

Веснік

Брэсцкага ўніверсітэта

Галоўны рэдактар:

А. М. Сендзер

Намеснік галоўнага рэдактара:

А. Я. Будзько

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. Вігчанка

А. А. Волчак

В. Я. Гайдук

А. Л. Гулевіч

М. П. Жыгар

А. А. Махнач

А. В. Мацвееў

У. У. Салганаў

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

са 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»

№ 2 / 2019

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 21.01.2019 № 24 (са змяненнямі, унесенымі загадамі ВАК ад 04.02.2019 № 30; 15.03.2019 № 75; 10.06.2019 № 160; 16.10.2019 № 236) часопіс «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта.

Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі» ўключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, географічных і геалага-мінэралагічных навуках

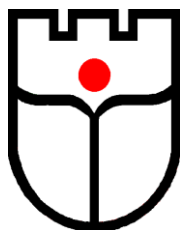
ЗМЕСТ

БІЯЛОГІЯ

Артемук Е. Г., Мариневич А. А. Рострегулирующее и антистрессовое действие брассиностероидов на злаковые культуры в условиях влияния ионов кадмия.....	5
Гайдук В. Е., Блоцкая Е. С. Биотопическое распределение, питание и динамика численности обыкновенной лисицы (<i>Vulpes Vulpes L.</i>) в центральной и юго-западной Беларуси	11
Герменчук М. Г., Позднякова А. И. Результаты фонового мониторинга почв в зоне наблюдения Белорусской атомной электростанции	18
Колбас Н. Ю., Троянчук В. А., Полубятко И. Г., Првулович Д. Фенольные соединения в дегустационной оценке плодов черешни	25
Лундышев Д. С. Ксилофильные Histeridae Gyllenhal, 1808 (Coleoptera) западной части Предполесской и Полесской провинций Беларуси	34
Мялик А. Н. Выявление генезиса адвентивной флоры Припятского Полесья	41
Сорока А. В., Терлецкая Н. Ф., Антонюк А. С. Использование органических удобрений на основе зерноотходов при возделывании кукурузы	49
Шималов В. В., Жуковский А. Т. Белобрюхая белозубка (<i>Crocidura leucodon</i> Hermann, 1780) и ее гельминтофауна на мелиоративных системах Брестского Полесья.....	55

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

Артеменко С. В., Федорова И. Л. Теоретико-методические основы изучения культурного туризма	60
Бережкова Е. С., Лопух П. С. Оценка метеорологических условий для навигации воздушных судов во время взлет-посадки на территории Республики Беларусь.....	69
Виноградова А. А. Современные аспекты изучения и оценки эколого-туристского потенциала	76
Грибовская О. Н., Яшин И. А., Платов Е. Н. Возможности гранулометрического анализа для определения фациальной обстановки осадконакопления отложений Старооскольского горизонта Речицкого месторождения нефти Припятского прогиба	82
Кухарик Е. А. Трансформация рельефа западной части территории Белорусского Полесья в результате дорожного строительства	88
Торбенко А. Б., Соколовский Е. В., Галкин А. Н., Кривко В. В. Проведение эколого-функционального зонирования Витебска на основе искусственной нейронной сети	95



Vesnik

of Brest University

Editor-in-chief:

A. N. Sender

Deputy Editor-in-chief:

A. Ya. Budzko

International Board:

A. A. Afonin (Russia)

V. A. Nestsyarouski (Ukraine)

A. Juvka (Poland)

Editorial Board:

N. S. Stupen

(managing editor)

S. V. Artsyomenka

M. A. Bagdasarau

A. M. Vitshanka

A. A. Volchak

V. E. Gaiduk

A. L. Gulevich

M. P. Zhygar

A. A. Makhnach

A. V. Matveev

V. V. Saltanau

Ya. 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»

№ 2 / 2019

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 21, 2019 № 24 (with the amendments made by the orders of Supreme Certification Commission from February, 04, 2019 № 30; March, 15, 2019 № 75; June, 10, 2019 № 160; October, 16, 2019 № 236) the journal «Vesnik of Brest University. Series 5. Chemistry. Biology. Sciences about Earth» was included to the List of scientific editions of the Republic of Belarus for publication of the results of scientific research in biological, geographical and geological-mineralogical sciences

INDEX

BIOLOGY

Artsiamuk A. G., Marynevich A. A. Growth Regulating Activity and Anti-Stress Effect of Brassinosteroids on Gramineous under the Influence of Cadmium Ions	5
Gaiduk V. E., Blockaja E. S. Biotopic Distribution, Trophic and Dynamic Quantity of the Common Fox (<i>Vulpes Vulpes</i> L.) in the Central and South-West of Belarus	11
Germenchuk M. G., Pozdniakova A. I. Results of Soils Background Monitoring in the Observation Zone of Belarusian Nuclear Power Plant	18
Kolbas N. Y., Trayanchuk V. A., Palubiatka I. G., Prvulovic D. The Phenolic Compounds in Tasting Evaluation of the Sweet Cherries Fruits	25
Lundyshev D. S. Xylophilous Histeridae Gyllenhal, 1808 (Coleoptera) of the Western Part of Predpoleskaya and Poleskaya Provinces of Belarus	34
Mialik A. M. Identification of Genesis of Adventive Flora of Pripyat Polesie	41
Soroka A. V., Terletsckaya N. F., Antoniuk A. S. Use of Organic Fertilizers on the Basis of Grain Wastes at Cultivation of Corn	49
Shimalov V. V., Zhukovsky A. T. The Bicolored Shrew (<i>Crocidura leucodon</i> Hermann, 1780) and its Helminth Fauna on the Reclamation Systems of the Brest Polesie	55

SCIENCES about EARTH

Artsemenko S. V., Fedorova I. L. Theoretical and Methodical Bases of Studying of Cultural Tourism	60
Berezhkova E. S., Lopukh P. S. Evaluation of the Meteorological Conditions Required for an Aircraft Taking off and Landing on the Territory of the Republic of Belarus	69
Vinahradava A. A. Modern Aspects of the Study and Assessment of the Ecological and Touristic Potential	76
Gribovskaya O., Yashin I., Platov E. Possibility of Particle Size Analysis to Determine the Facial Environment of Sedimentation Sediments of the Staryoskol Horizon of the Rechytskoe Oil Field of the Pripyat Trough	82
Kukharik Ye. A. Transformation of the Relief of the Western Part of the Territory of the Belarusian Polesie as a Result of Road Construction	88
Torbenko A. B., Sokolovskiy E. V., Galkin A. N., Krivko V. V. Conducting Ecological-Functional Zoning of Vitebsk on the Basis of an Artificial Neural Network	95

УДК 577.175.1

Е. Г. Артемук¹, А. А. Мариневич²

¹канд. биол. наук, доц. каф. химии

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина,
зав. сектором качества кормов лаборатории биохимии

Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси

²магистрант биологического факультета

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

e-mail: chem@brsu.brest.by

РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЕ И АНТИСТРЕССОВОЕ ДЕЙСТВИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА ЗЛАКОВЫЕ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ИОНОВ КАДМИЯ*

Изучено влияние brassinosterоидов (гомобрассинолида и эпикастостерона) на рост ячменя ярового и пшеницы озимой в условиях воздействия ионов кадмия. Показано, что гомобрассинолид и эпикастостерон обладают антистрессовым действием в условиях токсического действия кадмия на злаковые культуры, что выражается в снижении активности ферментов антиоксидантной системы. Показано, что изменения биохимических процессов в клетках, происходящих под действием ионов кадмия, в определенной степени могут быть нивелированы действием brassinosterоидов.

Введение

Поступление тяжелых металлов в окружающую среду связано с активной деятельностью человека. Их основные источники – промышленность, автотранспорт, котельные, мусоросжигающие установки и сельскохозяйственное производство. К отраслям промышленности, загрязняющим окружающую среду тяжелыми металлами, относятся черная и цветная металлургия, добыча твердого и жидкого топлива, горно-обогатительные комплексы, стекольное, керамическое, электротехническое производство и др. Значительное увеличение содержания тяжелых металлов в окружающей среде сопровождается их накоплением в растениях, что оказывает негативное влияние на рост, развитие и продуктивность растений. Это проявляется в снижении всхожести семян, замедленном росте, ненормальном развитии корневой системы, увядании, гибели растений [1; 2].

Токсичность кадмия для растений проявляется в нарушении активности ферментов, торможении фотосинтеза, нарушении транспирации. Он блокирует SH-группы белков и небелковых соединений, в том числе компонентов антиоксидантной защиты [3]. Это сопровождается активацией свободнорадикального окисления и последующего окисления макромолекул. Кадмий взаимодействует с клеточными мембранами, изменяя их проницаемость и вызывая разрывы. При токсичном воздействии металла у растений наблюдаются задержка роста, повреждение корневой системы и хлороз листьев [4]. Кадмий легко поступает из почвы и атмосферы в растения.

В последние годы появляется большое количество публикаций, в которых обсуждается возможность модификации действия тяжелых металлов на культурные растения при применении регуляторов роста, в частности brassinosterоидов.

*Работа выполнена в рамках НИР «Оценка морфофизиологической и генетической активности brassinosterоидов и стероидных гликозидов для расширения спектра действия биорегуляторов растений стероидной природы» подпрограммы 2.3 «Биорегуляторы растений» ГПНИ «Химические технологии и материалы» (№ госрегистрации 20160577 от 01.04.2016).

В научной литературе широко обсуждается способность brassinosterоидов регулировать рост и развитие растений в процессе онтогенеза. Известно, что они изменяют активность ферментов, активируют синтез белков и нуклеиновых кислот, регулируют метаболизм аминокислот и жирных кислот, влияют на гормональный статус растительного организма, стимулируют растяжение и деление клеток. Детальное изучение функций brassinosterоидов позволило выявить их антистрессовый характер в повышении устойчивости растений к засухе, анаэробнозису, засолению, полеганию [5; 6]. Однако механизмы стресс-протекторного действия brassinosterоидов остаются в настоящее время практически не исследованными. Полученные данные могут стать основанием для разработки способов применения brassinosterоидов в сельскохозяйственной практике для повышения устойчивости растений к стрессовым факторам окружающей среды, увеличения урожая и улучшения его качества.

Целью данной работы является изучение влияния brassinosterоидов (гомобрассинолида и эпикастостерона) на рост и антистрессовую устойчивость растений злаковых культур в условиях воздействия ионов кадмия.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны злаковые культуры: ячмень яровой сорта «Стратус» и пшеница озимая сорта «Сейлор».

Для оценки влияния brassinosterоидов (эпикастостерона и гомобрассинолида) на рост растений и активность ферментов (каталазы и пероксидазы) у ячменя ярового сорта «Стратус» и пшеницы озимой сорта «Сейлор» в условиях воздействия ионов кадмия были использованы следующие варианты опыта:

- 1) дистиллированная вода (контроль);
- 2) эпикастостерон с концентрацией 10^{-8} %;
- 3) гомобрассинолид с концентрацией 10^{-8} %;
- 4) CdCl_2 с пороговой концентрацией 10^{-4} М;
- 5) CdCl_2 с концентрацией 10^{-4} М + эпикастостерон с концентрацией 10^{-8} %;
- 6) CdCl_2 с концентрацией 10^{-4} М + гомобрассинолид с концентрацией 10^{-8} %.

Семена злаковых культур предварительно замачивали 6 часов в растворах brassinosterоидов (гомобрассинолида и эпикастостерона). Далее семена проращивали ролонным методом [7]. На 10-е сутки проводили измерение длины корешков и побегов, определяли массу 20 корешков и побегов и исследовали активность ферментов каталазы и пероксидазы в корешках и побегах проростков ячменя и пшеницы использованных вариантов опыта. Определение активности пероксидазы в корешках и побегах проростков проводили по методу А. Н. Бояркина [8], основанному на определении скорости реакции окисления бензидина под действием пероксидазы, содержащейся в растениях, до образования продукта окисления синего цвета определенной концентрации.

Определение активности каталазы в корешках и побегах исследуемых растений проводили по методу М. А. Королюк [9], основанному на способности перекиси водорода образовывать с солями молибдена стойкий окрашенный комплекс.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что у ячменя ярового при использовании кадмия в концентрации 10^{-4} М наблюдалось сильное ингибирование роста корешков и побегов. Длина корешков уменьшалась на 36,1 %, а побега – на 16,7 % (таблица 1). Соответственно, наблюдалось и снижение средней массы 20 корней и побегов. Предварительная обработка семян ячменя гомобрассинолидом в концентрации 10^{-8} % приводила к увеличению длины корней и побегов, а также массы. Так, длина корней и побегов у растений ячменя увеличивалась на 12,9 и 12,5 %. Предварительная обработка семян

эпикастостероном в концентрации 10^{-8} %, приводила к увеличению длины корней и побегов у растений ячменя ярового на 4,9 и 5,5 % соответственно.

Одно из проявлений защитных реакций растений в условиях стресс-факторов – возрастание активности пероксидазы и каталазы, которые являются ферментами антиоксидантной защиты и обеспечивают нормальный ход окислительных процессов при различного рода неблагоприятных воздействиях.

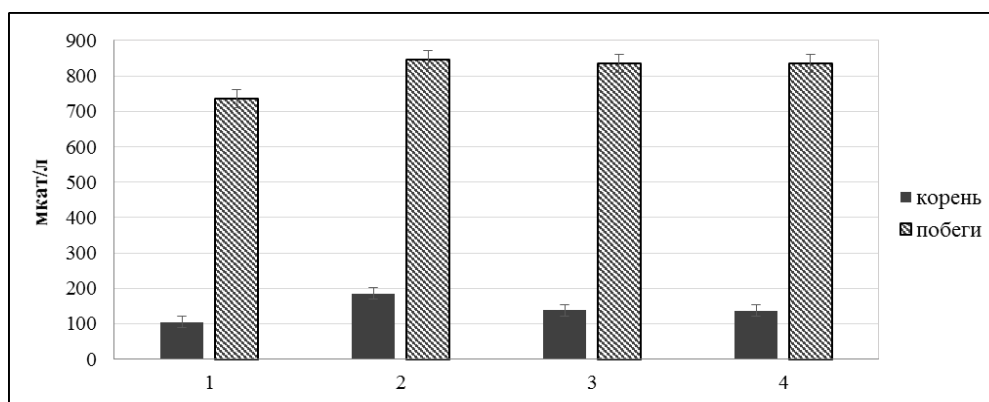
Присутствие в среде ионов кадмия в концентрации 10^{-4} М приводило к увеличению активности каталазы в корнях ячменя ярового на 77,1 % и в побегах на 14,9 % по сравнению с контрольными растениями (рисунок 1).

Предобработка семян ячменя ярового брассиностероидами приводила к снижению активности каталазы в корнях на 25,5 (гомобрассинолид) и 26,0 % (эпикастостерон) и в побегах – на 1,2 (гомобрассинолид) и 1,3 % (эпикастостерон).

Таблица 1. – Влияние гомобрассинолида и эпикастостерона на длину корней, побегов и массу ячменя ярового сорта «Стратус» при воздействии ионов кадмия (10-е сутки)

Вариант опыта	Корни		Побеги	
	длина	масса (20 шт)	длина	масса (20 шт)
Контроль	86,92 ± 1,71	1,79 ± 0,01	132,72 ± 2,22	2,35 ± 0,03
Cd^{2+} , 10^{-4} М	55,55 ± 1,82**	0,92 ± 0,01**	110,58 ± 2,39**	1,87 ± 0,01**
ГБ, 10^{-8} %	94,55 ± 2,55*	1,90 ± 0,02*	138,50 ± 2,41	2,41 ± 0,01
Cd^{2+} , 10^{-4} М + ГБ, 10^{-8} %	62,75 ± 1,74**	1,03 ± 0,01*	124,37 ± 2,34**	2,03 ± 0,01**
ЭК, 10^{-8} %	99,77 ± 2,64**	1,96 ± 0,02*	139,35 ± 2,32*	2,56 ± 0,02*
Cd^{2+} , 10^{-4} М + ЭК, 10^{-8} %	58,27 ± 1,51	0,98 ± 0,01*	116,68 ± 1,86*	2,01 ± 0,01**

Примечание – * – достоверно при $P \leq 0,05$; ** – достоверно при $P \leq 0,01$.

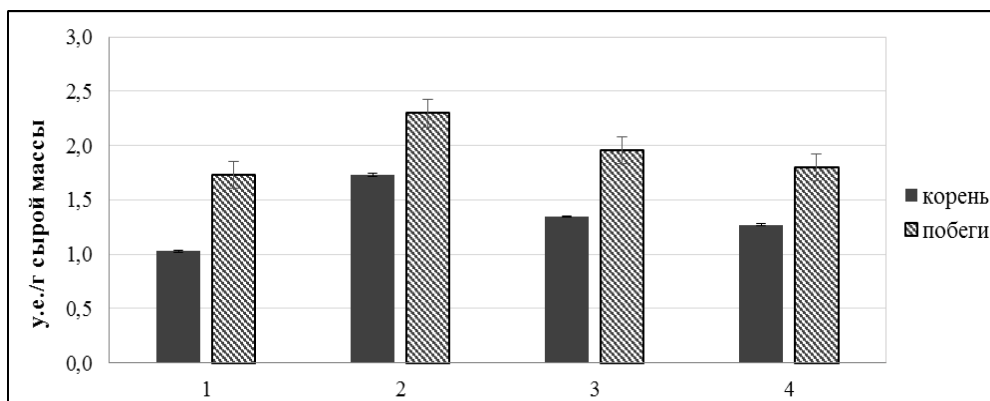


1 – Контроль; 2 – Cd^{2+} , 10^{-4} М; 3 – Cd^{2+} , 10^{-4} М + ГБ, 10^{-8} %; 4 – Cd^{2+} , 10^{-4} М + ЭК, 10^{-8} %

Рисунок 1. – Активность каталазы в проростках ячменя ярового сорта «Стратус» в присутствии ионов кадмия

В детоксикации перекиси водорода важную роль, кроме каталазы, играет пероксидаза. Было установлено, что при воздействии ионов кадмия в концентрации 10^{-4} М наблюдалось увеличение активности пероксидазы в проростках ячменя ярового (в корнях – на 67,9 %, в побегах – на 32,9 %) (рисунок 2).

Предварительная обработка семян ячменя ярового гомобрассинолидом приводила к снижению активности пероксидазы (в корнях на 21,9 %, в побегах – на 14,8 %). Предобработка эпикастостероном приводила к снижению активности пероксидазы (в корнях – на 26,6 %, в побегах – на 21,7 %).



1 – Контроль; 2 – Cd²⁺, 10⁻⁴ M; 3 – Cd²⁺, 10⁻⁴ M + ГБ, 10⁻⁸ %; 4 – Cd²⁺, 10⁻⁴ M + ЭК, 10⁻⁸ %

Рисунок 2. – Активность пероксидазы в проростках ячменя ярового сорта «Стратус» в присутствии ионов кадмия

У пшеницы озимой при использовании кадмия в концентрации 10⁻⁴ M также наблюдалось ингибирование роста корешков и побегов. Длина корешков уменьшалась на 22,2 %, побега – на 12,2 % (таблица 2). Соответственно, наблюдалось и снижение средней массы 20 корней и побегов.

Таблица 2. – Влияние гомобрассинолида и эпикастостерона на длину корней, побегов и массу растений пшеницы озимой сорта «Сейлор» при воздействии ионов кадмия (10-е сутки)

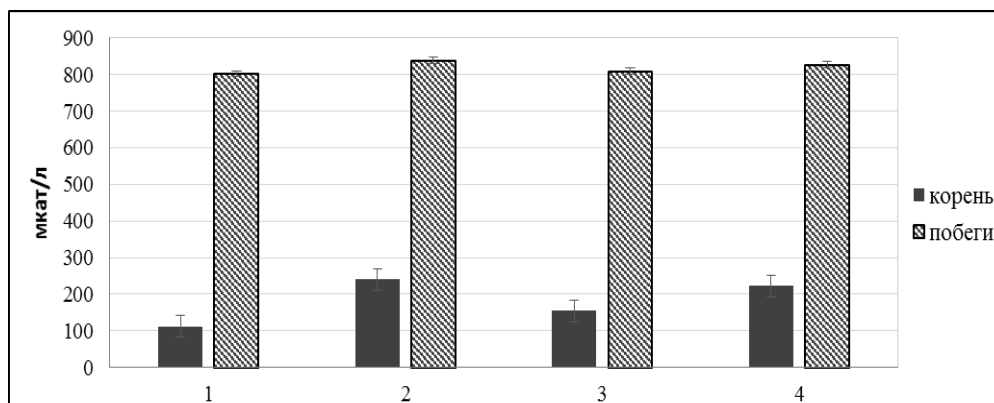
Вариант опыта	Корни		Побеги	
	длина	масса (20 шт)	длина	масса (20 шт)
Контроль	106,97 ± 2,93	1,42 ± 0,04	130,35 ± 2,99	1,69 ± 0,03
Cd ²⁺ , 10 ⁻⁴ M	83,22 ± 1,84**	1,26 ± 0,02*	114,47 ± 3,63**	1,52 ± 0,03*
ГБ, 10 ⁻⁸ %	119,43 ± 2,87**	1,57 ± 0,06	151,0 ± 3,83**	1,92 ± 0,05*
Cd ²⁺ , 10 ⁻⁴ M + ГБ, 10 ⁻⁸ %	94,43 ± 2,28**	1,36 ± 0,06	123,68 ± 2,70*	1,62 ± 0,02
ЭК, 10 ⁻⁸ %	118,22 ± 2,49**	1,55 ± 0,05	150,98 ± 3,10**	1,90 ± 0,04*
Cd ²⁺ , 10 ⁻⁴ M + ЭК, 10 ⁻⁸ %	95,37 ± 1,81**	1,38 ± 0,05	125,48 ± 3,44*	1,66 ± 0,03*

Примечание – * – достоверно при $P \leq 0,05$; ** – достоверно при $P \leq 0,01$.

Предварительная обработка семян гомобрассинолидом в концентрации 10⁻⁸ % приводила к увеличению длины корней и побегов у растений пшеницы озимой на 13,5 и 8,0 %. Предварительная обработка семян эпикастостероном в концентрации 10⁻⁸ % приводила к увеличению длины корней и побегов у растений пшеницы озимой (на 14,6 и 9,6 % соответственно).

В опытах с пшеницей ионы кадмия в концентрации 10⁻⁴ M приводили к сильному увеличению активности каталазы. Так, активность каталазы в корнях увеличивалась на 114,6 %, в побегах – на 4,5 % (рисунок 3).

Предварительная обработка семян гомобрассинолидом в концентрации 10⁻⁸ % приводила к снижению активности каталазы в корнях на 35,4 % и побегах на 3,5 %. Предобработка семян эпикастостероном в концентрации 10⁻⁸ % приводила к снижению активности каталазы в корнях на 7,2 % и в побегах на 1,4 %.

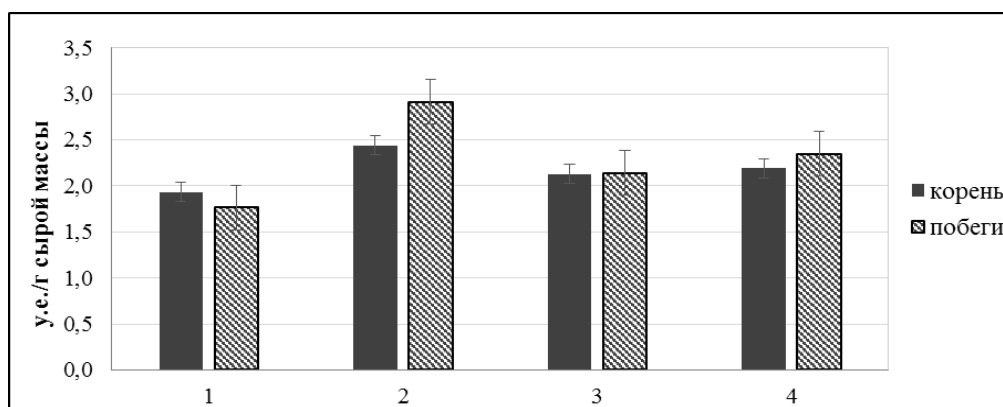


1 – Контроль; 2 – Cd^{2+} , 10^{-4} M; 3 – Cd^{2+} , 10^{-4} M + ГБ, 10^{-8} %; 4 – Cd^{2+} , 10^{-4} M + ЭК, 10^{-8} %

Рисунок 3. – Активность каталазы в проростках пшеницы озимой сорта «Сейлор» в присутствии ионов кадмия

Ионы кадмия в концентрации 10^{-4} M также приводили к увеличению активности пероксидазы. Так, активность пероксидазы в корнях увеличивалась на 25,8 %, в побегах – на 64,4 % (рисунок 4).

Предварительная обработка семян пшеницы озимой гомобрасинолидом приводила к снижению активности пероксидазы (в корнях на 12,7 %, в побегах – на 26,5 %). Предобработка эпикастостероном также приводила к снижению активности пероксидазы (в корнях на 10,3 %, в побегах – на 19,2 %).



1 – Контроль; 2 – Cd^{2+} , 10^{-4} M; 3 – Cd^{2+} , 10^{-4} M + ГБ, 10^{-8} %; 4 – Cd^{2+} , 10^{-4} M + ЭК, 10^{-8} %

Рисунок 4. – Активность пероксидазы в проростках пшеницы озимой сорта «Сейлор» в присутствии ионов кадмия

Закключение

Под воздействием ионов кадмия увеличивается активность каталазы и пероксидазы, которые являются одним из важнейших механизмов защиты в условиях токсичного действия ионов тяжелых металлов. В результате активации ферментов антиоксидантной защиты (каталазы и пероксидазы) подавляется образование избыточных активных форм кислорода и снижается гибель клеток под действием ионов тяжелых металлов.

Гомобрасинолид и эпикастостерон обладает антистрессовым действием в условиях токсического действия кадмия на злаковые культуры, что выражается в снижении активности ферментов антиоксидантной системы. Предобработка семян растений брас-

синостероидами способствует снижению повреждающего действия неблагоприятных факторов, что указывает на их участие в развитии реакций, способствующих адаптации растений к возможным стрессовым ситуациям. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о больших возможностях применения brassinosteroidов для повышения адаптационной способности злаковых культур в условиях воздействия тяжелых металлов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нестерова, А. Н. Действие тяжелых металлов на корни растений. Поступление свинца, кадмия и цинка в корни, локализация металлов и механизмы устойчивости растений / А. Н. Нестерова // Биол. науки. – 1989. – № 9. – С. 72–86.
2. Серегин, И. В. Является ли барьерная функция эндодермы единственной причиной устойчивости ветвления корней к солям тяжелых металлов / И. В. Серегин, В. Б. Иванов // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 6. – С. 922–925.
3. Изучение взаимодействия ионов двухвалентного кадмия с нуклеотидами и природной ДНК / В. А. Сорокин [и др.] // Биофизика. – 1997. – Т. 42, № 1. – С. 105–116.
4. Нестерова, А. Н. Воздействие ионов свинца, кадмия и цинка на клеточную организацию меристемы и рост корней проростков кукурузы : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / А. Н. Нестерова. – М. : Изд-во МГУ, 1989. – 26 с.
5. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова [и др.] // Агрехимия. – 2005. – № 11. – С. 76–86.
6. Хрипач, В. А. Brassinosteroidы / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
7. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. – Взамен ГОСТ 12038-66. – Введ. 01.07.86. – М. : Стандартинформ, 2011. – С. 36–64.
8. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по физиологии растений / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, Л. М. Хандобина. – М. : Высш. шк., 1975. – С. 207–209.
9. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк [и др.] // Лаб. дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 04.03.2019

Artsiamuk A. G., Marynevich A. A. Growth Regulating Activity and Anti-Stress Effect of Brassinosteroids on Gramineous under the Influence of Cadmium Ions

The effect of brassinosteroids (homobrassinolide and epicastasterone) on the growth of spring barley and winter wheat under the influence of cadmium ions was studied. It was revealed that homobrassinolide and epicastasterone have anti-stress effect under conditions of toxic action of cadmium on gramineous, resulting in reduced activity of antioxidant enzymes. It was shown that changes in biochemical processes in cells that occur under the influence of cadmium ions to some extent can be offset by the effect of brassinosteroids.

УДК 599.742.11

В. Е. Гайдук¹, Е. С. Блоцкая²¹д-р биол. наук, проф. каф. зоологии и генетики

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

²канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

e-mail: 2iva.abramova@gmail.com**БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ПИТАНИЕ
И ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ОБЫКНОВЕННОЙ ЛИСИЦЫ
(*Vulpes Vulpes L.*) В ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ**

На основании многолетних (1964–2018) полевых исследований обыкновенной лисицы в юго-западной и центральной Беларуси, литературных и статистических сведений приведены данные о биотопическом распределении, трофике, динамике численности и плотности популяций. За период исследований отмечены 12 пиков динамики численности лисицы, которые повторяются через 2–5 лет.

Введение

Одной из актуальных проблем в экологии животных является проблема рационального использования охотничьих животных. Успешное решение оптимизации эксплуатации популяций этой группы животных возможно только при обстоятельном знании основных параметров их экологии. Лисица является одним из значимых видов охотничьей фауны Беларуси. Это ресурсный вид охотничьего хозяйства, потребитель ряда ценных и редких видов животных, эпизоотически опасный вид – распространитель чесотки, бешенства и чумы плотоядных животных. Все это обуславливает необходимость изучения экологии популяций лисицы в природных условиях Беларуси. В недалеком прошлом в конце XX столетия лисица среди пушных зверей (40 видов) относилась к числу важнейших промысловых видов СССР наряду с белкой, ондатрой, соболем и песцом [1].

Материалы и методы

Исследования проводились в 1964–2018 гг. в Минской (Березинский и Борисовский районы) и Брестской (Брестский, Ивацевичский, Березовский, Малоритский и др. районы) областях. Как в первом, так и во втором регионах биотопы мозаичны и представлены различными насаждениями древесных пород и кустарников, чередующимися с полянами, лугами и полями. Лесистость территории составляла 30–50 %. В основу работы положены зимние (декабрь–январь) учеты следов на постоянных маршрутах (около 8 тыс. км) с большим числом фиксированных ориентиров. При определении плотности населения зверей по данным маршрутного учета использовали методику С. Г. Приклонского [2]. Использовали формулу А. Н. Формозова, дополненую С. Д. Перелишиным (1950):

$$Z = 1,57 s/dm,$$

где Z – число зверей на единицу площади (1 000 га); s – число пересеченных следов; d – протяженность суточного следа зверя (км); m – протяженность маршрута (десятки км).

Использовали статистические данные по численности и добыче лисицы комитета природных ресурсов Беларуси и Брестской области, в том числе опубликованные в сборнике «Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень». При изучении питания лисицы проанализировано 980 пищевых проб (экскременты и остатки пищи у жилых нор), при этом применяли методы Г. А. Новикова [3]. Для мониторинга

численности мелких млекопитающих применяли ловушки Геро, данные об отловах зверьков приведены в монографии [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Ареал обыкновенной лисицы охватывает большую часть Голарктики: Северную Африку, Европу, Азию до южной границы тундры, Северную Америку, кроме северо-западной территории Канады [5]. В Беларуси распространена повсеместно, но неравномерно.

О биотопическом распределении лисицы в некоторой мере можно судить по распределению нор зверей в различных биотопах и следовой деятельности в снежный период года. По нашим данным ($n = 380$), норы лисиц в основном встречаются в сосновых молодняках (52,1 %), значительно реже в средневозрастных (26,8 %) и приспевающих (13,7 %) лесах. Спелые и перестойные сосновые насаждения заселяет редко (5,0 %). В других лесах (широколиственных, еловых) и открытых биотопах встречается крайне редко (до 2,4 %). Иногда роет норы на мелиоративных каналах или залежах, примыкающих к лесам. Например, в округе г. Бреста в долине р. Лесная несколько лет подряд (2001–2008) была зарегистрирована жилая нора лисицы на берегу мелиоративного канала. Сходное распределение нор лисиц ($n = 441$) характерно для лесов между речья Днестра и Припяти Гомельской области. По данным Ю. И. Сержанина [6], в 1971–1976 гг. среди сосновых насаждений лисица предпочитала молодняки первого и второго классов возраста (60,0 %), значительно реже отмечалась в средневозрастных (18,9 %) и приспевающих (14,0 %) лесах. Спелые перестойные сосновые насаждения заселялись зверем крайне редко.

Пространственное распределение популяций лисицы было изучено в различных биотопах в зимнее время. В Березинском и Ивацевичском районах в старовозрастных сосновых лесах было зарегистрировано от 12 до 80, в среднем 55 пересечений следов на 10 км/сут.; в средневозрастных лесах – от 15 до 120, в среднем 45 следов; на фрагментированных участках леса с чередованием полей и полей – 30–170, в среднем 95 пересечений следов; в обширном агроландшафте – 14–90, в среднем 60 следов в сутки; в агроландшафтах вблизи поселений сельского типа – 5–80, в среднем 30 пересечений в сутки на 10 км маршрута.

Суточная активность обыкновенной лисицы. В светлое время суток активность лисиц (мышкование, преследование добычи, просто передвижение и т. д.) изменяется в различные сезоны года в связи с неодинаковой продолжительностью светлой части суток (таблица 1). Наибольшее число встреч лисицы во все сезоны года приходится на одно и то же время – с 8 до 11 часов. В зимне-осенние периоды звери встречаются в это время чаще – соответственно 37,6 и 29,1 % от всех встреч. На короткие зимние дни с 8 до 17 часов приходится 77,2 % всех встреч лисиц. В летний период она встречается значительно чаще до 8 часов и после 17 часов – 24,2 и 23,3 %. Летом в середине дня, когда температура наиболее высокая, двигательная активность лисицы снижается, в меньшей мере это относится к весне и осени. На двигательную активность лисицы оказывают влияние активность кормовых объектов и их доступность для хищников, а также погодные условия. Отмечено, что в пасмурную погоду они более активны в середине дня, в солнечную несколько меньше. Сходный ритм двигательной активности лисицы был выявлен в Беловежской пушце [7].

Таблица 1. – Суточная активность лисицы в отдельные сезоны года (n – число встреч животных)

Время суток	Сезоны года							
	Зима (XII–II)		Весна (III–V)		Лето (VI–VIII)		Осень (IX–XI)	
	n = 340	%	n = 126	%	n = 318	%	n = 268	%
До 8	35	10,3	21	16,7	77	24,2	41	15,3
С 8 до 11	128	37,6	35	27,8	82	25,8	78	29,1
С 11 до 14	70	20,6	23	18,2	40	12,6	47	17,5
С 14 до 17	64	18,8	27	21,4	45	14,1	53	19,8
После 17	43	12,7	20	15,9	74	23,3	49	18,3

Трофика. Состав пищи лисицы сильно варьирует в различных частях ареала, в одной и той же местности по годам и сезонам, а также по биотопам в зависимости от обилия и доступности того или иного корма. Основу кормового рациона лисицы составляют млекопитающие (обыкновенная и рыжая полевки, желтогорлая и полевая мыши, зайцы и др.), на долю которых в весенне-летний сезон приходится 52,5 % из исследованных проб, в осенне-зимний период – 81,5 % (таблица 2). Затем идут птицы, участие которых в первый период составляет 36,2 %, во второй – 11,9 %. Среди птиц доминируют воробьинообразные – 20,8 %, а также курообразные (серая куропатка, перепел, рябчик). Лисица добывает и домашних птиц, как в весенне-летний, так и в осенне-зимний период (таблица 2). Значительную долю в трофике занимает падаль диких млекопитающих (дикий кабан, лось, косуля, бобр) и домашних животных (крупнорогатый скот, овцы, собаки). В теплый период года лисицы добывают пресмыкающихся (ящерицы, змеи), земноводных и насекомых. Другие виды кормов не играют заметной роли в рационе (насекомоядные, плоды, ягоды и др.).

Таблица 2. – Состав кормов лисицы в юго-западной и центральной Беларуси, % от числа исследованных проб

Группы и виды кормов	Весенне-летний сезон, n = 240		Осенне-зимний сезон, n = 160	
	n	%	n	%
Млекопитающие:	120	50,0	137	81,5
Мышевидные грызуны	75	31,3	111	66,0
Зайцы	8	3,3	5	3,0
Белка	2	0,8	1	0,6
Насекомоядные	4	1,6	2	1,2
Падаль диких животных	21	8,8	8	4,7
Падаль домашних животных	16	6,7	10	6,0
Птицы	87	36,2	20	11,9
В том числе:				
воробьинообразные	50	20,8	5	3,0
курообразные	8	3,3	3	1,8
дикие утки	2	0,8	–	–
домашние птицы	27	11,3	12	7,1
Рептилии	6	2,5	–	–
Насекомые	14	5,9	6	3,6
Растительные корма	7	2,9	5	3,0

В связи с этим отметим, что в Беловежской пуце мышевидные грызуны в весенне-летний сезон составляют 36,8 %, в осенне-зимний – 42,8 % от числа исследованных проб. Эти показатели несколько выше в охранный зоне пуцы – 44,7 и 71,6 %. На долю

птиц здесь приходится 36,6 % в весенне-летний сезон и 11,9 % в осенне-зимний сезон. В охраняемой части пуши эти показатели выше – 37,9 и 17,0 % [8; 9]. Было показано [10], что в рационе лисицы Беларуси преобладали полевки рода *Microtus* – до 67,3 %, рыжая полевка – до 33,9 % и падаль диких парнокопытных – до 64,3 % от потребляемой биомассы.

Лисица охотится на различных животных. Чаще всего мы наблюдали ее охотящейся на мышевидных грызунов (44,4 %) как в открытых биотопах, так и в лесных. На зайца-русака и беляка значительно реже – соответственно 20,0 и 10,9 % от числа наблюдений. Нами было зарегистрировано три случая поимки зайца-русака и один случай – зайца-беляка, при этом лисица закопала добычу в снегу. Очевидно, звери заготовили пищу впрок. Охотится лисица на диких курообразных (2,9 %) и домашних птиц (7,0 %), поедает насекомых (4,7 %) и растительные корма (2,3 %).

Проблема динамики численности животных в последние десятилетия занимает ведущее место в экологических исследованиях. Это обусловлено не только огромной практической значимостью этой проблемы, но и тем, что динамика численности отражает всю сумму реакций популяций на комплекс внешних и внутренних факторов. В Беларуси к ресурсным видам относится и обыкновенная лисица. Мониторинг динамики популяции этого вида может быть индикатором экологического состояния окружающей среды, характера воздействия антропогенного фактора на экосистемы региона.

