрузки снизился в восточных областях – Гомельской и Могилевской: с 52 до 23 % и с 50 до 22 % соответственно. В целом на рынке гостиничных услуг можно отметить дефицит экономичных вариантов размещения с относительно высоким качеством обслуживания, что, естественно, является сдерживающим фактором развития въездного и внутреннего туризма.

Соотношение числа лиц, размещенных в гостиничных и аналогичных средствах размещения, в зависимости от их страны постоянного проживания может служить индикатором развития въездного туризма. Как свидетельствуют данные рисунка 5, за период 2008–2016 гг. наибольший удельный вес иностранных граждан в структуре численности лиц, обслуженных гостиницами и аналогичными средствами размещения, отмечается в г. Минске (64 %) и Брестской области (39 %). Региональное распределение международных туристов характеризуется высокой степенью концентрации. Около половины въездного потока направляется в г. Минск.

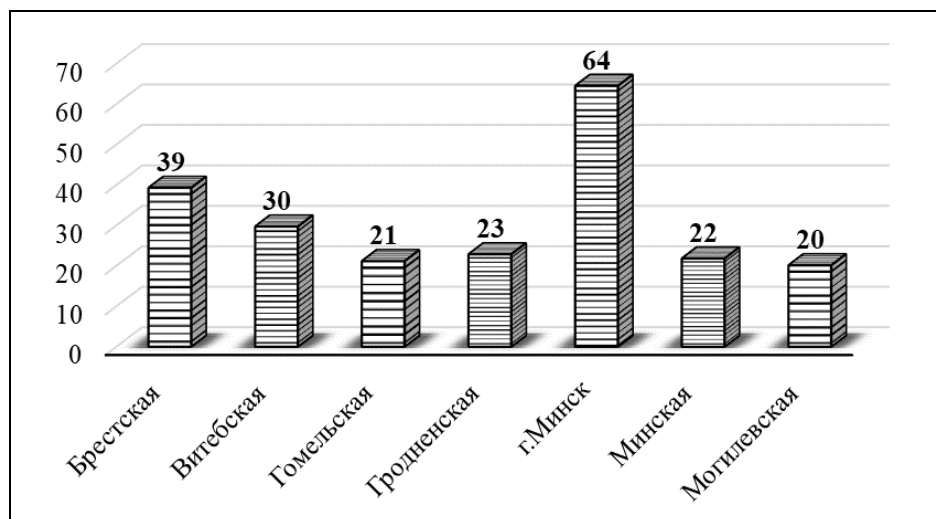


Рисунок 5. – Средняя загруженность гостиничных предприятий Беларуси за 2008–2016 гг., % (рассчитано по [1–3])

В качестве позитивной нормы, направленной на повышение привлекательности Беларуси как туристической дестинации, необходимо рассматривать введение с 1 января 2013 г. системы возврата налога на добавленную стоимость Tax Free для иностранных покупателей товаров в торговых предприятиях страны [14]. Возвратом налога на добавленную стоимость (НДС) на приобретенные товары могут воспользоваться физические лица, постоянно проживающие за пределами Евразийского экономического союза (Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Российская Федерация), при условии вывоза товаров за пределы таможенной территории союза в течение трех месяцев со дня их приобретения. Кроме того, стоимость приобретенных товаров в течение одного дня в конкретном магазине должна превышать 80 белорусских рублей (с учетом НДС), что составляет примерно USD40. При этом у торгового объекта должен быть заключен с уполномоченной организацией договор на оказание услуг по возврату НДС иностранным лицам. Оператором системы Tax Free в Республике Беларусь выступает РУП «Белтаможсервис». Сумма возврата составляет 12,5 % от стоимости покупки.

Tax Free распространяется не на все товары, а лишь на те, которые в Беларуси облагаются по ставке в 20 %. Возврат НДС не производится по подакцизным товарам (алкогольная продукция, пиво, табачные изделия, автомобильное топливо) и товарам, облагаемым по ставке НДС 10 % (продукция растениеводства, пчеловодства, животноводства, рыбоводства, ряд продовольственных товаров и товаров для детей).

К системе Tax Free подключены более 340 магазинов, в которых можно приобрести различные товары, при этом в приграничном г. Бресте таких объектов всего 16, которые реализуют автозапчасти, ювелирные изделия, одежду, обувь, посуду, строительные материалы [15]. Однако по ряду причин данная система не получила широкой популярности у иностранных туристов. Так, например, за время проведения Чемпионата мира по хоккею в Минске с 9 по 25 мая 2014 г. было выдано всего 147 чеков Tax Free на сумму более 40 000 деноминированных белорусских рублей (\approx USD39,9 тыс. по среднему курсу на соответствующий период). При этом, например, в 2014 г. расходы лиц, пересекавших белорусско-польскую границу, на приобретение товаров на территории Польши составили USD983,17 млн [16]. Это связано, во-первых, с более высокой ставкой возврата НДС в Польше, которая по национальной системе, т.е. без посредников наподобие Global Blue или Premier Tax Free, составляет 18,7 %, а во-вторых, наличием качественных товаров, востребованных и конкурентоспособных по цене.

Наряду с отменой лицензирования туристической деятельности в значительной степени либерализованы налоговое законодательство и условия осуществления деятельности в сфере агроэкотуризма. Так, Указом Президента Республики Беларусь № 371 от 2 июня 2006 г. «О некоторых мерах государственной поддержки развития туризма в Республики Беларусь» освобождены от обложения налогом на добавленную стоимость туристические услуги по организации путешествий туристов в пределах Республики Беларусь [17]. С 2012 г. аналогичная норма была введена для реализации путевок организациями, осуществляющими санаторно-курортное лечение и оздоровление населения. Перечень соответствующих организаций определяется Советом Министров Республики Беларусь. По состоянию на 1 декабря 2017 г. таких организаций было 169 [18].

Кроме того, в 2006 г. в целях создания благоприятных условий для развития агроэкотуризма, улучшения условий жизни жителей сельских и малых городских поселений, совершенствования инфраструктуры сельской местности физическим лицам, постоянно проживающим в соответствующих населенных пунктах и ведущим личное подсобное хозяйство, а также сельскохозяйственным организациям, в структуре выручки которых не менее 50 % составляют производство и переработка сельскохозяйственной продукции, было предоставлено право осуществления деятельности по оказанию услуг в сфере агроэкотуризма на льготных условиях с уплатой соответствующего сбора. В 2017 г. размер сбора за осуществление деятельности по оказанию услуг в сфере агроэкотуризма за календарный год составлял одну базовую величину – 23 белорусских рубля (около USD11,5).

В настоящее время свыше половины всех субъектов агроэкотуризма (57 %) концентрируется в Минской (552 субъекта) и Витебской (470 субъектов) областях. Примечательно, что численность туристов, обслуженных субъектами агроэкотуризма, достигла 17,8 % от численности лиц, воспользовавшихся услугами гостиничных предприятий (рисунок 6). Однако в структуре размещения иностранных туристов эта доля составляет всего 3,7 %, что свидетельствует о том, что агроэкотуризм в Беларуси удерживает крепкие позиции лишь при удовлетворении внутреннего спроса.



Рисунок 6. – Динамика числа лиц, размещенных в гостиничных предприятиях и субъектах агротуризма в 2008–2016 гг. (рассчитано по [1–3])

Упрощение визового режима также выступает важным условием для привлечения иностранных туристов. Однако безвизовый режим при посещении Беларуси установлен для граждан лишь 23 государств: девяти стран СНГ (кроме Туркменистана), пяти евразийских стран бывшего соцлагеря (Грузия, Македония, Монголия, Сербия, Черногория), пяти латиноамериканских государств (Аргентина, Бразилия, Венесуэла, Куба, Эквадор), четырех ближневосточных государств (Израиль, Катар, ОАЭ, Турция).

С 2015 г. введен безвизовый порядок пребывания в Национальном парке «Беловежская пуща» сроком до трех суток при въезде через пункт пропуска Переров (Беловежа). С 2016 г. аналогичный режим был введен для посещения с туристическими целями специального туристско-рекреационного парка «Августовский канал» и прилегающих к нему территорий на срок до пяти суток при въезде через пункты пропуска Лесная (Рудавка), Брузги (Кузница Белостоцкая), Привалка (Швяндубре), Привалка (Райгардас). В 2017 г. был установлен безвизовый порядок въезда в Республику Беларусь через Национальный аэропорт «Минск» и пребывания на срок не более пяти суток для граждан 78 государств мира [20–22]. Между тем стоит отметить необходимость безусловной отмены визового режима, даже в одностороннем порядке, для граждан стран Европейского союза, которые в целом отличаются дисциплинированностью и не несут угрозы национальной безопасности в контексте террористических угроз и распространения радикальных идеологических течений. Так, Украина еще в 2005 г. в одностороннем порядке ввела безвизовый режим для граждан стран, входящих в Европейский союз, а также Швейцарии и Лихтенштейна [16].

Сравнение уровня развития въездного туризма в соседних странах свидетельствует, на первый взгляд, не в пользу Беларуси. Так, по данным Всемирной туристской организации, Украину в 2015 г. посетили 12,428 млн туристов, Литву – 2,071 млн, Латвию – 2,024 млн, Беларусь – 0,86 млн. Однако в отношении соседних стран речь идет о международных посетителях, исключая посетителей того же дня, а в Беларуси – о размещении международных туристов в коллективных средствах размещения. Но с другой стороны, по аналогичному показателю Беларусь уступает Черногории почти в 2 раза (1,56 млн), а Словении в 3 раза (2,707 млн) [23]. При этом, по данным Государственного пограничного комитета, число поездок иностранных граждан в Республику Беларусь в 2015 г. со-

ставило 4,181 млн человек без учета пересечения белорусско-российского участка государственной границы и продолжительности пребывания.