Таблица 3. – Встречи охотящихся лисиц за кормовым объектом

Виды охоты	Число случаев, n = 385	% от числа наблюдений
Добывала мышевидных грызунов	170	44,4
Охотилась за зайцем-русаком:	77	20,0
а) бежала по следам	64	16,6
б) добыла зверя	13	3,4
Охотилась за зайцем-беляком	42	10,9
а) бежала по следам	37	9,6
б) добыла зверя	5	1,3
Охотилась за дикими птицами	42	10,9
в том числе за курообразными	11	2,9
Охотилась за домашними птицами	27	7,0
Поедала насекомых	18	4,7
Поедала растения	9	2,3

За многие столетия популяции лисицы в какой-то степени адаптировались к воздействию охоты. Это обстоятельство необходимо иметь в виду при оценке роли охоты в динамике численности и разработке рациональной эксплуатации вида.

Данные о численности лисицы в конце XX в. приведены в монографии [9]. По данным Б. П. Савицкого с соавторами, численность вида в Брестской области возросла до 5, в Минской области до 4,1 ос/1 000 га лесной площади, а в районе наших исследований до 2,0 ос/1 000 га лесных угодий. Общая численность лисицы в Беларуси находится на уровне 25–28 тыс. особей к началу сезона охоты.

По данным зимнего маршрутного учета, в Березинском и Борисовском районах Минской области в 1964–1984 гг. показатель учета в различные годы варьировал в пределах 4,1–15,2 следа на 10 км маршрута, который проходил через насаждения сосновых и смешанных лесов, чередующихся с полянами, лугами и полями. Показатель плотности населения колебался в пределах 0,8–3,1 зверя на 10 км² общей площади. Эти показатели в Березинском и Ивацевичском районах равны: 4,0–19,1 следа на 10 км маршру-

та и 0,88–2,52 зверя на 10 км². Было отмечено 5 пиков динамики численности лисицы, которые повторялись через 2–5 лет [11]. Для популяций вида характерно отсутствие четкой ритмичности динамики численности и относительно небольшая ее амплитуда.

Зимние маршрутные учеты, которые проводились позже в этих регионах в отдельные годы (1990, 2001, 2002, 2009 и 2012–2014) показали, что численность и плотность лисицы варьировала примерно с том же диапазоне с тенденцией снижения. Эти показатели значительно ниже, чем в Налибокской пуще и на ее сопредельных территориях [10].

Динамика численности и добычи лисицы в центральной и юго-западной Беларуси нами прослежена с 1948 г. по настоящее время. О численности лисицы некоторое представление дают заготовки шкурок. По сведениям И. Н. Сержанина [12], выход лисицы на 1 тыс. га лесной площади в 1956–1959 гг. в Березинском и Борисовском районах Минской области составлял 0,2–1,9 экз.; в Ивацевичском районе Брестской области – 0,2–1,9, в Березовском районе – 2,0–3,9 экз., в Брестском районе – 1,0–9,0 экз.

Среднегодовой выход шкурок лисицы в Брестской области в 1948–1952 гг. составлял 3,4, в 1955–1959 гг. – 1,8, в Минской области – 2,7 и 1,3 экз. соответственно. Позже Ю. И. Сержанин [13] дополнил эти данные. Было показано, что в 1955–1969 гг. на 1 тыс. га лесной площади в Брестской области среднегодовой выход шкурок лисицы составлял 3,9 экз. Заготовки шкурок по районам варьировали: в Березовском районе – 3,7, в Ивацевичском – 1,4, в Брестском – 10,2 экз. В Минской области в этот период они составляли в среднем 2,0 экз., в Борисовском и Березинском районах по 1,3 экз.

Динамика численности лисицы в Брестской области в 1973–1997 гг. [14] изменялась с 2 274 экз. в 1980 г. до 5 750 экз. в 1997 г. Заготовка шкурок была низкой в большинстве лет (не более 100 шкурок) и только в 1995–1997 гг. достигла 800–1 600 экз. Позже, в 2000–2008 гг., численность лисицы в охотхозяйствах Брестской области, по данным Брестского областного управления статистики, колебалась от 5 971 особи в 2003 г. до 7 612 особей в 2007 г., добыча – от 46,9 % и выше.

В последующие годы отмечено снижение численности и добыча этого зверя в регионе. Эта тенденция характерна в целом для Беларуси. Если в охотничьих угодьях, по данным Министерства лесного хозяйства, в 2011 г. численность лисицы оценивалась в 42,7 тыс., то в последующие годы она снижалась и в 2014 г. составляла 29,7 тыс., процент изъятия колебался в эти годы от 42,5 в 2011 г. до 56,0 в 2014 г. [15]. Значительно более высокие показатели численности приводит А. А. Сидорович [10]. По ее расчетным данным численность лисицы в Минской области составляла 27,8 тыс. особей, в Брестской – 37,1 тыс. особей, в среднем на территории Беларуси – 158,6 тыс. особей.

Экологи и охотоведы пришли к выводу [16–20], что для нормального существования охотничьих зверей, в том числе и лисицы, с помощью целенаправленного рационального промысла можно в определенной степени управлять популяциями животных не только в интересах человека, но и самих популяций.

Заключение

Обыкновенная лисица в Беларуси и регионе является широко распространенным видом. Предпочитает селиться в молодых и средневозрастных сосновых и смешанных лесах. Наибольшая активность лисицы в светлое время суток во все сезоны года приходится на 8–11 часов.

Основу кормового рациона вида составляют млекопитающие (мелкие грызуны, зайцы и др.), на долю которых в весенне-летний период приходится 52,5 % от исследованных проб, в осенне-зимний период – 81,5 % проб. На долю птиц приходится соответственно 36,2 и 20,8 % исследованных проб.

Динамика численности лисицы варьирует по годам как в регионах исследования, так и в целом в Беларуси, в последнее десятилетие с тенденцией снижения. Так, в охотхозяйствах Беларуси численность лисицы оценивалась в 2011 г. в 42,7 тыс., в 2014 г. – в 29,7 тыс. Процент изъятия зверей колебался в этот период в пределах 42,5–56,0 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шиляева, Л. М. Ресурсы основных видов пушных зверей в СССР и их использование / Л. М. Шиляева, Н. Н. Бакеев // Промысловая териология : сб. ст. – М. : Наука, 1982. – С. 5–27.
2. Приклонский, С. Г. Зимний маршрутный учет охотничьих животных / С. Г. Приклонский // Тр. Окского гос. заповедника. – 1973. – Вып. 9. – С. 35–62.
3. Новиков, Г. А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных / Г. А. Новиков. – М. : Совет. наука, 1953. – 502 с.
4. 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.
5. Млекопитающие Советского Союза : в 3 т. / В. Г. Гептнер [и др.]. – М. : Высш. шк., 1961–1976. – Т. 2, ч. 1. – 1967. – С. 318–393.
6. Сержанин, Ю. И. Численность и распределение нор лисиц в лесах междуречья Днепра и Припяти / Ю. И. Сержанин // Экологические основы охраны и рационального использования хищных млекопитающих : материалы Всесоюз. совещ. / отв. ред. акад. В. Е. Соколов. – М. : Наука, 1979. – С. 193–194.
7. Буневич, А. Н. Особенности активности лисицы Беловежской пуши в светлое время суток / А. Н. Буневич // Заповедники Белоруссии. Исследования. – Минск : Ураджай, 1982. – Вып. 6. – С. 67–71.
8. Буневич, А. Н. Питание лисицы в Беловежской пуше и ее охранной зоне / А. Н. Буневич // Заповедники Белоруссии. Исследования. – Минск : Ураджай, 1986. – Вып. 10. – С. 94–102.
9. Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко // Млекопитающие Беларуси. – Минск : Изд. центр БГУ, 2005. – 319 с.
10. Сидорович, А. А. Закономерности популяционной экологии лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes* L.) в условиях Беларуси : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.04 / А. А. Сидорович. – Минск, 2011. – 22 с.
11. Гайдук, В. Е. Динамика численности популяций обыкновенной лисицы в центральной и юго-западной части Беларуси / В. Е. Гайдук, Е. С. Блоцкая // Тр. IV съезда ВТО. – М. : Изд-во АН СССР, 1986. – Т. 2. – С. 193–194.
12. Сержанин, И. Н. Млекопитающие Белоруссии / И. Н. Сержанин. – Минск : Изд-во АН БССР, 1961. – 318 с.
13. Сержанин, Ю. И. Географическое распространение и состояние естественных запасов охотничье-промысловых млекопитающих в Белорусской ССР / Ю. И. Сержанин. – Минск : Наука и техника, 1970. – 129 с.
14. Биология промыслово-охотничьих наземных позвоночных Брестской области / В. Е. Гайдук [и др.]. – Брест : БрГУ, 1999. – 134 с.
15. Состояние природной среды Беларуси : экол. бюл. 2014 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск : Минсктиппроект, 2015. – 324 с.
16. Павлов, Б. К. Управление популяциями охотничьих животных / Б. К. Павлов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 144 с.
17. Глушков, В. М. Управление популяциями охотничьих животных / В. М. Глушков, Н. Н. Граков, И. С. Козловский. – Киров, 1999. – 211 с.

18. Гайдук, В. Е. Годовые и многолетние биоритмы млекопитающих Беларуси (на примере модельных охотничьих видов) : монография / В. Е. Гайдук. – Брест : Изд-во БрГУ, 2005. – 192 с.

19. Гуринович, А. Проблемы управления ресурсами охотничьей фауны в Беларуси, пути их решения / А. Гуринович // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси : сб. ст. XI Зоол. Междунар. науч.-практ. конф., приуроч. к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, 1–3 нояб. 2017 г. – Минск : А. Н. Вараксин, 2017. – С. 85–95.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 01.04.2019

Gaiduk V. E., Blockaja E. S. Biotopic Distribution, Trophic and Dynamic Quantity of the Common Fox (*Vulpes Vulpes L.*) in the Central and South-West of Belarus

On the basis of perennial (1964–2018) field studies of common fox in the central and south-west of Belarus, literature and statistical data the authors presents of the dates about biotopic distribution, feeding and population dynamics and population density. During the study period were register 12 peaks of the number of foxes, which are repeated in 2–5 years.

УДК [502.057+581.5]:546.81

М. Г. Герменчук¹, А. И. Позднякова²¹канд. техн. наук, доц.,

директор Центра по ядерной и радиационной безопасности

Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

²аспирант 3-го года обучения каф. экологического мониторинга

Международного государственного института имени А. Д. Сахарова

Белорусского государственного университета

e-mail: [1margermen@gmail.com](mailto:margermen@gmail.com); [2anastacia.pazdniakova@gmail.com](mailto:anastacia.pazdniakova@gmail.com)**РЕЗУЛЬТАТЫ ФОНОВОГО МОНИТОРИНГА ПОЧВ
В ЗОНЕ НАБЛЮДЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Основной экологической задачей перед пуском в эксплуатацию любого промышленного объекта является создание сети экологического мониторинга. Т. к. подобных радиационно-экологически опасных объектов в Республике Беларусь ранее не было, в зоне воздействия станции создана система комплексного мониторинга, которая позволяет наблюдать за изменениями экосистемы в динамике и оценивать негативную нагрузку на каждый компонент в системе в связи с другими. Как правило, при оценке экологической обстановки вокруг атомной электростанции основное внимание уделяется воздействию радиоактивных выбросов и сбросов радиационно опасного объекта. Однако атомная электростанция, как и любой промышленный объект, и во время строительства, и во время эксплуатации оказывает воздействие нерадиационного характера. Статья содержит результаты изучения и оценки такого воздействия на почвы в зоне наблюдения Белорусской АЭС на этапе ее строительства.

Введение

Строительство атомной станции было обусловлено такими ее достоинствами, как независимость от внешних источников топлива и относительная экологическая чистота. Тем не менее атомная станция станет серьезной нагрузкой и окажет воздействие на все компоненты окружающей среды: почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир. Из них наиболее важным компонентом являются почвы, потому что именно почвы представляют собой своеобразный буфер для загрязнителей [1] как радиационной, так и нерадиационной природы и неизбежно оказываются составляющей в любой цепочке поступления загрязняющих веществ в организм человека.

Система комплексного мониторинга применяется для особо охраняемых природных территорий [2]. Однако для того чтобы оценивать такое воздействие, необходима отправная точка, которой в данном случае должен стать фоновый мониторинг. В работе представлены данные, полученные в результате исследований почв, донных отложений и растительности, отобранных в зоне наблюдения Белорусской АЭС.

Для Белорусской АЭС радиус зоны наблюдения составляет 12,9 км [3] от точки отсчета радиус-вектора (середина отрезка, соединяющего вентиляционные трубы двух энергоблоков АЭС). Именно эта зона была определена как зона воздействия, поэтому сеть комплексного мониторинга, которая состоит из 19 пунктов, размещается в ее пределах. Согласно ей и проводился отбор проб.

Материалы и методы

Методы отбора, подготовки и анализа. На содержание тяжелых металлов были отобраны 19 проб почв, 6 проб донных отложений, 31 проба водной растительности и 74 пробы лесной растительности. Отбор проб производился в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84. Отбор проб почв, растительности и донных отложений производился на репрезентативных площадках, характеризующих данную территорию.

Исследования проводились на базе государственного предприятия «Научно-практический центр гигиены». Пробоподготовка осуществлялась согласно Инструкции 4.1.10-14-5-2006 с помощью комплексов пробоподготовки многооперационных МКП 04. Пробоподготовка почв и донных отложений к определению содержания подвижных форм тяжелых металлов проводилась в соответствии с ч. 1 Временных методических рекомендаций по контролю загрязнения почв. Измерения осуществлялись в соответствии со следующими техническими нормативными правовыми актами:

1. МВИ.МН 3280-2009. Методика выполнения измерений концентраций тяжелых металлов в твердых матрицах методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии, утвержденная Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 30.12.2009 (медь, цинк, свинец, кадмий, хром, никель, марганец).

2. СТБ ISO 11885-2011. Качество воды. Определение некоторых элементов методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (медь, цинк, свинец, кадмий, хром, никель, марганец, мышьяк).

3. ГОСТ 31870-2012. Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии (мышьяк).

4. ISO 12846-2012. Качество воды. Определение содержания ртути. Метод с применением спектроскопии атомной абсорбции (ААС) с обогащением и без него.

5. МВИ концентрации ртути методом ААС. Сборник методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении измерений в области охраны окружающей среды. Ч. 2. Минск, 2011, с. 265 (определение ртути).

Для количественного определения содержания тяжелых металлов в различных объектах среды использовалось оборудование:

1) атомно-эмиссионный спектрометр Horiba JU 2000 фирмы Horiba Yobin Ivon (Япония, Франция);

2) атомно-абсорбционный спектрометр ContrAA 700 фирмы Analytik Jena (Германия);

3) атомно-абсорбционный спектрометр SpectrAA 240Z фирмы Agilent (США);

4) анализатор ртути «Юлия-5К» производства ООО НПО «Метрология» (Россия);

5) анализатор ртути «Юлия-2М» производства ООО НПО «Метрология» (Россия).

Подготовку приборов к работе проводили в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

Методы оценки результатов. Полученные результаты были статистически оценены по методике расчета неопределенности измерений при определении концентраций ионов тяжелых металлов в твердых матрицах (приложение МВИ.МН 3280-2009).

Оценка полученных результатов с использованием показателя биологического поглощения [4] производилась по формуле:

$$A_x = \frac{l_x}{n_x},$$

где l_x – содержание элемента в золе растений, n_x – содержание элемента в горной породе или почве, на которой произрастает данное растение, кларк литосферы.

Результаты и их обсуждение

В зоне наблюдения Белорусской АЭС отсутствуют пункты наблюдения, входящие в Национальную систему мониторинга окружающей среды, поэтому для оценки воздействия электростанции была сформирована сеть пунктов наблюдений и впервые на систематической основе получена информация о фоновом содержании тяжелых ме-

таллов (меди, цинка, свинца, кадмия, хрома, никеля, марганца, ртути, мышьяка) в почвах, объектах растительного мира и донных отложениях.

Все пробы в зоне воздействия БелАЭС были отобраны с учетом комплексности, т. е. с одной пробой почвы отбирались семь проб растительности. Это позволяет не только определить фоновое содержание тяжелых металлов в природных объектах, но и изучить способность их к миграции в растения и накоплению в лесной подстилке, почвах и других объектах.

В результате измерений тяжелых металлов в пробах почв установлено следующее:

- 1) в 40 % проб почв обнаружено превышение регионального кларка по цинку, свинцу, марганцу и никелю;
- 2) содержание мышьяка, ртути, меди, хрома в почвах не превышает региональных кларковых значений;
- 3) во всех пробах почв не обнаружено превышения нормативов по тяжелым металлам.

Результаты статистического анализа данных, полученных в 19 пробах почв, приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Содержание тяжелых металлов в почвах в зоне наблюдения Белорусской АЭС

	Min, мг/кг	Max, мг/кг	X, мг/кг	σ	m	Кларк, мг/кг	ПДК/ ОДК, мг/кг	Неопределенность измерения, мг/кг
As	< 0,063	0,92	0,26	0,297	0,063	1,5	2	0,07
Hg	< 0,015	0,08	0,02	0,015	0,004	0,05	2,1	0,002
Pb	4,76	12,77	2,13	2,35	0,54	12	32	1,43
Cd	< 0,17	0,29	0,18	0,027	0,006	0,05	0,5	0,20
Mn	27,96	1206,8	325,3	257,04	58,97	247	1 500	75,5
Cu	4,12	12,57	4,71	1,94	0,45	13	33	0,22
Zn	8,77	52,13	28,91	13,39	3,07	35	55	6,12
Cr	0,63	18,87	6,27	4,61	1,06	36	100	1,22
Ni	< 0,42	15,69	4,94	3,79	0,87	20	20	1,69
Co	< 8,33	12,57	8,55	0,97	0,22	3	20	0,72

Примечание – Min – минимальное значение элемент; Max – максимальное значение элемента; X – среднее значение; σ – стандартное отклонение; m – ошибка среднего; Кларк – данные по региональным кларкам [5]; ПДК/ОДК – предельно допустимые концентрации по ГН 2.1.7.11-12-5-2004; расширенная неопределенность измерений рассчитана при $k = 2$, $P = 95\%$.

Также на содержание тяжелых металлов были исследованы донные отложения. В результате измерений установлено следующее:

- 1) содержание кадмия в донных отложениях превышает ПДК в 2–5 раз;
- 2) результаты измерений кадмия во всех пробах донных отложений превосходят региональный кларк в 15–40 раз;
- 3) около 20 % проб донных отложений содержат количества марганца, цинка, никеля и свинца, превышающие региональный кларк.

Результаты статистического анализа полученных в 19 пробах почв данных приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Содержание тяжелых металлов в донных отложениях в зоне наблюдения Белорусской АЭС

	Min, мг/кг	Max, мг/кг	X, мг/кг	σ	m	Кларк, мг/кг	ПДК/ ОДК, мг/кг	Неопределенность измерения, мг/кг
As	0,16	0,46	0,26	0,1	0,05	1,5	2	0,08
Pb	1,07	8,39	4,0	2,73	1,12	12	32	0,41
Cd	0,33	2,50	1,60	0,68	0,28	0,05	0,5	1,16
Cr	1,25	6,96	3,16	2,13	0,87	36	100	0,73
Ni	2,35	6,49	4,78	1,48	0,60	20	20	1,56
Mn	63,16	1 019,55	355,03	337,37	137,73	247	1 500	77,7
Co	1,03	2,52	1,78	0,54	0,22	6	20	0,51
Zn	6,63	27,92	17,50	7,59	3,10	35	55	3,98
Cu	0,92	4,19	2,69	1,27	0,52	13	33	0,18

Примечание – Min – минимальное значение элемента, Max – максимальное значение элемента; X – среднее значение; σ – стандартное отклонение; m – ошибка среднего; Кларк – данные по региональным кларкам [5], ПДК/ОДК – предельно-допустимые концентрации по ГН 2.1.7.11-12-5-2004; расширенная неопределенность измерений рассчитана при $k = 2$, $P = 95\%$.

Растения способны регулировать поступление тяжелых металлов через корневую систему при их фоновых концентрациях в почвах. Однако при повышенных концентрациях защитные и регулирующие механизмы растений уже не могут препятствовать поступлению тяжелых металлов в вегетативные органы.

Следовательно, при большом накоплении тяжелых металлов в почвах будет происходить рост их содержания в растениях. С целью определения фонового уровня содержания тяжелых металлов был проведен анализ лесной подстилки и образцов растений. В результате проведенных испытаний установлено следующее:

1. Содержание тяжелых металлов в объектах лесного растительного мира варьируется в широком диапазоне, максимальное содержание тяжелых металлов может превышать минимальное в 2–40 раз.

2. Большая часть объектов лесной растительности (84 % проб) характеризуются высоким содержанием марганца – от 100,5 до 3 372,7 мг/кг. Максимальное содержание элементов в лесной растительности таково: свинец – 27,4 мг/кг, кадмий – 0,6 мг/кг в образцах лесной подстилки; мышьяк – 1,8 мг/кг, хром – 18,7 мг/кг в образцах коры, древесины, ветвей, хвои (сосны, ели); никель – 11,5 мг/кг в пробах мха, лишайников; цинк – 86,2 мг/кг, медь – 22,3 мг/кг в образцах лесной подстилки; марганец – 3 372,7 мг/кг в пробах лесных растений, в том числе лекарственных.

3. По валовому содержанию в объектах растительного мира тяжелые металлы можно разделить на несколько групп: элементы повышенной концентрации – марганец и цинк; средней концентрации – медь, никель, свинец и хром; низкой – кадмий и мышьяк; очень низкой – ртуть.

Тяжелые металлы могут находиться в почвах в связанном или обменном состоянии, доступном для корней растений. Чаще всего в дерново-подзолистых и серых лесных почвах тяжелые металлы мигрируют в форме нитратов, хлоридов, сульфатов, карбонатов, бикарбонатов [6]. В связи с этим помимо валовых были определены подвижные формы содержания тяжелых металлов.

Сейчас доступными к определению являются водорастворимые, кислоторастворимые и подвижные формы, однако подвижные считаются наиболее опасными, поскольку могут как попадать с промывными водами в подземные воды, так и усваивать-

ся корнями растений. Растения потом идут в пищу, а следовательно, попадают в организм человека. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Соотношение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвах и донных отложениях к валовым, %

Химический элемент	Лесные почвы	Донные отложения
As	н.о.	40
Hg	н.о.	н.о.
Pb	18	40
Cd	н.о.	н.о.
Mn	12	49
Cu	н.о.	н.о.
Zn	19	17
Cr	н.о.	н.о.

Примечание – н.о. – содержания подвижных форм элемента не обнаружено.

Некоторые химические элементы избирательно поглощаются и накапливаются в объектах растительности. Интенсивность поглощения характеризуется отношением количества элемента в золе растений к его количеству в почве или горной породе. Этот показатель, предложенный Б. Б. Польшовым, А. И. Перельман [4] назвал коэффициентом биологического поглощения A_x . В зависимости от величины A_x химические элементы разделены следующим образом: элементы биологического накопления ($A_x > 1$) и биологического захвата ($A_x < 1$).

Анализ полученных данных с помощью формулы коэффициента биологического поглощения приведен в таблице 4.

Таблица 4. – Значения A_x для тяжелых металлов в подстилке и образцах растительности

Химический элемент	Горизонт A0L (свежий опад)	Горизонт A0(F+N) (лесная подстилка)	Мох	Травянисто-кустарничковый комплекс
As	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Hg	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Pb	0,37	3,82	0,44	0,12
Cd	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Cr	0,94	1,06	0,08	0,05
Ni	1,33	1,61	0,66	0,41
Mn	16,55	7,66	3,48	6,04
Co	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Cu	2,14	3,06	1,90	2,34
Zn	4,06	1,93	1,71	1,43

Примечание – н.о. – КБП не удалось определить из-за незначительного содержания элемента.

Таким образом свинец и хром активно накапливаются в лесной подстилке. Также к элементам накопления следует отнести никель, марганец, цинк и медь. Прослеживается относительная равномерность накопления марганца, меди и цинка как в подстилке, так и в растениях.

Анализ водной растительности и донных отложений с помощью коэффициента биологического поглощения A_x представлен в таблице 5.

Таблица 5. – Значения A_x для тяжелых металлов в образцах водной растительности

Химический элемент	Дернина	Растения (травостой)
As	2,47	1,44
Hg	н.о.	н.о.
Pb	0,13	0,45
Cd	0,03	0,08
Cr	5,87	0,18
Ni	2,07	0,54
Mn	3,27	4,08
Co	н.о.	н.о.
Cu	2,49	1,40
Zn	3,47	2,08

Примечание – н.о. – КБП не удалось определить из-за незначительного содержания элемента.

В данном случае следует отметить большое накопление в дернине почти всех тяжелых металлов, кроме кобальта, кадмия и свинца. Практически те же металлы накапливаются и в травостое, за исключением хрома и никеля.

По способности к накоплению металлы можно расположить в следующей последовательности: в дернине – $Cr > Zn > Mn > Cu > As > Ni > Pb > Cd$, в травостое – $Mn > Zn > As > Cu > Ni > Pb > Cr > Cd$.

Заключение

1. Впервые на системной основе были получены данные о фоновом содержании тяжелых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий, хром, никель, марганец, ртуть, а также мышьяк) в почвах, объектах растительного мира и донных отложениях в зоне наблюдения Белорусской АЭС на этапе строительства.

2. В верхнем (0–10 см) слое почвы, растительности и донных отложениях установлены некоторые особенности распределения тяжелых металлов, характерные для зоны наблюдения Белорусской АЭС.

3. В отобранных образцах почвы был проведен анализ содержания подвижных форм тяжелых металлов. Установлено, что она составляет 12–19 % от валового содержания для лесных почв и 17–49 % для донных отложений.

4. Для зоны наблюдения Белорусской АЭС характерен следующий порядок тяжелых металлов по способности к накоплению в растениях и лесной подстилке: $Mn > Cu > Zn > Ni > Pb > Cr$. Для водной растительности и дернины порядок немного иной: $Mn > Cr > Zn > As > Cu > Ni > Pb > Cd$.

5. Данные результаты являются основой для оценки состояния почв в части содержания тяжелых металлов на этапе строительства Белорусской АЭС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.

2. Об особо охраняемых природных территориях [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 15 нояб. 2018 г. № 150-З : с изм. и доп. : текст по состоянию на 4 фев. 2019 г. – Режим доступа: https://kodeksy-by.com/zakon_rb_ob_osobo_ohranyaemyh_prirodnih_territoriyah.htm.

3. Николаенко, Е. В. Радиационно-гигиенический мониторинг для оценки «нулевого» фона вокруг Белорусской АЭС / Е. В. Николаенко, В. В. Кляус // Здоровье и ок-

ружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; гл. ред. С. И. Сычик. – Минск : РНМБ, 2017. – Вып. 27. – С. 49–50.

4. Перельман, А. Геохимия ландшафта / А. Перельман, Н. Касимов. – М., 1999. – 610 с.

5. Петухова, Н. Н. К кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н. Н. Петухова, В. А. Кузнецов // Докл. АН Беларуси. – 1992. – Т. 36, № 5. – С.461–465.

6. Раскатов, А. В. Агрэкалагічныя аспекты транслокацыі цяжкіх металоў у почве і расліннасьці: на прымере дернаво-падзолістых почв Івановскай вобласці : авто-реф. дис. ... канд. сельхоз. наук : 06.01.15 / А. В. Раскатов. – М., 2000. – 22 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 04.03.2019

Germenchuk M. G., Pozdniakova A. I. Results of Soils Background Monitoring in the Observation Zone of Belarusian Nuclear Power Plant

Creation the environmental monitoring network is the main ecological objective before commissioning of any industrial facility. Republic of Belarus had not such radiation and ecologically dangerous objects earlier, so in an influence zone of the station has been created the system of complex monitoring which allows to watch ecosystem changes in dynamics and to estimate negative load of each component in the system in connection with others. This article contains results of studying and assessment of the impact on soils in the observation zone of Belarusian nuclear power plant at the construction stage.

УДК 577.13:582.734.6:634.23

**Н. Ю. Колбас¹, В. А. Троянчук²,
И. Г. Полубяtko³, Д. Првулович⁴**

¹канд. биол. наук, доц., зав. каф. химии

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

²студентка IV курса биологического факультета

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

³канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник отдела селекции плодовых культур

РУП «Институт плодководства»

⁴PhD, доц. отдела полевых и овощных культур Университета г. Нови Сад (Сербия)

e-mail: n.kolbas@gmail.com

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ДЕГУСТАЦИОННОЙ ОЦЕНКЕ ПЛОДОВ ЧЕРЕШНИ

Представлены данные о влиянии содержания фенольных соединений, в том числе антоцианов, фенолкарбоновых кислот и флаван-3-олов на органолептические параметры плодов девяти сортов и двух гибридов черешни белорусской селекции. Содержание фенольных соединений в 100 г плодов составило 19,85–71,41 мг галловой кислоты, антоцианов – 10,27–83,38 мг цианидин 3-О-рутинозида, фенолкарбоновых кислот – 18,24–47,27 мг кофейной кислоты, флаван-3-олов – 8,5–31,47 мг катехина. Достоверная обратно пропорциональная зависимость выявлена между содержанием антоцианов, фенолкарбоновых кислот и оценкой вкуса, положительная – между содержанием антоцианов и оценкой внешнего вида плодов.

Введение

Фенольные соединения (ФС) во многом определяют органолептические свойства (вкус, аромат и окраску) растительной продукции.

Фенольные гликозиды (большинство флавоноидов), а также флаван-3-олы (катехины) и продукты их полимеризации (конденсированные танины или процианидины, а также гидролизуемые танины) придают горький и терпкий вкус (рисунок 1) [1].

На восприятие кислого вкуса оказывает влияние не только концентрация протонов органических кислот, но и природа аниона их молекулы.

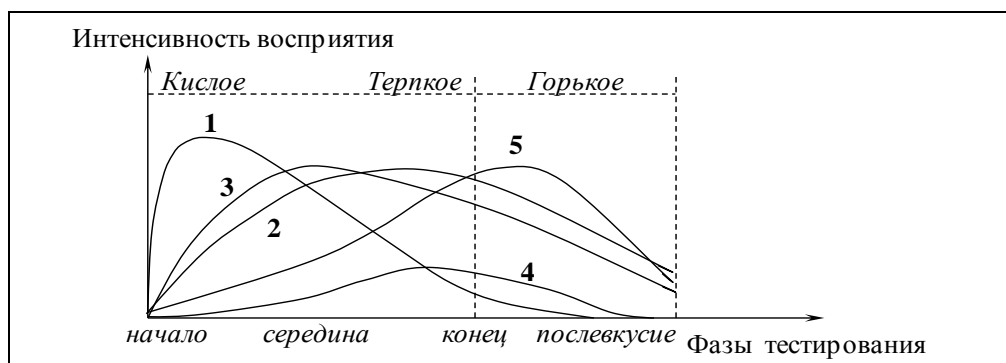
Эта особенность обуславливает комбинированные вкусовые ощущения. Например, лимонная кислота придает кисло-сладкий вкус, а фенолкарбоновые – кисло-горький [2].

ФС, придающими желтую окраску, являются флавоны, флавонолы, халконы и ауруны.

Красные, синие и фиолетовые цветовые оттенки обусловлены антоцианами [1].

Необходимо отметить, что окраска антоцианов, как и их стабильность, зависит от нескольких факторов: pH среды, наличия ацильного компонента в структуре молекулы и присутствия в среде копигментов (ионов металлов, флаван-3-олов, флавонолов, органических кислот) [3].

Высокополимеризованные танины являются темноокрашенными, бурными соединениями и при извлечении образуют осадок [1; 2].



1 – катехины и процианидины низкой степени полимеризации;
 2 – олигомерные процианидины; 3 – полимерные процианидины; 4 – антоцианы;
 5 – танины (по Y. Glories, 1994 [1])

Рисунок 1. – Вкусовой профиль некоторых фенольных соединений

Плоды черешни по вкусовым качествам значительно превосходят другие косточковые культуры и характеризуются сбалансированным биохимическим составом.

Среди фенолкарбоновых кислот в биохимическом составе плодов черешни сортов *Souvenir de Charme*, *Maibigarteau*, *Grosse Schwarze* и *Knorpel* выявлены гидроксикоричные кислоты (неохлорогеновая > кумароилхинная > хлорогеновая > фероилхинная), общее содержание которых варьирует от 30,2 до 169,85 мг/100 г [4–6].

Катехинами плодов черешни являются (–)-эпикатехин (среднее содержание 7,78 мг/100 г), (+)-катехин (1,5 мг/100 г), (–)-эпикатехин 3-*O*-галлат (0,09 мг/100 г) и (–)-эпигаллокатехин (0,05 мг/100 г), а также процианидиндимеры В и С (общее содержание 5,65 мг/100 г).

Общее содержание флаван-3-олов варьирует от 11,5 до 99 мг/100 г [7–9].

Цель данного исследования – выявить роль ФС в дегустационной оценке плодов черешни.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить помологические (количество плодов в навеске в 100 г, выход сока) и биохимические (содержание сахаров и сухих веществ, титруемую кислотность, сахарокислотный индекс) параметры плодов черешни потребительской спелости;
- 2) дать дегустационную оценку плодам черешни;
- 3) определить общее содержание фенольных соединений (ОСФС), в том числе фенолкарбоновых кислот, флаван-3-олов и антоцианов плодов черешни;
- 4) оценить спектрофотометрические параметры окраски сока черешни;
- 5) изучить влияние ФС на органолептические параметры.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования были плоды девяти сортов (*Витязь*, *Гасцинец*, *Гронковская*, *Мария*, *Медуница*, *Минчанка*, *Наслаждение*, *Народная*, *Сюбаровская*) и двух гибридов (G1 (11-131) и G2 (15-126)) черешни белорусской селекции. Плоды заготавливали в стадии потребительской зрелости в РУП «Институт плодоводства».

Для определения титруемой кислотности порции плодов в 100 г гомогенизировали, получали сок, который далее разбавляли дистиллированной водой в соотношении 1:10. Титруемую кислотность определяли потенциометрическим методом 0,1М NaOH в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51434-2006 [10] под контролем pH-метра (титровали до pH 8,1). Титруемую кислотность выражали в граммах лимонной кислоты (ЛК) на 100 г сырых плодов (г ЛК/100 г). Определение содержания растворимых сахаров

проводили согласно СТБ ГОСТ Р 51433-2007 [11] с применением рефрактометра (ИРФ 454 Б2М, КОМЗ, РФ) и с учетом температурных поправок. Содержание сахаров выражали в °Брикса. Сахарокислотный индекс (СКИ) рассчитывали как отношение общего содержания растворимых сахаров к титруемой кислотности [12].

Содержание сухих веществ определяли гравиметрическим методом: 10 г плодов сушили в термостате при 80 °С не менее 20 часов до постоянной массы.

Определение ОСФС проводили по стандартизированной методике [13]. Оптическую плотность смеси измеряли при длине волны 765 нм, что соответствует концентрации фенольных соединений в пересчете на галловую кислоту (ГК). В качестве раствора сравнения использовали холостую пробу. Общее количество ФС выражали в мг ГК в пересчете на 100 г сырых плодов, учитывая линейную зависимость концентрации стандарта от оптической плотности раствора при $\lambda = 765$ нм.

Содержания фенолкарбоновых кислот определяли по модифицированной методике L. R. Fukumoto и G. Mazza [14]. Для этого 0,25 мл гомогенизата плодов черешни смешивали с 0,25 мл 0,1 % HCl в 95 % этаноле и добавляли 4,5 мл 2 % HCl, смесь инкубировали 15 минут при комнатной температуре. Оптическую плотность определяли при длине волны 280 нм и выражали в мг кофейной кислоты на 100 г сырых плодов (мг КфК/100 г).

Содержание флаван-3-олов в плодах черешни проводили спектрофотометрическим методом, предложенным по P. Ribéreau-Gayon [1, с. 174] при длине волны 550 нм и выражали в мг катехина на 100 г плодов (мг Кт/100 г).

Содержание антоцианов красноплодной черешни (сортов Витязь, Гронковая, Мария, Минчанка, Народная, Сюбаровская и гибрид G2) определяли pH-дифференцированным спектрофотометрическим методом согласно [15] при длинах волн 510 и 700 нм. Общее содержание антоцианов рассчитывали согласно рекомендациям [15] и выражали в мг цианидин 3-*O*-рутинозида на 100 г сырых плодов (мг Цн-рут/100 г), учитывая коэффициент разбавления и молярную экстинкцию доминирующего антоциана (в данном исследовании 7 000 л/(моль·см)).

Для спектрофотометрической характеристики окраски полученный сок центрифугировали в течение 10 мин. при скорости 12 000 оборотов в мин. Желтый цвет в окраске сока 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. Для каждого цвета рассчитывали процент от общей цветовой интенсивности, бурый индекс (тон) – как отношение A_{420}/A_{520} и фиолетовый индекс – как отношение A_{620}/A_{520} [16].

Все спектрофотометрические измерения проводили на спектрофотометре Proscan MC 122 (ООО «Проскан специальные инструменты», РБ) при длине пути светового монохромного луча в 1 см.

Все опыты выполнены в трехкратной повторности на базе кафедры химии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина.

Дегустационную оценку проводили закрытым способом путем анкетирования респондентов обоих полов, различных возрастных групп по четырем показателям: внешний вид плодов, их аромат, вкус и сочность [17]. Исходя из среднего значения этих четырех параметров была дана общая оценка.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Из 11 сортов и гибридов черешни 7 – типичные морели (Витязь, Гронковая, Мария, Минчанка, Народная, Сюбаровская и G2), 4 – желтоплодные (Гасцинец, Медуница,

Наслаждение и G1), в то же время 3 являются сортами типа бигарро (Витязь, Минчанка и Гасцинец).