Таким образом, можно констатировать, что сегодня туристический потенциал в развитии не только въездного, но и внутреннего туризма реализован далеко не в полной мере. На государственном уровне принимаются действенные меры по созданию благоприятных условий для привлечения в Беларусь иностранных туристов. Это и либерализация визового режима, введение системы возврата НДС для иностранных туристов, приход международных гостиничных игроков на рынок гостиничных услуг, освобождение от уплаты НДС туристических услуг, реализуемых в пределах страны. Однако ключевая проблема в развитии туристической сферы Беларуси видится в недостаточной туристической активности внутри страны как организованного, так и неорганизованного туризма. Развитие внутреннего туризма сдерживается недостатком бюджетных средств для размещения и объектов питания, невысокой покупательной способностью населения, низкой активностью продвижения национального туристического продукта. Развитие же въездного туризма во многом зависит от состояния внутреннего. Лишь поступательное увеличение внутренних туристических поездок способно создать достаточный уровень спроса на услуги и товары субъектов туристической индустрии, что даст импульс для развития соответствующих инфраструктурных объектов и их качественной перестройки, брендинга национальных продуктов, способных вызвать интерес у иностранных туристов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туризм и туристические ресурсы в Республике Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2017. – 83 с.
2. Туризм и туристические ресурсы в Республике Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь ; редкол.: Е. И. Кухаревич [и др.]. – Минск, 2011. – 131 с.
3. О развитии туризма, деятельности туристических организаций, коллективных средств размещения Республики Беларусь в 2016 г. : стат. бюл. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – 32 с.
4. О туризме [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 25 нояб. 1999 г., № 326-3 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.
5. Международный туроператор TEZ-TOUR [Электронный ресурс] // ООО «Компания Тез Тур». – М., 2017. – Режим доступа: <https://www.tez-tour.com>. – Дата доступа: 28.11.2017.
6. Виаполь – белорусский туроператор [Электронный ресурс] // ОДО «Виаполь». – Минск, 2017. – Режим доступа: <https://viapol.by/>. – Дата доступа: 28.11.2017.
7. О лицензировании отдельных видов деятельности [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 1 сент. 2010 г., № 450 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.
8. Официальный сайт Национального банка Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/statistics/rates/ratesDaily.asp>. – Дата доступа: 28.11.2017.
9. Официальный сайт Национальной государственной телерадиокомпании Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tvr.by/news/obshchestvo/minsk_vozglavil_reyting_samykh_populyarnykh_turisticheskikh_napravleniy_u_rossiyam/. – Дата доступа: 28.11.2017.

10. О национальной программе развития туризма в Республике Беларусь на 2001–2005 гг. [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 29 дек. 2000 г., № 2026 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

11. Об утверждении Национальной программы развития туризма в Республике Беларусь на 2006–2010 гг. и признании утратившими силу некоторых постановлений Совета Министров Республики Беларусь [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24 авг. 2005 г., № 927 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

12. Об утверждении Государственной программы развития туризма в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24 марта 2011 г., № 373 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

13. Об утверждении Государственной программы «Беларусь гостеприимная» на 2016–2020 гг. [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 марта 2016 г., № 232 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

14. О внесении изменений и дополнений в Налоговый кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 26 окт. 2012 г., № 431-3 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

15. Информационно-справочный сайт РУП «Белтаможсервис» по системе Tax-free [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tax-free.by/shops/>. – Дата доступа: 28.11.2017.

16. Никитюк, Д. В. Малое приграничное движение в Беларуси: реализация и перспективы развития / Д. В. Никитюк, А. А. Сидорович // Вестн. Киев. нац. ун-та им. Т. Шевченко. Сер. «География». – 2016. – № 1 (64). – С. 65–70.

17. О некоторых мерах государственной поддержки развития туризма в Республике Беларусь [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 2 июня 2006 г., № 371 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

18. Об утверждении перечня организаций, их обособленных подразделений, осуществляющих санаторно-курортное лечение и оздоровление населения, обороты по реализации на территории Республики Беларусь путевок на санаторно-курортное лечение и оздоровление, которыми освобождаются от налога на добавленную стоимость [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 12 марта 2012 г., № 219 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

19. О мерах по развитию агроэкотуризма в Республике Беларусь [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 2 июня 2006 г., № 372 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

20. Об установлении безвизового порядка въезда и выезда иностранных граждан [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 9 марта 2015 г., № 115 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

21. Об установлении безвизового порядка въезда и выезда иностранных граждан [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 23 авг. 2016 г., № 318 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

22. Об установлении безвизового порядка въезда и выезда иностранных граждан [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 9 янв. 2017 г., № 8 // Эталон – Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://etalononline.by>. – Дата доступа: 28.11.2017.

23. UNWTO Tourism Highlights 2017 [Electronic resource] / World Tourism Organization. – New York, 2017. – Mode of access: <https://www.eunwto.org/doi/pdf/10.18-111/9789284419029>. – Date of access: 28.11.2017.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 08.12.2017

Sidorovich A.A., Sidorovich T.N., Khomich A.F. Inbound Tourism in Belarus: Status and Prospects of Development

The article provides investigation of structural and regional peculiarities of the development of inbound tourism in the Republic of Belarus at the beginning of the 21st century. The state and role of inbound tourism in the development of the country's tourism sector is considered. The article also describes the regulatory framework aimed at stimulating the development of the tourism industry and attracting foreign tourists.

УДК 911.6:504.056 (476)

А.С. Соколов*ст. преподаватель кафедры экологии**Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины**e-mail: alsokol@tut.by***АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ БЕЛАРУСИ:
ЛАНДШАФТНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И РАЙОНИРОВАНИЕ**

Рассматривается оценка антропогенной трансформации природной среды административных районов Беларуси. Проведена классификация районов по интегральному показателю нарушенности природной среды. Определена ландшафтная структура территорий, характеризующихся разной степенью трансформации природной среды и выявлены группы родов, роды, подроды и виды, тяготеющие к определенному уровню нарушенности. На основе классификации районов проведено геоэкологическое районирование, позволившее на основе сходства экологического состояния, внутреннего единства и индивидуальных особенностей трансформации природной среды выделить 10 геоэкологических районов, различающихся остротой экологического состояния.

Введение

Современное состояние природной среды, характеризующееся возрастанием интенсивности и разнообразия видов антропогенного воздействия на нее, требует разработки и совершенствования методов ее комплексной оценки и охраны на всех иерархических уровнях.

Беларусь, представляющая собой длительно осваиваемый регион с развитой промышленностью и сельским хозяйством, испытала многократные преобразования своей природной среды, обусловившие формирование сложных природно-антропогенных комплексов, характеризующихся различной степенью трансформации природного компонента.

Целью статьи является анализ территориальных и ландшафтных особенностей трансформации природной среды Беларуси и выделение регионов, отличающихся спецификой антропогенных воздействий и экологического состояния. Достижение цели исследования осуществлялось путем выполнения ряда последовательных задач:

1) определить экологическое состояние административных районов Беларуси путем расчета ряда частных коэффициентов и на их основе интегрального значения экологического состояния территории;

2) описать ландшафтную структуру территорий с разной степенью трансформации природной среды;

3) провести геоэкологическое районирование территории Беларуси, выделив группы административных районов, отличающихся сходным экологическим состоянием, внутренним единством и индивидуальными особенностями трансформации природной среды;

4) проанализировать разнокачественные показатели геоэкологического состояния выделенных регионов (селитебная освоенность, структура землепользования, коэффициенты, отражающие экологическое состояние территорий, и др.), составить их индивидуальные описания и ранжировать по степени нарушенности.

Методы и материалы исследования

В качестве операционных территориальных единиц, которые выступали непосредственным объектом оценки, были выбраны единицы административно-территориального деления – административные районы. Источником информации о структуре землепользования административных районов стал Государственный земельный ка-

дастр [1]. Полученные данные легли в основу определения численного значения антропогенной преобразованности или экологического состояния районов. Для каждого административного района были рассчитаны: коэффициенты относительной (K_0) и абсолютной (K_A) напряженности эколого-хозяйственного баланса; коэффициент естественной защищенности ($K_{ЕЗ}$); геоэкологический коэффициент (K_G) [2; 3].

Для включения рассчитанных показателей в показатель интегральной оценки трансформации природной среды административных районов, они были нормированы, т.е. к каждому из них было применено такое преобразование, в результате которого все они стали измеряться в 10-балльной безразмерной шкале. Для этого использовался метод линейного масштабирования [4]. Сумма нормированных показателей рассматривалась в качестве интегрального показателя трансформации, отражающего экологическое состояние изучаемых территорий.

При разделении значений интегрального показателя на диапазоны для составления картограмм использовался метод естественной группировки. Этот метод находит широкое применение для разбиения значений на диапазоны при экологическом картографировании, так как соответствует процессу кластеризации и позволяет выявить отчетливые кластеры данных [5; 6]. Для определения ландшафтной структуры районов использовалась ландшафтная карта Беларуси [7].

Результаты и их обсуждение

Расчет интегрального показателя нарушенности природной среды позволил провести классификацию административных районов по уровню нарушенности (рисунок 1), определить площадь, занимаемую каждым классом, и проживающее в его пределах количество населения (таблица 1).

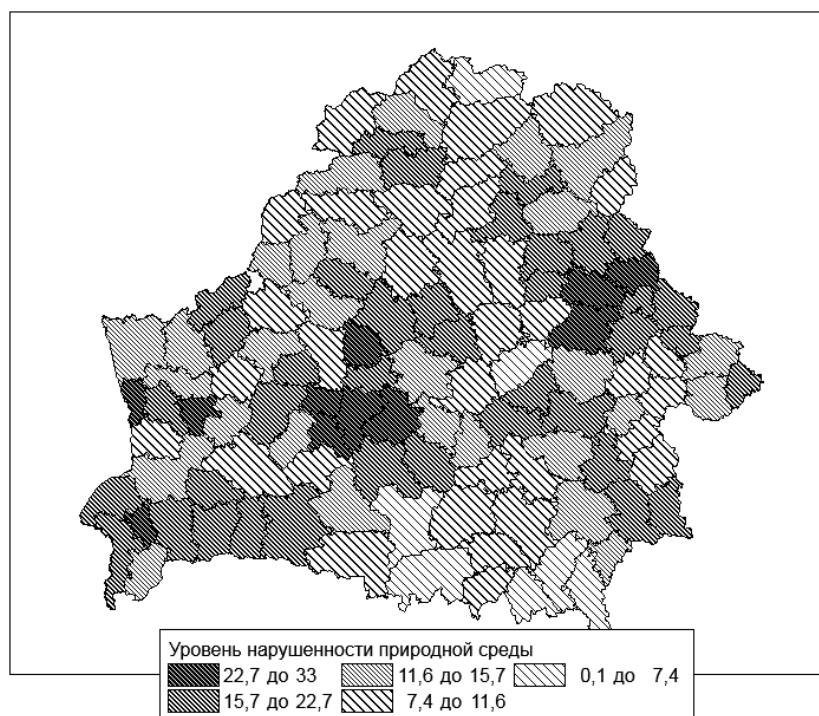


Рисунок 1. – Значение интегрального показателя нарушенности природной среды

Сопоставление картограммы нарушенности с ландшафтной и физико-географической картами показало что, районы с наиболее высокими значениями показателя сконцентрированы преимущественно в пределах Белорусской возвышенной провинции холмисто-моренно-эрозионных и вторичноморенных ландшафтов.

В физико-географическом отношении наиболее нарушенные районы расположены в пределах возвышенных форм рельефа – Минской, Волковысской, Новогрудской, Ошмянской возвышенностей и Копыльской гряды. Заметна достаточно четкая приуроченность наиболее трансформированных районов востока страны к Восточно-Белорусской провинции вторичноморенных и лёссовых ландшафтов, а именно к той ее части, которая также занята возвышенностями – Оршанской, Смоленско-Московской, Горецко-Мстиславской.