Некоторые помологические и биохимические параметры плодов черешни представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Помологические и биохимические параметры плодов черешни потребительской спелости

Сорт/ гибрид	n, шт/100 г	m, г	η, %	Сухое вещество, %	СРС, Брикс	ТК, г ЛК/100 г	СКИ
красноплодная							
Gr	19,33 ± 0,5	8,97 ± 0,28	46,9 ± 2,5	17,01 ± 0,57	16,88 ± 0,56	0,25 ± 0,03	67,82 ± 7,14
Mr	15,67 ± 0,5	9,73 ± 0,48	52,0 ± 2,5	17,14 ± 0,47	16,81 ± 0,43	0,31 ± 0,02	55,3 ± 4,74
Mn	19,0 ± 0,87	9,36 ± 0,34	48,8 ± 2,4	14,78 ± 0,62	14,75 ± 0,65	0,25 ± 0,02	58,97 ± 5,84
Nr	14,0 ± 0,87	6,26 ± 0,22	45,1 ± 5,1	14,33 ± 0,6	14,25 ± 0,61	0,22 ± 0,05	67,34 ± 8,14
S	16,33 ± 1,8	7,83 ± 0,5	49,8 ± 3,4	18,46 ± 0,63	18,27 ± 0,63	0,29 ± 0,05	65,28 ± 6,41
Vt	31,0 ± 0,87	13,88 ± 0,65	42,9 ± 1,8	18,67 ± 0,34	18,59 ± 0,35	0,32 ± 0,02	58,34 ± 4,36
G2	20,33 ± 0,5	10,25 ± 0,37	46,6 ± 1,3	18,89 ± 0,47	18,76 ± 0,44	0,3 ± 0,01	61,78 ± 3,14
желтоплодная							
Gs	15,14 ± 0,9	8,78 ± 0,33	52,3 ± 2,1	15,63 ± 0,58	15,59 ± 0,59	0,34 ± 0,03	45,48 ± 3,92
Mdn	23,14 ± 0,9	9,68 ± 0,35	52,1 ± 2,9	15,81 ± 0,44	15,77 ± 0,45	0,25 ± 0,02	62,9 ± 4,28
N	21,22 ± 0,83	11,31 ± 0,25	47,6 ± 3,7	15,17 ± 0,32	15,13 ± 0,3	0,23 ± 0,02	67,35 ± 8,61
G1	22,67 ± 1,32	13,01 ± 0,85	45,4 ± 1,3	13,2 ± 0,63	13,11 ± 0,59	0,26 ± 0,01	50,31 ± 3,75

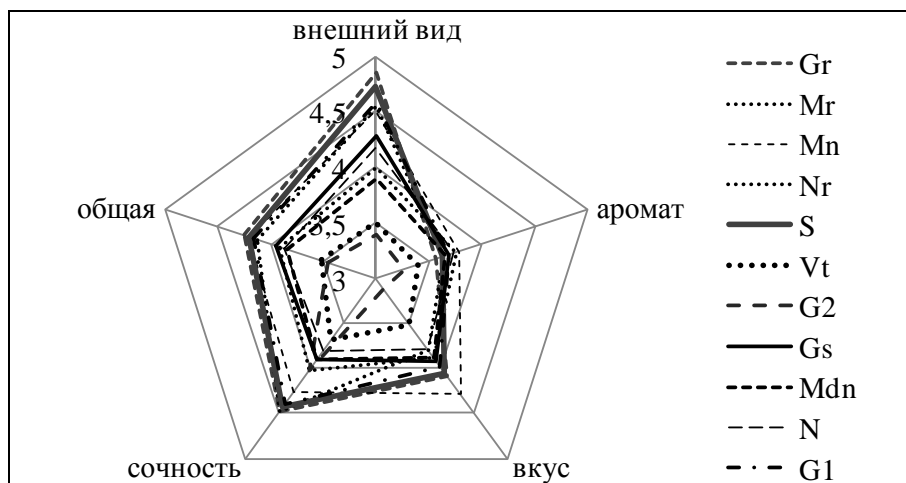
Примечание – Gr – Гронковая, Mn – Минчанка, Nr – Народная, S – Сюбаровская, Mr – Мария, Vt – Витязь, G2 – гибрид 15-126, Gs – Гасцинец, Mdn – Медуница, N – Наслаждение, G1 – гибрид 11-131; n – количество плодов в навеске 100 г; m – масса косточек в навеске 100 г; η – выход сока; СРС – содержание растворимых сахаров; ТК – титруемая кислотность; ЛК – лимонная кислота; СКИ – сахаро-кислотный индекс.

Согласно градации [17, с. 344] наиболее крупноплодными являются сорта Мария (средняя масса плода – 6,4 г) и Гасцинец (6,6 г); гибрид G2 и сорта Наслаждение, Гронковая, Минчанка, Сюбаровская характеризуются средним размером плодов (от 4,7 до 6,0 г); Народная имеет мелкие (3,5 г), Витязь – очень мелкие (3,2 г) плоды (таблица 1).

Отметим, что такой комплексный дегустационный параметр, как внешний вид плодов, включающий и их размер, является одним из определяющих в общей дегустационной оценке черешни (рисунок 2).

Выход сока составил от 42,9 до 52,3 % и снижался в такой последовательности: Гасцинец ≈ Медуница ≈ Мария > Сюбаровская > Минчанка > Наслаждение > Гронковая ≈ G2 > G1 ≈ Народная > Витязь.

Согласно дегустационной оценке черешни сочность плодов варьировала от 3,5 до 4,2 балла и снижалась в такой последовательности: G2 ≈ Минчанка ≈ Сюбаровская ≈ Гронковая > Мария > Гасцинец ≈ Народная ≈ Наслаждение > Медуница > G1 ≈ Витязь (рисунок 2).



Gr – Гронковая, *Mn* – Минчанка, *Nr* – Народная, *S* – Сюбаровская, *Mr* – Мария, *Vt* – Витязь, *G2* – гибрид 15-126, *Gs* – Гасцинец, *Mdn* – Медуница, *N* – Наслаждение, *G1* – гибрид 11-131

Рисунок 2. – Структура дегустационной оценки плодов черешни потребительской спелости

Характер вкуса черешни, как и большинства плодовых и ягодных культур, определяется сочетанием сахаров и кислот, а также наличием индивидуальных вкусовых оттенков, реже терпкости и горечи. Анализ вкусовых предпочтений респондентов показал, что сорта черешни с кислым вкусом их плодов составляют 2,5 %, кисло-сладким – 20 %, сладко-кислым – 30 %, сладким – 47,5 %.

В нашем исследовании титруемая кислотность плодов составила 0,22–0,345 г ЛК/100 г. Изученные сорта и гибриды черешни можно расположить в порядке снижения параметра следующим образом: Гасцинец > Витязь > Мария ≈ G2 > Сюбаровская > G1 > Гронковая ≈ Медуница ≈ Минчанка > Наслаждение > Народная.

Содержание сахаров варьировало от 13,11 до 18,76 Брикса и снижалось в последовательности: G2 ≈ Витязь ≈ Сюбаровская > Гронковая ≈ Мария > Медуница ≈ Гасцинец ≈ Наслаждение > Минчанка ≈ Народная > G1.

СКИ плодов черешни составил 45,48–67,82, и различия от основной группы были выявлены для двух образцов с наименьшими значениями – Гасцинец и G1 (таблица 1).

ОСФС варьировало от 19,85 до 71,41 мг ГК/100 г и уменьшалось в последовательности: G2 > Гронковая > Медуница ≈ Сюбаровская > Мария > Витязь > Минчанка > Народная > Наслаждение > Гасцинец > G1 (таблица 2).

Необходимо отметить, что повышенное содержание ФС характерно и для красноплодных сортов (Гронковая, Сюбаровская, Мария) и гибридов (G2), и для желтоплодных сортов (Медуница) черешни. Профиль ФС плодов черешни представлен на рисунке 3.

Содержание фенолкарбоновых кислот варьировало от 18,24 до 47,27 мг КфК/100 г и снижалось в последовательности: G2 > Сюбаровская > Мария > Витязь > Медуница ≈ Гронковая > Минчанка > Народная > G1 > Гасцинец > Наслаждение.

Содержание флаван-3-олов варьировало от 8,5 до 31,47 мг Кт/100 г в последовательности: Сюбаровская > G1 > Гронковая > G2 > Витязь > Народная > Мария > Гасцинец ≈ Медуница ≈ Наслаждение ≈ Минчанка.

Таблица 2. – Общее содержание фенольных соединений (ОСФС) и параметры окраски плодов черешни потребительской спелости

Сорт/ гибрид	ОСФС, мг ГК/100 г	Параметры окраски				
		Ж, %	К, %	П, %	Тон	ФИ
красноплодная						
Gr	68,82 ± 2,83	49,48 ± 1,72	42,15 ± 1,58	8,37 ± 0,17	1,18	0,2
Mr	49,04 ± 4,09	49,24 ± 0,69	43,85 ± 0,55	6,91 ± 0,43	1,12	0,16
Mn	38,55 ± 5,12	43,94 ± 0,92	33,94 ± 0,45	22,12 ± 0,5	1,30	0,65
Nr	31,21 ± 2,82	51,06 ± 1,46	40,45 ± 1,23	8,49 ± 0,23	1,26	0,21
S	53,94 ± 3,54	46,52 ± 1,29	44,5 ± 0,66	8,98 ± 1,03	1,05	0,2
Vt	40,28 ± 1,83	67,82 ± 2,06	26,31 ± 1,11	5,87 ± 0,98	2,58	0,22
G2	71,41 ± 4,88	44,47 ± 0,3	48,24 ± 0,54	7,29 ± 0,84	0,92	0,15
желтоплодная						
Gs	21,65 ± 1,30	79,54 ± 1,47	20,46 ± 1,47	–	3,9	–
Mdn	54,84 ± 3,45	78,39 ± 0,34	21,61 ± 0,34	–	3,63	–
N	27,38 ± 4,48	78,04 ± 0,43	21,96 ± 0,43	–	3,55	–
G1	19,85 ± 1,80	56,26 ± 3,29	43,74 ± 3,29	–	1,29	–

Примечание – Gr – Гронковая, Mn – Минчанка, Nr – Народная, S – Сюбаровская, Mr – Мария, Vt – Витязь, G2 – гибрид 15-126, Gs – Гасцинец, Mdn – Медуница, N – Наслаждение, G1 – гибрид 11-131; ГК – галловая кислота; Ж – доля желтого цвета в общей окраске, К – доля красного цвета в общей окраске, П – доля пурпурного цвета в общей окраске; ФИ – фиолетовый индекс.

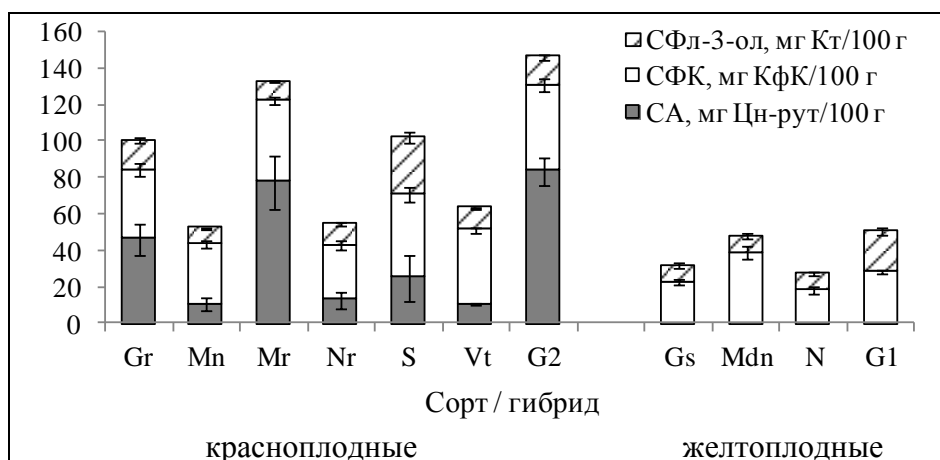
По вкусовым предпочтениям (при дегустационной оценке от 3,1 до 4,3 балла) изученные сорта и гибриды можно ранжировать следующим образом: Минчанка > Гронковая > Сюбаровская ≈ G1 > Гасцинец ≈ Медуница ≈ Народная ≈ Витязь > Мария ≈ Наслаждение > G2 (рисунок 2). Таким образом, последовательность данного дегустационного параметра не согласуется ни с одной из последовательностей изученных биохимических параметров (титруемая кислотность, содержание сахаров, сахаро-кислотный индекс, ОСФС, содержание фенолкарбоновых кислот и флаван-3-олов).

Тем не менее согласно коэффициентам корреляции (*r-Pearson*) вкусовая оценка плодов находится в обратной зависимости от содержания антоцианов (–0,369) и фенолкарбоновых кислот (–0,283). Однако, несмотря на выявленную достоверную зависимость между параметрами, можно говорить лишь о тенденции, т. к. значения коэффициентов корреляции невелики.

Содержание антоцианов в красноплодной черешне варьировало от 10,27 до 83,38 мг Цн-рут/100 г и снижалось в такой последовательности: G2 > Мария > Гронковая > Сюбаровская > Народная > Минчанка ≈ Витязь (рисунок 3). Выявлена слабая корреляционная связь между содержанием антоцианов и внешним видом плодов в их дегустационной оценке ($r = 0,307$). Как было отмечено выше, антоцианы во многом определяют окраску плодов. Наивысшие коэффициенты корреляции между содержанием антоцианов и параметрами окраски выявлены для красного цвета (+0,51), фиолетового индекса (–0,419) и тона (–0,356). Доля пурпурного цвета в окраске красноплодной черешни составила 5,87–48,24 %, и изученные сорта и гибриды можно расположить в порядке снижения параметра следующим образом: Минчанка > Сюбаровская ≈ Народная ≈ Гронковая > G2 > Мария > Витязь; фиолетовый индекс – 0,15–0,65 в последовательности: Минчанка > Витязь > Народная > Гронковая ≈ Сюбаровская > Мария > G2 (таблица 2).

Вклад желтого цвета в общую окраску составил 43,94–67,82 % для красноплодной и 56,26–79,54 % для желтоплодной черешни; красного цвета – 26,31–48,24 и 40,46–

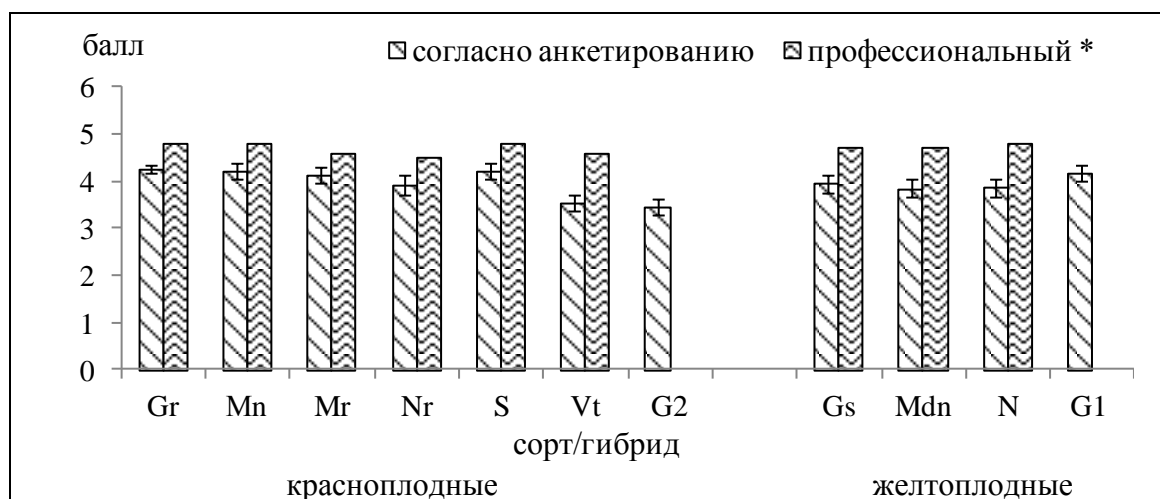
43,71 % соответственно. Тон (бурый индекс) варьировал от 0,92 до 3,9 и снижался в последовательности: Гасцинец > Витязь > Мария ≈ G2 > Сюбаровская > G1 > Гронковская ≈ Медуница ≈ Минчанка > Наслаждение > Народная (таблица 2).



Gr – Гронковская, Mn – Минчанка, Nr – Народная, S – Сюбаровская, Mr – Мария, Vt – Витязь, G2 – гибрид 15-126, Gs – Гасцинец, Mdn – Медуница, N – Наслаждение, G1 – гибрид 11-131; СА – содержание антоцианов, Цн-рут – цианидин 3-О-рутинозид, СФК – содержание фенолкарбоновых кислот, КфК – кофейная кислота, СФл-3-ол – содержание флаван-3-олов, Кт – катехин

Рисунок 3. – Содержание антоцианов, фенолкарбоновых кислот и флаван-3-олов в плодах черешни потребительской спелости

Общая дегустационная оценка в эксперименте была незначительно ниже профессиональной и составила 3,5–4,2 балла (рисунок 4).



Gr – Гронковская, Mn – Минчанка, Nr – Народная, S – Сюбаровская, Mr – Мария, Vt – Витязь, G2 – гибрид 15-126, Gs – Гасцинец, Mdn – Медуница, N – Наслаждение, G1 – гибрид 11-131

*Примечание – * – дегустационный балл приведен только для сортов согласно их сорто-описанию как оценка профессиональных дегустаторов [18; 19].*

Рисунок 4. – Общая дегустационная оценка черешни

Изученные сорта и гибриды можно ранжировать в порядке снижения дегустационной оценки следующим образом: Гронковая \approx Минчанка \approx Сьюбаровская \approx G1 > Мария > Гасцинец > Народная > Наслаждение > Медуница > G2 \approx Витязь.

18,96 % дегустаторов отдали предпочтение красноплодному сорту Gr (общий дегустационный балл – 4,2), который имеет средние по размеру плоды, характеризуется высоким сахарокислотным индексом, высоким содержанием ФС, флаван-3-олов и антоцианов. 17,21 % дегустаторов отдали предпочтение другому красноплодному сорту – Минчанка (общий дегустационный балл – 4,2), который также является среднеплодным, характеризуется сбалансированным соотношением сахаров и кислот (СКИ – 58,97), но содержит меньше ФС, флаван-3-олов и антоцианов.

Среди желтоплодной черешни предпочтение отдано крупноплодному сорту Гасцинец (13,11 % дегустаторов, общий дегустационный балл – 3,9), несмотря на самый низкий СКИ. Отметим, что плоды данного сорта характеризуются низким содержанием ФС и фенолкарбоновых кислот.

Меньше всего дегустаторы предпочли гибрид G2 (2,3 %) и сорт Витязь (1,64 %). Тем не менее гибрид G2 характеризуется наибольшим содержанием ФС, антоцианов и фенолкарбоновых кислот в биохимическом составе, что, в свою очередь, определяет высокую питательную ценность плодов этого гибрида.

Заключение

Изучение влияния ФС на органолептические показатели плодов черешни указывает на наличие достоверной отрицательной корреляционной зависимости между содержанием антоцианов, фенолкарбоновых кислот, сахаров и оценкой вкуса, положительной – между содержанием антоцианов и оценкой внешнего вида плодов.

По совокупности изученных параметров можно рекомендовать расширение площадей, отводимых под культивирование красноплодных сортов черешни Гронковая, Сьюбаровская и желтоплодного сорта Медуница.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Handbook of enology [Traité d'oenologie. English] / P. Ribéreau-Gayon [et al.]. – West Sussex : John Wiley & Sons, 2006. – Vol. 2 : The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. – 444 p.
2. Пищевая химия /А. П. Нечаев [и др.] ; под ред. А. П. Нечаева. – СПб. : ГИОРД, 2012. –672 с.
3. Колбас, Н. Ю. Механизмы копигментации антоцианов / Н. Ю. Колбас // Вуч. зап. Брэсц. ун-та. Ч. 2. Прыродазн. навукі. – 2014. – Вып. 10. – С. 30–38.
4. Gao, L. Characterization, quantitation, and distribution of anthocyanins and colorless phenolics in sweet cherries / L. Gao, G. Mazza // J. Agricult. and Food Chem. – 1995. – Vol. 43. – P. 343–346.
5. Mozetic, B. Determination and quantitation of anthocyanins and hydroxycinnamic acids in different cultivars of sweet cherries (*Prunus avium* L.) from Nova Gorica region (Slovenia) / B. Mozetic, P. Trebse, J. Hribar // Food Technology and Biotechnology. – 2002. – Vol. 40. – P. 207–212.
6. Moeller, B. Quinic acid esters of hydroxycinnamic acids in stone and pome fruit / B. Moeller, K. Herrmann // Phytochemistry. – 1983. – Vol. 22. – P. 477–481.
7. Arts, I. C. W. Catechin Contents of Foods Commonly Consumed in the Netherlands. 1. Fruits, Vegetables, Staple Foods and Processed Foods / I. C. W. Arts, B. van de Putte, P. C. H. Hollman // J. Agricult. and Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 5. – P. 1746–1751.

8. Pascual-Teresa, S. de. Quantitative analysis of flavan-3-ols in Spanish foodstuffs and beverages / S. de Pascual-Teresa, C. Santos-Buelga, J. C. Rivas-Gonzalo / J. Agricult. and Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 11. – P. 5331–5337.

9. Характеристика сортов черешни, выращенной в ЦЧР России, по химическому составу плодов [Электронный ресурс] / М. А. Макаркина [и др.] // Современное садоводство. – 2013. – № 1. – С. 1–7. – Режим доступа: <http://journal.vniispk.ru/pdf/20-13/1/63.pdf>. – Дата доступа: 16.03.2017.

10. Соки фруктовые и овощные. Метод определения титруемой кислотности : СТБ ГОСТ Р 51434–2006. – Введ. 28.12.2006. – Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 2007. – 12 с.

11. Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания растворимых сухих веществ рефрактометром : СТБ ГОСТ Р 51433–2007. – Введ. 29.12.2007. – Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 2007. – 12 с.

12. Kaack, K. Maturation and picking time for sweet cherries (*Prunus avium*) and sour cherries (*Prunus cerasus* L.) / K. Kaack // European Food Research and Technology. – 2017. – Vol. 243, is. 4. – P. 539–546.

13. Waterhouse, A. L. Determination of Total Phenolics / A. L. Waterhouse // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2002. – II.1.1–II.1.8.

14. Fukumoto, L. R. Assessing Antioxidant and Prooxidant Activities of Phenolic Compounds / L. R. Fukumoto, G. Mazza // J. Agric. Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 8. – P. 3597–3604.

15. Giusti, M. M. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy / M. M. Giusti, R. E. Wrolstad // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2001. – F1.2.1–F1.2.13.

16. 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. – Vol. 66, № 3. – P. 203–215.

17. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т плодовых культур ; под общ. ред. Е. Н. Седова. – Орел, 1999. – 606 с.

18. Каталог плодовых культур. Черешня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belsad.by/site/ru/catalog.html?func=viewcategory &catid=22>. – Дата доступа: 15.10.2018.

19. Вышинская, М. И. Новый сорт черешни Минчанка / М. И. Вышинская, А. А. Таранов // Плодоводство. – 2013. – Т. 25. – С. 206–212.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 28.01.2019

Kolbas N. Y., Trayanchuk V. A., Palubiacka I. G., Prvulovic D. The Phenolic Compounds in Tasting Evaluation of the Sweet Cherries Fruits

Data on the effect of the content of phenolic compounds, including anthocyanins, phenolic acids and flavan-3-ol on the organoleptic parameters of fruits of 9 varieties and 2 hybrids of Belarusian sweet cherry are presented in this article. The total phenolic content varied from 19.85 to 71.41 mg of gallic acid per 100 g of FW fruit. The total anthocyanins content varied from 10.27 to 83.38 mg of cyanidin 3-O-rutinoside, the total phenolic acids content varied from 18.24 to 47.27 mg of caffeic acid and the total flavan-3-ol content varied from 8.5 to 31.47 mg of (+)-catechin per 100 g of FW fruit. A significant negative correlation between the content of anthocyanins, phenolic acids and taste assessment, a positive one between the content of anthocyanins and the assessment of the fruits appearance was determined.

УДК 595.76 (476.7)

Д. С. Лундышев

¹канд. биол. наук, доц. каф. естественно-научных дисциплин,
директор Института повышения квалификации и переподготовки
Барановичского государственного университета
e-mail: LundyshevDenis@yandex.ru

КСИЛОФИЛЬНЫЕ HISTERIDAE GYLLENHAL, 1808 (COLEOPTERA) ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРЕДПОЛЕССКОЙ И ПОЛЕССКОЙ ПРОВИНЦИЙ БЕЛАРУСИ

Приведены данные по таксономической структуре и некоторым экологическим особенностям ксилофильных Histeridae западной части Предполесской и Полесской провинций Беларуси. На исследуемой территории отмечено 20 видов ксилофильных карапузиков (29,8 % от всех видов данного семейства фауны Беларуси), принадлежащих 11 родам. Наибольшим числом видов (5) представлен род *Platysota*. Согласно трофической специализации, ксилофильные Histeridae относятся к трем трофическим группам, из которых наибольшим числом видов (18) представлена трофическая группа миксофаги. Вид *Saprinus lautus lautus* Erichson, 1839, не связанный с древесиной, для фауны Беларуси приводится впервые.

Введение

К ксилофильным относятся насекомые, являющиеся обитателями стволовой части кустарников и деревьев. Они выступают крайне важной группой беспозвоночных животных в различных аспектах. Ряд представителей относятся к редким и охраняемым видам и порой выступают индикаторами состояния лесных экосистем. Кроме того, представители этой экологической группы могут быть использованы как объекты в экотуризме и экопросвещении для раскрытия многочисленных взаимосвязей между элементами наземных экосистем. Другие, являясь вредителями деревьев и кустарников, могут наносить серьезный ущерб сельскому и лесному хозяйству. И, наконец, отдельные представители ксилобионтов, в том числе и Histeridae, выступая в роли активных хищников, регулируют численность других ксилобионтов и позволяют минимизировать ущерб в первую очередь лесных хозяйств.

Ряд видов карапузиков обитают под корой в ходах короедов, усачей и других насекомых, личинки которых обитают в древесине, питаются древесиной или грибами, поражающими растение. Отдельные виды Histeridae обитают в трухе дупел и полостей стволов деревьев. Ксилофильные карапузики используют в пищу яйца, личинок и имаго насекомых ксилофагов, а также грибы и миксомицеты.

Жесткокрылые семейства Histeridae, обитающие на территории Беларуси, относятся к различным экологическим группам: некробионтам, копробионтам, нидиколам, мирмекофилам и ксилобионтам. Последние – экономически важная и эволюционно чрезвычайно интересная группа насекомых – до настоящего времени оставалась слабо изученной.

Основной работой, посвященной ксилофильным жесткокрылым семейства Histeridae фауны западной части Предполесской и Полесской провинций Беларуси и Беларуси в целом, является работа О. Р. Александровича и А. К. Тишечкина [1]. Достаточно полные сведения по видовому составу Histeridae, в том числе и ксилофильных, приведены в каталоге фауны Беловежской пуши, входящей в регион нашего исследования, и дополнениях к нему [2; 3]. Таксономический состав и экологическая структура ксилофильных карапузиков Национального парка «Беловежская пуша» детально рассмотрены в работе В. А. Цинкевича и М. А. Лукашени [4]. Кроме того, име-

ются фрагментарные сведения по данной экологической группе в некоторых других фаунистических сводках [6–10].

Настоящая работа интегрирует имеющиеся данные по ксилофильным карапузикам западной части Предполесской и Полесской провинций Беларуси.

Материалы и методы исследований

Материалом для настоящей работы послужили собственные сборы с 2002 г., а также коллекционные материалы коллег с 1995 г. Исходя из физико-географического районирования Беларуси (в европейской десятичной системе районирования) регион проведения исследований ограничен границами Западного, Брестского и Припятского Полесья (рисунок) [11].



842.2 – Витебское Поозерье; 842.3 – Браславское Поозерье; 842.4 – Подвинье; 842.6 – Нарочано-Ушачское Поозерье; 843.1 – Центральный округ Белорусской возвышенности; 843.2 – Понеманье; 843.4 – Юго-западный округ Белорусской возвышенности; 844.1 – Западное Предполесье; 844.2 – Восточное Предполесье; 845.2 – Брестское Полесье; 845.4 – Припятское Полесье; 845.5 – Мозырское Полесье; 845.6 – Гомельское Полесье; 846.1 – Поднепровье

Рисунок. – Места сбора ксилофильных жесткокрылых (●) на карте физико-географического районирования Беларуси (в европейской десятичной системе районирования) [11]

Сбор жесткокрылых из-под коры проводился вручную или при помощи эксгаустера. Для отрывания коры использовался небольшой топор. Для сбора Histerida, обитающих в трухе, накопленной на дне дупел, полостей и под корой, применялось почвенное сито и (или) белая ванночка для разбора гидробиологических и почвенных проб. Также применялись оконные ловушки с фиксирующей жидкостью [12].

Всего было обработано более 350 экземпляров жесткокрылых семейства Histeridae, собранных из 28 географических точек. Все коллекционные материалы хранятся в личной коллекции автора.

Для определения видовой принадлежности жесткокрылых применялись биноклярные микроскопы МБС-10 и Nikon-SMZ800 с использованием определительной литературы [13]. Трофическая структура построена на основании собственных наблюдений и данных, приведенных в ряде литературных источников [6; 8; 14; 15].

Результаты и их обсуждение

Представители ксилофильных Histeridae имеют наиболее характерные морфологические адаптации. В первую очередь это касается формы тела. У одних представителей она сильно сплющена в спинно-брюшном или дорзовентральном направлении (например, представители рода *Hololepta*, *Platylomalus* и др.). Жуки этой морфологически адаптированной группы живут главным образом под корой, не погружаясь в глубь древесины. У других представителей тело более вытянутое, цилиндрическое. Это представители рода *Paromalus* и *Teretrius*, а также подрода *Cylister* и др. Всего на территории западной части Предполесской и Полесской провинций Беларуси отмечено 20 видов ксилофильных карапузиков (30,3 % от всех видов данного семейства фауны Беларуси) [5; 15; 16], принадлежащих 11 родам. В настоящее время на исследуемой территории ксилофильные Histeridae отмечены под корой 14 видов деревьев.

Ниже приводится аннотированный список ксилофильных Histeridae западной части Предполесской и Полесской провинций Беларуси. В списке присутствует сокращенный перечень пород деревьев, в которых были отмечены карапузики (Qu – Дуб черешчатый (*Quercus robur*), Ca – Граб обыкновенный (*Carpinus betulus*), Ti – Липа сердцевидная (*Tilia cordate*), Fr – Ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), Ul – Вяз (*Ulmus* sp.), Bt – Береза (*Betula* sp.), Al – Ольха (*Alnus* sp.), Po – Осина обыкновенная (*Populus tremula*), Pp – Тополь (*Populus* sp.), Sa – Ива (*Salix* sp.), Ma – Яблоня (*Malus* sp.), Py – Груша (*Pyrus* sp.), Pn – Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), Pi – Ель обыкновенная (*Picea abies*). Также в списке приняты следующие сокращения трофических групп:

Z – зоофаги (жесткокрылые, использующие в пищу различных беспозвоночных животных: клещей, личинок насекомых (двукрылых, жесткокрылых), иногда их яйца, куколки или взрослых насекомых);

ZS – зоосапрофаги (жуки, совмещающие питание животными и разлагающимися органическими остатками животного и растительного происхождения);

M – миксофаги (жесткокрылые, совмещающие питание отмершими (разлагающимися) остатками животного и растительного происхождения, а также грибами, животными и растениями).

Abraeinae MacLeay, 1819

Abraeini MacLeay, 1819

Abraeus Leach, 1817

subgenus *Abraeus* Leach, 1817

1. *granulum* Erichson, 1839 Qu, Ca, Bt, Fr, Ul / M
2. *perpusillus* (Marsham, 1802) Qu, Ul / M

Acritini Wenzel, 1944

Acritus LeConte, 1853

subgenus *Acritus* LeConte, 1853

3. *minutus* (Herbst, 1792) Qu, Bt, Po, Pp / M

Plegaderini Portevin, 1929

Plegaderus Erichson, 1834

subgenus *Plegaderus* Erichson, 1834

4. *caesus* (Herbst, 1792) Qu, Sa, Pp, Ma, Pi, Pn / **M**

5. *dissectus* Erichson, 1839 Qu / **M**

6. *saucius saucius* Erichson, 1834 Pi, Pn / **M**

7. *vulneratus* (Panzer, 1797) Pi, Pn, Qu, Sa, Pp / **M**

Teretriini Bickhardt, 1914

Teretrius Erichson, 1834

subgenus *Teretrius* Erichson, 1834

8. *fabricii* Mazur, 1972 Qu, Sa, Pp, Pn / **M**

Dendrophilinae Reitter, 1909

Dendrophilini Reitter, 1909

Dendrophilus Leach, 1817

9. *punctatus punctatus* (Herbst, 1792) Qu, Ti, Py, Ma / **Z**

Paromalini Reitter, 1909

Paromalus Erichson, 1834

10. *flavicornis* (Herbst, 1792) Qu, Ca, Sa, Bt, Pp, Pi, Pn / **M**

11. *parallelepipedus* (Herbst, 1792) Pi, Pn, Qu, Sa / **M**

Platylomalus Cooman, 1948

12. *complanatus* (Panzer, 1797) Qu, Po, Pp, Sa / **M**

Histerinae Gyllenhal, 1808

Histerini Gyllenhal, 1808

Margarinotus Marseul, 1853

subgenus *Ptomister* Houlbert & Monnot, 1922

13. *striola succicola* (Thomson, 1862) Qu, Al, Bt / **ZS**

Hololeptini Hope, 1840

Hololepta Paykull, 1811

14. *plana* (Sulzer, 1776) Sa, Pp, Po / **M**

Platysomatini Bickhardt, 1914

Eurosomides Newton, 2015

15. *minor* P. Rossi, 1790 Pi, Pn, Qu / **M**

Platysoma Leach, 1817

16. *angustatum* (Hoffmann, 1803) Pi, Pn, Qu / **M**

17. *elongatum elongatum* (Thunberg, 1787) Pi, Pn / **M**

18. *lineare* Erichson, 1834 Pi, Pn, Qu / **M**

19. *compressum* (Herbst, 1783) Qu, Bt, Al, Pn / **M**

20. *deplanatum* (Gyllenhal, 1808) Qu, Bt, Po, Pp, Pn / **M**

Согласно трофической специализации, ксилофильные Histeridae относятся к трем трофическим группам. При этом абсолютным большинством видов представлена трофическая группа миксофаги (18 видов), что составляет 90 % от всех ксилофильных карапузиков. Только по одному виду представлены трофические группы зоофаги и зоосапрофаги.

Из 20 видов карапузиков 14 видов отмечаются исключительно в древесине. Остальные виды более пластичны и встречаются также в других средах: на разлагающейся органике животного и растительного происхождения, в гнездах птиц и др. Так, *Dendrophilus punctatus* регулярно и в массе встречается в гнездах птиц, особенно гнездящихся в дуплах деревьев [17], гораздо реже в гнездах муравьев и на падали.

Margarinotus striola отмечается в земле, пропитанной забродившим соком ольхи, березы, дуба, реже на падалях и в гнездах птиц.

Из отмеченных в фауне Беларуси ксилофильных карапузиков 18 видов, относящихся к 11 родам, отмечаются на лиственных породах деревьев, а 11 видов (5 родов) – на хвойных породах. Отдельные виды проявляют высокую специфичность к породе дерева: только на лиственных породах деревьев отмечается 8 видов (6 родов), а на хвойных – 2 вида (2 рода).

Наибольшим числом видов (5) представлен род *Platysoma*. Представители рода развиваются под отмершей влажной корой лиственных и хвойных деревьев, они активно уничтожают различных подкорных насекомых, например короедов из рода *Ips*, *Dryocoetes*, *Hylurgops* и др. Появление личинок карапузиков рода совпадает с появлением личинок короедов старших возрастов [14]. При этом личинки *Platysoma* используют в пищу как личинок короедов, так и их куколок и молодых жуков. Из всех представителей рода наиболее массовым является *P. lineare*, тогда как другие представители встречаются крайне редко или известны по единичным находкам.

Род *Plegaderus* представлен четырьмя видами. Следует отметить, что вид *Plegaderus dissectus* относительно недавно был впервые отмечен в Беларуси [4]. Представители рода чаще других ксилофильных карапузиков встречаются в трухе дупел, под которой в отработанных и покинутых ходах короедов и других ксилофагов, часто покрытых аско- и дейтеромицетами. *Plegaderus caesus* также был отмечен в гнездах птиц дуплогнездников, труха которых также была с гифами аско- и дейтеромицетов. Находки представителей рода позволяют считать, что они не только являются хищниками, а могут также использовать в пищу грибы. Наиболее обычным представителем рода является *P. vulneratus*, регулярно встречающийся в ходах короедов родов *Ips*, *Polygraphus*, *Dryocoetes*, *Hylurgops*, *Crypturgus* и др. [4].

Teretrius fabricii – единственный представитель рода в Беларуси, и встречается он достаточно редко. Отмечается в лёте и на крупных стволах лиственных деревьев. Приурочен к ходам ксилофагов родов *Lyctus*, *Ptilinus*, *Scolytus*. Также на стволах крупных ив, тополей и осин отмечается *Hololepta plana*. Однако в отличие от предыдущего вида данный представитель приурочен к гнилой и влажной древесине, где питается главным образом личинками и куколками двукрылых и, вероятно, грибами.

Также крайне малочисленны представители рода *Abraeus*. Жуки рода встречаются в гнилой древесине и под корой лиственных пород деревьев, часто с муравьями рода *Lasius*. Карапузик *A. granulum* отмечался на грибах рода *Ganoderma*, а *A. perpusillus* – на агариковых грибах (*Huophiloma fasciculare*, *H. capnoides* и др.).

В трухе и под корой лиственных деревьев отмечается представитель рода *Acritus*. Самый массовый вид рода – *Acritus minutus* также отмечается на плодовых телах полипоровых грибов и в муравейниках.

При камеральной обработке материала был выявлен новый для фауны Беларуси вид Histeridae, не связанный с древесиной, – *Saprinus lautus lautus* Erichson, 1839. Материал: Гомельская область, Житковичский район, окрестности г/п Туров, N52.07523, E027.75227, берег р. Припять (грязь), падаля (рыба), 26.07.2011, 1 экз. (1f), leg. Д. С. Лундышев; там же, 29.07.2011, 1 экз. (1f), leg. А. Сушков, И. А. Богданович; Брестская область, г. Барановичи, N53.146168, E26.052068, фруктовый сад, падаля (свинина, говядина), 27.07.2012, 1 экз. (1m), leg. Д. С. Лундышев; там же, Ивацевичский район, д. Гощево, падаля (свинья), 18.05.2013, 1 экз. (1f), leg. А. Ю. Мочульский; Гродненская область, Лидский район, окрестности д. Доржы, пастбище, падаля (рыба), 24.05.2014, 1 экз. (1f), leg. А. С. Перевозкина; там же, падаля (рыба), 04.07.2014, 1 экз. (1m), leg. А. С. Перевозкина.

Заклучение

Таким образом, в настоящее время в западной части Предполесской и Полесской провинций Беларуси отмечено 20 видов ксилофильных карапузиков (29,8 % от всех видов данного семейства фауны Беларуси), принадлежащих 11 родам. Наибольшим числом видов (5) представлен род *Platysoma*. Согласно трофической специализации ксилофильные Histeridae относятся к трем трофическим группам, из которых наибольшим числом видов представлена трофическая группа миксофаги – 18.

Ксилофильные карапузики используют в пищу яйца, личинок и имаго насекомых ксилофагов, регулируя их численность, а также грибы и миксомицеты, что определяет их важную роль в поддержании стабильности в первую очередь естественных экосистем и актуальность изучения. Представляет интерес дальнейшее изучение ксилофильных Histeridae как естественных регуляторов численности вредителей интродуцированных деревьев и кустарников.

Автор выражает искреннюю благодарность за помощь в сборе материала кандидату биологических наук, доценту А. В. Земоглядчуку, кандидату биологических наук М. А. Лукашене (БарГУ, г. Барановичи), А. Ю. Мочульскому (г. Барановичи).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрович, О. Р. Обзор жуков надсемейства Histeroidea фауны Беларуси / О. Р. Александрович, А. К. Тишечкин // Фауна и экология жесткокрылых Беларуси / О. Р. Александрович, А. К. Тишечкин ; под ред. И. К. Лопатина, Э. И. Хотько. – Минск, 1991. – С. 94–104.
2. Królik R. *Sphaeritidae, Histeridae, Lymexylidae* – drwionkowate, *Bothrideridae, Cerylonidae, Colydiidae* – gwozdnikowate / R. Królik // Katalog fauny Puszczy Białowieskiej ; red. J. M. Gutowski, B. Jaroszewicz. – Warszawa, 2001. – P. 125–126.
3. Tsinkevich, V. A. In addition to checklist of beetles (Coleoptera) Belarusian part of Bialowieza Primeval Forest / V. A. Tsinkevich, O. R. Aleksandrowicz, M. A. Lukashenya // Baltic Journal of Coleopterology. – 2005. – Vol. 5, № 2. – P. 147–160.
4. Цинкевич, В. А. Ксилофильные жесткокрылые Национального парка «Беловежская пуца» / В. А. Цинкевич, М. А. Лукашеня. – Минск : РИФТУР ПРИНТ, 2017. – 240 с.
5. Каталог насекомых (Insecta) Национального парка «Беловежская пуца» = Catalogue of insects of the National Park «Belovezhskaya pushcha» / В. А. Цинкевич [и др.] ; под общ. ред. В. А. Цинкевича. – Минск : Белорус. Дом печати, 2017. – 344 с.
6. Лукашеня, М. А. Ксилобионтные карапузики (Coleoptera, Histeridae) Национального парка «Беловежская пуца» / М. А. Лукашеня // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования : сб. науч. ст. / редкол. В. С. Ивкович (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Вып. 3. – С. 123–134.
7. Лукашеня, М. А. Предварительные результаты изучения жесткокрылых-ксилобионтов (Insecta: Coleoptera) консорции ели на территории Национального парка «Беловежская пуца» / М. А. Лукашеня // Наука. Образование. Технологии – 2008 : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 21–22 марта 2008 г. / БарГУ ; редкол.: В. В. Таруц [и др.]. – Барановичи, 2008. – Кн. 3. – С. 324–326.
8. Лукашеня, М. А. К познанию жесткокрылых-энтомофагов (Coleoptera) стволовых вредителей хвойных пород Национального парка «Беловежская пуца» / М. А. Лукашеня // Содружество наук. Барановичи – 2009 : материалы V междунар. науч.-практ.

конф. молодых исследователей, Барановичи, 21–22 мая, 2009 г. / редкол.: Ю. В. Башкирова [и др.]. – Барановичи : РИО БарГУ, 2009 – Ч. 1. – С. 180–181.

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. М. Арнольбик [и др.]. – Минск : Белорус. Дом печати, 2015. – Вып. 10. – С. 97–104.

10. Лукашеня, М. А. Сукцессионные комплексы ксилофильных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) Национального парка «Беловежская пуца» / М. А. Лукашеня // Вестн. БарГУ. Сер. биол. (Общая биология). – 2015. – Вып. 3. – С. 44–54.

11. Теоретические проблемы и результаты комплексного географического районирования территории Беларуси / Г. И. Марцинкевич [и др.] // Выбр. навук. пр. БДУ : у 7 т. – Мінск, 2001. – Т. 7 : Биология. География. – С. 333–356.

12. Лукашеня, М. А. Новые модели оконных ловушек и их применение для учета ксилофильных жесткокрылых / М. А. Лукашеня // Наука. Образование. Технологии – 2009 : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 10–11 сент. 2009 г. : в 2 ч. / БарГУ; редкол.: В. И. Кочурко (гл. ред.) [и др.]. – Барановичи : РИО БарГУ, 2009. – Ч. 2. – С. 79–81.

13. Фауна СССР. Жесткокрылые : в 34 т. / редкол.: О. А. Скарлато (гл. ред.) [и др.]. – Л. : Наука, 1969–1985. – Т. 5, вып. 4 : Жуки надсемейства Histeroidea / О. Л. Крыжановский, А. Н. Рейхард. – 1976. – 435 с.

14. Никитский, Н. Б. Жесткокрылые-ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-террасного биосферного заповедника / Н. Б. Никитский [и др.]. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1996. – 197 с.

15. Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О. Р. Александрович [и др.] ; Фонд фундам. исслед. Респ. Беларусь. – Минск, 1996. – С. 34–35.

16. Лундышев, Д. С. Новые локалитеты жесткокрылых (Coleoptera) семейства Trogidae и Histeridae для Беларуси / Д. С. Лундышев // Евразият. энтомол. журн. – 2014. – № 13 (6). – С. 571.

17. Лундышев, Д. С. Видовой состав и экологическая структура жесткокрылых насекомых (Insecta, Coleoptera) в консорции гнезд птиц закрытого типа Предполеской и Полесской провинций Беларуси / Д. С. Лундышев // Вестн. Брэсц. ун-та. Сер. прыродазн. навук. Матэматыка. Фізіка. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2009. – № 2 (33). – С. 99–106.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 28.01.2019

Lundyshev D. S. Xylophilous Histeridae Gyllenhal, 1808 (Coleoptera) of the Western Part of Predpoleskaya and Poleskaya Provinces of Belarus

The article contains data on the taxonomic structure and some of the ecological features of the xylophilous Histeridae of the western part of Predpoleskaya and Poleskaya provinces of Belarus. 20 species of xylophilous Histeridae were registered in the research area (29,8 % of all species of this family of the fauna of Belarus) belonging to 11 genera. Genus Platysoma represents the largest number of species (5). According to trophic specialization, xylophilous Histeridae belong to 3 trophic groups, the greatest number of which (18) is the trophic group of myxophages. The species Saprinus lautus lautus Erichson, 1839, unrelated to wood, is first presented for the fauna of Belarus.

УДК 581.93

А. Н. Мялик

науч. сотрудник сектора гербария
Центрального ботанического сада НАН Беларуси
e-mail: aleksandr-myalik@yandex.by

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕНЕЗИСА АДВЕНТИВНОЙ ФЛОРЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Впервые изучен адвентивный компонент флоры Припятского Полесья, важного в экономическом и экологическом аспекте региона Полесской низменности. Установлено, что он включает 1 262 вида, что составляет более 58 % от общего состава флоры сосудистых растений. С учетом современных методических подходов анализа адвентивной флоры, а также оригинальной авторской информации о состоянии конкретных заносных видов проведена их классификация на группы по времени и способу заноса, степени натурализации и инвазионным свойствам. Полученные данные являются основой дальнейших разработок по изучению, сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Полесского региона.

Введение

В настоящее время вопросы, касающиеся изучения адвентивных видов растений, приобретают все большую актуальность, что напрямую связано с возрастающим антропогенным воздействием на природные экосистемы. Доля адвентивных (заносных) видов растений во флорах различных природных регионов неуклонно возрастает [1–3], что наряду с широким внедрением агрессивных чужеродных растений в естественные фитоценозы возводит проблему антропогенной трансформации флор и растительного покрова в ряд глобальных [4]. Именно поэтому установление генезиса адвентивного компонента флоры любой территории является первоосновой для дальнейших действий, направленных на снижение экологических и экономических рисков, связанных с трансформацией растительного мира под воздействием хозяйственной деятельности человека. Вместе с тем в настоящее время не существует единого подхода к анализу флористических систем, в том числе и их адвентивного компонента. Многие региональные особенности отдельных флор требуют специальных приемов для их понимания и отображения, что обусловлено не только физико-географическим положением, определяющим особенность естественных природных условий территории, но и спецификой ее культурно-исторического развития и хозяйственного освоения в прошлом и настоящем.

Цель данной работы – на примере Припятского Полесья определить оптимальные методические подходы, необходимые для выявления генезиса адвентивной флоры в условиях Полесского региона.

Материалы и методы исследований

Анализ ряда работ, посвященных адвентивным флорам, показывает, что важнейшей составляющей успешного их изучения является определение самого понятия «адвентивная флора», поскольку данный компонент растительного мира наиболее специфичен, отличается низкой целостностью и высокой динамичностью [5]. Обычно «адвентивная флора» рассматривается как совокупность видов растений, не свойственных местной аборигенной флоре, занос которых на данную территорию не связан с естественным ходом флорогенеза и является результатом прямой или косвенной деятельности человека [6]. Исходя из этого, при инвентаризации флоры и выделяется адвентивный компонент, куда включаются все виды, естественные ареалы которых находятся за пределами изучаемого региона. В перечень адвентивных включаются как хорошо

натурализовавшиеся виды (*Chelidonium majus* L., *Fallopia dumetorum* (L.) Holub и др.), занесенные на изучаемую территорию в далеком прошлом, так и таксоны, появившиеся относительно недавно и известные пока только в условиях культивирования (*Crococmia* × *crococmiiflora* (Lemoine) N. E. Br., *Layia elegans* Torr. et A. Gray и др.).

Именно поэтому установление генезиса адвентивной флоры возможно только с одновременным использованием нескольких подходов, позволяющих выяснить время и способ заноса видов, их первичный ареал (родину) и степень натурализации (инвазионный статус) в естественных экосистемах рассматриваемой территории.

В работах белорусских авторов [7–9] при классификации адвентивных видов обычно придерживаются взглядов А. Телунг [10] и Я. Корнась [11] с уточнениями Д. И. Третьякова [12], подразумевающих выделение отдельных групп растений по следующим критериям: время заноса, способ заноса и степень натурализации.

По времени заноса среди адвентивных видов выделяются археофиты (старые иммигранты, занесенные на территорию Беларуси до конца XV в. – начала эпохи Великих географических открытий) и неофиты, или кенофиты (недавние пришельцы, занесенные с начала XVI в. по настоящее время).

По способу иммиграции виды подразделяются на ксенофиты (занесенные случайно, без осознанного вмешательства человека) и эргазиофиты (преднамеренно занесенные человеком виды растений, использующиеся в хозяйственной деятельности). В свою очередь, среди эргазиофитов выделяются эргазиолиптофиты (виды, известные только в условиях культуры) и эргазиофитофиты (виды, «сбежавшие» из культуры и сумевшие натурализоваться в полуестественных или естественных растительных сообществах).

По степени натурализации выделяются эфемерофиты (не имеющие признаков натурализации), колонофиты (виды, закрепившиеся в местах интродукции или заноса, но не способные распространяться далее), эпекофиты (растения, натурализовавшиеся в нарушенных (синантропных) местообитаниях) и агриофиты (виды с наивысшей степенью натурализации, входящие в состав естественных растительных сообществ). Таким образом, эфемерофиты и колонофиты представляют нестабильный, а эпекофиты и агриофиты – стабильный компонент адвентивной флоры.

Для выполнения географического анализа адвентивной флоры за основу удобнее всего использовать схему В. В. Протопоповой [13], отражающую первичный ареал заносных растений. В соответствии с этим по происхождению адвентивные виды объединяются в следующие элементы: европейский, азиатский, средиземноморский, средиземноморско-ирано-туранский, ирано-туранский, кавказский, североамериканский, южноамериканский, африканский и австралийский. Выделяется также группа видов антропогенного происхождения, включающая гибридные и культигенные таксоны, среди которых преобладают сельскохозяйственные и декоративные растения.

При выделении адвентивного компонента флоры и установления особенностей слагающих его видов (их первичного ареала, времени, способа заноса и т. д.) целесообразно использовать флористические сводки [14–18], отдельные монографии и публикации [1; 6; 19–24], где содержатся наиболее точные сведения об адвентивных видах флоры Беларуси и сопредельных территорий. Огромное значение при изучении генезиса адвентивной флоры имеют также материалы региональных гербарных коллекций и собственные наблюдения, позволяющие оценить инвазионный статус отдельных видов (особенности их произрастания и распространения в природных экосистемах рассматриваемого региона).

В основу данной работы положены многолетние флористические исследования, выполненные на территории Припятского Полесья в 2009–2019 гг. Экспедиционными маршрутами были охвачены все административные районы, находящиеся в пределах

данной территории. При установлении видового состава адвентивной флоры наряду с естественными экосистемами обследовались различные синантропные местообитания, окраины населенных пунктов, пустыри, мусоросвалки и приусадебные участки. Всего было выполнено более 40 экспедиционных выездов, во время которых было составлено более 90 фитоценологических описаний, собрано около 5 000 гербарных листов адвентивных видов в более чем 120 точках.

Собранные гербарные материалы дополнили фонды различных коллекций: Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK); кафедры ботаники Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина (BRTU); Белорусского государственного университета (MSKU); Центрального ботанического сада НАН Беларуси (MSKH); Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН (LE); Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (MW).

Результаты и их обсуждение

Припятское Полесье представляет собой отдельный физико-географический округ, расположенный в центральной части Белорусского Полесья [25] и характеризующийся относительно однородными природными условиями и общим культурно-историческим развитием. По площади (около 20 тыс. км²) эта территория примерно сопоставима с рядом расположенными, региональные флоры которых (в том числе и адвентивные) являются хорошо изученными (например, с восточной частью Полесья). Учет данных факторов особенно не только важен для выявления генезиса и современного состояния адвентивного компонента флоры региона, но и определяет возможность выполнения сравнительного анализа.

Согласно нашим исследованиям, к адвентивному компоненту флоры относится 1 262 вида сосудистых растений, что составляет 58,9 % от их общего числа во флоре Припятского Полесья. К ним относятся виды растений, находящиеся на изучаемой территории за пределами своего естественного распространения, в том числе и культивируемые. Сюда также отнесены некоторые таксоны, являющиеся аборигенными для флоры Беларуси в целом, но на территории Припятского Полесья известные за пределами естественного ареала (*Abies alba* Mill., *Carex ornithopoda* Willd. и др.). По нашему мнению, возможность разного флоргенетического статуса некоторых видов в пределах разных регионов Беларуси необходимо учитывать и при изучении региональных адвентивных флор.

Все адвентивные виды имеют различное время и способ заноса на рассматриваемую территорию. Среди них преобладает группа неофитов, представленная 1 042 таксонами (82,6 % от их общего числа), занесенными с начала XVI в. Эта группа очень разнообразна и представлена как сорно-рудеральными (*Amaranthus retroflexus* L., *Lepidium densiflorum* Schrad. и др.), так и различными хозяйственно ценными (*Camassia quamash* (Pursh) Greene, *Plectranthus scutellarioides* (L.) R. Br. и др.) видами растений, число которых постоянно увеличивается в результате интродукции. Группа археофитов (старых иммигрантов) менее многочисленна; в ней насчитывается всего 220 таксонов (17,4 % видового состава адвентивной флоры). Данные представители флоры были занесены на территорию Беларуси еще до конца XV ст. Среди них более многочисленны широко распространенные сорные (*Buglossoides arvensis* (L.) I. M. Johnst., *Chenopodium rubrum* L. и др.) и рудеральные (*Chelidonium majus* L., *Urtica urens* L. и др.) виды растений, а также некоторые традиционные сельскохозяйственные культуры (*Avena sativa* L., *Beta vulgaris* L. и др.).

Рассматривая способ заноса адвентивных представителей флоры, следует указать на преобладание группы эргазиофитов. Среди них 632 таксона относятся к под-

группе эргазиолиптофитов – видов, известных в настоящее время только в условиях культуры (*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv., *Rhodanthe manglesii* Lindl. и др.). Всего 266 представителей адвентивной флоры (*Acer negundo* L., *Phacelia tanacetifolia* Benth. и др.) относятся к эргазиофитофитам, сумевшим «сбежать» из культуры и внедриться в полустественные и естественные фитоценозы. Случайно занесенными видами (ксенофитами) являются 364 представителя адвентивной флоры, к которым относятся преимущественно сорные и рудеральные растения (*Raphanus raphanistrum* L., *Viola arvensis* Murray и др.).

Оценка степени натурализации каждого конкретного вида требует взвешенного подхода, поскольку поведение адвентивных таксонов на новой территории связано с различными аспектами их географии и биологии. Общая оценка натурализации заносных видов предполагает выявление степени их устойчивости, которая зависит от способности к семенному или вегетативному размножению, зимостойкости видов, а также их способности внедряться в естественные или полустественные фитоценозы (в том числе и от частоты встречаемости в их составе). Последняя особенность может быть обусловлена как регулярностью заноса семенного материала извне, так и скоростью самостоятельного распространения вида в результате его натурализации. Перечисленные характеристики являются взаимодополняемыми и могут комбинироваться в различном сочетании [5]. С их учетом распределение адвентивных видов флоры Припятского Полесья по группам с различной степенью натурализации выглядит следующим образом (таблица).

Таблица. – Основные группы адвентивных видов флоры Припятского Полесья по степени натурализации

Признак	Группы адвентивных видов			
	эфемерофиты	колонофиты	эпекофиты	агриофиты
Устойчивость популяций	неустойчивы	слабо устойчивы	устойчивы	устойчивы
Способность к активному распространению	нет	нет	есть	есть
Осваиваемые фитоценозы	нарушенные	нарушенные	нарушенные и полустественные	полустественные и естественные
Представленность во флоре Припятского Полесья				
Кол-во видов	299	553	313	97
% от общего кол-ва	23,7	43,8	24,8	7,7

Группа эфемерофитов в составе адвентивного компонента рассматриваемой флоры представлена 299 таксонами, не имеющими признаков натурализации. Среди них наиболее многочисленны культивируемые декоративные растения, не способные без ухода со стороны человека произрастать в природных условиях юго-западной части Беларуси. К ним относятся широко распространенные однолетники, выращиваемые иногда только на протяжении одного сезона (*Celosia cristata* L., *Cobaea scandens* Cav., *Gomphrena haageana* Klotzsch и др.), а также некоторые многолетники, отличающиеся низкой зимостойкостью (*Buddleja davidii* Franch., *Delosperma cooperi* L., *Rosmarinus officinalis* L. и др.). Достаточно многочисленны в данной группе и виды синантропных сообществ (*Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Polycnatum arvense* L. и др.), способные произрастать в местах заноса весьма непродолжительное время (1–2 сезона).

К колонофитам относится 553 представителя адвентивной флоры, удерживающиеся в местах заноса достаточно продолжительное время, но не проявляющие склон-

ность к дальнейшему распространению. Такими видами являются большинство культивируемых многолетников, прочно закрепившихся в местах интродукции (*Pinus rigida* Mill., *Juglans nigra* L., *Lathyrus latifolius* L. и др.), а также некоторые случайно занесенные растения, произрастающие по нарушенным местообитаниям: обочинам шоссе и железных дорог (*Lonicera tatarica* L., *Phlox paniculata* L. и др.), мусоросвалкам (*Heliopsis scabra* Dunal, *Thladiantha dubia* Bunge и др.), окраинам населенных пунктов (*Dianthus barbatus* L., *Narcissus poeticus* L. и др.) и в других синантропных местообитаниях.

К эпекофитам, сумевшим проникнуть в полуестественные растительные сообщества, относится 313 адвентивных таксонов, или 24,8 % от их общего числа. Они достаточно широко распространены вдоль дорог (*Corispermum leptopterum* (Asch.) Pjin, *Sisymbrium wolgensis* M. Bieb. ex Fourn. и др.), по окраинам сельскохозяйственных угодий (*Spergula arvensis* L., *Thlaspi arvense* L. и др.), лесным просекам и вырубкам (*Phalacrolooma annuum* Dumort., *Verbascum densiflorum* Bertol. и др.), придорожным лесополосам (*Amorpha fruticosa* L., *Ligustrum vulgare* L. и др.), залежным землям (*Fumaria officinalis* L., *Linaria vulgaris* Mill. и др.), а также на речном аллювии (*Atriplex prostrata* Boucher ex DC., *Xanthium strumarium* L. и др.) и в некоторых других полуестественных местообитаниях.

Наибольший интерес и значимость представляет группа агриофитов, сумевших хорошо натурализоваться и прочно войти в состав естественных фитоценозов. Всего их насчитывается 97 таксонов (7,7 % от общего числа адвентивных видов). Некоторые из них (преимущественно археофиты) уже давно стали частью естественных фитоценозов и, как правило, не нарушают их естественную структуру. До недавнего времени ряд этих видов (*Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara et Grande, *Coronilla varia* L. и др.) рассматривались некоторыми авторами [9; 26; 27] как аборигены. Ряд агриофитов (*Elodea canadensis* Michx., *Impatiens parviflora* DC. и др.) проявляют свойства трансформеров и способны существенно изменять особенности функционирования и развития естественных фитоценозов. Некоторые другие виды данной группы также отличаются высокой жизненностью и способностью к активному распространению (*Hypericum canadense* L., *Ludwigia palustris* (L.) Elliott и др.), однако ввиду незначительного числа выявленных местообитаний они пока не представляют существенной угрозы.

Немаловажное значение при анализе особенностей адвентивного компонента флоры имеет также выяснение происхождения этих видов, т. е. установление их первичного ареала или родины. В соответствии со схемой первичных ареалов адвентивных видов, предложенной В. В. Протопоповой [12], большинство из них (421 таксон, или 33,4 %) происходит из различных регионов Европы. Как правило, их первичный ареал занимает южную (*Daucus carota* L., *Tilia tomentosa* Moench и др.), западную (*Petrorhagia saxifraga* (L.) Link, *Syringa vulgaris* L. и др.) или восточную (*Acer tataricum* L., *Amygdalus nana* L. и др.) часть европейского континента.

Северная Америка является родиной 236 адвентивных таксонов, большинство из которых происходит из умеренных широт этого континента: *Rudbeckia hirta* L., *Acer saccharinum* L. и др. Все эти виды являются исключительно неофитами, поскольку были занесены на территорию Европы только с начала XVI ст.

Родиной 227 адвентивных видов являются различные регионы Азии: Сибирь (*Draba sibirica* (Pall) Thell., *Larix sibirica* Ledeb. и др.), Дальний Восток (*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. ex Maxim.) Maxim., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. и др.), Япония и Китай (*Abies koreana* E. H. Wilson, *Astilbe simplicifolia* Makino и др.), центральная (*Hippophae rhamnoides* L., *Salsola collina* Pall. и др.) или юго-восточная (*Cucumis sativus* L., *Coix lacryma-jobi* L. и др.) ее части.

Следовательно, в формировании адвентивной флоры Припятского Полесья наибольшее значение (около 70 %) имеют виды растений, происхождение которых связано с умеренной зоной Европы, Северной Америки или Азии, т. е. с территориями, имеющими схожие природно-климатические условия.

Почти 10 % адвентивных видов (121 таксон) происходит из Средиземноморья. Многие из них являются археофитами и представлены традиционными культивируемыми (*Brassica oleracea* L., *Linum usitatissimum* L. и др.) или сорными и рудеральными (*Agrostemma githago* L., *Raphanus raphanistrum* L. и др.) растениями.

Генезис 84 таксонов тесно связан с деятельностью человека (интродукцией и селекцией). К ним относятся адвентивные виды гибридного происхождения (*Gladiolus × hortulanus* L. H. Bailey, *Lilium × hybridum* hort. и др.), а также культивгенные таксоны. Среди последних более многочисленны представители семейства *Rosaceae*, издавна выращиваемые в садах в качестве плодовых растений: *Armeniaca vulgaris* Lam., *Malus domestica* Borkh. и др. Удельный вес видов антропогенного происхождения во флоре Припятского Полесья в настоящее время составляет 6,7 % и постоянно возрастает в результате непрерывного заноса огромного числа новых преимущественно декоративных растений.

Родиной 41 таксона является Средиземноморско-Ирано-Туранская область. Среди видов этой группы более многочисленны археофиты, известные как сорные и рудеральные растения: *Anagallis arvensis* L., *Papaver rhoeas* L., *Sisymbrium loeselii* L. и др. Из Южной Америки на территорию Припятского Полесья было занесено 39 видов, представленных за небольшим исключением (*Galinsoga parviflora* Cav. *Xanthium spinosum* L. и др.) культивируемыми пищевыми и декоративными растениями: *Arachis hypogaea* L., *Phaseolus coccineus* L. и др.

Кавказ является родиной 29 заносных видов (*Medicago lupulina* L., *Melilotus officinalis* (L.) Lam. и др.), а расположенная рядом Ирано-Туранская область – 26 (*Anethum graveolens* L., *Levisticum officinale* W. D. J. Koch и др.). Такое же число видов имеет африканское происхождение (*Dolichos lablab* L., *Linum grandiflorum* Desf. и др.), а из Австралии и Новой Зеландии было занесено только 9 таксонов (*Carex flagellifera* Colenso, *Rhodanthe manglesii* Lindl. и др.). Представители последних 2 групп известны только в условиях культуры. Родина 3 адвентивных таксонов (*Rubus laciniatus* Willd., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. и *Erysimum cheiranthoides* L.) в настоящее время точно не установлена.

Заключение

Благодаря комплексу предложенных методических подходов адвентивная фракция флоры Припятского Полесья проанализирована с учетом регионов происхождения, времени и способа иммиграции видов, а также степени их натурализации в естественных экосистемах южной части Беларуси, что позволяет выявить особенности ее происхождения и развития, которые заключаются в следующем:

1. Адвентивный компонент флоры представлен сложным комплексом 1 262 видов различного генезиса, что указывает на его низкую целостность и высокую степень динамичности.

2. В его сложении наибольшее значение имеют виды, родиной которых являются умеренные широты Северной Америки, Азии, а также сопредельные регионы Европы и Средиземноморья. Все большее значение в последние десятилетия приобретают таксоны антропогенного происхождения, что объясняется интенсивной интродукцией новых (преимущественно декоративных) растений гибридного происхождения.

3. Большинство адвентивных видов (около 70 %) по времени иммиграции являются неофитами, преднамеренно занесенными человеком на данную территорию в качестве возможных хозяйственно ценных растений.

4. Всего около 32 % заносных таксонов относятся к группе эпекофитов и агриофитов, представляющих стабильный компонент адвентивной флоры и имеющих высокий инвазионный статус. Исходя из этого, 410 адвентивных видов сумели натурализоваться в природных фитоценозах южной части Беларуси и оказывают непосредственное влияние на современное состояние и дальнейшее развитие местной флоры и растительного покрова.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs / Ph. Lambdon [et al.] // *Preslia. The J. of the Czech. Bot. Soc.* – 2008. – № 80. – P. 101–149.

2. Антрапагенныя змяненні і сінантрапізацыя флоры Беларусі / В. І. Парфёнаў [і інш.] // *Вес. Акад. навук БССР. Сер. біял. навук.* – 1981. – № 2. – С. 35–43.

3. Бурда, Р. И. Антропогенная трансформация флоры / Р. И. Бурда. – Киев : Наук. думка, 1991. – 168 с.

4. Баришполец, В. А. Анализ глобальных экологических проблем / В. А. Баришполец // *РЕНСИТ.* – 2011. – Т. 3, № 1. – С. 79–96.

5. Нотов, А. А. Основные направления изучения генезиса адвентивного компонента флор / А. А. Нотов, В. А. Нотов // *Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология.* – 2009. – Вып. 14. – С. 127–141.

6. Виноградова, Ю. К. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России) / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – М. : ГЕОС, 2009. – 494 с.

7. Вынаев, Г. В. О классификации антропофитов и новых для флоры БССР индигенизированных видов растений / Г. В. Вынаев, Д. И. Третьяков // *Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси.* – Минск, 1979. – Вып. XXI. – С. 62–74.

8. Дубовик, Д. В. Адвентивный компонент во флоре восточной части Беларуси / Д. В. Дубовик // *Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук.* – 2008. – № 3. – С. 29–33.

9. Козловская, Н. В. Адвентивные и прогрессирующие виды во флоре Белоруссии / Н. В. Козловская // *Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Ин-т эксперимент. ботаники им. В. Ф. Купревича Акад. наук БССР.* – Минск, 1978. – Вып. XX. – С. 88–95.

10. Thellung, A. Zur Terminologie der Adventiv- und Ruderalflora / A. Thellung // *Allgemeine Bot. Zeitschrift.* – 1918–1919. – Bd. 24/25. – S. 36–42.

11. Kornaś, J. Geograficzno-historyczna klasyfikacja roślin synantropijnych. Synantropizacja szaty roślinnej / J. Kornaś // *Materiały Zakł. Fitosocjol. Stos. Uniw. Warszawskiego.* – 1968. – № 25. – S. 33–41.

12. Третьяков, Д. И. Адвентивная фракция флоры Беларуси и ее становление / Д. И. Третьяков // *Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики : материалы IV рабочего совещ. по сравн. флористике, Берез. биосфер. заповедник, 1993 г. ; редкол.: Б. А. Юрцев (отв. ред.).* – СПб., 1998. – С. 250–259.

13. Протопопова, В. В. Синантропная флора Украины и пути ее развития / В. В. Протопопова. – Киев : Наук. думка, 1991. – 202 с.

14. Флора Беларуси. Сосудистые растения : в 6 т. / под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2009–2017. – Т. 3. – 2017. – 573 с.

15. Флора Беларусі. Сосудистые растения : в 6 т. / под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2009–2017. – Т. 2. – 2013. – 447 с.
16. Флора Беларусі. Сосудистые растения : в 6 т. / под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2009–2017. – Т. 1. – 2009. – 199 с.
17. Флора БССР : в 5 т. – М. : Сельхозгиз ; Минск : Изд-во Акад. наук Белорус. ССР, 1949–1959. – 5 т.
18. Флора европейской части СССР (Флора Восточной Европы) : в 11 т. / под ред. А. А. Федорова, Н. Н. Цвелева. – Л. (СПб.) : Наука, 1974–2004. – 11 т.
19. Danilenka, J. Checklist of vascular plants of the Czech Republic / J. Danilenka // Preslia. The J. of the Czech Bot. Soc. – 2012. – № 84. – S. 647–811.
20. Адвентивная флора Москвы и Московской области / С. Р. Майоров [и др.]. – М. : КМК, 2012. – 411 с.
21. Лукаш, О. В. Флора судинних рослин Східного Полісся: історія дослідження : конспект / О. В. Лукаш. – Київ : Фітосоціоцентр, 2008. – 436 с.
22. Маевский, П. Ф. Флора средней полосы европейской части России / П. Ф. Маевский ; редкол.: В. С. Новиков [и др.]. – М. : КМК, 2014. – 635 с.
23. Ульянова, Т. Н. Сорные растения во флоре России и других стран СНГ / Т. Н. Ульянова. – СПб. : ВИР, 1998. – 233 с.
24. Zając, M. Survival problems of archaeophytes in the Polish flora / M. Zając, A. Zając // Biodiv. Res. Cons. – 2014. – № 35. – P. 47–56.
25. Нацыянальны атлас Беларусі / Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэсп. Беларусь. – Мінск : Белкартаграфія, 2002. – 292 с.
26. Козловская, Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны / Н. В. Козловская. – Минск : Наука и техника, 1978. – 128 с.
27. Козловская, Н. В. Хорология флоры Белоруссии / Н. В. Козловская, В. И. Парфенов. – Минск : Наука и техника, 1972. – 307 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 01.04.2019

Mialik A. M. Identification of Genesis of Adventive Flora of Pripjat Polesie

The adventive component of flora of Pripjat Polesie, important in economic and ecological aspect of the Polesie lowland region, was studied for the first time. It was found that it includes 1 262 species of vascular plants (more than 58 % of the total flora). Taking into account modern methodological approaches to the analysis of adventive species, their classification into groups by time and method of introduction, degree of naturalization and invasive properties is carried out. The data obtained are the basis for further study, conservation and use of biological diversity of the Polesie region.

УДК 631.879:633.15

А. В. Сорока¹, Н. Ф. Терлецкая², А. С. Антонюк³

¹канд. с.-х. наук, доц., зав. лабораторией агробиологии
Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси

²канд. биол. наук, науч. сотрудник лаборатории агробиологии
Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси

³науч. сотрудник лаборатории агробиологии
Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси

e-mail: info@paei.by

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЗЕРНООТХОДОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ

Изучено влияние органических удобрений на основе зерноотходов на рост, развитие, урожайность кукурузы и качество растениеводческой продукции. Внесение зерноотходов в чистом виде и компоста на основе зерноотходов способствует существенному увеличению урожайности кукурузы, улучшению качества растениеводческой продукции и повышению питательной ценности корма. Содержание нитратов в зеленой массе кукурузы при применении зерноотходов не превышает предельно допустимой концентрации.

Введение

Основным условием повышения продуктивности и экономической эффективности животноводства является производство достаточного количества качественных кормов. Кукуруза относится к важнейшим кормовым и продовольственным культурам на земле. В Республике Беларусь ее возделывают прежде всего на корм. Кукуруза обладает большим потенциалом продуктивности, поэтому предъявляет высокие требования к плодородию почвы и внесению удобрений [1; 2]. Зерноотходы благодаря своей многокомпонентности по набору питательных элементов могут быть использованы в растениеводческом комплексе сельскохозяйственного производства в качестве альтернативы традиционным удобрениям. В связи с ростом количества предприятий животноводства, увеличением поголовья КРС на животноводческих комплексах актуальным также является вопрос утилизации отходов, высокая плотность которых негативно влияет на окружающую среду. Возможность использования зерноотходов в сочетании с отходами КРС, с одной стороны, является эффективным приемом воспроизводства плодородия почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур, с другой – позволяет решить проблему утилизации отходов [3; 4].

Вопросы рационального применения отходов зерноперерабатывающих предприятий в растениеводческой отрасли сельского хозяйства, их влияния на урожайность культур, качество растениеводческой продукции и свойства почвы находятся в настоящее время на начальной стадии изучения. Для обоснования целесообразности применения зерноотходов в качестве органических удобрений необходимо проведение экспериментальных исследований, подтверждающих их удобрительную ценность и экологическую безопасность, что определяет актуальность проводимых нами исследований.

Целью настоящих исследований явилась оценка влияния органических удобрений на основе зерноотходов на полевую всхожесть, динамику роста, урожайность кукурузы и качество корма.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований стали зерноотходы ОАО «Белсолод». Химический состав вносимых органических удобрений представлен в таблице 1.

Таблица 1. – Средние показатели органических удобрений в расчете на естественную влажность, %

Наименование показателя	Вид органического удобрения	
	Зерноотходы ОАО «Белсоллод»	Компост на основе зерноотходов и навоза КРС
Массовая доля общего азота	2,38	0,60
Массовая доля общего фосфора	0,85	0,31
Массовая доля общего калия	0,88	0,37

Компост состоял из зерноотходов и навоза КРС в соотношении 1:7. Экспериментальные участки были заложены на полевом стационаре «Агробиостанция» УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина» на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной, сменяемой с глубины 0,44 м рыхлым песком почве с посевом гибрида кукурузы Краснодарский 194 МВ. Производственные опыты были заложены в Унитарном предприятии «Ляховичское-Агро» Ивановского района Брестской области с посевом гибрида кукурузы Полесский 212 СВ. Полевые опыты и учеты проводились по общепринятым методикам [5]. Расположение делянок осуществлялось методом рандомизированных повторений. Массовая доля общего азота в удобрениях определялась по ГОСТ 26715, общего фосфора – по ГОСТ 26717, общего калия – по ГОСТ 26718 [6–8]. Статистическая обработка полученных данных проводилась по [5].

Результаты исследований и их обсуждение

Оценка влияния органических удобрений на основе зерноотходов на всхожесть, рост и развитие кукурузы. Урожайность сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от всхожести и темпов роста и развития растений.

При внесении зерноотходов в чистом виде в дозах 5–60 т/га, а также компоста на основе зерноотходов в дозах 40–60 т/га полевая всхожесть кукурузы находилась на уровне контрольного варианта и составила 88–93 %; количество растений на 1 м² – 10–11 шт. Результаты исследований показали, что применение компоста на основе зерноотхода способствует росту кукурузы, внесение зерноотходов в чистом виде не оказывает негативного влияния на рост растений (рисунок 1).

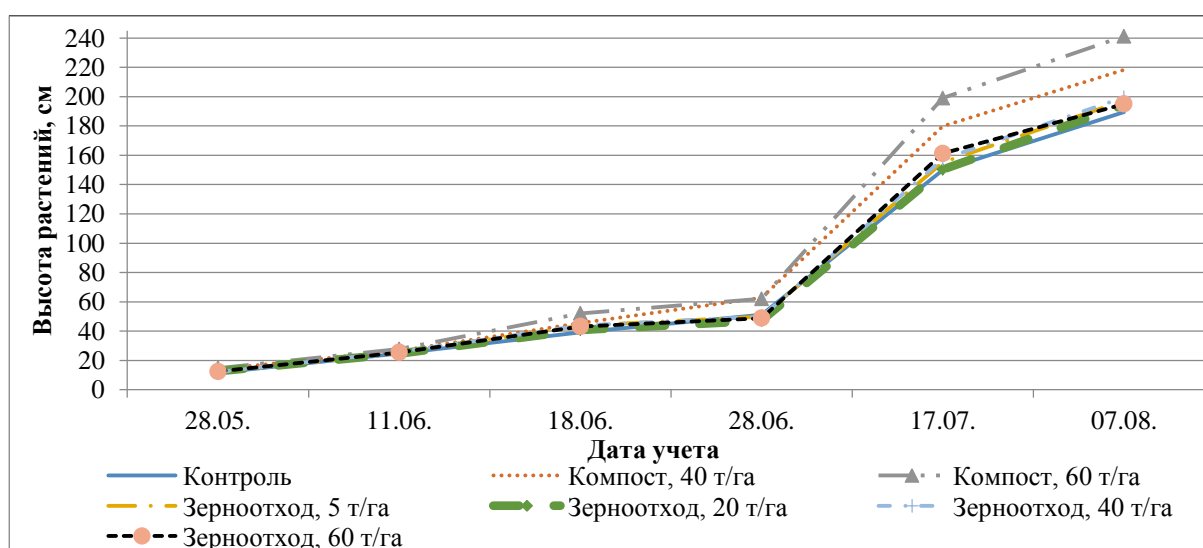


Рисунок 1. – Динамика роста кукурузы

Установлено, что различия по высоте растений кукурузы между опытными вариантами с применением компоста на основе зерноотходов и контролем статистически достоверны (таблица 2).