Третья группа районов с повышенным значением интегрального показателя нарушенности расположена на крайнем юго-западе республики, в западной части Полесской ландшафтной провинции озерно-аллювиальных, болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов преимущественно в пределах Прибугской равнины и Загородья.

Таблица 1. – Площадь и население районов Беларуси с различным уровнем нарушенности

Нарушенность	S, %	Население						Отношение доли площади к доле населения
		все		городское		сельское		
		%	плотность, чел./км ²	%	плотность, чел./км ²	%	плотность, чел./км ²	
Слабая	7,4	1,4	8,8	1,0	4,5	2,9	4,3	5,3
Умеренная	32,2	15,4	21,9	20,1	13,9	23,7	8,0	2,1
Средняя	25,1	20,5	37,7	19,7	27,6	36,6	10,1	1,2
Сильная	28,7	54,3	87,2	48,2	71,8	10,9	15,4	0,5
Очень сильная	6,6	8,4	58,7	11,0	42,9	25,9	15,8	0,8
Беларусь	100	100	45,7	100	34,9	100	10,8	1

Таблица 2. – Структура землепользования и геоэкологическое состояние районов Беларуси с различным уровнем нарушенности, %

Нарушенность	Пашня	Луг	Лес	ООПТ	Сильно нарушенные	Осушенные	K _A	K _O	K _{EЗ}	K _Г
Слабая	11,1	8,0	63,4	24,7	2,7	14,1	0,13	0,24	0,72	2,11
Умеренная	20,0	12,9	50,2	10,2	3,6	13,7	0,73	0,44	0,62	1,68
Средняя	27,1	15,3	40,9	5,7	4,0	17,0	1,31	0,67	0,55	1,36
Сильная	33,9	17,0	31,3	2,5	5,3	19,4	2,34	0,97	0,50	1,04
Очень сильная	46,5	18,2	21,7	0,1	5,7	17,5	10,5	1,74	0,44	0,73
Беларусь	26,8	14,6	41,5	7,3	4,3	16,4	0,88	0,72	0,59	1,4

Крупнейшие регионы наименее нарушенных территорий сконцентрированы преимущественно в центральных частях Полесской и Поозерской низменностей.

С помощью ландшафтной карты Беларуси была подсчитана доля каждой группы родов, рода и подрода ландшафтов в общей ландшафтной структуре территорий с различным уровнем нарушенности (таблица 3).

Таблица 3. – Ландшафтная структура территорий Беларуси, различающихся по уровню нарушенности природной среды

Группы родов, роды и подроды ландшафтов	Нарушенность природной среды				
	Слабая	Умеренная	Средняя	Сильная	Очень сильная
ВОЗВЫШЕННЫЕ	5,5	16,2	16,7	17,2	26,5
<i>Холмисто-моренно-озерные</i>		6,7	3,3	1,6	
<i>с поверхностным залеганием супесчано-суглинистой морены</i>		3,3	0,4		
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>		2,0	1,4	1,4	
<i>с прерывистым покровом лессовидных суглинков</i>		1,4	1,5	0,2	
<i>Холмисто-моренно-эрозионные</i>		4,7	11,4	8,6	21,0
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>		3,1	6,9	2,6	6,1
<i>с покровом водно-ледниковых суглинков</i>		0,9	2,6	3,4	8,0
<i>с покровом лессовидных суглинков</i>		0,7	2,0	2,6	6,8
<i>Каменно-моренно-озерные</i> <i>(с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков и супесчано-суглинистой морены)</i>	5,5	2,2	0,7		
<i>Каменно-моренно-эрозионные</i> <i>(с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей)</i>		2,6	1,3	0,4	
<i>Лёссовые</i> <i>(с покровом лёссовидных суглинков)</i>				6,6	5,5
СРЕДНЕВЫСОТНЫЕ	28,5	45,2	48,0	52,5	60,5
<i>Моренно-озерные</i>		3,0	6,8	4,7	
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>		0,9	3,5	1,9	
<i>с поверхностным залеганием супесчано-суглинистой морены</i>		2,1	3,8	2,8	
<i>Вторичноморенные</i>		9,8	12,0	19,8	39,0
<i>с покровом водно-ледниковых супесей</i>		6,6	8,6	12,9	11,9
<i>с покровом водно-ледниковых суглинков</i>		2,6	3,3	4,6	4,3
<i>с покровом лессовидных суглинков</i>		0,7	0,1	2,4	22,9
<i>Моренно-зандровые</i>	5,6	10,1	5,8	10,8	0,5
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>	3,9	9,1	4,3	5,8	0,5
<i>с покровом водно-ледниковых суглинков</i>	1,7	0,7	1,5	3,1	
<i>– с покровом лёссовидных суглинков</i>		0,3		2,0	
<i>Водно-ледниковые с озерами</i>	3,1	5,4	4,8	0,6	
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>		3,8	1,1	0,5	
<i>с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков</i>	3,1	1,6	3,7	0,1	
<i>Вторичные водно-ледниковые</i>	19,8	16,9	18,6	16,6	21,0
<i>с покровом лёссовидных суглинков</i>	3,3		1,1	3,0	8,9
<i>с покровом водно-ледниковых супесей</i>	0,5		1,6	1,7	1,3
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>	1,6	9,4	8,7	4,8	7,9
<i>с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков</i>	14,3	7,5	7,3	6,9	3,0
НИЗМЕННЫЕ	66,0	37,9	35,1	30,3	13,0
<i>Озерно-ледниковые</i>	3,3	6,8	7,7	1,9	
<i>с поверхностным залеганием озерно-ледниковых суглинков и глин</i>	0,8	2,5	3,9	1,3	
<i>с поверхностным залеганием озерно-ледниковых песков и супесей</i>	2,5	4,3	3,8	0,6	

Продолжение таблицы 3

Аллювиально-террасированные	27,6	7,3	5,2	6,5	2,8
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>	9,2	2,1	1,5	3,5	1,4
<i>с поверхностным залеганием аллювиальных песков</i>	18,8	3,3	3,7	2,3	0,4
<i>с покровом водно-ледниковых суглинков</i>	0,6	1,8		0,4	
Озерно-аллювиальные	13,2	5,9	4,6	6,4	0,1
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>	7,6	3,8	1,9	2,1	
<i>с поверхностным залеганием аллювиальных песков</i>	5,7	2,1	2,7	4,3	0,1
Пойменные <i>(с поверхностным залеганием аллювиальных песков)</i>	8,1	3,4	3,5	4,6	0,4
Озерно-болотные	12,2	10,3	8,9	6,3	2,2
<i>с поверхностным залеганием торфа</i>	3,8	3,9	4,3	3,8	2,2
<i>с поверхностным залеганием торфа и песком</i>	8,4	6,4	4,6	2,5	
Ландшафты речных долин <i>(с поверхностным залеганием аллювиальных песков)</i>	1,9	5,3	5,2	4,6	7,5

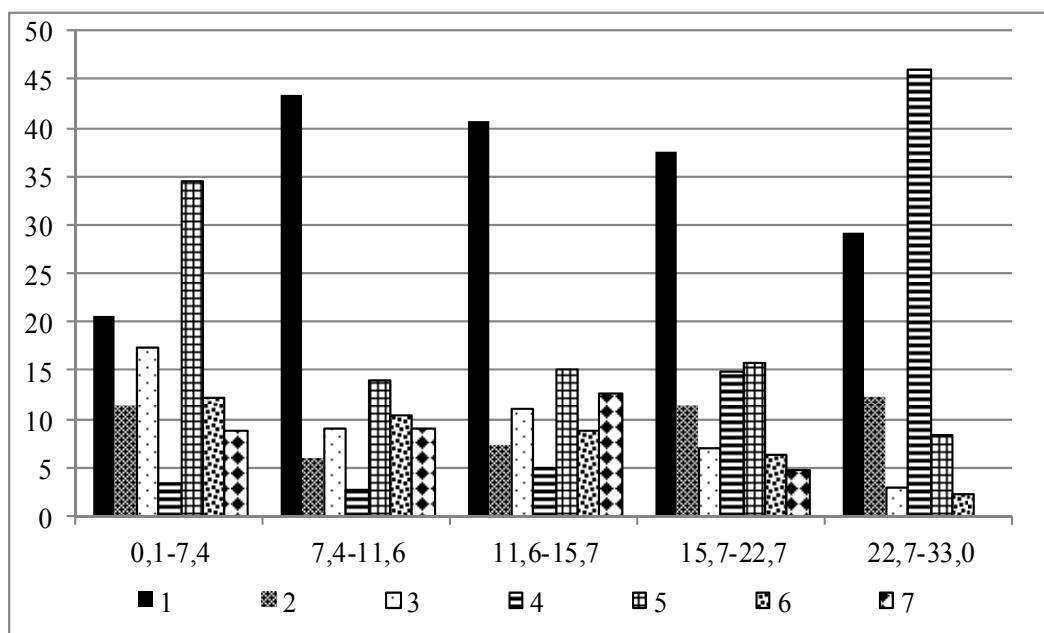
Исследование позволило выявить ряд закономерностей изменения ландшафтной структуры на территориях с различным уровнем антропогенной трансформации. Так, наблюдается отчетливое увеличение доли возвышенных и средневысотных ландшафтов и снижение доли низменных ландшафтов от слабо нарушенных к очень сильно нарушенным территориям. Если для слабо нарушенных регионов их соотношение составляет соответственно 1/6/14, то для средне нарушенных уже 2/5/3, а для очень сильно нарушенных – 3/6/1.

Доля холмисто-моренно-озерных ландшафтов постепенно снижается в 4,2 раза от умеренно нарушенных до сильно нарушенных регионов. И наоборот, доля холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов значительно увеличивается с возрастанием нарушенности, составляя 1/5 всех ландшафтов в сильно нарушенных регионах. Это особенно заметно это на уровне подродов: доля подродов с покровом водно-ледниковых суглинков и с покровом лессовидных суглинков возрастает почти в 10 раз.

Камово-моренно-озерные и камово-моренно-эрозионные ландшафты занимают небольшую часть в регионах преимущественно слабой нарушенности и практически исчезают на уровне сильной нарушенности. Лёссовые же ландшафты характерны только для территорий с высоким и очень высоким уровнем нарушенности.

Для вторичноморенных ландшафтов характерно отсутствие в условиях слабой нарушенности природной среды и существенное возрастание по мере ее увеличения до 2/5 площади всех сильно нарушенных территорий. Темпы увеличения доли при этом сильно различаются между различными подродами. Так, если подрод с покровом моренных суглинков составлял 7,1 % ландшафтов этого рода на умеренно нарушенных территориях, то в условиях сильной нарушенности он уже составляет 58,7 %. Доля же подрода с покровом водно-ледниковых супесей составляет 67,3 и 30,5 % соответственно.