Таблица 2. – Динамика роста кукурузы при использовании органических удобрений на основе зерноотходов (высота растений, см)

Вариант опыта	Дата измерения				
	11 июня	18 июня	28 июня	17 июля	07 августа
Контроль	24,8 ± 0,512	39,1 ± 2,37	51,1 ± 2,25	149,9 ± 5,60	189,4 ± 5,44
Компост, 40 т/га	26,4 ± 0,82	45,4 ± 3,87	62,8 ± 3,83	179,8 ± 3,20	218,3 ± 5,49
Компост, 60 т/га	27,7 ± 0,66	52,1 ± 2,62	62,0 ± 3,85	199,1 ± 6,49	241,2 ± 8,24
Зерноотходы, 5 т/га	24,9 ± 0,68	43,8 ± 2,47	49,9 ± 4,16	155,2 ± 8,97	197,4 ± 8,23
Зерноотходы, 10 т/га	25,2 ± 0,66	41,4 ± 2,63	48,6 ± 2,28	150,5 ± 5,27	193,5 ± 8,05
Зерноотходы, 20 т/га	24,6 ± 0,87	40,8 ± 1,95	47,0 ± 1,97	150,2 ± 4,05	194,2 ± 5,63
Зерноотходы, 40 т/га	25,7 ± 1,12	43,7 ± 3,12	49,8 ± 3,53	157,4 ± 6,74	199,5 ± 6,79
Зерноотходы, 60 т/га	25,4 ± 1,08	43,4 ± 1,93	48,8 ± 2,48	161,2 ± 8,49	195,0 ± 5,34

Развитие растений кукурузы до периода образования 9–10 настоящих листьев не отличалось между вариантами опыта. В фазе молочно-восковой спелости в вариантах с применением компоста количество настоящих листьев составило 12–14 шт., в остальных вариантах и контроле – 11–12 шт.

В производственных посевах внесение компоста на основе зерноотходов также не оказало ингибирующего действия на полевую всхожесть кукурузы. Количество растений на 1 м² как в контрольном, так и опытными вариантами составило 10–11 шт.

Высота растений во время образования 4–5 настоящих листьев в опытных вариантах с внесением компоста на основе зерноотходов и подстилочного навоза была выше в среднем на 2 см относительно контрольного и составила 21,1–21,7 см (рисунок 2).

В период формирования початков высота растений в вариантах с применением компоста также находилась на уровне варианта с использованием навоза и составила 190–210 см, что на 30–50 см выше, чем в контроле.

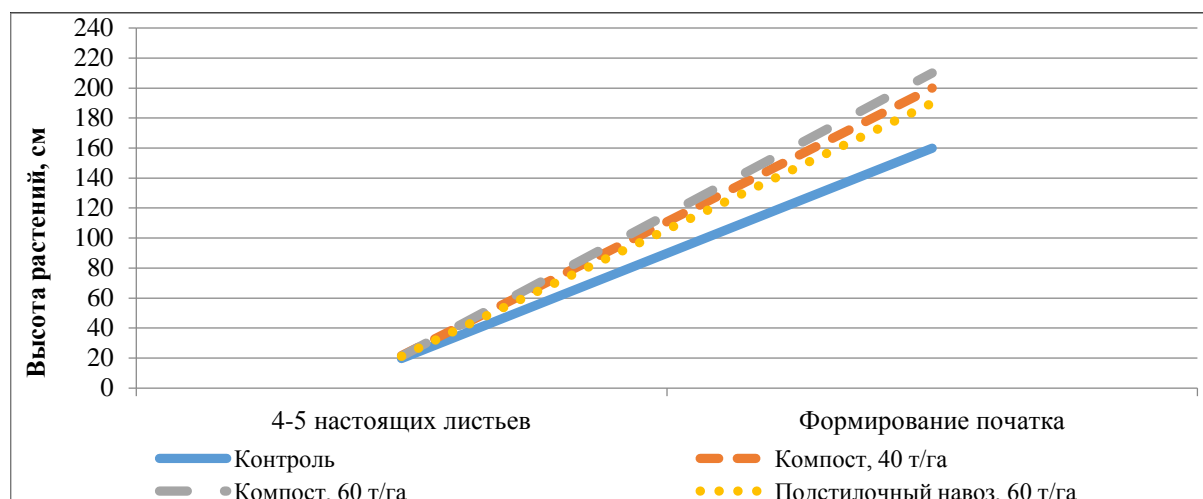


Рисунок 2. – Влияние органических удобрений на основе зерноотходов на динамику роста кукурузы (производственные посевы)

Оценка влияния органических удобрений на основе зерноотходов на урожайность кукурузы. Внесение зерноотходов в чистом виде в дозе 5–60 т/га, а также компо-

ста на основе зерноотходов в дозе 40–60 т/га оказало существенное влияние на урожайность зеленой массы кукурузы ($НСР_{05} = 30,1$).

Наиболее высокие показатели урожайности (346,5–389,5 ц/га) отмечены при применении компоста на основе зерноотходов (таблица 3).

Таблица 3. – Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от вносимых доз зерноотходов и компоста на основе зерноотходов, ц/га

Вариант опыта	Урожайность
Контроль	264,5
Зерноотходы, 5 т/га	297,5
Зерноотходы, 10 т/га	300,0
Зерноотходы, 20 т/га	316,5
Зерноотходы, 40 т/га	326,0
Зерноотходы, 60 т/га	333,0
Компост, 40 т/га	346,5
Компост, 60 т/га	389,5
$НСР_{05}$	30,1

В производственных условиях внесение компоста на основе зерноотходов также оказало существенное влияние на урожайность зеленой массы кукурузы ($НСР_{05} = 42,9$) и было сравнимо с использованием подстилочного навоза в дозе 60 т/га (рисунок 3).

Урожайность зеленой массы кукурузы при применении органических удобрений на основе зерноотходов увеличилась на 49,4–107,7 ц/га по сравнению с контролем.

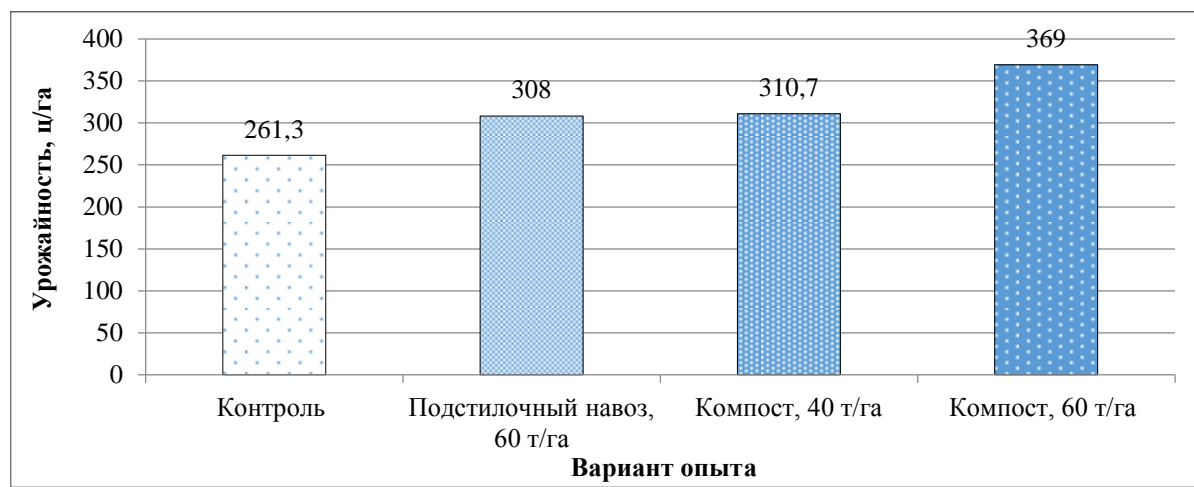


Рисунок 3. – Влияние органических удобрений на урожайность зеленой массы кукурузы (производственный опыт)

Оценка влияния органических удобрений на основе зерноотходов на продуктивность кукурузы и качество растениеводческой продукции. В зеленой массе кукурузы в фазе молочно-восковой спелости содержание сухого вещества при применении органических удобрений на основе зерноотходов составило 23,7–26,2 %.

Внесение удобрений на основе зерноотходов способствовало увеличению урожайности сухого вещества кукурузы.

Так, в опытных вариантах с использованием зерноотходов в чистом виде в дозе 5 т/га и компоста на основе зерноотходов в дозах 40–60 т/га урожайность сухого вещества составила 70,51–102,05 ц/га, в контрольном – 61,36 ц/га.

Одним из основных показателей качества корма является содержание протеина, несбалансированность которого приводит к нарушению обмена веществ и снижению продуктивности животных. При применении компоста на основе зерноотходов в дозе 60 т/га содержание протеина в зеленой массе кукурузы возросло на 0,28 %. Сбор сырого протеина в опытных вариантах с внесением органических удобрений был выше относительно контроля и составил 11,07 ц/га. При внесении зерноотходов питательная ценность корма возросла. Содержание кормовых единиц (на 1 кг корма) при внесении зерноотходов составило 0,92–0,99, энергетическая ценность – 10,66–11,08 МДж/кг, что выше, чем в контрольном варианте (таблица 4).

Таблица 4. – Энергетическая ценность кукурузы

Вариант опыта	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Обменная энергия сухого вещества, МДж/кг
Контроль	0,90	10,54
Компост, 40 т/га	0,92	10,66
Компост, 60 т/га	0,99	11,08

Интенсивное применение удобрений может привести к избыточному накоплению нитратов в растениях. Нитраты являются естественными компонентами растений, выполняют функцию резервного азота для синтеза аминокислот и белков. Их накопление в больших количествах не оказывает негативного влияния на растения, однако повышенное содержание нитратов в кормах приводит к ухудшению качества продукции, токсически действует на организм животных и человека.

Как показали результаты проведенных исследований, применение удобрений на основе зерноотходов не оказало влияния на накопление нитратов в зеленой массе кукурузы, находилось на уровне контроля и не превышало предельно допустимой концентрации (таблица 5).

Таблица 5. – Содержание нитратов в зеленой массе кукурузы при естественной влажности

Вариант опыта	Содержание нитратов, мг/кг
Контроль	160
Компост, 40 т/га	235
Компост, 60 т/га	206
Зерноотходы, 5 т/га	197
Зерноотходы, 10 т/га	208
Зерноотходы, 20 т/га	221
Зерноотходы, 40 т/га	125
Зерноотходы, 60 т/га	159
ПДК	500

Заключение

Отходы зерноперерабатывающих предприятий по основным свойствам не уступают традиционным органическим удобрениям и могут быть использованы как их альтернатива. В качестве удобрений зерноотходы возможно использовать как в чистом виде, так и в качестве компонента для получения компоста.

Внесение зерноотходов в чистом виде не оказывает ингибирующего влияния на рост и развитие кукурузы; применение компоста на основе зерноотходов способствует росту растений.

Применение органических удобрений на основе зерноотходов способствует существенному увеличению урожайности кукурузы. Внесение компоста на основе зерно-

отходов и навоза КРС под кукурузу более эффективно по сравнению с применением традиционных органических удобрений.

Использование зерноотходов способствует улучшению качества растениеводческой продукции и повышению питательной ценности корма. В зеленой массе кукурузы при применении органических удобрений на основе зерноотходов наблюдается увеличение содержания сухого вещества, протеина, кормовых единиц, а также концентрации обменной энергии.

При внесении зерноотходов в качестве удобрений содержание нитратов в растениеводческой продукции не превышает ПДК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлапунов, В. Н. Кормовое поле Беларуси / В. Н. Шлапунов, В. С. Цыдик. – Барановичи : Баранович. укрупн. тип., 2003. – 304 с.
2. Марцуль, О. Н. Влияние удобрений на продуктивность кукурузы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / О. Н. Марцуль, В. Н. Босак, Т. М. Серая // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 2 (43). – С.190–197.
3. Белюченко И. С. Влияние отходов промышленного и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почв / И. С. Белюченко, Е. И. Муравьев // Экол. вест. Север. Кавказа. – 2009. – Т. 5, № 1. – С. 84–86.
4. Иванов, Ю. А. Экологичное животноводство, проблемы и вызовы / Ю. А. Иванов, В. В. Миронов // Сб. науч. тр. ИАЭП. – 2015. – Вып. 87. – С. 35–47.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1986. – 416 с.
6. Удобрения органические. Методы определения общего азота : ГОСТ 26715-85. – Введ. 01.01.1987. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 16 с.
7. Удобрения органические. Метод определения общего фосфора : ГОСТ 26717-85. – Введ. 01.01.1987. – М. : Из-во стандартов, 1986. – 8 с.
8. Удобрения органические. Метод определения общего калия : ГОСТ 26718-85. – Введ. 01.01.1987. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 12.02.2019

Soroka A. V., Terletskaia N. F., Antoniuk A. S. Use of Organic Fertilizers on the Basis of Grain Wastes at Cultivation of Corn

The effect of organic fertilizers based on grain waste on the growth, development, yield of corn and the quality of crop production has been studied. The introduction of pure grain waste and compost based on grain waste contributes to a significant increase in the yield of corn, improving the quality of crop products and increasing the nutritional value of the feed. The content of nitrates in the green mass of corn when using grain waste does not exceed the maximum permissible concentration.

УДК 599.363:576.89:626.861 (476)

В. В. Шималов¹, А. Т. Жуковский²

¹канд. биол. наук, доц., доц. каф. общеобразовательных дисциплин
и методик их преподавания

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина,
мл. науч. сотрудник лаборатории гидроэкологии и экотехнологий
Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси

²ст. преподаватель каф. общеобразовательных дисциплин
и методик их преподавания

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина
e-mail: shimalov@rambler.ru

БЕЛОБРЮХАЯ БЕЛОЗУБКА (*CROCIDURA LEUCODON* HERMANN, 1780) И ЕЕ ГЕЛЬМИНТОФАУНА НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ*

Представлены результаты многолетних исследований (1996–2019) распространения и гельминтофауны белобрюхой белозубки на мелиоративных системах Брестского Полесья. Выявлено пять мелиоративных систем в Брестском и Малоритском районах Брестской области (Брестское Полесье), на берегах открытых каналов которых установлено обитание этого зверька. Приведена картосхема мест обнаружения белобрюхой белозубки. Проанализирована гельминтофауна, состоящая из четырех видов (по два вида трематод и цестод).

Введение

Белобрюхая белозубка относится к землеройковым млекопитающим (семейство Soricidae) и является одним из двух видов белозубок, обнаруженных на территории Беларуси [1]. Этот вид включен в 4-е издание Красной книги Республики Беларусь в список видов, требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны [2]. Известны единичные находки этого животного в южной части [1; 3–6]. Гельминтофауна белобрюхой белозубки насчитывает 5 видов, из которых доминирует в заражении цестода *Staphylocystis uncinata* (Stieda, 1862) (син. *Hymenolepis uncinata*) [6].

Материалы и методы исследования

Материал был собран нами в течение 1996–2019 гг. в три периода (1996–1999, 2005–2010, 2015–2019) на 12 мелиоративных системах Брестского Полесья (западная часть Белорусского Полесья; Брестский, Жабинковский и Малоритский р-ны Брестской области).

С целью изучения распространения возбудителей гельминтозоонозов среди мелких млекопитающих на мелиоративных системах вдоль берегов открытых каналов через 1,5–2 м друг от друга выставлялись давилки «Геро» по 25 штук на 4 дня, что равнялось 100 ловушко-суткам (л-с). Отработано 19 500 л-с: 4 300 л-с на берегах каналов в смешанных лесах, 5 900 л-с на берегах каналов на пахотных землях, 5 600 л-с на берегах каналов на выгонах и 3 700 л-с на берегах каналов у грунтовых и асфальтированных дорог. Приманкой служили кусочки ржаного хлеба, порезанные кубиками и обжаренные на подсолнечном масле.

*Исследование проведено в рамках выполнения темы «Влияние антропогенной нагрузки на видовой состав и численность гельминтов и их хозяев землеройковых млекопитающих, населяющих берега мелиоративных каналов в Белорусском Полесье» (№ госрегистрации 20162544 от 28.06.2016).

На пяти мелиоративных системах в Брестском и Малоритском р-нах поймано десять экземпляров белобрюхой белозубки. Среди них было восемь самцов и две самки (шесть половозрелых и четыре неполовозрелые особи). Места обнаружения, дата отлова, половая и возрастная принадлежность представлены на рисунке.



- – мелиоративная система в окрестностях д. Семисосны, Брестский р-н (04.10.1997, половозрелый самец, берег канала на пахотных землях; 25.07.2017, половозрелая самка, берег канала на пахотных землях)
- ▼ – мелиоративная система у 20-го км автодороги Брест – Ковель, Малоритский р-н (31.08.2008, половозрелая самка, берег канала на выгоне)
- ▲ – мелиоративная система у 11–12-го км автодороги Козловичи – Москва, Брестский р-н (08.08.2005, неполовозрелый самец, берег канала в смешанном лесу; 23.10.2009, половозрелый самец, берег канала на выгоне)
- – мелиоративная система у 22–24-го км автодороги Козловичи – Москва, Брестский р-н (17.08.2010, половозрелый самец, берег канала на пахотных землях; 29.08.2010, неполовозрелый самец, берег канала на пахотных землях; 30.08.2010, неполовозрелый самец, берег канала на пахотных землях; 11.08.2019, половозрелый самец, берег канала у асфальтированной дороги)
- ◆ – мелиоративная система в окрестностях д. Старое Роматово, Малоритский р-н (06.09.2005, неполовозрелый самец, берег канала в смешанном лесу)

Рисунок. – Картосхема мест обнаружения белобрюхой белозубки на мелиоративных системах Брестского Полесья

Допущенная нами ошибка в [6, с. 118, таблица 1] в отношении места обнаружения неполовозрелого самца белобрюхой белозубки, пойманного 06.09.2005, в этой статье исправлена.

Зверьков исследовали методом полных гельминтологических вскрытий, компрессирования тканей и органов. Идентификации гельминтов способствовали монография [7] и определители [8–10].

Цель работы – установить места распространения белобрюхой белозубки на мелиоративных системах Брестского Полесья и видовой состав ее гельминтов.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами установлено пять местообитаний белобрюхой белозубки на мелиоративных системах Брестского Полесья: три из них три находятся в Брестском р-не, два – в Малоритском. Численность зверьков незначительная – 0,05 особи на 100 л-с.

В давилки «Геро» попали десять экземпляров, восемь из которых в Брестском р-не, а два – в Малоритском. Больше всего было поймано самцов (восемь).

Зверьки были отловлены на берегах мелиоративных каналов, проходящих в смешанных лесах (два экземпляра, Брестский и Малоритский р-ны), на выгонах (два экземпляра, Брестский и Малоритский р-ны), на пахотных землях (пять экземпляров, две мелиоративные системы в Брестском р-не) и вдоль асфальтированной дороги (один экземпляр, Брестский р-н).

Из пяти известных нам мест обитаний белобрюхой белозубки в период 2015–2019 гг. подтверждены два: это мелиоративная система в окрестностях д. Семисосны Брестского р-на (04.10.1997 здесь был пойман половозрелый самец, а 25.07.2017 – половозрелая самка) и мелиоративная система, расположенная в Брестском р-не у 22–24-го км автодороги Козловичи – Москва (17.08.2010, 29.08.2010 и 30.08.2010 здесь были пойманы один половозрелый и два неполовозрелые самца, а 11.08.2019 – один половозрелый самец). В настоящее время мы не исключаем функционирования микропопуляций белобрюхой белозубки на всех пяти мелиоративных системах в Брестском и Малоритском р-нах.

Половозрелые и неполовозрелые особи попадались с конца июля (2017 г.) по конец октября (2009 г.). Из двух отловленных половозрелых самок только у одной, пойманной 25 июля 2017 г. на берегу канала, проходящего по пахотным землям мелиоративной системы, расположенной в окрестностях д. Семисосны (Брестский р-н), локализовалось шесть хорошо сформированных эмбрионов.

Нами замечено, что белобрюхие белозубки чаще попадают в давилки «Геро» до, во время или после дождя.

Берега и склоны мелиоративных каналов, проходящих на выгонах, пахотных землях и вдоль дорог, в отличие от каналов в смешанных лесах, периодически обкашиваются человеком, причиняя белозубкам определенный стресс. Однако это не мешает им заселять эти участки, трансформированные осушительной мелиорацией. Возможно, животные выбирают берега каналов, считая их более привлекательными для обитания, чем, например, пахотные земли и выгоны, первые из которых обрабатываются человеком с использованием сельскохозяйственной техники, а вторые – вытаптываются крупным рогатым скотом.

Восемь белобрюхих белозубок оказались инвазированными гельминтами. Не заражены были половозрелый и неполовозрелый самцы, пойманные на мелиоративной системе, расположенной в Брестском р-не у 11–12-го км автодороги Козловичи – Москва.

Обнаружено четыре вида гельминтов: по два вида трематод и цестод. Только у одного зверька, отловленного на мелиоративной системе, расположенной в окрестностях д. Старое Роматово (Малоритский р-н), локализовались три вида гельминтов, тогда как у остальных животных – один. Доминировала в заражении цестода *S. uncinata*. Найдена она у зверьков четырех мелиоративных систем (окрестности д. Семисосны в Брестском р-не, у 22–24-го км автодороги Козловичи – Москва в Брестском р-не, у 20-го км автодороги Брест – Ковель в Малоритском р-не, в окрестностях д. Старое Роматово в Малоритском р-не). Ею заражены семь животных (два половозрелые и три неполовозрелые самца, две половозрелые самки). Количество гельминтов колебалось от 1 до 26. Это один из распространенных видов гельминтов белозубок. Например, в Болгарии зараженность этой цестодой белобрюхих белозубок доходит до 35,08 %, а заражение происходит при поедании насекомых, инвазированных личинками [7].

Еще один вид цестод – *Staphylocystis tiara* (Dujardin, 1845) в количестве одного экземпляра найден нами у половозрелого самца, пойманного 04.10.1997 на берегу канала мелиоративной системы, расположенной в окрестностях д. Семисосны (Брестский р-н). Оба вида цестод рода *Staphylocystis* Villot, 1877 являются характерными паразитами белозубок [7] и были обнаружены нами в кишечнике.

Два вида трематод найдены у неполовозрелого самца, отловленного 06.09.2005 на берегу канала мелиоративной системы, расположенной в окрестностях д. Старое Роматово (Малоритский р-н). В кишечнике локализовался один экземпляр трематоды *Rubinstrema opishovitellina* (Soltys, 1953), а в жировых отложениях в области шеи – два экземпляра метацеркарии трематоды *Strigea sphaerula* (Rudolphi, 1803). Облигатными дефинитивными хозяевами первого вида трематод являются землеройковые млекопитающие (белозубки, бурозубки, куторы), а второго вида – врановые птицы.

Заключение

Информация, приведенная в этой статье, расширяет знания о таком слабоизученном в Беларуси виде, как белобрюхая белозубка.

Картосхема, представленная на рисунке, передана в Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси для использования при разработке оценочных прогнозов адаптационных способностей диких животных, обитающих на трансформированных осушительной мелиорацией землях Белорусского Полесья, и проведении мероприятий по сохранению редких и исчезающих видов животных.

Белобрюхая белозубка населяет берега открытых каналов, проходящих в смешанных лесах, на выгонах, пахотных землях и вдоль дорог, расположенных на мелиоративных системах Брестского Полесья в Брестском и Малоритском р-нах (установлены соответственно три и две мелиоративные системы). Гельминтофауна этого зверька на мелиоративных системах представлена четырьмя видами: по два вида трематод и цестод. Доминирует в заражении цестода *S. uncinata*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Изд. центр БГУ, 2005. – С. 55–56.
2. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И. М. Качановский (пред.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : БелЭн, 2015. – С. 315.
3. Сержанин, И. Н. Млекопитающие Белоруссии / И. Н. Сержанин. – Минск : АН БССР, 1961. – 318 с.

4. Гричик, В. В. Новые данные о белобрюхой белозубке (*Crocidura leucodon* Herm.) в Беларуси / В. В. Гричик, Е. Е. Гаевский // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2003. – № 1. – С. 107.

5. Блоцкая, Е. С. Популяционная экология мелких млекопитающих юго-западной и центральной Беларуси : монография / Е. С. Блоцкая, В. Е. Гайдук. – Брест : Изд-во Брест. гос. ун-та, 2004. – С. 37.

6. Шималов, В. В. Распространение и гельминтофауна белозубки белобрюхой (*Crocidura leucodon* Hermann, 1780) в Беларуси / В. В. Шималов // Вестн. НАН Беларуси. Сер. біял. навук. – 2010. – № 1. – С. 117–119.

7. Генов, Т. Хелминти на насекомоядните бозайници и гризачите в България / Т. Генов. – София, 1984. – 348 с.

8. Keys to the cestode parasites of vertebrates / ed. by L. F. Khalil, A. Jones, R. A. Bray. – Wallingford : CABI Publishing, 1994. – 751 p.

9. Keys to the Trematoda / ed. by D. I. Gibson, A. Jones, R. A. Bray. – Wallingford : CABI Publishing, 2002. – Vol. 1. – 521 p.

10. Keys to the Trematoda / ed. by R. A. Bray, D. I. Gibson, A. Jones. – London : CABI and Natural History Museum, 2008. – Vol. 3. – 824 p.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 13.02.2019

Shimalov V. V., Zhukovsky A. T. The Bicolored Shrew (*Crocidura leucodon* Hermann, 1780) and its Helminth Fauna on the Reclamation Systems of the Brest Polesie

The results of long-term studies (1996–2019) of the distribution and helminth fauna of the bicolored shrew on the reclamation systems of Brest Polesie are presented. On the banks of open channels of five reclamation systems in Brest and Malorita districts of Brest region (Brest Polesie) the habitat of this animal have established. The map of the places of detection of the bicolored shrew is shown. The helminth fauna consisting of 4 species (2 species of trematodes and 2 species of cestodes) was analyzed.

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

УДК378.016:338.48.12(091)

С. В. Артеменко¹, И. Л. Федорова²

¹канд. геогр. наук, доц. каф. туризма и страноведения

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

²магистр геогр. наук, ст. преподаватель каф. туризма и страноведения

Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

e-mail: socgeo@brsu.brest.by

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО ТУРИЗМА

Актуализируются вопросы теории исследования культурного туризма, проводится анализ изученности этого вида туризма как одного из наиболее востребованных видов туризма. Как показывает анализ, многие направления в исследовании культурного туризма изучены недостаточно, в частности методологические аспекты, поэтому определение эмпирических, теоретических и методологических оснований изучения культурного туризма – важная исследовательская задача. Отмечается практическая значимость теоретико-методологических основ изучения культурного туризма для формирования общей теории туризма. Делаются выводы о возможности выполнения теоретическими знаниями о культурном туризме описательной, объяснительной и предсказательной функции по отношению ко вновь возникшим проблемам в туристической сфере.

Введение

В настоящее время индустрия туризма стремительно развивается. За последнее десятилетие количество туристов значительно выросло и в 2018 г. составило 1 млрд 451 млн человек, а доходы превысили 1 трлн 340 млрд долл. [1]. Стремительное развитие данной индустрии привело к тому, что туристический рынок услуг значительно расширился и диверсифицировался, что обусловлено ростом потребностей туристов. Тем не менее одним из самых востребованных видов туризма остается культурный туризм как один из наиболее популярных и массовых видов туризма во всем мире. Несмотря на сформировавшееся у туристов представление о культурном туризме, сложившиеся в нем традиции, важным остается не только знакомство с историко-культурным наследием территории, но и активное вовлечение туриста в культурную среду, приобщение к различным культурным событиям и культурным практикам. Вместе с тем недостаточно изученным остается ряд теоретических вопросов культурного туризма, его методологическая составляющая. Поскольку данный вид туризма представляет интерес многих областей знания, его изучение должно происходить разносторонне, с использованием методологической базы многих наук.

Рост значимости культурного туризма привело к необходимости более глубокого исследования сущности и содержания этого вида туризма. При этом развитие теоретических основ данного вида деятельности позволяет разработать систему ее объективных показателей, повысить ее качество и конкурентоспособность, найти системные решения организационных вопросов.

Проблемы культурного туризма исследуются на протяжении длительного времени, и внимание им уделяют авторы из разных стран, представляющие различные области знания [2–10]. Наиболее разработанными являются такие аспекты культурного туризма, как: ресурсная база данного вида туризма (оценка потенциала (туристско-рекреационного, историко-культурного) [11–13]); классификация объектов [5; 12; 14; 15]; историко-культурное наследие [4; 13; 16–18]; классификация и разновидности (формы, типы, виды) [5; 6; 15; 20; 21]; потенциал дестинаций различного уровня (городов, райо-

нов и др.) [21; 22]; маркетинг и менеджмент [12; 23]; методология исследования [12; 15; 24–26]. Ряд публикаций посвящен организации деятельности и использованию объектов в культурном туризме; культурным продуктам в культурном туризме; созданию различных организационных форм туристической деятельности (например, туристско-рекреационных кластеров) на базе культурного туризма [26].

В теоретических разработках, касающихся культурного туризма, много внимания уделяется разработке понятийно-терминологического аппарата.

Достаточно редки обобщения исследований различных аспектов развития культурного туризма, имеет место дисбаланс в исследовании его признанных форм, недостаточно разработаны вопросы методологии изучения отдельных видов культурного туризма. Отсутствуют специальные исследования географической специфики культурного туризма, имеющиеся исследования посвящались выявлению определенных аспектов географии ресурсов этого вида туризма, пространственному анализу культурно-исторического потенциала туризма отдельных территорий.

Цель исследования – выявление и разработка теоретико-методологических основ изучения культурного туризма. Основными задачами исследования являются определение эмпирических, теоретических и методологических оснований исследования культурного туризма, выявление степени изученности данной проблематики.

Теоретические основы и результаты исследования

Теория как система идей или принципов, касающихся исследования определенной предметной области, включает четыре основных компонента: эмпирическую основу (основные факты, данные и результаты их простейшей логической обработки); абстрактно-логический базис (абстракции, теоретические схемы, категории, законы, закономерности, принципы); методологический базис (совокупность согласованных логических методов и алгоритмов накопления и использования знаний); следствие и выводы.

Эмпирическую основу исследования составляют достоверные факты, сбор и анализ которых осуществляется с использованием определенных методов, основанных на наблюдении, описании и изучении туристической деятельности. Исходя из ее специфики, в качестве таких фактов выступают события, происходящие в туризме, характеристики туристической деятельности.

Научная понятийная база культурного туризма основывается на определении этой категории. В Беларуси в связи с довольно поздним началом развития культурного туризма как самостоятельной деятельности не сформировалось комплексной и функциональной дефиниции культурного туризма. Такая дефиниция необходима для выделения культурного туризма среди других направлений туризма, понимаемого как социальное явление и как вид экономической деятельности. Это определение включает понятие культурного туризма с позиций спроса (моды), предложения туристического продукта, личностных мотиваций туриста и туристических ресурсов. В такой дефиниции можно выделить основные условия отнесения туристической деятельности к сфере культурного туризма: соответствие основным условиям дефиниции собственно туризма; туристическое предложение в основном (основная часть программы) должно быть направлено на культуру, либо культурный фактор должен быть главным мотивом туристического путешествия.

Анализ дефиниций культурного (культурно-познавательного, познавательного, экскурсионного) туризма показывает, что многие авторы трактуют этот вид туризма как деятельность, связанную с посещением и ознакомлением с памятниками, достопримечательными местами, культурными фестивалями, музеями, обычаями, духовными и религиозными ценностями. Посещение и ознакомление может выражаться в таких видах деятельности, как организованные экскурсия, путешествие либо самостоятельный

туризм. Анализ дефиниций выявляет: все авторы, которые в своих исследованиях обращали внимание на культурный туризм, сходятся во мнении, что культурный туризм – это ознакомление с разного рода достопримечательностями: историческими, культурными, архитектурными, археологическими, духовными, религиозными и т. д. Достопримечательность – место, вещь или объект, заслуживающие особого внимания, знаменитые или замечательные чем-либо, например являющиеся историческим наследием, художественной ценностью.

Объекты-достопримечательности следует отнести к культурному наследию, потому что культурное наследие – это часть материальной и духовной культуры, созданная прошлыми поколениями, выдержавшая испытание временем и передающаяся следующим поколениям как нечто ценное и почитаемое. Другими словами, это произведения художников, архитекторов, музыкантов, писателей, труды ученых и т. д., а также нематериальное достояние, включающее фольклор, народные промыслы, фестивали, религиозные ритуалы и т. п.

Этого мнения придерживаются И. В. Зорин и Д. Ю. Шарапов, которые считают, что культурный туризм – это ознакомление и познание культурного наследия посещаемой страны. Наличие таких специфических объектов культуры, уникальных историко-культурных комплексов является главной составляющей, определяющей выбор туриста. Поэтому культурное наследие может рассматриваться как туристский ресурс [27].

Историко-культурное наследие включает значительное количество как материальных, так и духовных ценностей.

Обобщая подходы и опыт дефиниции понятия «культурный туризм», можно определить культурный туризм как посещение объектов историко-культурного наследия (памятников архитектуры, истории, градостроительства, археологии и др.) с познавательными и образовательными целями.

В культурном туризме сочетаются три основные ветви, которые определяют следующие его виды: туризм высокой культуры (туризм культурного наследия, музейный, литературный туризм и др.); образовательный туризм (познавательный, тематический и другой культурный туризм); универсальный культурный туризм (этнический туризм, туризм живой истории и др.). Многие туристические путешествия имеют смешанный характер, включают элементы различных его видов.

Отдельные подходы к классификации основаны на выделении так называемых первичных элементов культурного туризма – культурного наследия и современной культуры. Здесь выделяются две группы многочисленных по тематике секторов – специфического и массового характера. Первый сектор культурного туризма выделяется в зависимости от маршрута либо места – конечной цели путешествия. Второй включает виды культурного туризма в зависимости от тематики путешествия: туризм культурного наследия, туризм современной культуры и туризм, совмещающий оба этих вида.

Другие классификации принимают во внимание характер и цели путешествий, объекты туризма, особенности деятельности, комплекс критериев (цель, активность, время, продолжительность и др.) [8; 23; 28].

Таким образом, классификации культурного туризма не имеют жестко определенного характера, т. к. культурный туризм постоянно развивается и обогащается новыми видами, а имеющиеся его формы взаимопроникаемы и часто накладываются друг на друга.

Методологический базис теории складывается из двух составляющих. Первая представляет собой сложившуюся и апробированную систему философских, общенаучных и специальных подходов, методов, приемов и способов, выполняющих методологическую функцию разрабатываемой концепции культурного туризма.

Основные исследовательские подходы: количественный, качественный, комплексный, территориальный, пространственно-временной, типологический, рекреационно-географический, деятельностный.

Комплексный подход нацелен на установление оптимальной взаимосвязанности между элементами хозяйства определенной территории, при которой успешно выполняется основная хозяйственная функция (специализация).

Сложная многофакторная и многофункциональная природа культурного туризма обуславливает необходимость осуществлять комплексный подход в туристских исследованиях. С учетом комплексного характера культурного туризма, его развития в отраслевой структуре хозяйства как межотраслевого комплекса данный подход является чрезвычайно актуальным в географических исследованиях данного феномена. С его помощью исследуются вопросы структурной организации и функционирования туристского комплекса, решаются проблемы взаимодействия его хозяйственных элементов, пропорциональности и устойчивости развития и др. Основой использования комплексного подхода в первую очередь является теоретическая разработка и анализ понятий «культурный ландшафт» и «туристический потенциал территории».

Территориальный подход заключается в учете сложных взаимосвязей между различными объектами и явлениями, находящимися на одной территории. Территория выступает в качестве арены жизнедеятельности человека и общества. С ней связаны процессы природопользования, образования геосистем, природных и антропогенных ландшафтов, территориальной организации общества, географического районирования, расселения населения, размещения производительных сил. Территория изучается на разных уровнях. В исследованиях культурного туризма территориальный подход используется для изучения пригодности территории для занятий культурным туризмом, воздействия туризма на территорию, а также для исследования пространственно дифференцированных туристского спроса и предложения туристских продуктов. Данный подход является основой управления комплексными территориально организованными системами культурного туризма. При этом в исследовании охватываются территории разного уровня. Этот подход позволяет регулировать территориально-экономические процессы, связанные с культурным туризмом.

Пространственно-временной подход позволяет проследить ход формирования и становления изучаемых явлений и процессов, познать тенденции и закономерности их развития, вскрыть временной аспект территориальных комплексов разных рангов, сочетание эволюционного и революционного путей, мобильности и инерционности. Без применения временного подхода было бы значительно сложнее переходить от регистрации фактов, от функции описания к функции объяснения и характеристики. Динамичность развития туристской сферы, изменчивость многих ее характеристик предполагает использование временных трендов для выявления закономерностей и тенденций. Использование этого подхода необходимо при исследовании вопросов истории формирования и становления культурного туризма как вида деятельности на разных исторических этапах, а также для выявления закономерностей и особенностей развития процесса географического исследования культурного туризма. Важной составляющей в исследовании культурного туризма являются не только его временные характеристики, но и пространство, в котором происходит развитие культурного туризма.

Географическое пространство является основой (базисом) для организации других видов пространств, поэтому его параметры лежат в основе пространственной организации различных видов деятельности.

Геопространственная организация культурного туризма выявляется такими элементами, как дифференциация, системоформирование, интеграция, а также экономиче-

скими и коммуникационными отношениями, которые позволяют выявить факторную обусловленность развития культурного туризма.

Типологический подход применяется в территориальных исследованиях различных объектов при сопоставлении классификаций (группировок) и типологий. Этот подход связан с разработкой таких типологий, которые учитывают количественные различия пространственных объектов, и поиском характеризующих признаков и основополагающих критериев для этих типологий. Типология – важный инструмент для выявления территориальных, организационных, функциональных и других закономерностей и различий.

Рекреационно-географический подход основан на характеристике природно-ландшафтных и культурно-исторических туристских ресурсов, сложившихся маршрутов и видовой специализации туризма. При исследовании культурного туризма важно проанализировать ресурсы, туристско-рекреационные зоны, средства размещения и предприятия организации туристской деятельности, а также туристические маршруты: виды, их количество, километраж, задействованность маршрутов туристическими предприятиями.

В исследовании культурного туризма используются научные подходы, являющиеся приоритетными в других областях знания. Так, чрезвычайно важным и актуальным является использование деятельностного (поведенческого) научного подхода. Этот подход позволяет выявить мотивы организации культурного туризма, их структуру, дает возможность изучить различные аспекты и элементы.

В качестве второй составляющей методологического базиса теории изучения культурного туризма выступает сложившаяся в последние годы наука о системах, объектом исследования которой являются элементы и связи между ними.

Все это предопределяет возможность рассмотрения культурного туризма с позиций системного подхода, основным понятием которого является понятие «система».

При системном подходе каждый объект рассматривается как сложное образование, представляющее собой множество разнообразных элементов, обладающих структурой и организацией. Основным понятием системного подхода является понятие «территориальная система». Данное понятие, как и системный подход, в настоящее время является наиболее актуальным в географических исследованиях туризма. Это связано с его системной организацией, сложностью структуры и связей, возникающих при взаимодействии различных элементов туристского комплекса. Системный подход предполагает выявление элементов, образующих организационные и территориальные туристские системы, позволяет выявлять содержание и направление внутренних и внешних связей туристских комплексов, изучать свойства и характеристики их элементов.

Новой версией системного подхода является кросс-культурный подход, который определяется как вид сравнительного исследования или научный метод познания, в основе которого лежит: а) выявление сходных особенностей, таких как «общая позиция», «общие факторы», «общие принципы», «идентичная причинная основа», «универсальное пространство» и уникального своеобразия различных явлений и процессов; б) сравнение константного набора культурных феноменов, не смежных и различных по типу и уровню развития культур.

Методологическая база исследования культурного туризма включает емкую базу разнообразных методов: системного и факторного анализа, анализа и синтеза, экспертных оценок, метод анализа иерархий (МАИ), SWOT-анализа, метод моделирования.

Широко используется метод анализа и синтеза. Анализ – это расчленение, разложение объекта исследования на составные части. Он лежит в основе аналитического метода исследования. Разновидностями анализа являются классификация и периодизация. Синтез – это соединение отдельных сторон, частей объекта исследования в единое

целое. Однако это не просто их соединение, но и познание нового – взаимодействие частей как целого. Результатом синтеза является совершенно новое образование, свойства которого являются не только внешним соединением свойств компонентов, но и результатом их внутренней взаимосвязи и взаимозависимости.

Анализ и синтез используются для определения места, значения и соотношения факторов успешного развития культурного туризма.

Функция анализа состоит в выделении различных признаков в туристской деятельности, которые могли бы быть приняты в качестве основания для систематизации фактов, расположения их в хронологическом, функциональном, структурном порядке, характеризующем определенную сторону развития исследуемого события.

Функция синтеза состоит в установлении связей между фактами и объединения их в группы по выделенным основаниям.

Для организации туристской деятельности особое значение имеют географические факторы. Важной исследовательской задачей является выявление места географических факторов в сложной системе факторной обусловленности туризма. Опыт туристской деятельности показывает, что на развитие того или иного явления оказывает влияние не один, а ряд взаимосвязанных факторов. Факторы проявляют себя как совокупность, как комплекс (система) обстоятельств, определяющих деятельность в данном виде туризма.

Каждый из факторов имеет самостоятельное значение, но с учетом системного характера туризма, сложности и многогранности туристской деятельности на нее оказывает влияние комплекс факторов (факторный комплекс). Одним из основных факторных комплексов туристской деятельности является факторный комплекс туристской привлекательности региона. Туристская привлекательность региона – это совокупность его объективных и субъективных характеристик, материальных и нематериальных факторов, влияющих на результаты туристской деятельности и определяющих положение региона для туристов и субъектов туристской деятельности [29].

Сложный феномен факторной обусловленности деятельности может быть структурирован лишь с применением методов, основным элементом которых являются экспертные оценки. Оптимальным для решения поставленной задачи представляется использование метода анализа иерархий (МАИ).

Метод системного анализа позволяет выделить главные и второстепенные факторы, которые влияют на развитие культурного туризма, а также определить место и значение географических факторов. При этом необходимо выявить взаимосвязи между отдельными группами факторов, в том числе географических.

Специфика системного подхода в исследовании определяется тем, что он ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта (культурного туризма) и обеспечивающих ее механизмов (факторов), на выявление многообразных типов связей такого сложного объекта, как факторный комплекс туристской привлекательности для целей культурного туризма, и сведение их в единую теоретическую картину.

В актуальных исследованиях проблем развития регионального туризма важным инструментом является метод SWOT-анализа, с помощью которого можно выявить специфику факторной обусловленности туристской деятельности различных видов в конкретных регионах. Выявленные с помощью SWOT-анализа возможности развития регионального культурного туризма, а также вызовы, связанные с его слабыми сторонами, позволяют определить концептуальные направления и действия, необходимые для планирования и организации культурного туризма.

Метод моделирования позволяет выяснить пространственные закономерности развития культурного туризма. Он дает возможность изучить объект познания на специальной аналогичной модели, которая содержит существенные черты оригинала.

При исследовании возможно использование картографического, графического, ГИС-моделирования.

Заклучение

Современный культурный туризм приобрел ряд специфических черт, которые указывают на необходимость его комплексного исследования для достижения необходимых эффектов с использованием как общенаучных подходов и методов исследования, так и конкретно-научных методов.

Практическая значимость теоретико-методологических основ изучения культурного туризма подтверждается следующим:

1) накопленный опыт исследования культурного туризма требует его обобщения с системных позиций;

2) повышение роли культурного туризма в системе массового туризма поставило на повестку дня вопрос о необходимости разработки четкой классификации его видов, форм и способов, методов его организации и поддержки;

3) требуется создание методологического аппарата оценки различных форм и способов деятельности в культурном туризме и выбора наиболее эффективных и оптимальных из их числа;

4) теоретической проработки требуют вопросы факторной обусловленности культурного туризма, его пространственной организации, развития отдельных его видов.

Синтезированная совокупность теоретических знаний по вопросам содержания, организации и развития культурного туризма в состоянии выполнить объяснительную, описательную и предсказательную функции по отношению ко вновь возникшим проблемам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. UNWTO Tourism Highlights 2018 Edition. – World Tourism Organization, 2017. – 20 p.

2. Cultural Tourism Research Methods / G. Richards, W. Munsters (eds.). – London, 2010. – 215 p.

3. Silberberg, T. Cultural tourism and business opportunities for museums and cultural heritage sites / T. Silberberg // *Tourism Management*. – 1995. – Vol. 16, № 5. – P. 361–365.

4. Rohrscheidt, M. Turystyka kulturowa. Fenomen, potencjał, perspektywy / M. Rohrscheidt. – Poznań : KulTour. pl, 2010. – 528 s.

5. Steinecke, A. Kulturtourismus / A. Steinecke. – Oldenbourg : Wissenschaftsverlag, 2007. – 396 p.

6. Smith, M. K. Issues in Cultural Tourism Studies / M. K. Smith. – London ; New-York : Routledge, 2003. – 195 p.

7. Квартальнов, В. А. Туризм : учебник / В. А. Квартальнов. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 320 с.

8. Красная, С. А. Культурный туризм как перспективное направление развития современного туризма / С. А. Красная // *Вестн. Моск. гос. ун-та культуры и искусств*. – 2006. – № 4. – С. 125–128.

9. Рахмалаева, О. В. Культурный туризм как фактор социально-экономического развития региона : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / О. В. Рахмалаева ; Петерб. гос. ун-т экономики и финансов. – СПб., 2000. – 18 с.

10. Гаврилова, Е. А. Культурный туризм как фактор развития Оренбургской области / Е. А. Гаврилова // *Актуальные вопросы экономики и управления : материалы*

междунар. заоч. науч. конф., Москва, апр. 2011 г. / под общ. ред. Г. Д. Ахметовой. – М. : РИОР, 2011. – Т. II. – С. 201–203.

11. Кудокоцев, Н. С. Культурно-исторические ресурсы в контексте развития туризма в регионе (на примере Донецкой области) / Н. С. Кудокоцев // Науч.-техн. сб. – 2006. – № 70. – С. 428–433.

12. Черненко, В. А. Развитие культурно-познавательного туризма в Северо-Западном федеральном округе Российской Федерации : монография / В. А. Черненко, Т. Ю. Колпащикова. – СПб. : Изд-во СПбГУСЭ, 2012. – 179 с.

13. Безуглова, М. С. Культурно-исторический туристско-рекреационный потенциал Астраханской области и его использование : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.24 / М. С. Безуглова. – Астрахань, 2007. – 203 л.

14. Хухлындина, Л. М. Культурное наследие в туризме : учеб.-практ. пособие / Л. М. Хухлындина, Л. М. Гайдукевич. – Минск : БГЭУ, 2011. – 335 с.

15. Сущинская, М. Д. Культурный туризм : учеб. пособие / М. Д. Сущинская. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 128 с.

16. Любичанковский, А. В. Пространственно-временная организация культурного наследия Оренбургской области : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.24 / А. В. Любичанковский. – Оренбург, 2009. – 290 л.

17. Герасименко, Т. И. Всемирное и национальное культурное наследие региона как основа развития историко-культурного туризма [Электронный ресурс] / Т. И. Герасименко, И. Ю. Гладкий // Все о туризме. – Режим доступа: http://tourlib.net/statti_tourism/gerasimenko.htm. – Дата доступа: 20.05.2011.

18. Боханов, В. В. Организационные и экономические аспекты развития историко-культурного туризма в регионе (на примере Смоленской области) : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / В. В. Боханов ; Моск. гос. ун-т сервиса. – М., 2007. – 26 с.

19. Седова, Н. А. Культурно-просветительский туризм / Н. А. Седова. – М. : Совет. спорт, 2003. – 96 с.

20. Kaczmarek, K. Turystyka archeologiczna / K. Kaczmarek // Turystyka kulturowa. – 2010. – № 1. – С. 4–13.

21. Bonita, M. Model for Developing the Arts as a Tourist Product [Electronic resource] / M. Bonita, A. Kolb. – Mode of access: http://www.acpcultures.eu/_upload/ocr_document/Kolb_DevelopingArts%20as%20a%20TouristProduct.pdf. – Дата доступа: 04.11.2015.

22. Потаева, Г. Р. Туристский потенциал малых городов Беларуси и тенденции его освоения / Г. Р. Потаева, Т. А. Федорцова // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2006. – № 3. – С. 121–126.

23. Драгичевич-Шешич, М. Культура: менеджмент, анимация, маркетинг / М. Драгичевич-Шешич, Б. Стойкович. – Новосибирск : ИД Тигра. – 2012. – 435 с.

24. Краневский, П. И. Комплексная методика оценки потенциала культурных и природных объектов [Электронный ресурс] / П. И. Краневский // Международная туристская академия. – Режим доступа: http://tourlib.net/statti_tourism/kurina.htm. – Дата доступа: 14.10.2016.

25. Федорова, У. А. Развитие и продвижение культурно-познавательного туризма в системе туристско-рекреационных комплексов (на примере Новгородской области) : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / У. А. Федорова ; С.-Петерб. ун-т упр. и экономики. – СПб., 2012. – 22 с.

26. Федорова, И. Л. Современные тенденции и актуальные аспекты развития культурного туризма / И. Л. Федорова, С. В. Артеменко // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2014. – № 1. – С. 111–118.

27. Федорова, И. Л. Культурный туризм как вид туристской деятельности / И. Л. Федорова // *Наук. вісн. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Геогр. науки.* – 2011. – № 18. – С. 141–161.

28. Мошняга, Е. В. Концептуальное пространство межкультурной коммуникации в туризме / Е. В. Мошняга // *Вестн. Моск. гос. ун-та. Сер. 18, Социология и политология.* – 2008. – № 4. – С. 5–19.

29. Славин, В. В. Туристическая привлекательность региона: понятие, содержание, основные принципы формирования [Электронный ресурс] / В. В. Славин // *Вопр. упр.* – 2013. – Вып. 22. – Режим доступа: <http://vestnik.uapa.ru/ru-ru/issue/2013/0-1/14/>. – Дата доступа: 15.11.2013.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 09.01.2019

Artsemenko S. V., Fedorova I. L. Theoretical and Methodical Bases of Studying of Cultural Tourism

The article focuses on the theory of cultural tourism research, analyzes the study of this type of tourism as one of the most popular types of tourism. As the analysis shows, many areas in the study of cultural tourism are insufficiently studied, in particular methodological aspects, therefore, the definition of empirical, theoretical and methodological foundations for the study of cultural tourism is an important research task. The practical significance of the theoretical and methodological foundations of the study of cultural tourism for the formation of the General theory of tourism is noted. Conclusions are made about the possibility of performing a descriptive, explanatory and predictive function in relation to the newly emerged problems in the tourism sector by theoretical knowledge about cultural tourism.

УДК 551.5

Е. С. Березкова¹, П. С. Лопух²¹ведущий инженер-синоптик Белгидромета²д-р геогр. наук, проф., проф. каф. общего землеведения и гидрометеорологии

Белорусского государственного университета

e-mail: ¹Katarina0704@tut.by; ²lopuch49@mail.ru

ОЦЕНКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ НАВИГАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ВО ВРЕМЯ ВЗЛЕТ-ПОСАДКИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Рассматриваются вопросы обеспечения безопасности полетов гражданской авиации на территории Республики Беларусь. Выполнена оценка влияния опасных метеорологических явлений на условия взлет-посадки воздушных судов. Выделены пять опасных явлений: низкая видимость, осадки, сильный ветер, грозовые и гололедные явления. На основе совокупности данных опасных явлений, оказывающих влияние на навигацию в приземном слое, построены карты для весенне-летнего и осенне-зимнего навигационных периодов для территории Республики Беларусь. Карты построены на основе фактических метеорологических данных 50 метеорологических станций за период с 1989 по 2016 г. методом равных интервалов с помощью программного комплекса ArcGIS. Фактические метеорологические данные предоставлены Белгидрометом.

Введение

Целью работы является анализ пространственно-временного распределения опасных метеорологических явлений, оказывающих негативное влияние на взлет-посадку воздушных судов на территории Республики Беларусь.

К основным задачам относятся:

- 1) оценка опасных метеорологических явлений приземного слоя тропосферы;
- 2) выявление закономерностей распределения опасных метеорологических явлений по территории республики;
- 3) разработка карт пространственно-временного распределения опасных метеорологических явлений;
- 4) анализ хронологии проявления опасных метеорологических явлений в многолетнем разрезе.

Обеспечение безопасности движения воздушных судов можно разделить на два этапа: этап взлет-посадки воздушного судна и этап движения его на эшелоне полета. Наибольшее значение опасные метеорологические явления имеют на этапе взлет-посадки воздушных судов [1].

Материалы и методы

Фактические материалы по грозам, гололеду, осадкам, видимости и ветру как опасным явлениям были получены по данным наблюдений за период с 1989 по 2016 г. на 50 метеорологических станциях, зафиксированных в электронной базе данных Белгидромета (рисунок 1). В качестве экспериментальной части исследования визуализировались данные по зафиксированным опасным явлениям. На этом этапе была протестирована эффективность ГИС-методов в оценке метеорологической обстановки. В результате анализа полученных материалов были выявлены характерные признаки, особенности, свойства опасных явлений.

Полученные материалы были обработаны с помощью статистических методов и методов ГИС (ArcGIS), позволивших получить достоверные пространственно-временные характеристики пространственно-временного распределения изучаемых опасных явлений и представить их в виде графиков, диаграмм, таблиц [2; 3].

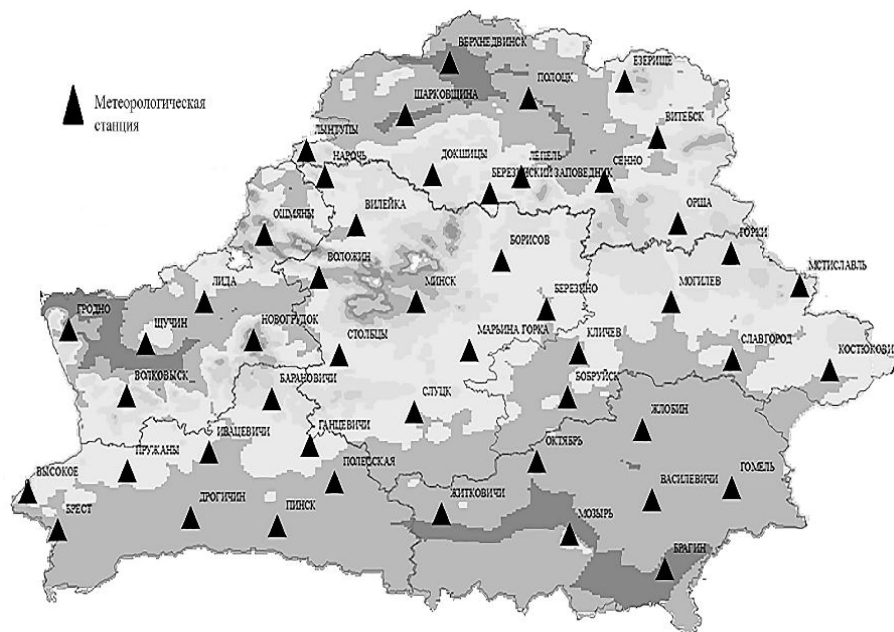


Рисунок 1. – Сеть метеорологических станций на территории Беларуси

Результаты исследования и их обсуждения

Опасные метеорологические явления оказывают непосредственное влияние на безопасность движения воздушных судов. Если в полете, когда воздушное судно набрало высоту и скорость, многие факторы, такие как скорость и направление ветра, осадки, гололедные явления и т. д. уже не оказывают никакого влияния на безопасность движения, то при взлет-посадке важен каждый метеорологический параметр. Когда воздушное судно еще находится на земле, то такие метеорологические явления, как гроза (невозможно совершить облет конвективного облака сверху), гололед и осадки (происходит непосредственное влияние на силу сцепления с взлетно-посадочной полосой), а также ветер (происходит влияние на траекторию движения воздушного судна бокового ветра, а в большей степени сдвига ветра), оказывают существенное влияние.

Навигационный год делится на два периода в зависимости от погодных условий и особенностей управления воздушным судном. Весенне-летний период (ВЛП), для которого характерны конвективные явления, начинается в апреле и заканчивается в сентябре. Осенне-зимний период (ОЗП), отличительным явлением которого являются гололедные явления, длится с октября по март [4].

Основные метеорологические явления, которые влияют на работу авиации непосредственно и косвенно у земли, указаны в таблице 1.

Таблица 1. – Опасные метеорологические явления, влияющие на взлет-посадку воздушного судна

Метеорологическое явление	Период	
	весенне-летний	осенне-зимний
Низкая видимость	+	+
Осадки	+	+
Сильный ветер	+	+
Грозовые явления	+	–
Гололедные явления	–	+

Для того чтобы было возможно проанализировать суммарное влияние опасных явлений на той или иной территории, необходимо сгруппировать вышеуказанные явления и ввести балльную шкалу по значениям этих явлений. Выбранная нами шкала имеет от 0 до 5 баллов. По всем явлениям (в период с 1989 по 2016 г.), указанным в таблице 1, проводился анализ, и в результате каждая метеорологическая станция, расположенная на территории Республики Беларусь, получила суммарный балл от 0 до 20 в зависимости от частоты случаев того или иного опасного явления [5] (таблица 2).

Таблица 2. – Результаты проведенной оценки

Метеостанция	Низкая видимость		Осадки		Сильный ветер		Грозы	Гололед	Итого	
	ВЛП	ОЗП	ВЛП	ОЗП	ВЛП	ОЗП			ВЛП	ОЗП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лельчицы	1	2	5	3	1	1	5	2	12	8
Брагин	2	2	1	4	2	3	4	2	9	11
Мозырь	1	3	3	5	1	1	4	3	9	12
Брест	1	2	3	3	1	1	2	2	7	8
Пинск	1	2	2	4	1	1	1	1	5	8
Житковичи	1	2	5	5	1	1	5	2	12	10
Полесская	5	2	2	3	5	5	3	2	15	12
Василевичи	2	2	3	4	1	1	5	3	11	10
Высокое	1	3	2	4	1	1	3	3	7	11
Гомель	1	2	3	4	1	1	3	1	8	8
Пружаны	2	3	2	3	1	1	5	4	10	11
Октябрь	2	2	2	4	1	1	5	2	10	9
Ивацевичи	1	2	2	4	1	1	3	2	7	9
Ганцевичи	3	3	4	4	1	1	5	2	13	10
Жлобин	1	2	2	4	1	1	3	2	7	9
Чечерск	1	3	3	3	1	1	1	2	6	9
Слуцк	2	3	3	4	1	2	3	3	9	12
Барановичи	2	3	4	4	1	1	2	2	9	10
Бобруйск	1	1	2	4	1	1	2	2	6	8
Волковыск	2	2	2	4	1	1	4	4	9	11
Костюковичи	2	2	3	4	1	3	3	2	9	11
Столбцы	1	2	3	4	1	1	2	1	7	8
Марьина Горка	2	2	2	4	1	1	3	3	8	10
Кличев	2	2	2	4	1	2	2	1	7	9
Славгород	2	3	3	4	1	1	5	2	11	10
Щучин	1	1	3	1	1	1	1	1	6	5
Новогрудок	3	1	5	5	2	2	4	5	14	13
Гродно	2	3	1	3	2	5	3	3	8	14
Березино	1	1	2	4	1	1	4	2	8	8
Лида	2	2	3	4	1	1	3	3	9	10
Могилев	2	3	2	4	1	1	3	4	8	12
Минск	1	3	4	5	1	1	3	4	9	13
Колодищи	3	5	5	4	1	1	2	3	11	13
Воложин	3	5	4	4	1	1	1	1	9	11
Борисов	1	2	4	4	1	1	2	2	8	9
Горки	3	3	2	4	1	1	3	3	9	11
Ошмяны	3	3	4	4	1	1	3	3	11	11
Вилейка	1	1	3	4	1	1	1	1	6	7
Орша	3	2	3	4	2	1	2	3	10	10

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Березинский заповедник	4	1	4	5	1	1	3	2	12	9
Сенно	2	1	4	4	1	1	1	2	8	8
Нарочь	1	1	4	5	1	1	1	1	7	8
Докшицы	2	2	3	4	1	1	2	4	8	11
Лепель	2	2	4	5	1	1	2	2	9	10
Лынтупы	2	3	3	5	1	1	3	4	9	13
Витебск	2	2	4	5	1	1	2	3	9	11
Шарковщина	2	2	2	4	1	1	3	2	8	9
Полоцк	2	2	4	5	1	1	1	3	8	11
Верхнедвинск	3	2	3	4	1	1	1	2	8	9
Езерище	3	1	3	5	1	1	4	3	11	10

На основании данных, представленных в таблице 2, можно построить карты пространственного распределения опасных для совершения взлет-посадки воздушных судов метеорологических явлений по территории Республики Беларусь в зависимости от навигационного периода [6; 7]. Данная информация отражена на рисунках 2 и 3.

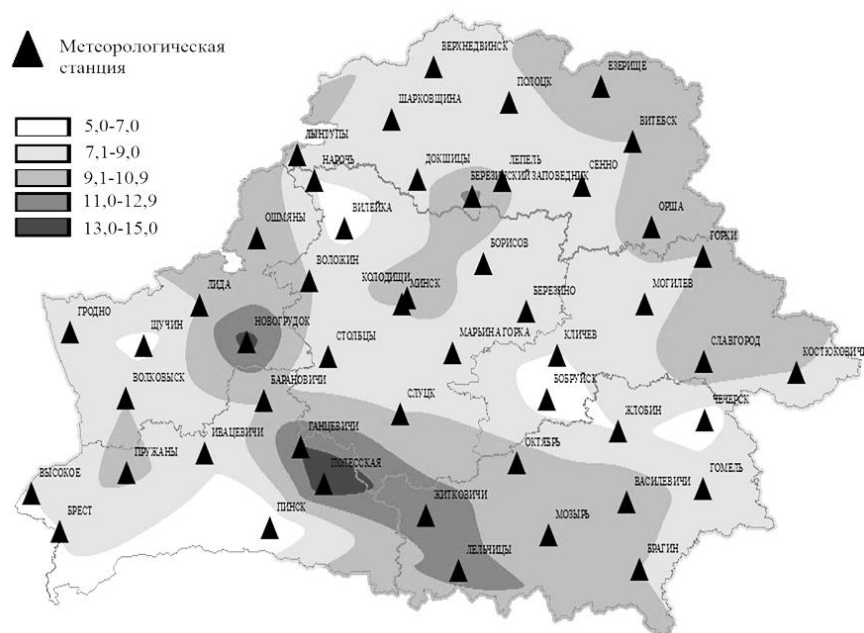


Рисунок 2. – Пространственно-временное распределение среднегодового количества дней с опасными метеорологическими явлениями в ВЛП по территории Беларуси (1989–2016)

Анализируя картину, представленную на рисунке 2, можно сделать вывод, что в ВЛП максимальное количество опасных явлений наблюдается в районе метеорологических станций Полесская и Новогрудок. Их суммарный показатель составляет соответственно 15 и 14.

Минимальные показатели фиксируются на юге Брестской области, а также в районе метеорологических станций Вилейка и Бобруйск и составляют 6 и менее.

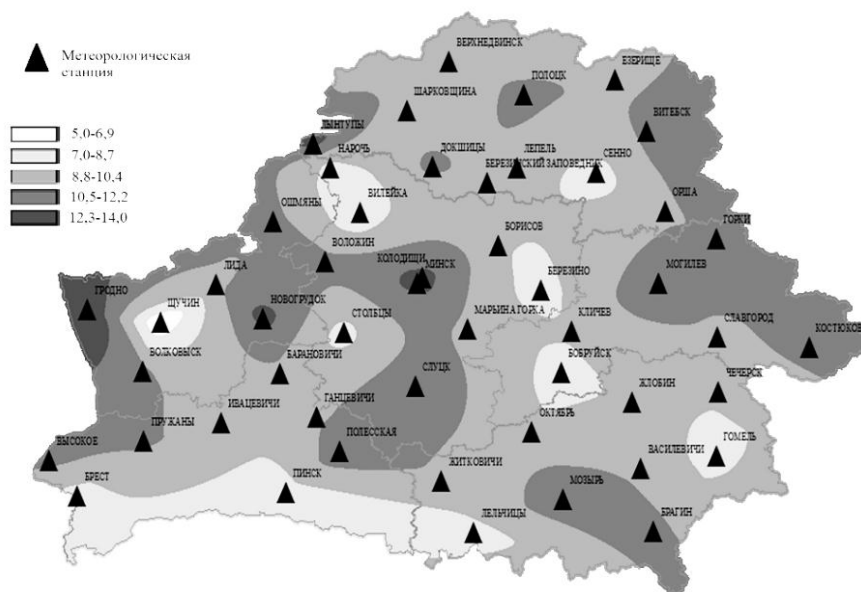


Рисунок 3. – Пространственно-временное распределение среднегодового количества дней с опасными метеорологическими явлениями в ОЗП по территории Беларуси (1989–2016)

Анализируя картину, представленную на рисунке 3, можно сделать вывод, что в ОЗП максимальное количество опасных явлений наблюдается в районе метеорологических станций Гродно и Минск. Их суммарный показатель составляет 14 и 11 соответственно. Минимальные показатели фиксируются на юге Брестской области, а также в районе метеорологических станций Вилейка и Бобруйск и составляют 8 и менее.

Аналогичная ситуация с минимальными показателями наблюдается в весенне-летний период.

Для того чтобы проанализировать динамику условного количества опасных явлений на протяжении рассматриваемого периода (1989–2016), необходимо построить график (рисунок 4).

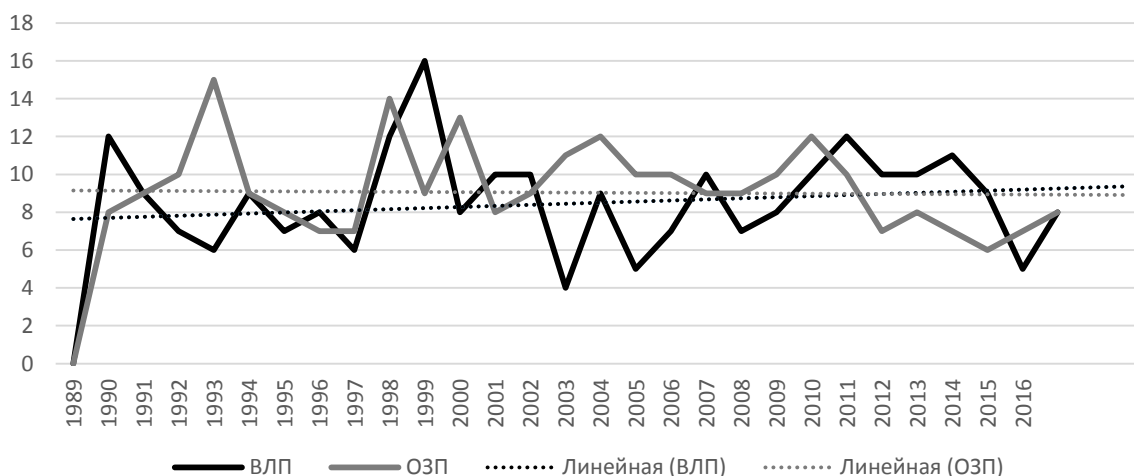


Рисунок 4. – Хронологический многолетний ход условного количества опасных явлений на территории Беларуси за 1989–2016 гг.

Анализируя рисунок 4, можно сделать вывод, что в исследуемый период опасных метеорологических явлений для взлет-посадки было больше в осенне-зимний период. Максимально в осенне-зимний период было зафиксировано 15 условных единиц в 1992 г., а весенне-летний – 16 условных единиц в 1998 г.

Минимальное количество – 6 условных единиц в 2014 г. и 4 условные единицы в 2002 г. Линия тренда к осенне-зимнему режиму показывает отрицательную тенденцию, т. е. снижение количества опасных явлений в холодный период, а линия тренда к весенне-летнему периоду показывает обратную динамику, т.е. рост опасных явлений в теплый период. В целом динамика свидетельствует о потеплении климата на территории Республики Беларусь.

Необходимо также рассмотреть годовой ход, представленный на рисунке 5.

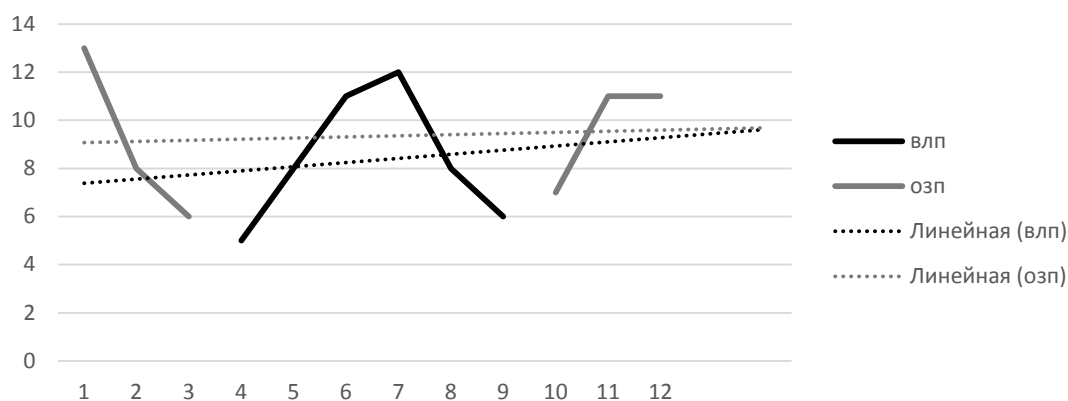


Рисунок 5. – Хронологический многолетний ход условного количества опасных явлений в течение года на территории Республики Беларусь за 1989–2016 гг.

Анализируя рисунок 5, можно сделать вывод, что условное количество опасных явлений в осенне-зимний период больше, чем в весенне-летний, что аналогично выводам, сделанным по рисунку 4. Максимальное количество опасных явлений в осенне-зимний период – 13 условных единиц (январь), а в весенне-летний – 12 условных единиц (июль).

Минимальное количество опасных явлений в осенне-зимний период – 6 условных единиц (март), а в весенне-летний – 5 условных единиц (апрель).

Максимальное количество фиксируется в середине периодов, когда влияние противоположного периода отсутствует, а минимальное фиксируется в переходных к другому периоду месяцах.

Линия тренда к осенне-зимнему режиму показывает отрицательную тенденцию, т. е. снижение количества опасных явлений в холодный период, а линия тренда к весенне-летнему периоду показывает обратную динамику, т. е. рост опасных явлений в теплый период. В целом динамика говорит о потеплении климата на территории республики, что аналогично выводам, сделанным по рисунку 4.

Заключение

В работе проанализированы данные по опасным метеорологическим явлениям приземного слоя. С помощью перевода количественных показателей в баллы стало возможным сравнение удельного веса негативного воздействия опасных метеорологических явлений на взлет-посадку воздушных судов. На основе этих данных построены карты пространственно-временного распределения среднегодового количества дней

с опасными метеорологическими явлениями в ОЗП и ВЛП по территории Республики Беларусь за период с 1989 по 2016 г. Подобных карт для территории республики ранее подготовлено не было.

Данная информация применима для планирования размещения новых взлетно-посадочных полос, а также подготовке специалистов к навигационному периоду.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астапенко, П. Д. Авиационная метеорология / П. Д. Астапенко, А. М. Баранов, И. М. Шварев. – М. : Транспорт, 1985. – 433 с.
2. Аргучинцева, А. А. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений / А. А. Аргучинцева. – Иркутск, 2007. – 106 с.
3. Дегтярев, А. С. Статистические методы обработки метеорологической информации : учебник / А. С. Дегтярев, В. А. Драбенко, В. А. Драбенко. – СПб : Андреев. издат. дом, 2015. – 225 с.
4. Баранов, А. М. Авиационная метеорология / А. М. Баранов, С. В. Солонин. – Л. : Гидрометеиздат, 1981. – 384 с.
5. Богаткин, О. Г. Анализ и прогноз погоды для авиации / О. Г. Богаткин, В. Д. Еникеева. – Л. : Гидрометеиздат, 1992. – 272 с.
6. Логинов, В. Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование : сб. науч. тр. – 2006. – Вып. 12. – С. 33–40.
7. Герменчук, М. Г. Изменения основных климатических параметров и повторяемость опасных гидрометеорологических явлений в Республике Беларусь / М. Г. Герменчук, В. И. Мельник, Е. В. Комаровская // Материалы постоянно действующего семинара при Парламентском Собрании Союза Беларуси и России по вопросам строительства Союзного государства. – Минск, 2010. – С. 135–146.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 12.02.2019

Berezhkova E. S., Lopukh P. S. Evaluation of the Meteorological Conditions Required for an Aircraft Taking off and Landing on the Territory of the Republic of Belarus

The article is devoted to ensuring the safety of civil aviation in the territory of the Republic of Belarus. In preparing the article, an assessment was made of the influence of meteorological hazards on the take-off and landing of aircraft. 5 dangerous phenomena are identified – low visibility, precipitation, strong wind, thunderstorm and icy phenomena. On the basis of a set of these hazardous phenomena that affect the navigation in the surface layer, maps for the spring-summer and autumn-winter navigation periods for the territory of the Republic of Belarus have been constructed. The maps are based on actual meteorological data of 50 meteorological stations for the period from 1989 to 2016 using the equal-interval method using the ArcGIS software package. Actual meteorological data provided by Belhydromet.

УДК 911.3:338.483.11:502/504(476.7)

А. А. Виноградова

*магистр геогр. наук, аспирант 3-го года обучения
каф. экономической и социальной географии
Белорусского государственного университета
e-mail: marizza_94@mail.ru*

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ТУРИСТСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

Уточнена категория «эколого-туристский потенциал», раскрыта содержательная составляющая категории «оценка эколого-туристского потенциала региона». Предложен алгоритм проведения оценки эколого-туристского потенциала. Оценка проводилась для познавательного направления экологического туризма на примере Пинского района Припятского Полесья.

Введение

Состояние туризма в Республике Беларусь характеризуется недостаточным уровнем развития внутреннего и въездного туризма, отсутствием единой системы государственного управления и регулирования, нормативно-правовой и организационной структуры, отсутствием механизма привлечения инвестиций в данную отрасль экономики. Особенностью развития туризма в Беларуси является медленный переход на международные стандарты качества туристских услуг и обслуживания туристов.

Республика Беларусь практически неизвестна на мировом туристском рынке как государство, обладающее древней историей, богатой культурой, разнообразной природой. Это отчасти обусловлено слабо развитой системой маркетинга национального турпродукта и его продвижения на мировой и внутренний рынки, отсутствием реального сотрудничества с зарубежными фирмами и международными туристскими организациями. В связи с этим туристическая и рекреационная деятельность в Беларуси пока имеют низкую эффективность.

Одной из значимых проблем в настоящее время в Республике Беларусь является недостаточность развития внутреннего туризма, что обусловлено низкой покупательной способностью населения и достаточно высокой стоимостью транспортных и туристских услуг. Все это оказывает негативное влияние на развитие детского, молодежного, самостоятельного и экологического туризма, что требует государственной поддержки развития туризма, разработки стратегии его развития и формирования соответствующей туристской инфраструктуры [0].

Мировая практика свидетельствует [0], что страны с переходной экономикой имеют достаточно высокую долю экологического туризма в сравнении с другими видами туризма. Необходимо также отметить значительную долю рекреационной нагрузки на территории стран с высоким уровнем туристического развития, что определяет необходимость формирования на их территориях в большей степени именно экологического туризма.

Государственная поддержка развития туристической индустрии, в том числе и изучаемого направления, закреплена в Законе Республики Беларусь «О туризме», позволила повысить интерес общественности, малого и среднего бизнеса к экологическому туризму, однако не решила многих проблем, связанных с организацией туристской деятельности.

Экологический туризм в настоящее время является наиболее востребованным направлением развития туризма, т. к. в современном обществе укореняется мнение

о необходимости сохранения окружающей среды, так называемая, экологизация общественного сознания.

Развитие экологического туризма требует оценки компонентов эколого-туристского потенциала (далее – ЭТП) для сравнения территорий. В литературе нет единой точки зрения на целесообразность развития, а значит, социально-экономическую эффективность различных экотуристических зон и методов их оценки.

Все это подчеркивает важность изучения ЭТП в прикладном аспекте для продвижения туристических услуг Беларуси на мировой рынок.

Целью статьи является разработка методологических подходов к оценке эколого-туристского потенциала для познавательного направления экологического туризма (на примере Пинского района Припятского Полесья).

Результаты и их обсуждение

При анализе литературы были изучены понятия «потенциал», «эколого-туристский потенциал» и «рекреационный потенциал территории».

Потенциал представляет собой «источники, возможности, средства, запасы, которые могут быть использованы для решения какой-либо задачи» [0].