Вторичные водно-ледниковые ландшафты в регионах с разным уровнем нарушенности занимают сопоставимую долю, однако соотношение подродов существенно различается. Так, подрод с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков неуклонно снижает свою долю в общей площади рода от территорий со слабым (72,2 %) к территориям с очень сильным уровнем нагрузки (14,3 %). Подрод с покровом лёссовидных суглинков, наоборот, увеличивает с 16,7 до 42,4 % соответственно.



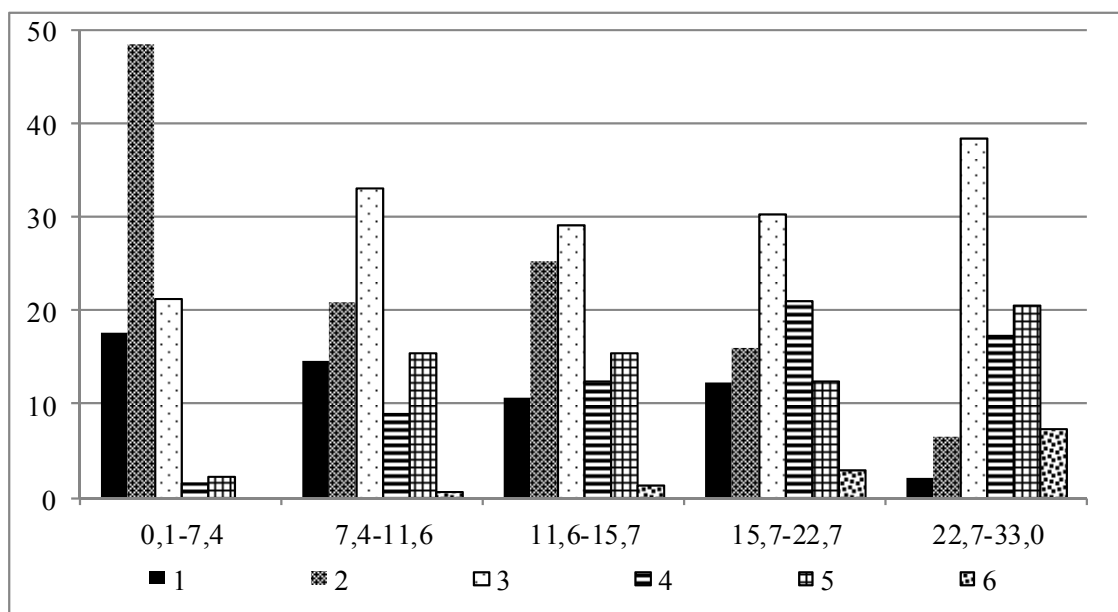
1 – водно-ледниковые супеси; 2 – водно-ледниковые суглинки;
 3 – водно-ледниковые пески; 4 – лёссовидные суглинки;
 5 – аллювиальные пески; 6 – торф; 7 – прочие

Рисунок 2. – Доли территорий с различными подстилающими породами в пределах районов с различным уровнем нарушенности природной среды, %

Практически все роды ландшафтов, относящиеся к группе низменных, непрерывно снижают свое присутствие с увеличением уровня нарушенности. Особенно это ярко выражено для аллювиально-террасированных ландшафтов, которые уже на стадии умеренной нарушенности уменьшают свою долю в 3,8 раза (в том числе подрод с поверхностным залеганием аллювиальных песков – в 5,7 раза).

Исключение составляют ландшафты речных долин, приуроченные к относительно молодым ландшафтам со слабо разработанными молодыми речными долинами, имеющими сравнительно неширокую пойму (< 1 км), сопровождаемую узкими прерывистыми площадками надпойменных террас [8], т.е. к тем рекам, где еще не сформировались широкие надпойменные террасы, с покровом аллювиальных песков, зачастую полугидроморфными и гидроморфными почвами, не способствующие хозяйственному освоению.

Если рассматривать изменения в структуре подстилающих пород территорий с различным уровнем нарушенности (рисунок 2), то на всех территориях, различающихся уровнем нарушенности, высокую долю занимают ландшафты с покровом или прерывистым покровом водно-ледниковых суглинков. Однако на слабо нарушенных территориях доминируют ландшафты с покровом аллювиальных песков (доля которых снижается с увеличением нарушенности), а на сильно нарушенных – с покровом лёссовидных суглинков (увеличивающиеся с увеличением нарушенности). Также уменьшается доля ландшафтов с поверхностным залеганием торфа и с покровом водно-ледниковых песков.



1 – плоские; 2 – плоскобугристые, плоскоступные, плосковогнутые и т.п.; 3 – волнистые; 4 – холмисто-волнистые, бугристо-волнистые, волнисто-увалистые и т. п.; 5 – мелко-, средне- и крупнохолмистые и их варианты; 6 – платообразные

Рисунок 3. – Доли территорий с различным характером рельефа в пределах районов с различным уровнем нарушения природной среды, %

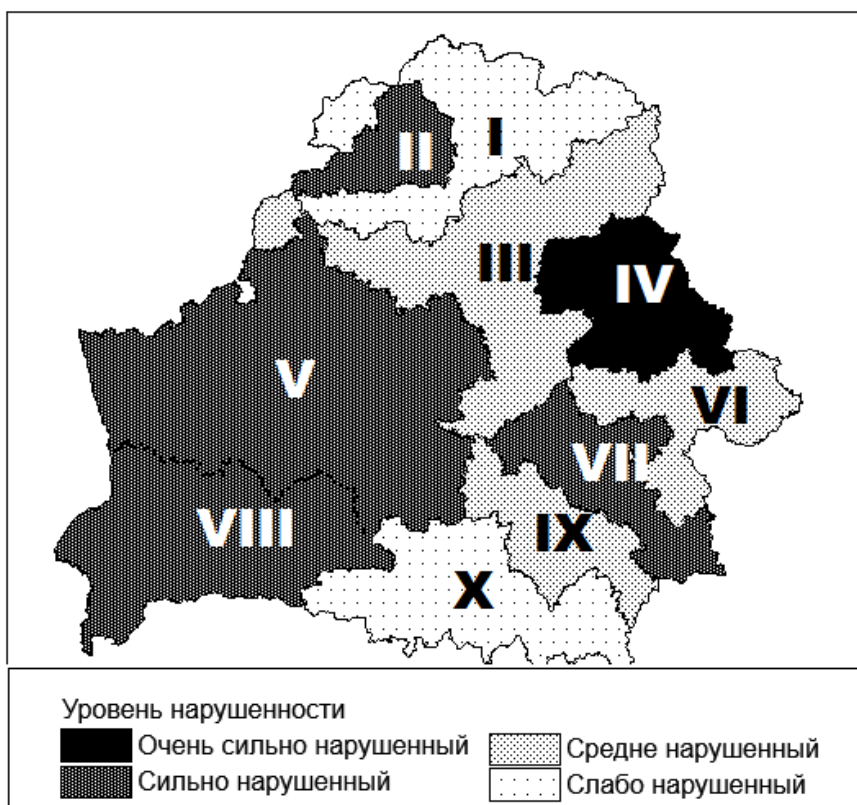
Анализ изменения структуры видов ландшафтов (рисунок 3) показал, что ландшафты с более расчлененной поверхностью увеличивают свою долю по мере увеличения уровня нарушения: доля плоских и плоскоступных и им подобных ландшафтов уменьшается в совокупности с 66,3 % в слабо нарушенных до 8,7 % в очень сильно нарушенных регионах; доля холмистых, холмисто-волнистых и т.п. и платообразных ландшафтов увеличивается соответственно с 3,7 до 45,4 %.

На основании анализа карты интегральной оценки трансформации природной среды (рисунок 1), а также карт, отражающих распределение отдельных показателей антропогенной нагрузки и особенностей землепользования по административным районам, нами было проведено районирование территории республики по степени преобразованности природной среды.

Всего было выделено 10 геоэкологических районов (рисунок 4), которые отличались особенностями структуры землепользования и степенью антропогенной нарушения территории.

Территории районов имеют различную площадь – от 3,3 до 25,0 % территории Республики Беларусь (таблица 4).

Наиболее крупные районы – Центрально-Белорусский и Западно-Полесский – приурочены к западной части страны и расположены преимущественно в пределах Брестской, Гродненской областях, а также в восточной части Минской области; в ландшафтном отношении – к Белорусской возвышенной и западным частям Предполесской и Полесской ландшафтных провинций; в геоморфологическом – к Западно-Белорусской подобласти области Центрально-Белорусских краевых ледниковых возвышенностей и гряд, западной равнинной части области равнин и низин Предполесья и западной части области Белорусского Полесья [8; 9].



Геозоологические районы: I – Северный; II – Дисненский;
 III – Витебско-Березинский; IV – Восточно-Белорусский;
 V – Центрально-Белорусский; VI – Славгородско-Краснопольский;
 VII – Гомельско-Жлобинский; VIII – Западно-Полесский;
 IX – Речицко-Светлогорский; X – Восточно-Полесский

Рисунок 4. – Геозоологическое районирование Беларуси

Таблица 4. – Показатели населения геозоологических районов Беларуси

Геозоологические районы	S, %	Население						Отношение доли площади к доле населения
		все		городское		сельское		
		%	плотность, чел./км ²	%	плотность, чел./км ²	%	плотность, чел./км ²	
Витебско-Березинский	13,2	9,7	33,9	9,6	25,4	10,4	8,5	1,36
Восточно-Белорусский	6,9	8,3	55,1	8,7	44,1	7,0	11,0	0,83
Восточно-Полесский	10,1	3,8	17,5	3,0	10,4	6,6	7,1	2,66
Гомельско-Жлобинский	6,4	11,4	82,9	12,3	68,3	8,5	14,6	0,56
Дисненский	3,3	1,2	16,9	0,8	9,0	2,4	7,9	2,75
Западно-Полесский	13,2	11,5	40,3	10,2	27,4	15,6	12,9	1,14
Речицко-Светлогорский	5,4	3,1	26,6	2,8	18,6	3,9	7,9	1,74
Северный	10,6	4,4	19,3	4,0	13,2	6,0	6,1	2,41
Славгородско-Костюковичский	6,0	1,8	13,6	1,3	7,6	3,3	6,0	3,33
Центрально-Белорусский	25,0	44,7	82,2	47,2	66,4	36,3	15,8	0,56

Для восточной части страны характерно чередование вытянутых в широтном направлении геозоологических районов с севера на юг, что обусловлено схожей по харак-

теру сменой в этой части страны единиц физико-географического и геоморфологического районирования.

Таблица 5. – Структура землепользования и экологическое состояние геоэкологических районов Беларуси, %

Геоэкологические районы	Пашня	Луг	Лес	ООПТ	Сильно нарушенные	Осушенные	K_A	K_O	$K_{EЗ}$	K_T
Витебско-Березинский	24,2	12,5	48,1	3,4	4,0	13,4	0,84	0,53	0,62	1,6
Восточно-Белорусский	42,2	16,6	26,7	0,0	5,0	11,9	4,38	1,10	0,53	0,9
Восточно-Полесский	12,7	11,5	57,4	22,5	3,2	16,6	0,13	0,36	0,70	1,9
Гомельско-Жлобинский	32,6	16,4	34,9	1,3	5,4	14,3	1,22	0,88	0,55	1,2
Дисненский	29,9	18,9	29,0	5,7	3,3	22,8	0,47	0,69	0,57	1,0
Западно-Полесский	25,3	17,6	38,9	11,9	4,9	24,6	0,37	0,77	0,54	1,3
Речицко-Светлогорский	21,1	15,4	50,8	3,2	4,2	20,1	0,87	0,58	0,58	1,7
Северный	17,0	11,6	49,5	15,1	2,9	12,0	0,18	0,34	0,68	1,7
Славгородско-Костюковичский	23,2	15,2	46,6	0,2	3,2	11,4	0,96	0,52	0,64	1,6
Центрально-Белорусский	35,5	15,2	35,3	4,1	5,1	17,4	0,77	1,04	0,53	1,2

По степени нарушенности природной среды геоэкологические районы были разделены на 4 группы: слабой (два района), средней (три района), сильной (четыре района), очень сильной (один район).

1. Северный геоэкологический район слабой степени нарушенности включает десять административных районов. Он приурочен к северной части Поозерской ландшафтной провинции, за исключением участка на западе. Характеризуется самым низким показателем доли сильно нарушенных земель и одним из самых высоких показателей доли ООПТ (таблица 5). Показатель распаханности составляет лишь 17 % (средний по Беларуси – 26,8 %), доля лесов 49,5 % (по Беларуси – 41,5 %).

2. Восточно-Полесский геоэкологический район слабой степени нарушенности включает восемь административных районов. Приурочен преимущественно к водно-ледниковым и аллювиальным низинам восточной части области Полесской низменности. Доля площади района в общей площади республики примерно соответствует доли городского и сельского населения (таблица 4). Район имеет самый низкий показатель распаханности и самые высокие показатели доли лесов и особо охраняемых природных территорий, следовательно, минимальным значением K_A и максимальным значением K_T .

В целом для районов слабой степени нарушенности характерна значительная доля лесов (около 50 %), существенно меньшая доля населения по сравнению с долей площади (в среднем в 2,5 раза), значения K_O от 0,34 до 0,36, K_T от 1,7 до 1,9 (что соответствует удовлетворительному экологическому состоянию), максимальные значения доли ООПТ.

3. Витебско-Березинский геоэкологический район средней степени нарушенности включает 14 административных районов. По своему расположению представляет собой буферную зону между двумя наиболее трансформированными районами – Центрально-Белорусским и Восточно-Белорусским, а также между ними и слабо нарушенным Северным районом. Показатель распаханности несколько ниже, а лесистости несколько выше по сравнению со среднереспубликанскими, доля осушенных земель сравнительно низка.

4. Славгородско-Костюковичский геоэкологический район средней степени нарушенности включает девять административных районов. Он расположен между двумя

районами с сильной антропогенной преобразованностью – Гомельско-Жлобинским и Восточно-Белорусским. Характеризуется незначительной долей ООПТ, показатель абсолютной напряенности эколого-хозяйственного баланса близок к 1. Доля пашни и лесов аналогичны показателям Витебско-Березинского района. Доля населения существенно ниже, чем доля площади района по отношению к площади республики.

5. Речицко-Светлогорский геоэкологический район средней степени нарушенности включает шесть административных районов. Он представляет собой переходную зону от слабо преобразованного Восточно-Полесского района к сильно преобразованному Гомельско-Жлобинскому. Выделяется высокой долей осушенных земель – более 20 %, доля лесов достаточно высока, доля пашни на среднем уровне.

В целом для районов со средней степенью нарушенности характерна вытянутая конфигурация и буферное расположение между сильно нарушенными или сильно и слабо нарушенными районами. Доля пашни составляет 21–24 %, лесов – 46–51 %. Доля населения несколько ниже, чем доля площади. Значения K_0 лежат в диапазоне от 0,52 до 0,58, K_r – от 1,6 до 1,7, что соответствует удовлетворительному экологическому состоянию.

6. Центрально-Белорусский геоэкологический район сильной степени нарушенности включает 33 административных района и занимает 1/4 часть всей территории Беларуси. Доля района по численности населения в 1,8 раза превышает его долю по площади, а по численности сельского населения – в 1,5 раза. По доле пашни от общей площади район находится на втором месте после Восточно-Белорусского, доля лесов на 6,2 % меньше среднереспубликанской. Показатель K_0 около 1, т.е. достигнут предел доли территорий с высшей, очень высокой, высокой антропогенной нагрузкой, при которой напряженность эколого-хозяйственного состояния территории еще остается сбалансированной по степени антропогенной нагрузки и потенциалу устойчивости природы.

7. Гомельско-Жлобинский геоэкологический район сильной степени нарушенности включает восемь административных районов. Он расположен в пределах водно-ледниковых и моренно-водно-ледниковых равнин и низин. Характеризуется высокой долей пашни (третье место среди всех районов), низкой долей ООПТ, высоким значением K_A , превышающим 1. Доля осушенных земель сравнительно невелика.

8. Дисненский геоэкологический район сильной степени нарушенности включает четыре административных района на крайнем северо-западе. Со всех сторон окружен слабо нарушенным Северным геоэкологическим районом. Высокая степень нарушенности обусловлена большой долей осушенных земель (свыше 1/5 территории), доля лесов и пашни примерно одинакова – около 30 %. Доля района в численности населения Беларуси несколько ниже, чем в площади.

9. Западно-Полесский геоэкологический район сильной степени нарушенности включает 14 административных районов. По природно-антропогенным особенностям схож с предыдущим: также приурочен к одной ландшафтной провинции со слабо нарушенным Восточно-Полесским районом и выделяется наиболее высокой степенью осушенности территории. Это определило значения коэффициентов, отражающих уровень нарушенности, которые близки к значениям для других районов с высоким уровнем трансформации природной среды. В то же время доля ООПТ достаточно велика, доля лесов примерно соответствует общереспубликанской, доля пашни самая низкая из всех районов данной группы, а доля по численности населения ниже, чем по площади.

10. Восточно-Белорусский геоэкологический район очень сильной степени нарушенности включает 11 административных районов. Характеризуется наиболее сильной степенью трансформации природной среды. Особо охраняемые территории республиканского значения отсутствуют, коэффициенты K_A и K_0 здесь приобретают самое

высокое значение, а $K_{ЕЗ}$ и $K_{Г}$ – самое низкое. Также для района характерна самая высокая доля распаханых земель (в 1,6 раза выше, чем по республике) и самая низкая доля лесов (в 1,6 раза ниже). Район приурочен к возвышенностям Восточно-Белорусской ландшафтной провинции вторичноморенных и лёссовых ландшафтов с наиболее благоприятными для сельскохозяйственного освоения территориями. Доля района в численности населения немного выше, чем в площади.

Заключение

Проведенное исследование территориальных особенностей трансформации природной среды Белоруссии позволило сформулировать следующие основные выводы.

1. Административные районы, характеризующиеся наибольшими значениями степени экологической нарушенности, приурочены в основном к возвышенностям Белорусской гряды (Минской, Волковысской, Новогрудской и др.), в особенности в пределах лёссовых ландшафтов (Оршанская, Смоленско-Московская и др.), а также к возвышенным участкам запада Полесской низменности (Прибугская равнина и Загородье).

2. Были установлены взаимосвязи между ландшафтной структурой территории и уровнем ее антропогенной нарушенности. Выделены группы родов, роды, подроды и виды ландшафтов, которые тяготеют к регионам с определённым уровнем нарушенности. Так, с увеличением этого уровня, увеличивается доля возвышенных и средневысотных ландшафтов, холмисто-моренно-эрозионных, вторичноморенных, лёссовых ландшафтов и ландшафтов речных долин. Уменьшается доля холмисто-моренно-озерных, камово-моренно-озерных, аллювиально-террасированных, озерно-аллювиальных, пойменных и озерно-болотных ландшафтов. По литологии подстилающей поверхности для сильно нарушенных ландшафтов характерны ландшафты с покровом лёссовидных и водно-ледниковых суглинков, для слабо нарушенных – ландшафты с аллювиальными и водно-ледниковыми песками. По характеру мезорельефа к более нарушенным территориям тяготеют ландшафты с большей степенью расчлененности (холмистые, платообразные), а к менее нарушенным – с меньшей (плоские, плосковолнистые).

3. На основе сходства экологического состояния, внутреннего единства и особенностей трансформации природной среды выделено десять геоэкологических районов; в пределах каждого района определены особенности трансформации природной среды, доля земель, занятых основными видами землепользования, показатели, характеризующие антропогенную нагрузку и экологическое состояние территории геоэкологических районов.

4. Наименее нарушенными районами являются Северный и Восточно-Полесский с общей площадью 17,5 % и минимальными значениями K_{O} и K_{A} .

К районам со средней нарушенностью относятся Витебско-Березинский, Славгородско-Краснопольский, Речицко-Светлогорский общей площадью 24,6 %.

Высокий уровень нарушенности характерен для Дисненского, Центрально-Белорусского, Западно-Полесского, Гомельско-Жлобинского районов площадью 47,9 %.

Наиболее нарушенный район (его площадь 6,9 %) – Восточно-Белорусский – относится к категории очень сильно нарушенных, не имеет ООПТ, обладает минимальной лесистостью, максимальным значением K_{O} .

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный земельный кадастр Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2013 г.) [Электронный ресурс]. – Режим допуска: <http://www.gki.gov.by/upload/new%20structure/press%20service/GZK2012.doc>.