Эколого-туристский потенциал – совокупность приуроченных к конкретной территории природных тел и явлений, условий, возможностей и средств, применимых для становления эколого-туристского продукта и реализации соответствующих эколого-туристских программ [0]. С этой точки зрения понятие можно рассматривать как потенциал, сконцентрированный главным образом на эколого-туристском продукте с использованием элементов природы для рекреации людей.

Рекреационный потенциал территории, согласно [0] – это «совокупность природных и культурных условий, оказывающих положительное влияние на человеческий организм и обеспечивающих путем сочетания физических и психических факторов восстановления работоспособности человека». С течением времени наблюдается трансформация термина ЭТП.

По мнению Л. П. Басанец, ЭТП представляет собой совокупность трех блоков: природного, социально-экономического и блока эколого-туристской инфраструктуры, которые, в свою очередь, включают в себя ряд показателей [0].

А. В. Дроздов справедливо отмечает некоторую неопределенность термина туристско-рекреационный потенциал, который, можно сказать, синонимичен термину ЭТП, и значительные проблемы в его трактовке и использовании.

Целесообразно разграничивать объектное и субъектное толкование этого термина: первое связано с объектом (например, потенциал Припятского Полесья), второе определяется целевой установкой, конкретной задачей, для которой предполагается использовать потенциал (рекреационный, туристский, экологический и т. д.).

С. А. Севастьянова представляет ЭТП как совокупность природных, антропогенных и природно-антропогенных ресурсов региона, которые применяются или могут быть применены в туризме, учитывая тенденции их формирования для удовлетворения непостоянных потребностей клиентов [0].

Рассмотрев понятие ЭТП с позиций разных исследователей, можно сделать вывод, что авторы имеют схожие представления, но вкладывают в определение ЭТП различный смысл и наполнение.

На наш взгляд, понятие ЭТП представляет собой сложную систему взаимодействия природных и социально-экономических ресурсов, необходимых для осуществления экологического туризма, с целью создания благоприятных условий для туристов (экскурсантов) при организации эколого-туристских программ и при формировании эколого-туристского продукта.

ЭТП Беларуси формируется на уникальной природе, самобытности историко-культурного наследия, которое представлено историческими, культурными, архитектурными объектами, а также памятными местами, на территории которых жили и творили известные деятели мировой истории и культуры. Однако из-за радиоактивного загрязнения эффективность снижается. Совокупность приуроченных к рассматриваемой территории возможностей потенциально благоприятна для реализации эколого-туристских программ. Главной проблемой является не низкое качество туристических ресурсов, а их неэффективное использование и отсутствие соответствующей мировым стандартам инфраструктуры.

По данным литературы, оценка эколого-туристского потенциала территории включает в себя:

- 1) выявление потенциала, его возможностей и препятствий для развития экологического туризма;
- 2) оценку рациональности и целесообразности существующей сети туризма и рекреации;
- 3) разработку системы проектировочных и экономических решений по территориальной организации туристской отрасли.

Также стоит отметить, что при оценке туристского потенциала региона важно выявить вес и значимость отдельных компонентов, которые представляют собой общую ценность природного комплекса.

При оценке эколого-туристского потенциала следует учитывать ряд факторов, которые оказывают на него воздействие:

- 1) подбор оцениваемых компонентов выбирается индивидуально в зависимости от исследуемой территории, ее типа и целей оценки;
- 2) все компоненты разделяются по группам, которые отбираются самостоятельно, и выбираются критерии их оценки;
- 3) при проведении итоговой оценки используются соответствующие шкалы с балльной оценкой [0; 0].

Нами был разработан алгоритм оценки ЭТП на примере Припятского Полесья, который включал в себя ряд показателей. Для наглядности рассмотрим оценку эколого-туристского потенциала на примере Пинского района Припятского Полесья для развития познавательного туризма.

Оценка благоприятности ЭТП района по изучаемым показателям представляла собой трехбалльную шкалу, где 1 балл соответствовал малоблагоприятному показателю (району), 2 – благоприятному, 3 – наиболее благоприятному.

Природный блок включал в себя набор следующих показателей: лесные показатели (лесистость и заболоченность), %; водные показатели (густота речной сети и экологичность воды, которая рассчитывалась по формуле:

$$E_w = U_w - D_w, \quad (1)$$

где E_w – экологичность воды; U_w – использование воды; D_w – сброс воды);

Природоведческие показатели отображали долю площади особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и безопасность окружающей среды. Первый показатель характеризовал степень обеспеченности ООПТ.

Статус объекта позволяет присвоить природоохранной территории определенный коэффициент: заповедники и национальные парки – 3, заказники и памятники природы общегосударственного значения – 2, заказники и памятники природы местного значения – 1. Данный природоведческий показатель рассчитывался по следующей формуле с учетом площади природоохранного объекта и его коэффициента, а также площади территории:

$$P_t = \sum_a K_a S_a / S_t, \quad (2)$$

где P_t – обеспеченность территории объектами ООПТ; S_a – площадь природоохранного объекта; S_t – площадь территории района; K_a – коэффициент в соответствии со статусом объекта.

Безопасность окружающей среды рассчитывалась же по формуле:

$$E_v = R_h - E_p, \quad (3)$$

где E_v – безопасность окружающей среды; R_h – уловленные и обезвреженные загрязняющие атмосферный воздух вещества, отходящих от стационарных источников; E_p – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников.

Социально-экономический блок включал в себя набор следующих показателей. Оценка историко-культурного показателя отражала обеспеченность экскурсионными объектами и вычислялась по следующей формуле:

$$P_s = N_s / S_t, \quad (4)$$

где P_s – обеспеченность экскурсионными объектами и объектами туристического показа; N_s – количество экскурсионных объектов; S_t – площадь территории района.

Экономические показатели учитывали оценку структуры размещения гостиничных предприятий, агроусадб и санаторно-курортных учреждений. Особый интерес отдавался единовременной вместимости (количество мест в гостинице или агроусадьбе), а также количеству средств размещения, которые рассчитывались по следующим формулам:

$$P_f = N_f / S_t, \quad (5)$$

$$P_c = \frac{N_c}{1000} / S_t, \quad (6)$$

где P_f – обеспеченность средствами размещения; P_c – обеспеченность койко-местами в средствах размещения на 1 000 жителей; N_f – количество средств размещения; N_c – количество койко-мест в средствах размещения; S_t – площадь территории района.

Оценка инфраструктурных показателей включала в себя расчеты по следующим формулам:

$$P_r = N_r / S_t, \quad (7)$$

$$P_d = N_d / S_t, \quad (8)$$

где P_r – обеспеченность объектами придорожного сервиса; P_d – обеспеченность предприятиями общественного питания; N_r – количество объектов придорожного сервиса; N_d – количество предприятий общественного питания; S_t – площадь территории района.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) природно-ресурсные показатели, а также инфраструктурный показатель социально-экономического блока являются благоприятными для развития экологического туризма,

2) в изучаемом районе историко-культурный и экономические показатели наиболее благоприятные (таблицы 1, 2).

Таблица 1. – Оценка природно-ресурсных показателей Пинского района, балл

Природно-ресурсные показатели	Балл
Лесистость	1
Заболоченность	2
Густота речной сети	1
Экологичность воды	3
Доля площади ООПТ	2
Безопасность окружающей среды	2
Итого	11

Таблица 2. – Оценка социально-экономических показателей Пинского района, балл

Социально-экономические показатели	Балл
Обеспеченность экскурсионными объектами	3
Обеспеченность гостиничными предприятиями	3
Обеспеченность агроусадьбами	3
Обеспеченность санаторно-курортными учреждениями	3
Обеспеченность койко-местами в гостиничных предприятиях (на 1 000 жителей)	3
Обеспеченность койко-местами в агроусадьбах (на 1 000 жителей)	3
Обеспеченность койко-местами в санаторно-курортных учреждениях (на 1 000 жителей)	3
Обеспеченность объектами придорожного сервиса	1
Обеспеченность предприятиями общественного питания	3
Итого	25

Комплексная оценка ЭТП Пинского района составила 36 баллов, в связи с чем можно сделать вывод о том, что Пинский район является наиболее благоприятным для развития познавательного направления экологического туризма благодаря достаточно высоким социально-экономическим показателям. В соответствии с нашей методикой наиболее благоприятный показатель (район) соответствует наивысшему баллу – 3.

Заключение

Таким образом, результаты исследований позволили уточнить содержание понятия «эколого-туристский потенциал» на основе анализа литературы, разработать алгоритм оценки эколого-туристского потенциала Припятского Полесья, целевая оценка элементов которого позволила изучить отдельные характеристики природных и социально-экономических ресурсов региона, а комплексный показатель помог в сравнительном анализе эффективности и целесообразности развития познавательного направления экологического туризма в Пинском районе Припятского Полесья.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. – Минск, 2015.
2. Решетников, Д. Г. Комплекс международного туризма в системе внешнеторговой деятельности Республики Беларусь : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.24 / Д. Г. Решетников. – Минск, 2003. – 193 л.
3. Большой энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Большая Рос. энцикл. ; СПб. : Норинт, 2001. – 1408 с.
4. Дроздов, А. В. Основы экологического туризма : учеб. пособие / А. В. Дроздов. – М. : Гардарики, 2005. – 271 с.

5. Охрана ландшафтов : толковый слов. / под ред. В. С. Преображенского. – М. : Прогресс, 1982. – 164 с.
6. Басанец, Л. П. Эколого-туристский потенциал российских регионов / Л. П. Басанец, А. В. Дроздов // Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования : тр. Междунар. науч.-практ. конф. МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва 27–28 апр. 2006 г. – М. : Туризм, 2006. – С. 271–276.
7. Севастьянова, С. А. Региональное планирование развития туризма и гостиничного хозяйства : учеб. пособие / С. А. Севастьянова. – М. : КНОУРС, 2007. – 256 с.
8. Ильина, Е. Н. Экологический туризм / Е. Н. Ильина // Сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. «Туризм и обмены как фактор расширения сотрудничества породненных городов и территорий». – М. : Финансы и статистика. – 2002. – С. 42–45.
9. Дунец, Е. Н. Методика оценки эколого-туристского потенциала Белорусского Поозерья / Е. Н. Дунец // Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии : материалы VI Междунар. науч. конф. (к 110-летию со дня рождения проф. В. А. Дементьева), Минск, 13–16 нояб. 2018 г. / редкол.: А. Н. Витченко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2018. – С. 37–40.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 07.03.2019

Vinahradava A. A. Modern Aspects of the Study and Assesment of the Ecological and Touristic Potential

The article presents the modern theoretical and methodological aspects of the study and assessment of ecological and touristic potential. The author clarified the category of «ecological and touristic potential». The substantial component of the category «assessment of the ecological and touristic potential of the region» is disclosed. An algorithm for assessing the «ecological and touristic potential» is proposed. The assessment was conducted for the cognitive direction of ecological tourism on the example of the Pinsk district of Pripyat Polesye.

УДК: 550.8:553.98 (476)

О. Н. Грибовская¹, И. А. Яшин², Е. Н. Платов³¹ведущий геолог отдела поисков и разведки залежей углеводородов
БелНИПИнефть производственного объединения «Белоруснефть»²канд. геол.-минер. наук, нач. отдела литологии и стратиграфии
БелНИПИнефть производственного объединения «Белоруснефть»³зам. нач. отдела баз данных
БелНИПИнефть производственного объединения «Белоруснефть»e-mail: O.Gribovskaya@beloil.by

ВОЗМОЖНОСТИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЦИАЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ СТАРООСКОЛЬСКОГО ГОРИЗОНТА РЕЧИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Распределение аналитических точек по графикам и генетическим диаграммам позволило охарактеризовать среду осадконакопления и определить фациальные обстановки, в которых формировались исследуемые отложения. Это является одним из критериев локализации новых нефтеперспективных участков в пределах как разрабатываемого месторождения, так и смежных территорий.

Введение

В 2015 г. в пределах восточного и северного блоков Речицкого месторождения в отложениях ланско-старооскольского возраста открыты две новые залежи нефти, что свидетельствует о недостаточной геологической изученности территории, связанной в первую очередь с отсутствием результатов детальных литолого-фациальных работ.

Материалы и методы исследований

С целью выяснения особенностей осадконакопления песчаников, их генезиса, условий развития зон пород-коллекторов в отложениях старооскольского горизонта Речицкого месторождения в период с 2016 по 2017 г. были проведены лабораторные исследования керн, в частности гранулометрический анализ, по шести скважинам (№ 299, 294, 208, 212, 203, 174), который дал представление о количественном содержании частиц различной величины слагающих разрез отложений, сортировке пород и других структурных признаков, которые зависят от условий формирования осадка и вместе с другими генетическими свойствами помогают в определении фаций и восстановлении палеогеографических обстановок, что является важным аспектом для выявления зон распространения пород-коллекторов, а соответственно прогноза и поиска месторождений углеводородов.

Для идентификации той или иной части разреза отложений в скважинах и прослеживания площадного распространения пород-коллекторов при проведении геолого-разведочных работ в РУП производственном объединении «Белоруснефть» применяется унифицированная модель-схема расчленения продуктивных частей осадочной толщи Припятского прогиба с элементами кодификации. Она базируется на выделении в продуктивной части разреза литопластов-компонентов, группирующих гидродинамически связанные пласты-коллекторы, обозначенные по ГИС, и присвоении им наименований-кодов. Граница компонента определяется кровлей первого и подошвой последнего пласта в установленном стратиграфическом срезе.

В отложениях старооскольского горизонта исследуемой территории обозначено восемь компонентов (4.7.0.1 – 4.7.0.8): три в кровельной части, три в средней и два в подошвенной частях [1].

Результаты исследований и их обсуждение

Пласты-коллекторы характеризуются неоднородностью распространения как по разрезу, так и по площади простираения.

При практически выдержанных толщинах горизонта на небольших расстояниях происходит изменение литологического состава, участками наблюдается заглинизированность алеврито-песчаных разностей, отмечаются катагенетические преобразования, что влияет на ухудшение коллекторских свойств пород и определяет неоднородность распространения компонентов по площади.

Наиболее простым и наглядным способом представления результатов гранулометрического анализа является график распределения массовых долей в процентах по фракциям [2; 7; 10].

Распределение фигуративных точек по образцам анализируемых скважин на графиках дифференциальных кривых формирует одномодальную картину конфигурации – преимущественно крутые (реже пологие) остроконечные формы с одним пиком, что свидетельствует о хорошей сортировке исследуемых пород (рисунок 1).

В образцах керна скважин № 208, 212, 294, 299 большинство значений асимметрии характеризуется положительным знаком, что указывает на преобладание частиц с большой размерностью.

В образцах керна скважин № 174 и 203 зафиксированы преимущественно отрицательные значения асимметрии, свидетельствующие о преобладании тонкозернистых разностей.

У всех анализируемых образцов отмечены положительные значения эксцесса, что, в свою очередь, отражает стабильность переработки и пересортировки обломочно-го материала.

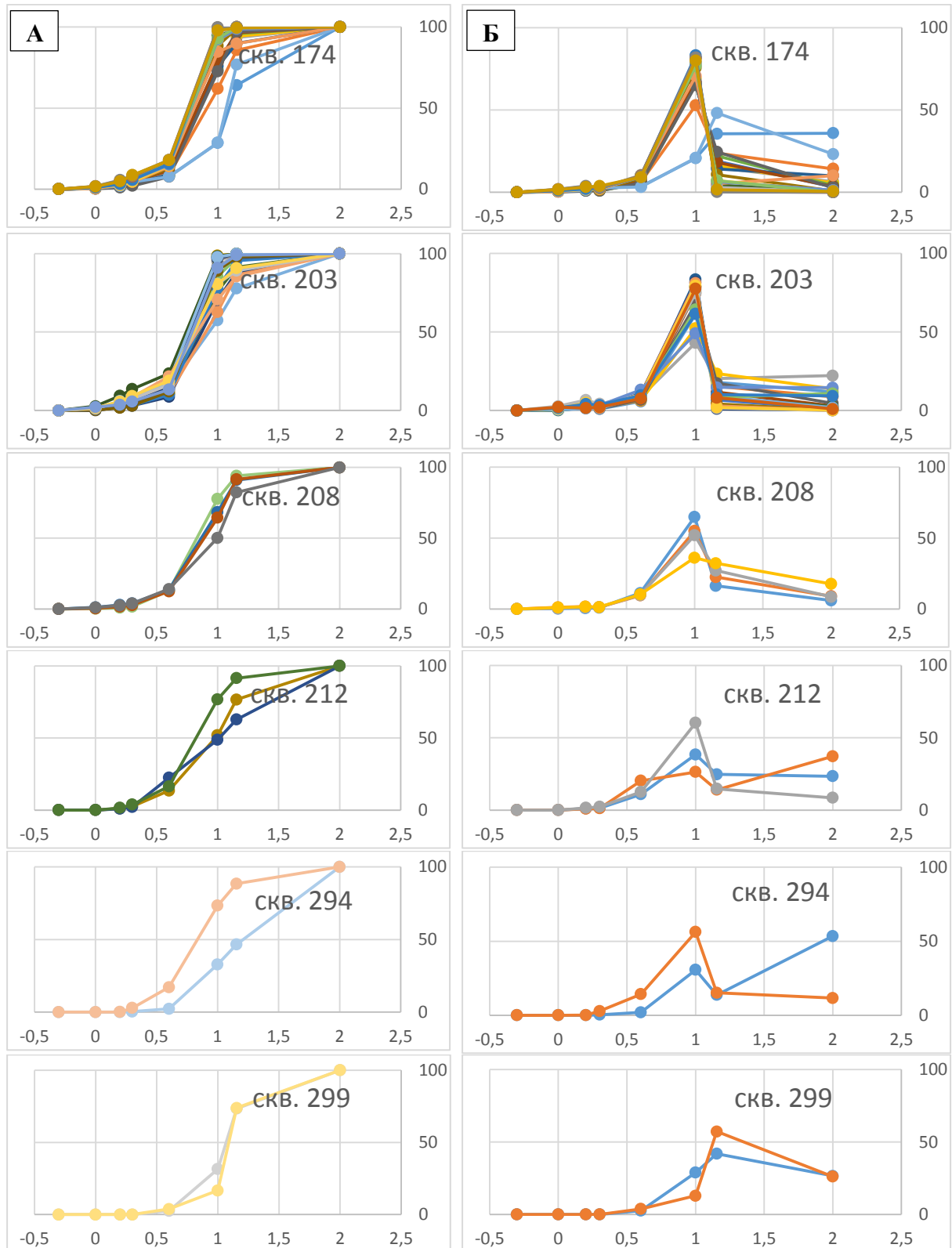
В преобладающем большинстве образцов зафиксирован значительный по величине положительный эксцесс (от 1,5 до 2,92), который указывает, что скорость динамической обработки (сортировки) привносимого обломочного материала превышала интенсивность его привноса.

Для оценки соотношения размерности частиц и способа их переноса использовались генетические диаграммы. В их основе лежит положение о том, что гранулометрический состав осадков формируется под действием динамики среды осадконакопления, а каждой обстановке гранулоседиментогенеза присущи свойственные только ей особенности динамического режима. Следовательно, по конечному продукту седиментации – гранулометрическим анализам пород можно восстановить и динамику среды, и саму обстановку накопления осадков.

Для палеодинамических реконструкций применялись диаграммы R. Passega, Г. Ф. Рожкова, К. К. Гостинцева и Л. Б. Рухина [3–9].

В основе метода R. Passega лежит представление о том, что перенос осадка в движущемся потоке осуществляется, во-первых, путем качения по дну, во-вторых, путем влечения в неоднородной суспензии, где нижние части обладают большей плотностью по сравнению с верхними, в-третьих, путем перемещения в однородной суспензии. Соотношение между методами определяется динамикой потока [8; 9].

На фациальной диаграмме R. Passega фигуративные точки образцов в основном сконцентрировались в полях «донная суспензия» и «градационная суспензия» (рисунок 2А), а преобладающее большинство образцов из разреза отложений анализируемых скважин накапливалось в зонах пляжа и шельфа (рисунок 2Б).



**Рисунок 1. – Графики: А – кумулятивных кривых (по оси X – в логарифмическом масштабе размер частиц; по оси Y – суммарное содержание частиц, %);
Б – дифференциального распределения размеров зерен песчаников (по оси X – в логарифмическом масштабе размер частиц; по оси Y – содержание частиц, %) из разреза отложений старооскольского возраста Речицкого месторождения нефти**

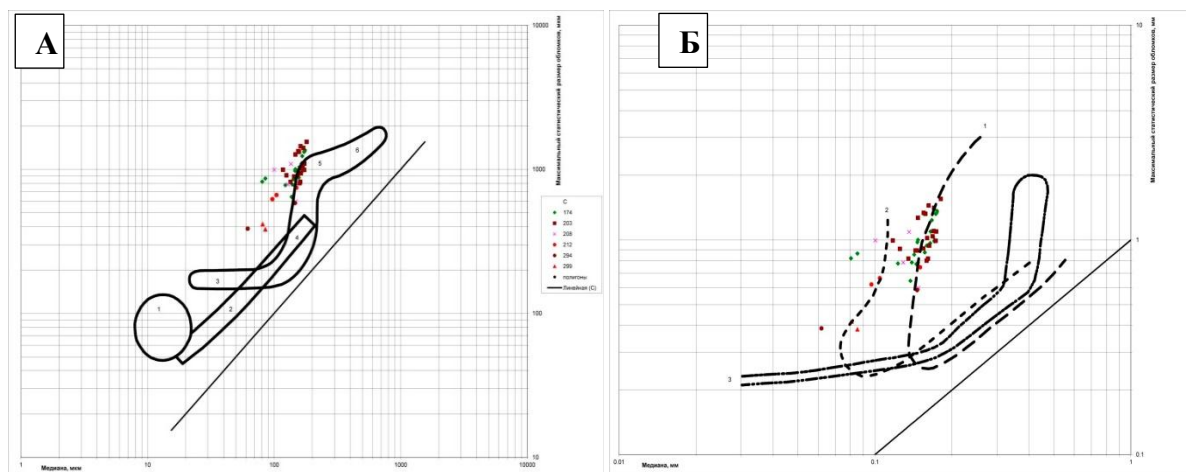


Рисунок 2. – Диаграммы R. Passega:

А – для определения способа переноса осадков в водной среде (1 – пелагическая суспензия, 2 – мутьевые потоки, 3 – однородная суспензия, 4 – градационная суспензия, 5 – донная суспензия, 6 – волочение);

Б – динамогенетическая (фации: 1 – пляжа, 2 – шельфа, 3 – рек и направленных течений)

Динамогенетическая диаграмма Г. Ф. Рожкова «асимметрия – эксцесс» строится по принципу различной по интенсивности механической дифференциации песчано-алевритовых частиц в различных фациальных условиях.

Параметры асимметрия и эксцесс характеризуют наиболее тонкие изменения эмпирических полигонов распределения, а следовательно, отражают и различные изменения в условиях седиментации. На диаграмме по оси абсцисс откладываются значения асимметрии, по оси ординат – значения эксцессов. Эталонная диаграмма имеет вид параболы с симметричными ветвями относительно оси ординат и разделяется на ряд генетических участков. Данные участки характеризуют различные режимы седиментации, указывают условия формирования осадков и скорости течения [3; 4]. Анализ распределения фигуративных точек по диаграмме Г. Ф. Рожкова показал, что осадки накопились в условиях выхода волн на мелководье, для которого характерен мощный накат-прибой, скорость динамической пересортировки здесь превышает скорость привноса обломочного материала, что может также быть интерпретировано как формирование осадка в прибрежной фации больших открытых акваторий (рисунок 3А).

Анализ распределения результатов исследования гидравлико-ситовым методом на генетической диаграмме К. К. Гостинцева свидетельствуют о накоплении осадка в условиях побережья вдоль береговой линии и пляжа вдоль размываемых берегов, местами переходящих в фации широких участков устьев рек, участков мелководья речных плесов (рисунок 3Б).

При построении генетической диаграммы Л. Б. Рухина по оси абсцисс откладываются значения коэффициента сортировки, а по оси ординат – средний размер зерен. В зависимости от того, в каком поле диаграммы преимущественно расположатся точки, делаются выводы об условиях отложения песков [6]. В случае с анализом результатов исследований отложений старооскольского горизонта Речицкого месторождения аналитические точки на диаграмме Л. Б. Рухина распределились в пределах I поля (рисунок 3В), что интерпретируется как накопление преимущественно песков, отложенных в зоне различных течений (пески пляжа и прибрежной зоны).

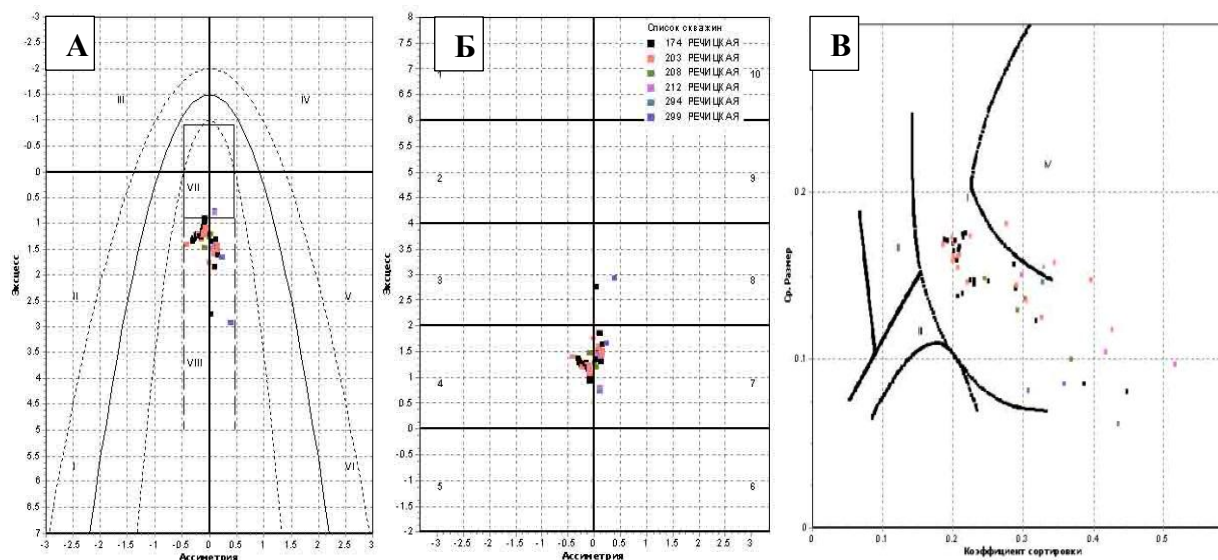


Рисунок 3. – Диаграммы:

- А** – динамогенетическая Г. Ф. Рожкова (I – застойные условия седиментации на дне акваторий различных глубин – морские фации; II – донные течения или мутьевые потоки – морские фации; гидромеханическое или физическое разрушение магматических пород, эрозия горных пород морского происхождения – континентальные фации областей сноса, коры выветривания; III – слабые, преимущественно речные течения – континентальные речные фации; IV – сильные речные или вдольбереговые течения – континентальные речные или прибрежно-морские фации; V – выход волн на мелководье, сильные вдольбереговые течения, накат волн – прибрежно-морские фации, континентальная микрофация пляжей больших равнинных рек; VI – выход волн на мелководье, сильный накат волн – верхняя половина участка, эоловая обработка песков морских пляжей – нижняя половина участка (микрофация береговых дюн); в целом – фация побережья акваторий вблизи береговой черты; VII – эоловая переработка речных осадков – верхняя половина прямоугольника – континентальная фация пустынь (континентальные дюны); нижняя правая четверть прямоугольника – волновые процессы на мелководье, нейтральная полоса побережья, – прибрежно-морская фация; VIII – выход волн на мелководье, мощный накат-прибой, скорость динамической пересортировки превышает скорость привноса обломочного материала – прибрежная фация огромных открытых акваторий); Б – динамогенетическая К. К. Гостинцева (1 – эоловые осадки; 2 – эоловые и пляжные осадки; 3 – эолово-морские осадки; 4 – побережье вдоль береговой линии, мутьевые потоки, русловые осадки, фации пляжей; 5 – мутьевые потоки, русловые осадки, фации пляжей; 6 – слабые течения, застойные зоны, озера и коры выветривания; 7 – широкие участки устьев рек, мелководье, речные плесы, морские фации; 8 – морские фации, осадки рек и пойм; 9 – морские осадки, активное волновое воздействие, 10 – морские осадки, активное волновое воздействие, приливные явления); В – генетическая диаграмма Л. Б. Рухина (поля песков: 1 – отложенных при поступательном движении воды (пески рек и течений), 2 – отложенных при колебательном движении воды (пески пляжей, морских, озерных и речных), 3 – накапливающихся на дне морей или других бассейнов при слабых колебательных движениях, 4 – эоловых, условно выделяемых).

Заключение

По результатам проведенных лабораторных исследований гидравлико-ситовым методом установлено, что отложения верхней части старооскольского горизонта (ос-

новой объект разработки в пределах Речицкого месторождения) формировались в прибрежно-морской обстановке. Накопление песчаного материала протекало в условиях высокой динамики среды седиментации, в которой происходило осаждение преимущественно мелкозернистых песчаников. Под воздействием сильных вдольбереговых течений и накатов волн зерна и обломки пород приобрели хорошую сортировку и окатанность. Локализация и геометризация литологических тел с подобными гранулометрическими характеристиками в пределах слабоизученных разновозрастных отложений Речицко-Вишанской тектонической ступени Припятского прогиба является обоснованным критерием постановки дальнейших нефтепоисковых работ на этой территории, поскольку формирование отложений рассматриваемого горизонта происходило в единых прибрежно-морских условиях, а распределение фаций контролировалось палеогипсометрическим положением дна бассейна седиментации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обстановки осадконакопления отложений старооскольского горизонта Речицкого месторождения нефти Припятского прогиба / С. Е. Бобров [и др.] // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2019. – № 1. – С. 61–69.
2. Крашеников, Г. Ф. Учение о фациях с основами литологии. Руководство к лабораторным занятиям / Г. Ф. Крашеников, А. Н. Волкова, Н. В. Иванова. – М. : Изд-во МГУ, 1988. – 214 с.
3. Методические указания подробному гранулометрическому анализу седиментационным способом / под общ. ред. К. К. Гостинцева. – Л. : ВНИГРИ, 1989. – 191 с.
4. Рожков, Г. Ф. Дифференциация обломочного материала и гранулометрическая диаграмма а-і по косвенному счету частиц / Г. Ф. Рожков // Механическая дифференциация твердого вещества на континенте и шельфе. – М. : Наука, 1978. – С. 97–121.
5. Рожков, Г. Ф. Результаты систематизации дробных ситовых анализов / Г. Ф. Рожков, Б. С. Соловьев // Литология и полез. ископаемые. – 1974. – № 5. – С. 110–117.
6. Рухин, Л. Б. Гранулометрический метод изучения песков / Л. Б. Рухин. – Л. : ЛГУ, 1947. – 211 с.
7. Справочник по литологии / под общ. ред. Н. Б. Вассоевича [и др.]. – М. : Недра, 1983. – С. 394–396.
8. Passega, R. Grain size representation by CM patterns as a geological tool / R. Passega // Journal Sed. petrol. – 1964. – Vol. 34, № 4. – P. 830–837.
9. Passega, R. Grain-size image of clastic deposits / R. Passega, R. Byramjee // Sedimentology. – 1969. – Vol. 13. – P. 233–252.
10. Trask, P. D. Origin and environment of source sediment of petroleum / P. D. Trask. – Houston, 1932. – 281 p.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 10.02.2019

Gribovskaya O., Yashin I., Platov E. Possibility of Particle Size Analysis to Determine the Facial Environment of Sedimentation Sediments of the Staryoskol Horizon of the Rechytskoe Oil Field of the Pripyat Trough

The distribution of analytical points according to the graphs and genetic diagrams allowed us to characterize the sedimentation environmental and determine the facial conditions in which the studied deposits were formed, which is one of the criteria for localizing new oil prospective areas, both within the developed deposits and the adjacent territories.

УДК 551.4(476):625

Е. А. Кухарик

*магистр геогр. наук, аспирант лаборатории геодинамики и палеогеографии
Института природопользования НАН Беларуси
e-mail: shzhk@mail.ru*

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕЛЬЕФА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Приведены краткие сведения по истории развития дорожной сети исследуемого региона, а также изученности вопросов техногенного преобразования ландшафтов. Рассмотрены конструктивные особенности сооружаемого при строительстве разнотипных дорог земляного полотна, определены параметры техноморф. Дана оценка измененности рельефа юго-запада Беларуси с использованием показателей объемов техногенно-перемещенных грунтов. Результаты исследований показали, что более значительная трансформация рельефа происходит в процессе строительства автомобильных дорог. Это обусловлено их значительно большей протяженностью по сравнению с железными дорогами. Средние значения объемов перемещенных пород для автомобильных и железных дорог – 2 797 и 412 м³/км² соответственно. Рассчитана интенсивность техногенного морфогенеза: средние показатели коэффициента интенсивности составили 41,1 и 2,7 м³/км²/год для автомобильных и железных дорог соответственно. Показано также, что темпы трансформации рельефа в процессе дорожного строительства за последние 150 лет значительно превысили суммарное действие всех природных процессов.

Введение

Вплоть до начала 50-х гг. XX в. на территории юго-западной Беларуси преобладали грунтовые дороги, при строительстве которых использовались щебень и песок, обработанные дегтем и битумами, однако в процессе эксплуатации такие дорожные покрытия быстро изнашивались. Лишь в первые послевоенные годы на территории региона появились автомобильные дороги с покрытием на основе асфальтобетона [1].

Железнодорожное строительство на исследуемой территории было начато во второй половине XIX в. К этому времени г. Брест стал крупным железнодорожным узлом, и уже в 1871 г. была открыта железнодорожная магистраль Смоленск – Минск – Брест, которая стала основой для формирования сети железных дорог Полесья [2].

Сложный и многоэтапный процесс строительства автомобильных и железных дорог в условиях Полесья практически во всех случаях сопровождался интенсивным воздействием на земную поверхность. Изучением этих вопросов в разное время занимались А. В. Матвеев [3–5], С. Ф. Савчик [6], Н. Ф. Гречаник [7], А. Н. Галкин [8].

В процессе становления дорожной сети на территории исследуемого региона возникла целая система линейных техногенных объектов – дорожных техноморф. Согласно исследованиям А. Н. Галкина [8–10], совокупность всех дорожных путей сообщения на территории западной части Белорусского Полесья можно рассматривать как транспортно-коммуникационную литотехническую систему регионального уровня (ЛТС). В этом типе ЛТС выделены два вида – автодорожная и железнодорожная, которые рассматриваются в данной работе.

Материалы и методы исследований

Материалами для исследования послужили полевые исследования, среднемасштабные топографические карты разных годов, а также мелкомасштабные карты из Национального атласа Беларуси [11], Общегеографического атласа Брестской области [12], различные нормативные документы и научные публикации.

На первом этапе производились картографические измерения в пределах квадратов километровой сетки, которые имеют в масштабе длину стороны, равную 2 км, и площадь 4 км². Целью работ было определение протяженности автомобильных и же-

лезных дорог в пределах каждого из квадратов километровой сетки на всех листах топографических карт, охватывающих район исследований, и создание базы данных.

На втором этапе выполнялась генерализация полученных материалов и сведение их к единой схеме в масштабе 1 : 500 000. Для этого была составлена прозрачная основа с сетью квадратов, сторона каждого из которых в масштабе имела длину 10 км и площадь 100 км². Вся изучаемая территория на схеме в масштабе 1 : 500 000 была разбита на 322 участка (квадрата), для которых рассчитывалась протяженность дорог различных типов и классов.

На третьем этапе осуществлялись расчеты для определения объемов перемещенных грунтов при строительстве дорог различных классов. Для этого с использованием технической документации, а также опубликованных научных работ по данной тематике был вычислен объем 1 погонного метра земляного полотна для исследуемых групп объектов (таблица).

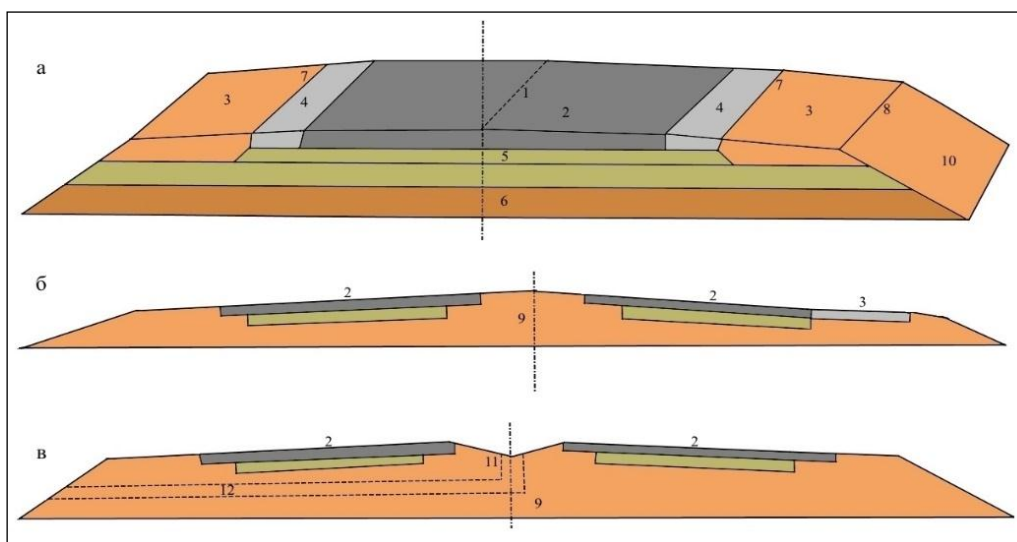
Таблица. – Усредненные параметры земляного полотна автомобильных и железных дорог [13; 14]

Класс автодороги / количество путей	Земляное полотно		Объем 1 погонного метра земляного полотна, м ³
	ширина, м	высота, м	
<i>Автомобильные дороги</i>			
Автомагистрали	28,5	1	28,5
Автодороги с усовершенствованным покрытием	27,5	0,7	19,25
Автодороги с покрытием	12	0,5	6
Автодороги без покрытия	10	0,25	2,5
<i>Железные дороги</i>			
Двухпутные	6,4	1	6,4
Однопутные	2,3	1	2,3

Имеющиеся показатели протяженности различных типов дорог в пределах каждого из 322 участков умножались на значение объема 1 погонного метра земляного полотна. В итоге были получены данные по суммарному объему сооруженных в процессе дорожного строительства насыпей и выемок (в м³). Все полученные значения были приведены к единице площади (км²). Это послужило источником информации при построении схемы распределения объемов перемещенных грунтов на территории юго-запада Беларуси (при выполнении картографических работ автор пользовался помощью С. В. Ракеть).