2. Кочуров, Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б. И. Кочуров. – Смоленск : СГУ, 1999. – 154 с.
3. Аитов, И. С. Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартовского региона) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.36 / И. С. Аитов ; Нижневарт. гос. гуманитар. ун-т. – Барнаул, 2006. – 18 с.
4. Бакуменко, Л. П. Интегральная оценка качества и степени экологической устойчивости окружающей среды региона (на примере Республики Марий Эл) / Л. П. Бакуменко, П. А. Коротков // Прикладная эконометрика. – 2008. – № 1. – С. 73–92.
5. Коновалова, Н. В. Методология создания карты геоэкологического районирования в среде ГИС на примере Ненецкого автономного округа / Н. В. Коновалова, Ю. Н. Шумилова // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. – 2008. – № 2. – С. 70–75.
6. Медико-экологический атлас Воронежской области / С. А. Куролап [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2010. – 167 с.
7. Ландшафтная карта Белорусской ССР / под ред. А. Г. Исаченко. – М. : ГУГК, 1984.
8. Марцинкевич, Г. И. Ландшафтоведение / Г. И. Марцинкевич, И. И. Счастливая. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 252 с.
9. Якушко, О. Ф. Геоморфология / О. Ф. Якушко, Ю. Н. Емельянов, Д. Л. Иванов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2011. – 320 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 01.16.2017

Sokolov A.S. Anthropogenic Transformation of Environment of Belarus: Landscape Regularities and Zonation

The article considers the estimation of anthropogenic transformation of environment of the administrative districts of Belarus. Classification of districts by a combined index of disturbance of environment is carried out. Landscape structure of territories with varying degrees of transformation of environment is defined and groups of genera, genera, subgenera and species, tending to a certain level of disturbance are identified. Based on the classification of districts geoecological zoning has been completed allowing to allocate 10 geo-ecological regions, distinguished by the acuteness of the ecological status on the basis of similarity of ecological condition, integrity and individual characteristics of the environment transformation.

УДК 502.51 (282) (477)

И.Л. Толочик¹, В.И. Мельник²¹*преподаватель каф. биологии и медицинской физиологии
Ровенского государственного гуманитарного университета (Украина)*²*канд. геогр. наук, доц. каф. биологии и медицинской физиологии
Ровенского государственного гуманитарного университета (Украина)
e-mail: annik220985@rambler.ru¹; vugmel@gmail.com²***К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
И КЛАССИФИКАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
БАССЕЙНОВ МАЛЫХ РЕК УКРАИНЫ**

Проанализированы основные четыре подсистемы бассейна р. Стырь: I – «Радиоактивное загрязнение территории», II – «Использование земель», III – «Использование речного стока», IV – «Качество воды» в пределах Волынской возвышенности и Волынского Полесья на территории Ровенской области. На основании наборов критериев и показателей каждой подсистемы проведены расчеты и классификация состояния бассейна реки относительно каждого показателя и всей подсистемы. Расчет величины уровня антропогенной нагрузки на бассейн реки и оценка общего экологического состояния бассейна проведены на основании оценок четырех подсистем. Априори в расчетах представлены подсистемы «Использование земель» и «Использование речного стока». Обобщенное состояние подсистемы «Использование земель» в пределах Волынской возвышенности определено как L_5 , «крайне неудовлетворительное» с мерой (-4) , а Волынского Полесья как L_4 , «неудовлетворительное» с мерой (-3) . Состояние подсистемы «Использование речного стока» в пределах Волынской возвышенности определено как «хорошее», $W_1 = 3$, а для Волынского Полесья – «очень плохое», $W_4 = (-3)$. Исследованиями установлено, что по совокупности всех критериев экологическое состояние бассейна в пределах Волынской возвышенности оценивается как «удовлетворительное» – ИКАН = $(-0,1)$, а в пределах Волынского Полесья как «плохое» – ИКАН = $(-1,0)$.

Введение

С каждым годом увеличивается использование водных ресурсов в связи с возрастающими потребностями. Неравномерность годовых и сезонных количественных и качественных характеристик состояния водных объектов, эвтрофикация водоемов приобрели негативный, а при определенных условиях и катастрофический характер. Водные ресурсы не успевают восстанавливаться, а существующие меры по урегулированию водопользования малоэффективны.

В настоящее время наблюдается тенденция роста уровня загрязнения окружающей среды Ровенской области. В первую очередь это касается водных объектов. Перед экологами встала серьезная проблема разработки программ восстановления водных ресурсов. Антропогенная нагрузка на природные экосистемы, в том числе и водные, с каждым годом растет, приводя к нарушению природного равновесия, уменьшению водности, ухудшению качества воды, потере ее способности к самоочищению, что особенно сказывается на малых и средних реках.

Важное место в исследованиях, которые проводятся с целью обоснования рациональных направлений природопользования и природоохранной деятельности, занимает вопрос изучения антропогенной нагрузки на бассейн реки как интегрального показателя качества окружающей среды и использования природных ресурсов.

Исследованием антропогенных изменений в бассейнах малых рек Украины занимались В.И. Вишневецкий, М.М. Ганущак, О.С. Данильченко, Н.А. Клименко, И.Я. Миськовец, В.И. Мельник, И.И. Статник, Т.О. Ясенчук [1–9].

Несмотря на множество научных публикаций, посвященных этому вопросу, единое мнение относительно таких понятий, как «нагрузка», «норма» в гидроэкосистеме, еще не сформировалось. Поэтому и возникла необходимость проведения оценки антропо-

погенной нагрузки р. Стырь на территории Ровенской области как основы для разработки оптимальных методов ведения хозяйства, использования и защиты природно-территориальных комплексов в пределах бассейна реки.

Целью исследования является расчет антропогенной нагрузки на бассейн р. Стырь в пределах Волынской возвышенности и Волынского Полесья. Для достижения цели решались следующие задачи: 1) изучался набор критериев и показателей каждой подсистемы; 2) проведены исследования и собрана фактическая информация; 3) проведены расчеты и классификация состояния бассейна реки относительно каждого показателя, а также по оценке всей подсистемы; 4) проведен расчет величины уровня антропогенной нагрузки на бассейн реки и оценено экологическое состояние бассейна.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования был бассейн р. Стырь. Расчет антропогенной нагрузки проводили согласно «Методике расчета антропогенной нагрузки и классификации экологического состояния бассейнов малых рек Украины» [10].

Для расчета были использованы фактические показатели Государственной статистической отчетности по количественному учету земель (форма «6-ЗЭМ») главного управления Госгеокадастра в Ровенской области и ежегодная форма 2ТП «Водхоз» за 2016 г., а также собственные исследования качества воды р. Стырь в десяти контрольных створах. В процессе работы были использованы аналитический, сравнительный и математические методы.

Системная модель расчета антропогенной нагрузки и классификации экологического состояния бассейна реки построена по иерархическому принципу и предназначена для оценки антропогенного состояния в бассейнах малых и средних рек. Оценка антропогенного состояния в бассейне реки проводится количественно и качественно.

На нижнем уровне иерархии рассматриваются основные четыре подсистемы бассейна реки: I – «Радиоактивное загрязнение территории», II – «Использование земель», III – «Использование речного стока», IV – «Качество воды». Каждая подсистема характеризуется набором критериев и показателей, на основании которых классифицируют состояние бассейна реки относительно каждого показателя, а по их оценкам – всей подсистемы. На верхнем уровне иерархии по оценкам нижнего уровня рассчитывают величину антропогенной нагрузки на бассейн реки и оценивают общее экологическое состояние бассейна реки.

Результаты исследования и их обсуждение

Река Стырь – транспортная артерия, которая связывает Ровенскую и Волынскую области с Беларусью. Исток реки на берегу Подольской возвышенности, затем она проходит Волынскую возвышенность и Полесскую низменность и впадает в р. Припять на территории Беларуси [11]. Ширина русла от 2 до 10 м в верховье, до 30–50 м в среднем и нижнем течении. Питание смешанное с преобладанием снегового. Длина реки по левому (основному) руслу 437 км, по правому – 494 км, площадь водосбора до разветвления 11 700 км², общая (по двум руслам) 13 000 км². Общее падение реки 119,4 м.

Бассейн р. Стырь в пределах Ровенской области включает 17 притоков, среди которых крупнейшими являются реки Стубла длиной 64 км в пределах Волынского Полесья и Иква длиной 156 км в пределах Волынской возвышенности [12]. Долина Стыри существенно сужается, образуя своеобразный каньон, который был использован для строительства водохранилища Хринницкой гидроэлектростанции, которое построено в 1956 г. и расположено в 30 км к юго-востоку от Луцка на границе Волынской и Ровенской областей [13]. Общая площадь водохранилища составляет 1 830 га, в пределах Ровенской области – 1 626 га, водоем имеет береговую линию длиной 37 км, объ-

ем воды – 52 млн м³, глубина около плотины 8–10 м, берега преимущественно пологие, лишь местами имеют крутые склоны [14]. За время своего существования водохранилище несколько раз спускалось. Так, последний раз, в мае 1989 г., в нижнем бьефе возле плотины водохранилища была обнаружена карстовая воронка диаметром 25 м и глубиной 9 м, что привело к полному спуску водохранилища до нулевого уровня. Только в 1999 г. после проведенных ремонтных работ на водоподпорной плотине водохранилище вновь было наполнено водой.

Река Стырь исследовалась на двух участках – в области Волынской возвышенности и Волынского Полесья.

Первый участок русла и заводи от с. Вербень к с. Новое сохранил признаки естественного состояния, однако благодаря развитию деградационных процессов создана постоянно регулируемая природно-техногенная система, влияющая на режим стока реки и водный режим ее пойменно-террасного комплекса, расположенного ниже по течению (с. Торговица).

На втором участке от с. Заболотье (Полонное) до с. Иванчицы (Волынское Полесье) речной сток интенсивно используется.

Оценка четырех подсистем дает возможность классифицировать экологическое состояния бассейна реки.

Подсистема «Радиоактивное загрязнение территории» предназначена для оценки состояния бассейна реки по уровню радиоактивного загрязнения его территории цезием-137 и стронцием-90. На основе данных дозиметрической паспортизации, в бассейне среднего течения р. Стырь в области Волынской возвышенности плотность загрязнения почвы цезием-137 составляет 0,01 Ки/км², стронцием-90 – до 0,002 Ки/км², а в бассейне нижнего течения реки в пределах Волынского Полесья плотность загрязнения почвы цезием-137 составляет 3,04 Ки/км², стронцием-90 – до 0,09 Ки/км² [15].

Состояние подсистемы «Радиоактивное загрязнение территории» бассейна р. Стырь определено как «удовлетворительное» и в области Волынской возвышенности, и Волынского Полесья. Мера подсистемы $c(R_i) = c(R_1) = 0$.

В подсистеме «Использование земель» оценка состояния земель водосборной площади рассчитана по следующим показателям: лесистость бассейна (суммарная площадь лесов, лесополос и дерево-кустарниковой растительности), территория в естественном состоянии (болота, земли под водой, леса естественного и искусственного происхождения, защитные водоохранные насаждения, заповедные территории, пастбища, сенокосы, залежные земли), сельскохозяйственная освоенность (все сельскохозяйственные угодья на территории бассейна), распаханые и приусадебные земли, урбанизация (площадь земель, на которых размещены населенные пункты, объекты промышленности, транспорта, связи и др.), эродированность земель.

Количественная оценка уровня использования земель в бассейне реки по каждому показателю получена на основании данных Государственной статистической отчетности Главного управления Госгеокадастра в Ровенской области за 2016 г. (форма 6-ЗЭМ) [16] (рисунки 1, 2). Качественная оценка уровня использования земель в пределах Ровенской области по каждому показателю представлена в таблице 1.

Значение совокупного влияния всех показателей в подсистеме «Использование земель» с использованием весовых коэффициентов для каждого показателя составляет: в пределах Волынской возвышенности для H_i текущая мера – 0,8, для $H_i^{(-)}$ – (–0,6); в пределах Волынского Полесья для H_i текущая мера – 0,5, для $H_i^{(-)}$ – (–0,8).

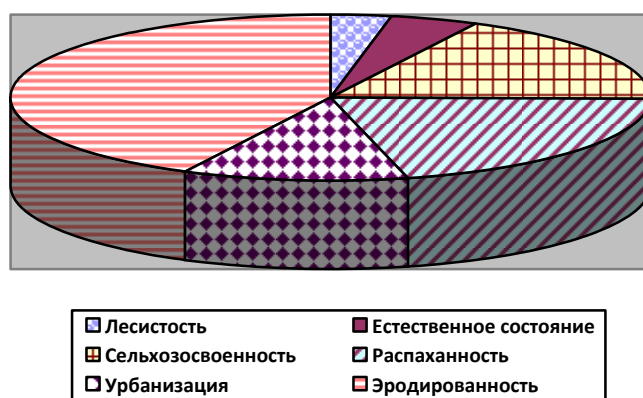


Рисунок 1. – Подсистема «Использование земель»
Волынской возвышенности, %

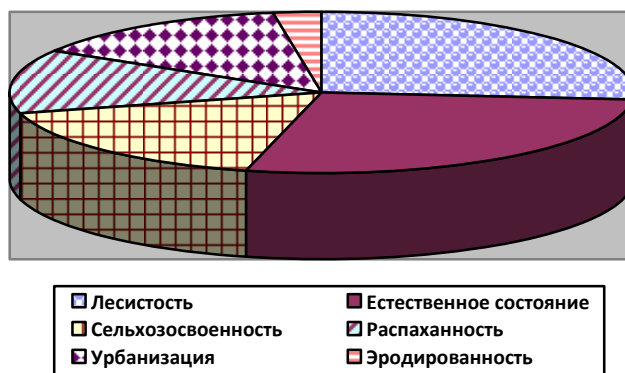


Рисунок 2. – Подсистема «Использование земель»
Волынского Полесья, %

Таблица 1. – Оценка подсистемы «Использование земель» в бассейне р. Стырь

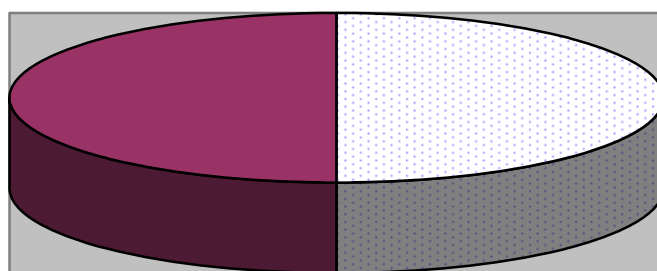
Показатель, %	Волынская возвышенность				Волынное Полесье			
	Значение	Состояние системы	Кэф-фициент	Мера	Значение	Состояние системы	Кэф-фициент	Мера
Лесистость (f ₁)	2,01	U ₅ , «неудовлетвор.»	0,2	-4	20,23	U ₅ , «неудовлетвор.»	0,3	-4
Естественное состояние (f ₂)	2,83	U ₅ , «неудовлетвор.»	0,1	-4	21,07	U ₅ , «неудовлетвор.»	0,2	-4
Сельхозосвоенность (f ₃)	11,28	U ₁ , «хорошее»	0,1	4	12,97	U ₁ , «хорошее»	0,1	4
Распаханность (f ₄)	13,43	U ₁ , «хорошее»	0,3	4	9,83	U ₁ , «хорошее»	0,2	4
Урбанизация (f ₅)	7,20	U ₅ , «неудовлетвор.»	0,1	-4	10,73	U ₅ , «неудовлетвор.»	0,1	-4
Эродированность (f ₆)	27,2	U ₅ , «неудовл.»	0,2	-4	< 2,0	U ₁ , «хорошее»	0,1	4
Обобщенное состояние	L ₅ , «крайне неудовлетворительное»			-4	L ₄ , «неудовлетворительное»			-3

Обобщенное состояние подсистемы $\psi(Li)$ для Волынской возвышенности составляет (-4) и определено как L_5 – «крайне неудовлетворительное»; обобщенное состояние подсистемы $\psi(Li)$ для Волынского Полесья составляет (-3) и определено как L_4 – «неудовлетворительное».

Подсистема «Использования речного стока» предназначена для оценки экологического состояния бассейна реки по степени антропогенной нагрузки и содержит показатели фактического использования речного стока: безвозвратного водопотребления, сброса воды в реку, сброса загрязненных сточных вод в реку.

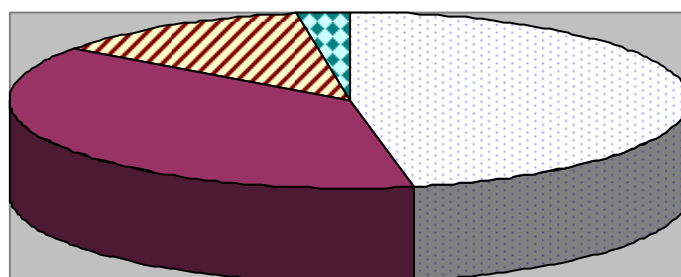
Состояние подсистемы «Использование речного стока» в области Волынской возвышенности и Волынского Полесья по данным статистической отчетности Ровенского областного управления водных ресурсов за 2016 г. отображено на рисунках 5 и 6.

В области Волынской возвышенности в 2016 г. забор воды из р. Стырь составил 3,125 млн м³, а сбросы сточных вод отсутствовали; в области Волынского Полесья забор воды составил 58,008 млн м³ [17]. В реку сбрасывают недостаточно очищенные сточные воды (НДО) коммунальной сферы г. Вараш, неочищенные сточные воды (НО) пгт. Заречное и нормативно чистую без очистки (НЧБО) воду промливневой канализации (ПЛК) Ровенской АЭС [15].



□ Фактическое использование речного стока
■ Безвозвратное водопотребление

Рисунок 5. – Подсистема «Использование речного стока» Волынской возвышенности, %



□ Фактическое использование речного стока
■ Безвозвратное водопотребление
▨ Сброс воды в речную сеть
▤ Сброс загрязненных сточных вод

Рисунок 6. – Подсистема «Использование речного стока» Волынского Полесья, %

Оценка подсистемы «Использование речного стока» в бассейне р. Стырь представлена в таблице 2.

Таблица 2. – Оценка подсистемы «Использование речного стока» в бассейне р. Стырь в пределах Ровенской области

Показатель	Волынская возвышенность				Волынское Полесье			
	Значение	Состояние системы	Коэффициент	Мера	Значение	Состояние системы	Коэффициент	Мера
Фактическое использование речного стока, q_1	6,18	U_1 , «хорошее»	0,1	3	27,84	U_5 , «катастрофическое»	0,1	-5
Безвозвратное водопотребление, q_2	6,18	U_1 , «хорошее»	0,2	3	22,48	U_4 , «очень плохое»	0,2	-3
Сброс воды в ревленную сеть, q_3	0	U_1 , «хорошее»	0,3	3	7,42	U_2 , «удовлетвор.»	0,3	1
Сброс загрязненных сточных вод, q_4	0	U_1 , «хорошее»	0,4	3	1,49	U_2 , «удовлетвор.»	0,4	1
Обобщенное состояние	W_1 «хорошее»			3	W_4 «очень плохое»			-3

Значение совокупного влияния всех показателей q_i в подсистеме «Использование речного стока» в пределах Волынской возвышенности для H_i составляет 0,75. Состояние подсистемы $W_1 = 3$ и характеризуется как «хорошее». В пределах Волынского Полесья для H_i текущая мера составляет 0,35, для $H_i^{(-)}$ – (-0,55). Состояние подсистемы составляет $W_4 = (-3)$ и характеризуется как «очень плохое».

Подсистема «Качество воды» предназначена для экологической оценки качества поверхностных вод и оценки состояния бассейнов рек по уровню антропогенного загрязнения воды. Оценку проводили по средним и наихудшим значениям показателей по «Методике» [18], где качество воды оценивали пятью классами и подчиненными им семью категориями, характеризующими соответствующее качество воды как по состоянию, так и по степени ее чистоты. Показатели подсистемы «Качество воды» группировали по трем блокам: блок солевого состава (I_1), трофо-сапробиологический блок (I_2) и блок специфических показателей токсического и радиационного воздействия (I_3). Интегральный экологический индекс (I_e) характеризует общее состояние подсистемы «Качество воды» р. Стырь в пределах Ровенской области в 2016 г. (таблица 3).

Обобщенное состояние подсистемы «Качество воды» по наихудшим показателям как для территории Волынской возвышенности так и Волынского Полесья характеризуется как «чистое» (Q_2) с текущим значением меры оценки состояния подсистемы при $\psi(Q_i) = 1$.

Общее экологическое состояние системы бассейна р. Стырь определено так:

$$ИКАН = \varphi(K_n) = 0,3 \cdot (-4) + 0,2 \cdot 3 + 0,5 \cdot 1 = -0,1$$

$$ИКАН = \varphi(K_n) = 0,3 \cdot (-3) + 0,2 \cdot (-3) + 0,5 \cdot 1 = -1,0$$

В ходе исследований установлено, что по совокупности всех критериев экологическое состояния бассейна р. Стырь в пределах Волынской возвышенности оценивается как «удовлетворительное»: ИКАН = (-0,1), а в пределах Волынского Полесья как «плохое»: ИКАН = (-1,0).

Таблица 3. – Оценка подсистемы «Качество воды» р. Стырь по наилучшим показателям

Блочный индекс	Волынская возвышенность		Волынское Полесье	
	Значение	Характеристика	Значение	Характеристика
I ₁	1,2	1 субкатегория, I класс качества воды; состояние по категории и классу «отличное», степень чистоты воды по категории и классу – «очень чистая»	1,7	2(1) субкатегория, II класс качества воды; состояние по категории «очень хорошее», по классу – «хорошее», степень чистоты воды по категории и классу «чистая»
I ₂	3,2	3 субкатегория, II класс качества воды; состояние по категории и классу «хорошее», степень чистоты воды по категории «достаточно чистая», по классу – «чистая»	4,4	4(5) субкатегория, III класс качества воды; состояние по категории и классу «удовлетворительное», степень чистоты по категории «слабо загрязненная», по классу «загрязненная»
I ₃	2,4	2(3) субкатегория, II класс качества воды; состояние по категории «очень хорошее», по классу «хорошее», степень чистоты по категории и классу – «чистая»	3,2	3 субкатегория, II класс качества воды; состояние по категории и классу «хорошее», степень чистоты воды по категории «достаточно чистая», по классу – «чистая»
I _e	2,3	2(3) субкатегория, II класс качества воды; состояние по категории «очень хорошее», по классу – «хорошее», степень чистоты воды по категории и классу – «чистая»	3,1	3 субкатегория, II класс качества воды, состояние по категории и классу «хорошее», степень чистоты воды по категории «достаточно чистая», по классу – вода «чистая»
Обобщенное состояние		Q2 «чистая» 1		Q2 «чистая» 1

Заклучение

Установлено, что по совокупности всех критериев экологическое состояние бассейна р. Стырь по коэффициенту антропогенной нагрузки при ИКАН = $(-0,1)$ в пределах Волынской возвышенности оценивается как «удовлетворительное»; в пределах Волынского Полесья при ИКАН = $(-1,0)$ оценивается как «плохое».