Земляное полотно представляет собой комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки земной поверхности, и служит для укладки верхних частей автомобильных и железнодорожных путей и защиты их от воздействия атмосферных и грунтовых вод. Они проектируются на основе материалов геодезических, инженерно-геологических, гидрометеорологических, гидрогеологических и гидрологических изысканий. При сооружении земляного полотна используются грунты, состояние которых под воздействием природных факторов не изменяется или изменяется незначительно и не влияет на прочность земляного полотна. Для таких целей могут быть использованы как привозные, так и местные грунты, в том числе и техногенные (металлургические шлаки, золошлаковые смеси, грунты породных отвалов и др.). При использовании этих материалов для земляных сооружений нарушаются их свойства и условия залегания [15; 16].

Поперечные профили двух- и многополосных автомобильных дорог показаны на рисунке 1. В поперечном профиле выделяют проезжую часть, которая может быть одно-, двух- и многополосной, а также другие конструктивные элементы. Для обеспечения хороших транспортно-эксплуатационных свойств проезжая часть должна обладать достаточной ровностью, прочностью и шероховатостью, что достигается за счет сооружения дорожной одежды, которая состоит из нескольких слоев и укладывается на земляное полотно [1]. Основным нормативным документом, который регламентирует параметры и свойства земляного полотна автомобильных дорог, на данный момент является Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3.03-19-2006 (02250) «Автомобильные дороги. Нормы проектирования» [15].



1 – ось дороги; 2 – проезжая часть; 3 – обочина; 4 – укрепленная полоса;
5 – дорожная одежда; 6 – земляное полотно; 7 – кромка проезжей части;
8 – бровка земляного полотна; 9 – разделительная полоса; 10 – откос;
11 – водоприемный колодец; 12 – водоотводная асбестоцементная трубка

Рисунок 1. – Поперечные профили дорог: двухполосной (а), многополосной с выпуклой разделительной полосой (б), многополосной с вогнутой разделительной полосой (в) [по 1]

Земляное полотно железных дорог сооружается по схожему с земляным полотном автомобильных дорог принципу, однако имеет ряд конструктивных отличий. Поперечное очертание основной площадки однопутного земляного полотна назначают в виде трапеции с шириной поверху 2,3 м, высотой 0,15 м и с основанием, равным ширине сооружаемого земляного полотна. Поперечное очертание верхней части двухпутного земляного полотна сооружают в виде треугольника, две стороны которого имеют длину 6,4 м и высоту 0,2 м с основанием, равным ширине земляного полотна. Между осями I и II пути двухпутной железной дороги расстояние составляет 4,1 м. Основным нормативным документом, который регламентирует параметры и свойства земляного полотна железных дорог, на данный момент является Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3.03-163-2009 (02250) «Железные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования» [14].

В состав земляного полотна входят также система поверхностного водоотвода (лотки, кюветы, канавы) и различного типа специальные удерживающие и поддержива-

ющие защитные геотехнические устройства и конструкции, предназначенные для защиты сооружения от опасных геологических процессов (оползней, эрозии и т. д.) [16].

Результаты и их обсуждение

Направленное воздействие на земную поверхность начинается уже на первых этапах строительных работ. Во время сооружения насыпей, выемок и земляного полотна природные формы рельефа значительно видоизменяются или исчезают (засыпаются овражно-балочные системы, возвышенные формы прорезаются или выколаживаются). Происходит нарушение естественного залегания и перемещение значительных объемов природных и техногенных грунтов – как местных, так и привозных.

Одним из примеров такой трансформации рельефа может служить насыпь, сооруженная при строительстве автомобильной дороги Р105 севернее д. Бобрик Пинского р-на Брестской обл. Здесь сооружена насыпь высотой до 4 м, что значительно изменило общий выположенный характер пойменной террасы.

По данным Н. Ф. Гречаника [7], при дорожном строительстве полностью исчез камовый холм в устьевой части р. Осиповки у д. Петровичи Жабинковского р-на Брестской обл., также значительной трансформации подверглись эоловые холмы и гряды правобережья р. Мухавец вдоль автомагистрали М1.

Во время эксплуатации дорог на земляное полотно и дорожные покрытия оказываются динамические нагрузки, производимые движением автомобильного или железнодорожного транспорта. Несмотря на то что при строительстве дорог обязательно применяются геотехнические решения, направленные на предотвращение развития негативных процессов вдоль них, воздействие техногенных агентов предопределяет развитие ряда неблагоприятных геологических процессов (эрозия, обвальное-оползневые и просадочные явления) и ведет к разрушению дорожных покрытий, земляного полотна, а в итоге – к выходу из строя отдельных участков транспортных магистралей.

Таким образом, автомобильные и железные дороги представляют собой зоны потенциального риска проявления природно-антропогенных опасностей. В связи с этим А. Н. Галкин [10] обосновал целесообразность проведения инженерно-геологического мониторинга транспортно-коммуникационных литотехнических систем с целью обеспечения управления ими и предупреждения развития геологических опасностей вдоль дорог, построения наиболее оптимальных стратегий природопользования на всех этапах строительства и эксплуатации дорог.

В результате дорожного строительства происходит перемещение огромных масс грунтов, что в значительной степени и предопределяет возникновение техноморф. Чтобы количественно охарактеризовать этот процесс, мы использовали два показателя – суммарный объем перемещенного материала и коэффициент трансформации земной поверхности, выраженные в $\text{м}^3/\text{км}^2$ и $\text{м}^3/\text{км}^2/\text{год}$ соответственно. Расчет этих показателей проводился с учетом того, что на территории изученного региона автомобильные и железные дороги имеют разные классы.

Так, наиболее крупная автомобильная дорога М1 является продолжением европейской магистрали Е30, пересекает территорию с юго-запада на северо-восток, начинаясь восточнее г. Брест, и выходит за ее пределы северо-восточнее г. Ивацевичи. Дороги другого класса, но с усовершенствованным покрытием представлены практически повсеместно. Они соединяют между собой областной и районные центры и обеспечивают сообщение с городскими населенными пунктами за пределами Беларуси. Однако наиболее распространены дороги с наличием грунтового покрытия и без него, которые соединяют города и сельские населенные пункты, а также обеспечивают дорожное сообщение между ними. На локальных участках (севернее г. Пружаны, между городами Ивацевичи и Ганцевичи, в районе вдхр. Локтыши, южнее г. Пинска, восточнее г. Сто-

лина, западнее г. Малориты и др.) дорожная сеть развита слабо, что обусловлено природными особенностями территории и характером землепользования (широкое распространение болот, расположение крупных участков мелиорированных и сельскохозяйственных земель).

С учетом распространения перечисленных классов дорог и данных таблицы была построена схема объемов перемещенных грунтов (рисунок 3), по которой можно судить о степени трансформации земной поверхности юго-запада Беларуси. Из анализа этой схемы можно сделать вывод, что распределение значений объемов перемещенных грунтов неравномерное. Среднее значение показателя, характеризующего этот процесс, составляет $2\,797\text{ м}^3/\text{км}^2$, что соответствует слою на земной поверхности, равному 2,8 мм. Максимальные значения объемов перемещенного материала наблюдаются в местах пересечения крупных дорог различных направлений. Например, в районе городов Пружаны и Высокое объем перемещенных грунтов достигает $7\,000\text{--}8\,000\text{ м}^3/\text{км}^2$ (на отдельных участках до $9\,339\text{ м}^3/\text{км}^2$); несколько меньшие значения характерны для окрестностей городов Брест, Кобрин, Ганцевичи, южной части Пинского р-на Брестской обл. – до $5\,000\text{--}6\,000\text{ м}^3/\text{км}^2$. На нескольких локальных участках автомобильные дороги развиты слабо, значения объемов перемещенных грунтов здесь не превышают $1\,000\text{ м}^3/\text{км}^2$ (юго-восточнее г. Лунинец и севернее г. Ивацевичи). И, наконец, практически отсутствуют перемещенные грунты только в одном месте – на территории Кобринского и Дрогичинского р-нов в пределах ландшафтного заказника «Званец». Вокруг заказника широко развита мелиоративная сеть с большим количеством водохранилищ и крупными каналами-водосборниками – Ореховским и Белоозерским. Дорожная сеть здесь представлена в основном грунтовыми дорогами без покрытия.



Рисунок 2. – Объемы перемещенных грунтов по территории юго-запада Беларуси в результате строительства автомобильных дорог, $\text{м}^3/\text{км}^2$

Учитывая, что основное техногенное воздействие на земную поверхность в процессе строительства автомобильных дорог началось в 50-х гг. XX в., можно рассчитать интенсивность трансформации земной поверхности. Так, среднее значение этого показателя составило $41,1\text{ м}^3/\text{км}^2/\text{год}$, что равно слою пород мощностью 0,04 мм/год. Если учесть, что средняя величина природной денудации для территории Восточно-Европейской платформы не превышает 0,005–0,025 мм/год [17], можно сделать вывод, что

темпы трансформации земной поверхности в процессе строительства автомобильных дорог превышают действие всех природных геоморфологических агентов в 1,6–8 раз.

В отличие от автомобильных дорог железнодорожная сеть юго-запада Беларуси представлена всего несколькими линиями, которые обеспечивают сообщение районных центров Брестской области с областным центром, а также с другими городами Беларуси и ближнего зарубежья. Средний показатель объема перемещенных пород в зонах железнодорожного строительства равен $412 \text{ м}^3/\text{км}^2$, что соответствует слою на земной поверхности, равному 0,41 мм. Максимальные значения редко превышают отметку в $1\,000 \text{ м}^3/\text{км}^2$, однако на локальных участках этот показатель достигает $3\,418 \text{ м}^3/\text{км}^2$. Максимальная трансформация земной поверхности в результате строительства железных дорог характерна для мест расположения крупных узловых станций (города Брест, Лунинец, Жабинка). Территориальное распределение железных дорог и их протяженность позволяют получить следующие значения интенсивности трансформации земной поверхности региона: среднее значение коэффициента составляет $2,7 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{год}$, что равно слою пород мощностью 0,0027 мм/год. Таким образом, темпы трансформации земной поверхности на участках пролегания железнодорожных путей превышают суммарное действие природных процессов в 0,1–0,5 раза.

Заклучение

1. В процессе строительства автомобильных и железных дорог в западной части территории Белорусского Полесья происходит значительная трансформация рельефа. Она проявляется в возникновении новых форм рельефа – дорожных техноморф, а также в изменении или исчезновении природных форм. Трансформация земной поверхности происходит как на этапе строительства, так и в процессе эксплуатации дорог.

2. Дороги, которые представляют собой сложные техно-природные инженерно-геологические системы (литотехнические системы), являются зонами потенциального риска развития неблагоприятных геологических процессов. В результате воздействия экзогенных и техногенных агентов на земляное полотно и дорожные покрытия развиваются эрозионные процессы, обвально-оползневые и просадочные явления, что приводит к разрушению дорожных покрытий, земляного полотна и к выходу из строя отдельных участков дорог.

3. С использованием показателей суммарных объемов техногенно-перемещенных пород и интенсивности трансформации земной поверхности, выраженных в $\text{м}^3/\text{км}^2$ и $\text{м}^3/\text{км}^2/\text{год}$ соответственно, рассчитаны средние значения объема перемещенных пород для автомобильных и железных дорог, составившие 2 797 и $412 \text{ м}^3/\text{км}^2$ соответственно. Средние показатели коэффициента интенсивности трансформации земной поверхности для автомобильных дорог составили $41,1 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{год}$, а для железных – 2,7.

4. Темпы преобразования рельефа в процессе дорожного строительства за последние 150 лет значительно превысили суммарное действие всех природных процессов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильные дороги : справ. изд. / Я. Н. Ковалев [и др.] ; под науч.-техн. ред. В. Н. Яромко. – Минск : Арт Дизайн, 2006. – 352 с.
2. Брестское отделение Белорусской железной дороги. История [Электронный ресурс] // Белорусская железная дорога. – Режим доступа: https://brest.rw.by/about_us/history_of_department/. – Дата доступа: 04.10.2018.
3. Матвеев, А. В. История формирования рельефа Белоруссии / А. В. Матвеев ; под ред. О. Ф. Якушко. – Минск : Навука і тэхніка, 1990. – 144 с.

4. Матвеев, А. В. Классификация природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса / А. В. Матвеев // *Літасфера*. – 2017. – № 1 (46). – С. 98–106.
5. Матвеев, А. В. Основные факторы проявления опасных природных и природно-антропогенных процессов литосферного класса на территории Беларуси / А. В. Матвеев, В. П. Зерницкая, Л. А. Нечипоренко // *Вестн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі*. – 2018. – № 1. – С. 78–87.
6. Савчик, С. Ф. Антропогенный морфогенез на территории Беларуси : автореф. ... дис. канд. геогр. наук : 22.00.25 / С. Ф. Савчик. – Минск, 2002. – 21 с.
7. Гречаник, Н. Ф. Рельеф территории Подляско-Брестской впадины / Н. Ф. Гречаник, А. В. Матвеев, М. А. Богдасаров ; под ред. А. В. Матвеева. – Брест : БрГУ им. А. С. Пушкина, 2013. – 154 с.
8. Инженерная геология Беларуси : в 3 ч. / А. Н. Галкин [и др.] ; под ред. В. А. Королева. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2016–2018. – Ч. 2. : Инженерная геодинамика Беларуси / А. Н. Галкин [и др.] ; под ред. В. А. Королева. – 2017. – 452 с.
9. Галкин, А. Н. Литотехнические системы Белоруссии: закономерности функционирования, мониторинг и инженерно-геологическое обоснование управления : автореф. ... дис. д-ра геол.-минерал. наук : 25.00.08 / А. Н. Галкин. – М., 2014. – 37 с.
10. Инженерная геология Беларуси : в 3 ч. / А. Н. Галкин [и др.] ; под ред. В. А. Королева. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2016–2018. – Ч. : 3. Региональная инженерная геология / А. Н. Галкин, А. В. Матвеев ; под ред. В. А. Королева. – 2018. – 184 с.
11. Нацыянальны атлас Беларусі / скл. і падрыхт. да друку РУП «Белкартаграфія» ў 2000–2002 гг. – [Маштабы розныя]. – Мінск : Белкартаграфія, 2002. – 292 с.
12. Брестская область. Общегеографический атлас / сост. и подгот. к печ. РУП «Белкартография» в 2003 г. – Обновлен и дополнен в 2013 г. – [Масштабы разные]. – Минск : Белкартография, 2013. – 48 с.
13. Автомобильные дороги Беларуси : энциклопедия / под общ. ред. А. В. Минина. – Минск : БелЭн, 2002. – 672 с.
14. Железные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования = Чыгункі. Земляное палатно. Правілы праектавання : ТКП 45-3.03-163-2009 (02250). – Введ. 07.12.09. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2010. – 99 с.
15. Автомобильные дороги. Нормы проектирования = Аўтамабільныя дарогі. Нормы праектавання : ТКП 45-3.03-19-2006 (02250). – Введ. 26.01.06. – Минск : Минстройархитектуры, 2006. – 47 с.
16. Леонович, И. И. Водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог / И. И. Леонович, Н. П. Вырко. – Минск : БНТУ, 2015. – 285 с.
17. Эрозионные процессы (географическая наука практике) / М. Ю. Белоцерковский [и др.] ; под ред. Н. И. Маккавеева, Р. С. Чалова. – М. : Мысль, 1984. – 256 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 07.12.2019

Kukharik Ye. A. Transformation of the Relief of the Western Part of the Territory of the Belarusian Polesie as a Result of Road Construction

Brief information on the history of the development of the road network of the studied region, as well as the study of issues of anthropogenic transformation of landscapes are given. The design features of the roadbed constructed during the construction of different types of roads are considered, the parameters of technomorphs are determined. An assessment of the relief variability of the south-west of Belarus using indicators of the volumes of technologically-displaced soils is given. The results of studies have shown that a more significant transformation of the relief occurs during the construction of highways. This is due to their much greater length compared with the railways. The average volumes of displaced rocks for roads and railways were 2797 and 412 m³/km², respectively. The intensity of anthropogenic morphogenesis was calculated: the average intensity coefficient was 41.1 and 2.7 m³/km²/year for highways and railways, respectively. It is also shown that the pace of transformation of the relief in the process of road construction over the past 150 years has significantly exceeded the total effect of all natural processes.

УДК 712 (476.5)

А. Б. Торбенко¹, Е. В. Соколовский², А. Н. Галкин³, В. В. Кривко²

¹ст. преподаватель каф. экологии и охраны природы

Витебского государственного университета имени П. М. Машерова

²студент биологического факультета

Витебского государственного университета имени П. М. Машерова

³д-р геол.-минерал. наук, проф., проф. каф. географии

Витебского государственного университета имени П. М. Машерова

e-mail: torbenko_a@mail.ru

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКОЛОГО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ВИТЕБСКА НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Эколого-функциональное зонирование – один из важнейших аспектов градостроительной деятельности, для его проведения требуется учет многочисленных параметров и нормативов. Предлагается использовать для этого искусственную нейронную сеть, которая позволяет на основе информации из различных сетевых источников максимально адекватно относить те или иные территории к определенным функциональным зонам. В процессе использования искусственной нейронной сети существует ряд проблем (наличие операций, требующих ручного решения; значительные ресурсы, требуемые для осуществления операций; относительно медленное «обучение» сети), однако в результате формируется система, которая в наибольшей степени отвечает запросам исследователя и может использоваться для решения аналогичных задач на других территориях. Приводится пример успешного применения данной методики для выделения селитебной зоны Витебска.

Введение

В соответствии с целями градостроительного планирования развития населенных пунктов в Республике Беларусь обособляются территории:

- 1) градостроительного развития населенных пунктов;
- 2) размещения садоводческих товариществ и дачных кооперативов;
- 3) сельскохозяйственные;
- 4) лесохозяйственные;
- 5) природоохранных и рекреационных зон;
- 6) специального назначения.

В границах городской черты по преимущественному функциональному использованию земель выделяют следующие зоны: жилые, общественно-деловые, производственные, транспортной и инженерной инфраструктуры, рекреационные, сельскохозяйственные, специального назначения, а также территории общественного пользования [1].

Функциональное зонирование как одна из важнейших составляющих градостроительного регулирования представляет собой инструмент территориального развития, в котором определяются границы, функциональное назначение, режимы и регламенты использования зон на основе выявленных в процессе анализа территории участков, однородных по природным признакам и характеру хозяйственного использования. Зонирование территорий осуществляется в целях установления единого порядка градостроительного освоения земельных участков, создания долгосрочной основы организации среды обитания, планирования инвестиций в строительство и выполняется на основании планов зонирования территорий. Современная система функционального зонирования урбанизированных территорий определяется рядом законодательных и нормативных документов, среди которых Законы Республики Беларусь «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности» и «Об охране окружающей среды» [2], ТКП 45-3.01-116-2008 (02250) «Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки» [3].

Определенные особенности существуют в системе зонирования, предлагаемой земельно-информационной системой страны, генеральными планами конкретных городских поселений. Даже поверхностный анализ указанных источников демонстрирует определенное несоответствие между имеющимися системами зонирования (таблица). Кроме того, существующая и перспективная система функционального зонирования должна не только преследовать цели оптимизации порядка градостроительного освоения земельных участков с экономической и хозяйственной точки зрения, но и определять пути формирования в городах среды жизни, отвечающей всем экологическим требованиям, указывать на несоответствия в существующей территориальной системе использования городских земель их геоэкологическим возможностям [4].

Поэтому мы предприняли попытку проведения эколого-функционального зонирования на примере территории Витебска – крупного промышленного и культурного центра со сложной инфраструктурой. Зонирование объединяет разные по функциональному назначению участки с целью определения реальных границ ныне существующих функциональных зон, а также их соответствия важнейшим экологическим нормативам. В процессе работы последовательно решались следующие задачи:

- 1) определение основных типов эколого-функциональных зон урбанизированных территорий и их соответствия имеющимся системам зонирования;
- 2) выделение границ эколого-функциональных зон на территории г. Витебска с помощью искусственной нейронной сети (ИНС) и геоинформационных систем (ГИС);
- 3) анализ соответствия существующего зонирования территории города в рамках генплана выявленным эколого-функциональным особенностям.

Результаты исследований

В связи с тем, что важнейшей с точки зрения комфортности и «экологичности» городской среды для человека является селитебная зона, алгоритм зонирования рассмотрим на ее примере.

Искусственная нейронная сеть представляет собой совокупность компьютеров и взаимосвязей между ними, позволяющую производить большие объемы вычислений и осуществлять машинное обучение и самообучение.

В качестве исходных данных для проведения функционального зонирования были выбраны карты открытых сетевых ресурсов. Для определения четких границ дорог и тротуаров и общей оценки используемости территории были использованы данные Google Earth. Для определения расположения зданий и определения фактических адресов объектов была выбрана карта Open Street Map. Для определения нахождения различных организаций и предприятий был использован сервис Yandex Maps.

За основу структуры искусственной нейронной сети была принята архитектура, разработанная в 2007 г. Дж. Хинтоном [5]. Тем не менее структура ИНС была значительно доукомплектована модулями самообучения различных принципов функционирования. Основным в процессе работы ИНС был принят модуль множественных рандомизированных отклонений с фиксированным диапазоном.

Обучение искусственной нейронной сети с малым исходным массивом данных представляет собой циклический процесс, состоящий из следующих стадий:

- 1) анализ исходной схемы зонирования (включает в себя определение координат всех узлов полигонов, определение коэффициентов значимости);
- 2) внесение информации в хранилище ИНС;
- 3) запуск ИНС в режиме обучения;
- 4) получение 127 различных версий схем функционального зонирования;
- 5) анализ соответствия схем зонирования реальным условиям;
- 6) ранжирование пяти лучших схем по степени правильности.

Таблица. – Соотношение различных систем зонирования на примере природных территорий, подлежащих специальной охране

Эколого-функциональное зонирование		Генеральный план Витебска	Закон о градостроительной деятельности	Закон об охране окружающей среды	ЗИС	ТКП		
Природные территории, подлежащие специальной охране	Особо охраняемые природные территории			Особо охраняемые природные территории		Ландшафтно-рекреационные территории	Особо охраняемые природные территории	
	Рекреационные зоны		Природоохранные и рекреационные зоны	Курортные зоны, рекреационно-оздоровительные и защитные леса			Рекреационные территории пригородных зон	
	Лесохозяйственные зоны		Лесохозяйственные зоны	Лесополосы и полосы кустарников и др.	Лесопокрытые территории и т. д.			
	Водоохранные зоны водоемов и водотоков	Водоохранные зоны			Зоны водоемов и водотоков, болота			
	Собственно водоемы и водотоки				Озера, реки, пруды и т. д.			
	Внутригородское озеленение	Пригородные зоны отдыха, озеленения общего пользования			Озелененные территории, парки, скверы			Озелененные территории населенных пунктов
	Места произрастания редких растений			Места обитания диких животных и места произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь				
	Территории, значимые для поддержания микропопуляций животных							
	Иные территории			Иные территории, для которых установлен специальный режим охраны и использования				

Стоит отметить, что пункты 1 и 2 требуют ручного выполнения условно до 150-го цикла обучения, т. к. на данных этапах не сформированы основные системы самоконтроля и самообучения ИНС. Ориентировочно после 150-го цикла обучения ИНС становится способна к самостоятельному анализу информации и ее усвоению без посторонней помощи (рисунок 1).

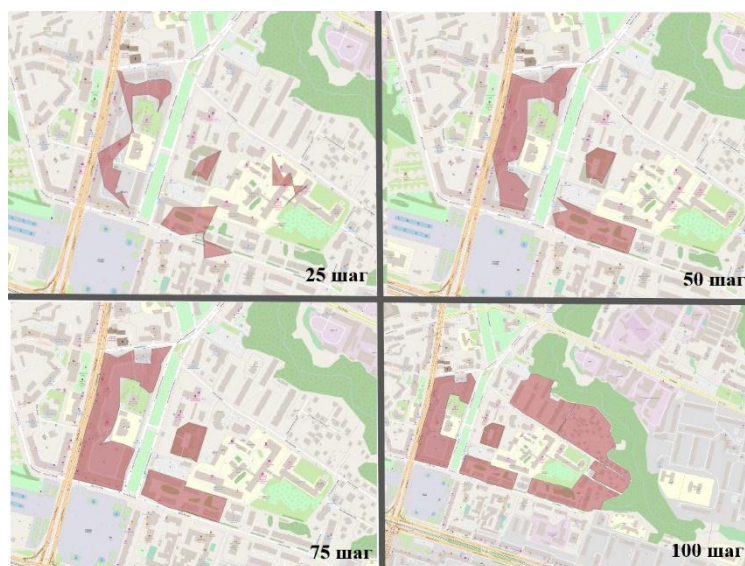


Рисунок 1. – Пошаговый цикл обучения искусственной нейронной сети

Для обеспечения влияния критериев выделения зон на процесс обучения каждому фактору, помимо его скриптовой составляющей, определяющей координаты точек узлов полигона, был присвоен коэффициент значимости фактора, который определял, насколько данный критерий для конкретной территории значим. На основании этого в процессе обучения нейросети использовался коэффициент рандомизации – отклонения координат узлов полигона от первоначальной позиции. При этом коэффициент рандомизации обратно пропорционален сумме коэффициентов значимости факторов для каждого объекта. Величина и вектор отклонения координат узлов полигонов генерировались классическими алгоритмами псевдослучайных чисел, вектор отклонения имел только одну фиксированную точку с координатами эталонного на данном шаге узла, в то время как величина диапазона выбора псевдослучайных чисел, характеризующих величину отклонения, ограничивалась через ряд преобразований общим коэффициентом значимости объекта, определяемым суммой коэффициентов значимости каждого фактора с привязкой к конкретному объекту.

Для обучения ИНС процессу выделения селитебной зоны Витебска был определен ряд топографических и социальных факторов.

Топографические факторы. Для уменьшения количества одновременно используемой серверной мощности было принято решение о применении квартальной системы. В данном случае в качестве главного параметра для определения границ жилой зоны используется сетка дорог.

К топографическим факторам относится также и фактическое расположение зданий, определяемое совместно по источникам от Google Earth и Open Street Map. Важным параметром для выделения зоны как селитебной является обозначение конкретного здания как жилого. Определение здания как жилого происходило после определения адреса и формирования запроса к информационным ресурсам. Далее по ряду ключевых

слов вычислялся критерий жилой используемости здания: если он составлял более 0,5, здание относилось к жилым объектам, а зона вокруг него – к селитебной территории.

Определение критерия осуществлялось путем выборки ключевых слов из запроса к информационным ресурсам. Так, например, если ответ на запрос предлагал помимо адреса здания номер квартиры, то такое здание автоматически получало значение критерия 0,95. Третьим по значимости фактором является непосредственное отношение территории к микрорайонам города.

Четвертым фактором, определяющим точные границы жилых зон, стало расположение тропинок, пешеходных дорожек и тротуаров, которые также ранжировались по степени значимости в зависимости от ширины: чем выше значимость, тем выше вероятность того, что нейросеть определит тропинку границей зоны.

Пятым фактором, определяющим границы селитебной зоны, стали резкие изменения графической информации на протяжении одной горизонтали при распознавании растра. Иными словами, пятым фактором является резкая смена биотопа или зоны города. Так, границы жилых зон в некоторых случаях определяются границами лесных массивов, дорогами, водоемами и проч.

Шестым фактором является буферность. В случае когда определение границ жилых зон невозможно по четырем вышеупомянутым факторам, определение жилой зоны происходит путем выделения буферной зоны вокруг здания. Ширина такой зоны для районов с многоэтажной застройкой составляет 40 м, а для районов с одноэтажной застройкой и дачных кооперативов – 100 м. Однако данная зона может быть ограничена другими объектами, например реками, ручьями, крупными транспортными путями, территорией организаций производственного, административного и иного характера.

Социальные факторы. В определении функциональных зон города огромную роль играют социальные факторы. К таковым относится субъективное восприятие человеком определенной территории как жилой.

С целью отхождения от квартальной системы установления жилых зон было принято решение объединять зоны соседних кварталов, если дороги между ними отвечают ряду условий, при которых их можно отнести к жилой зоне в случае их непосредственного примыкания к объектам селитебного типа. К дорогам внутриселитебного типа относятся дороги:

- 1) реальная ширина которых не превышает 4 м (определяется по спутниковым картам);
- 2) оборудованные тротуаром шириной менее 1,2 м;
- 3) имеющие грунтовое покрытие;
- 4) определенные ИНС как малоиспользуемые (каждой дороге присваивается определенный индикатор используемости, и если он оказывался ниже 1,01, то данный участок дороги относился к малоиспользуемому).

Взаимоисключение областей. В случаях когда относительное расположение различных зон города предполагает их взаимное пересечение или взаимоисключение, встает вопрос о присвоении статуса определенной территории. Можно выделить несколько основных типов спорных ситуаций, решение которых может носить двойственный характер. К таковым относятся пересечения:

- 1) жилых и транспортных зон на границах дорог, тротуаров;
- 2) жилых и транспортных зон в границах дорог с различным уровнем загруженности;
- 3) торговых, социально-административных и жилых зон на территории зданий, имеющих множественное назначение;
- 4) рекреационных и природоохранных зон на территории исторически сложившихся мест отдыха населения;

5) природоохраннх зон с зонами различного назначения, не исключаящими возможность ведения хозяйственной и иной деятельности;

6) природоохраннх зон с зонами повышенного экологического риска, а также с зонами, на территории которых расположены объекты, потенциально или реально причиняющие значительный вред состоянию окружающей среды;

7) зон историко-культурной значимости, рекреационных и жилых зон;

8) пешеходных и автомобильных транспортных подзон.

Остановимся подробнее на каждом из типов пересечения зон. Решение данной проблемы предполагает определение точных параметров, по которым можно выделить, какая именно часть дороги будет относиться к жилой зоне, а какая – нет.

За основу принятия решений такого рода была выбрана система, при которой учитывается ширина тротуара и его близость к жилым постройкам. При этом был введен ряд условий, при выполнении любого из которых территория тротуара присоединялась к граничащей с ней зоне:

1) тротуар имеет ширину меньше 1,2 м и отстает по всей длине квартала от стен жилых зданий не более чем на 10 м. (отсчет расстояния проводится по границе тротуара, которая находится ближе к стене здания);

2) тротуар имеет ширину до 2 м и отстает по всей длине квартала от стен жилых зданий не более, чем на 25 м при отсчете от ближней к стене здания границы тротуара;

3) пешеходная дорожка отделена от проезжей части зеленой полосой и имеет ширину до 1,5 м;

4) пешеходная дорожка конструктивно не является частью дороги, обозначена дорожными знаками «Пешеходная дорожка» или «Пешеходная зона», но имеет ширину менее 1,5 м.

Если тротуар или пешеходная дорожка не соответствуют заданным параметрам, то их территория присоединяется к соседней транспортной зоне, а при ее отсутствии – выделяется в отдельную пешеходную транспортную подзону.

Пересечение жилых и транспортных зон в границах дорог с различным уровнем загруженности. Для определения степени загруженности дорожной сети в локальном масштабе было принято решение ввести показатель используемости дорог, который в процессе работы преобразовывался в число – индикатор используемости дорог. Определение индикатора используемости происходило при помощи сервиса Yandex пробки. Сервис позволяет отслеживать в режиме реального времени нагрузку на транспортную систему. Он имеет условное обозначение участков дорог с разной степенью загруженности с использованием трех цветов: зеленого, желтого и красного.

Для определения индикатора загруженности ИНС была настроена на мониторинг дорожной обстановки в районе проведения зонирования. При этом каждые 5 минут регистрировались данные по каждому участку дорог. Если его условное обозначение оставалось зеленым, в систему регистрации к данному объекту с отметкой времени применялся параметр 1, при желтом уровне – 2, а при красном – 3. Определение индикатора загруженности дорог проходило на протяжении двух недель, кроме праздников и дополнительных выходных дней. Конечное значение индикатора для каждого конкретного участка дороги определялось путем нахождения среднего арифметического индикаторных записей за две недели.

При значении индикатора используемости дороги ниже 1,01 участок присоединялся к территории примыкающих жилых областей, объединяя два полигона в один.

Пересечение торговых, социально-административных и жилых зон на территории зданий, имеющих множественное назначение. Зачастую на карте города обнаруживаются объекты, используемые одновременно и как торговые точки, и как

жилые помещения. В отдельных случаях возможно взаимное пересечение торговой и социально-административной, жилой и социально-административной зон.

С целью предотвращения неверной трактовки данных было принято решение об определении ряда параметров, при комбинации которых можно определить, будут ли зоны четко разграничены, отнесены только к одному типу или существует необходимость в их совместном выделении путем наложения двух зон на одну местность:

- 1) расположение объекта в местах концентрации объектов торгового назначения;
- 2) расположение объектов в местах концентрации жилых объектов;
- 3) расположение объектов вдоль проспектов;
- 4) расположение объектов вдоль мало- и среднеиспользуемых улиц;
- 5) конструкция здания предполагает отдельные стилистические и структурные компоненты для жилых и торговых зон (пристройки, надстройки, отдельные здания, имеющие общие или близкорасположенные стены).

По каждому конкретному объекту можно установить соответствие одному или нескольким параметрам. По данному соответствию принимается решение об отнесении зоны к определенному типу. В случае, если невозможно применение любого из предложенных шаблонов параметров к объекту, он помечается как объект неизвестного назначения, после чего необходимо его ручное определение.

В результате применения предложенного алгоритма нами получены границы селитебной и других эколого-функциональных зон, отражающие реальную ситуацию, сложившуюся сегодня на территории Витебска. Первичный анализ соответствия выделенных селитебных территорий существующему генеральному плану города, проведенный средствами ГИС, выявил ряд участков, развитие которых в качестве селитебных вызывает много вопросов (рисунок 2).

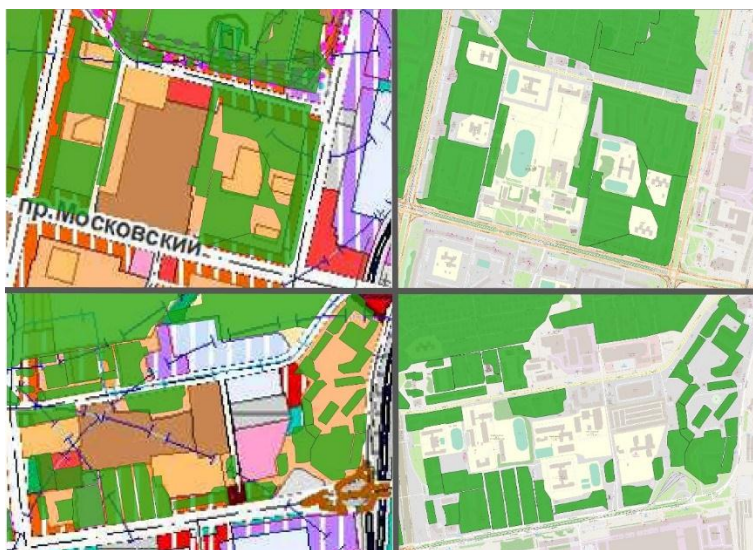


Рисунок 2. – Несоответствие границ селитебной зоны, выделенной искусственной нейронной сетью, в сравнении с источниками открытого доступа

Заключение

Таким образом, на данном этапе исследований нами определен инструмент, который позволяет наиболее объективно выделять территории с различным функциональным назначением, что является основой проведения обоснованного эколого-функционального зонирования города.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 5 июля 2004 г. № 300-З : с изм. и доп. : [текст по состоянию на 21.07.2016] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 27.02.2019.
2. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 26 нояб. 1992 г. № 1982-ХП : с изм. и доп. : [текст по состоянию на 21.07.2017] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 27.02.2019.
3. Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки : ТКП 45-3.01-116-2008 (02250). – Введ. 28.11.08. – Минск : Минстройархитектуры, 2009. – 64 с.
4. Богданов, Н. А. Экологическое зонирование. Научно-методические приемы / Н. А. Богданов. – Астрахань : Едиториал УРСС, 2005. – 176 с.
5. Николаенко, С. И. Глубокое обучение / С. И. Николаенко, А. А. Кадуренко, Е. А. Архангельская. – СПб. : Питер, 2018. – 480 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 25.03.2019

Torbenko A. B., Sokolovskiy E. V., Galkin A. N., Krivko V. V. Conducting Ecological-Functional Zoning of Vitebsk on the Basis of an Artificial Neural Network

The presence of differences, according to various sources, in the definition of the city's ecological-functional zones hinders the development of urban planning. The authors of the article propose to use an artificial neural network, which allows, based on information from various network sources, to most accurately identify the boundaries of the territories of different functional areas. Regardless of the problems that arise, the artificial neural network is a fast and simplified tool for the distribution of functional zones. In this article you can follow the selection of the most accurate zoning boundaries on the example of the residential area of Vitebsk.

Да ведама аўтараў

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

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

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

Максімальныя лінейныя памеры табліц і малюнкаў не павінны перавышаць 15×23 см або 23×15 см. Усе графічныя аб'екты, якія ўваходзяць у склад аднаго малюнка, павінны быць згрупаваны паміж сабой. Фатаграфіі ў друк не прымаюцца. Размернасць усіх велічынь, якія выкарыстоўваюцца ў тэксце, павінна адпавядаць Міжнароднай сістэме адзінак вымярэння (СВ). Пажадана пазбягаць скарачэнняў слоў, акрамя агульнапрынятых. Спіс літаратуры павінен быць аформлены паводле 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 поўнаасцю, вучоная ступень і званне, месца працы (вучобы) і пасада, паштовы і электронны адрасы для перапіскі і кантактныя тэлефоны);
- выписка з пратакола пасяджэння кафедры, навуковай лабараторыі ці ўстановы адукацыі, дзе працуе/вучыцца аўтар, завераная пячаткаю, з рэкамендацыяй артыкула да друку;
- рэцэнзія знешняга ў адносінах да аўтара профільнага спецыяліста з вучонай ступенню, завераная пячаткаю;
- экспертнае заключэнне (для аспірантаў і дактарантаў).

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

Аўтары нясуць адказнасць за змест прадстаўленага матэрыялу.

Карэктары *А. Г. Хадыева, Л. М. Калілец*

Камп'ютарнае макетаванне *С. М. Мініч, Г. Ю. Пархац*

Падпісана ў друк 28.11.2019. Фармат 60×84/8. Папера афсетная.

Гарнітура Таймс. Рызаграфія. Ум. друк. арк. 12,09. Ул.-выд. арк. 8,05

Тыраж 100 экз. Заказ № 503.

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.