Для улучшения качества воды р. Стырь в пределах Ровенской области возникла необходимость разработки и внедрения системы природоохранных и водоохранных мероприятий, направленных на борьбу с непосредственными причинами и источниками загрязнения и являются основным звеном в системе мероприятий по обеспечению высокого качества воды реки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вишневецкий, В. І. Антропогенний вплив на річки України : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук : 11.00.11 / В. І. Вишневецкий. – Львів, 2003. – 20 с.
2. Ганущак, М. М. Сучасний гідрохімічний режим річки Стир в умовах антропогенного навантаження (на прикладі м. Луцьк) / М. М. Ганущак // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т. 2 (29). – С. 54–63.
3. Ганущак, М. М. Водний чинник у розвитку басейнової системи р. Стиру / М. М. Ганущак, Н. А. Тарасюк // Природа Західного Полісся та прилеглих територій. – 2014. – № 11. – С. 56–61.

4. Данильченко, О. С. Оцінка антропогенного навантаження на басейни малих річок Сумського Придніпров'я / О. С. Данильченко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т. 4 (31). – С. 79–89.
5. Клименко, М. О. Розрахунок антропогенного навантаження та класифікація екологічного стану р. Устя / М. О. Клименко, В. Й. Мельник // Вісн. Рівнен. держ. техн. ун-ту. – 1999. – Вип. 2. – С. 42–45.
6. Мисковець, І. Я. Антропогенні зміни в басейнах малих річок (на прикладі Волинської області) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11 / Я. В. Мисковець. – Луцьк, 2003. – 19 с.
7. Мельник, В. Й. Антропогенне навантаження і класифікація екологічного стану басейнів малих річок / В. Й. Мельник // Екологія, економіка, ринок : зб. науч. тр. – Одеса, 1999. – С. 82–86.
8. Статник, І. І. Визначення рівня антропогенного навантаження на басейн річки Горинь / І. І. Статник // Вісн. Рівнен. держ. техн. ун-ту. – 1999. – Вип. 2 (1). – С. 88–92.
9. Ясенчук, Т. О. Оцінка антропогенного навантаження на басейн р. Ірпінь у сучасних умовах землекористування / Т. О. Ясенчук // Меліорація і водне господарство : наук. зб. – Київ, 2011. – Вип. 99. – С. 160–168.
10. Методичне керівництво по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану малих річок України НТД 33-4759129-03-04-92. – Київ : Мінприроди України, Держводгосп України, 1992. – 40 с.
11. Геренчук, К. І. Природа Рівненської області / К. І. Геренчук. – Львів, 1975. – 156 с.
12. Коротун, І. М. Географія Рівненської області / І. М. Коротун, Л. К. Коротун. – Рівне, 1996. – 273 с.
13. Гопчак, І. В. Оцінка якості поверхневих вод Хрінницького водосховища / І. В. Гопчак // Вісн. Нац. ун-ту вод. господарства та природокористання. – 2009. – Вип. 3 (47), ч. 1. – С. 9–15.
14. Худоба, В. Хрінницьке водосховище як найбільший рекреаційний об'єкт Волинської височини / В. Худоба // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. – 2009. – Вип. 37. – С. 268–273.
15. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області за 2011–2015 рр. – Рівне, 2012–2016.
16. Статистична звітність з кількісного обліку земель форма «6-ЗЕМ» головного управління Держгеокадастру в Рівненській області (2016 р.).
17. Статистична звітність, щорічна форма 2ТП «Водгосп» (2011–2016 рр.).
18. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко [та ін.]. – Київ, 1998. – 28 с.

Рукапіс паступіу у редакцію 31.05.2017

Tolochyk I.L., Melnyk V.I. On the Methodology of Calculating the Anthropogenic Load and Classification of Ecological State of the Basins of Small Rivers of Ukraine

The article analyzes the main four subsystems of the basin of the river Styr within the Volyn Upland and Volyn Polissya in Rivnenska region, according to the estimations of which the calculation of the magnitude of the anthropogenic load on the river basin and assessing of the general ecological state of the basin were carried out. Priority in the calculations was provided to the subsystem use of land and use of river flow. The generalized state of the subsystem use of land within the Volyn Upland is defined as L_5 , extremely unsatisfactory with a measure of (-4) and Volyn Polissya as L_4 , unsatisfactory with a measure (-3) . The state of the subsystem use of river flow within the Volyn Upland is defined as good, $W_1=3$, and for Volyn Polissya - very poor, $W_4= (-3)$. The research has established that according to the totality of all criteria the ecological state of the basin within the Volyn Upland is estimated as satisfactory - induction coefficient of anthropogenic loading = (-0.1) and within the Volyn Polissya as poor - induction coefficient of anthropogenic loading = (-1.0) .

ПАДЗЕІ, ДАТЫ, ЮБІЛЕІ

К 60-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ К.К. КРАСОВСКОГО



Константин Константинович Красовский родился 24 июня 1958 г. в д. Красово Пинского района Брестской области. В 1977 г. окончил Пинское педагогическое училище, а в 1985 г. Брестский государственный педагогический институт имени А.С. Пушкина. В нашем университете Константин Константинович работает с 1987 г. Начал ассистентом, затем занимал должности старшего преподавателя, доцента, декана географического факультета (1995–2000), заведующего кафедрой физической и социально-экономической географии (2006), проректора по научной работе (2007–2009), первого проректора (2009–2011). Сейчас доктор географических наук К.К. Красовский – профессор кафедры туризма и страноведения.

К утверждению себя как ученого Константин Константинович также шел поступательно. В 1992 г. он защитил кандидатскую диссертацию, посвященную географии населения Брестской области, а в 2006 г. – докторскую диссертацию «Урбанизация Беларуси: экономико-географический анализ и прогноз». В 2012 г. Константину Константиновичу присвоено ученое звание профессора. Он также входит в состав Совета по защите диссертаций Д 02.01.06 при Белорусском государственном университете.

К.К. Красовский – высококвалифицированный специалист в области экономической и социальной географии, автор более 170 научных и учебно-методических работ, в том числе монографий и учебных пособий с грифом Министерства образования Республики Беларусь. Константин Константинович – постоянный автор журнала «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта». Он также активно участвует в научных конференциях как в Беларуси, так и за ее пределами, поддерживает тесные связи с зарубежными коллегами. Является одним из инициаторов и авторов заявки в ЮНЕСКО на получение ландшафтным заказником «Прибужское Полесье» статуса биосферного резервата, за что в 2005 г. удостоен премии Брестского облисполкома «Человек года» в области экологии. К.К. Красовский был руководителем и исполнителем более десяти финансируемых НИР, а также ряда международных проектов в рамках программ TACIS, TEMPUS, ПРООН.

Под руководством К.К. Красовского защищены три кандидатские диссертации (С.В. Корженевич, 2012; Д.В. Никитюк, 2015; А.А. Сидорович, 2016). С 2016 г. в БрГУ имени А.С. Пушкина он возглавляет научно-педагогическую школу «Страноведение и туризм».

Среди официальных наград К.К. Красовского медаль «За трудовую доблесть» (1985), нагрудный знак «Выдатнік адукацыі Рэспублікі Беларусь» (2008), Почетная грамота Кабинета Министров Республики Беларусь. Он также отмечен премией Совета специального фонда Президента Республики Беларусь за особый вклад в развитие способностей одаренных учащихся и студентов.

От имени преподавателей, сотрудников, студентов географического факультета поздравляем Константина Константиновича, талантливого ученого, чуткого педагога и просто хорошего человека, с юбилеем и желаем ему крепкого здоровья, радости, плодотворных научных поисков и свершений!

И.В. Абрамова, канд. биол. наук, декан географического факультета

М.А. Богдасаров, д-р геол.-минерал. наук, зав. каф. географии и природопользования

А.Д. Панько, канд. ист. наук, зав. каф. туризма и страноведения

Да ведама аўтараў

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

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

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

Максімальныя лінейныя памеры табліц і малюнкаў не павінны перавышаць 15×23 см або 23×15 см. Усе графічныя аб'екты, якія ўваходзяць у склад аднаго малюнка, павінны быць згрупаваны паміж сабой. Фатаграфіі ў друк не прымаюцца. Размернасць усіх велічынь, якія выкарыстоўваюцца ў тэксце, павінна адпавядаць Міжнароднай сістэме адзінак вымярэння (СВ). Пажадана пазбягаць скарачэнняў слоў, акрамя агульнапрынятых. Спіс літаратуры павінен быць аформлены паводле Узораў афармлення бібліяграфічнага апісання ў спісе крыніц, якія прыводзяцца ў дысертацыі і аўтарэфераце, зацверджаных загадам Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь ад 25.06.2014 № 159 у рэдакцыі загада Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь ад 08.09.2016 № 206. Спасылкі на крыніцы ў артыкуле нумаруюцца адпаведна парадку цытавання. Парадкавыя нумары спасылак падаюцца ў квадратных дужках (напрыклад, [1, с. 32], [2, с. 52–54]). Не дапускаецца выкарыстанне канцавых зносаў.

Матэрыял уключае наступныя элементы па парадку:

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

Да рукапісу артыкула абавязкова дадаюцца:

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

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

Аўтары нясуць адказнасць за змест прадстаўленага матэрыялу.

Карэктары *К.М. Мароз, Л.М. Калілец*

Камп'ютарнае макетаванне *С.М. Мініч, Г.Ю. Пархац*

Падпісана ў друк 28.06.2018. Фармат 60×84/8. Папера афсетная.

Гарнітура Таймс. Рызаграфія. Ум. друк. арк. 14,88. Ул.-выд. арк. 11,27.

Тыраж 100 экз. Заказ № 227.

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

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,

распаўсюджвальніка друкаваных выданняў

№ 1/55 ад 14.10.2013.

ЛП № 02330/454 ад 30.12.2013.

224016, г. Брэст, вул. Міцкевіча, 28.