

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. Вітчанка
А.А. Волчак
В.Я. Гайдук
А.Л. Гулевіч
М.П. Жыгар
А.А. Махнач
А.В. Мацвееў
У.У. Салтанаў
Я.К. Яловічавя
М.П. Ярчак

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

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

Часопіс «Веснік Брэсцкага
ўніверсітэта» выдаецца
з снежня 1997 года

Серыя 5

ХІМІЯ

БІЯЛОГІЯ

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

НАВУКОВА-ТЭАРЭТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выходзіць два разы ў год

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

№ 2 / 2016

У адпаведнасці з загадам Вышэйшай атэстацыйнай камісіі
Рэспублікі Беларусь № 84 ад 31.03.2016 г. часопіс «Веснік
Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі»
ўключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь
для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў
па біялагічных, геаграфічных і геалага-мінэралагічных навуках

ЗМЕСТ

ХІМІЯ

Печерский Г.Г., Кускильдина Ю.Р., Антусёва А.В. Полимер-глинистые тампонажные композиции для ремонтно-изоляционных работ в добывающих скважинах.....	5
Ступень Н.С. Коррозионные процессы в цементном клинкере в агрессивных средах	12

БІЯЛОГІЯ

Гайдук В.Е., Абрамова И.В. Экология высокоспециализированных птиц-древолазов в период размножения в лесных экосистемах	16
Кавцевич В.Н., Деревинский А.В. Анализ комбинационной способности и наследуемости хозяйственно-ценных признаков томата в системе скрещиваний линия – тестер.....	22
Колбас А.П., Колбас Н.Ю., Менш М. Использование эндофитных бактерий для улучшения фитоэкстракции меди подсолнечником. 1. Влияние на структурные параметры	32
Матусевич Н.М., Жигар М.П. Использование данных анатомического строения вегетативных органов некоторых представителей <i>rosioideae</i> в системе подсемейства	41
Стерник В.Н., Мельник В.И. Биологическая диагностика урбоэдафотопов города Ровно	46
Толкач Г.В., Позняк С.С. Особенности накопления тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах на территориях садовых товариществ Брестского района.....	52
Хомич Г.Е., Саваневский Н.К. Влияние направленного внимания на амплитудно-временные характеристики и топографию условной негативной волны и позднего позитивного комплекса	62

НАВУКІ АБ З’ЯМЛІ

Запрудский И.И. Системно-структурный подход в исследовании форм территориальной организации промышленного производства.....	70
Марцинкевич Г.И., Трофимчук Д.А. История формирования г. Бреста и проблемы изучения городских ландшафтов	76
Гусенок М.И. Экономико-географические аспекты методов комплексного исследования сельской местности	83
Плакс Д.П. Іхтыяфаўна асвейскага гарызонту эйфельскага яруса Беларусі	91
Ремезова Е.А. Учет структурно-геологического фактора при построении геолого-генетических моделей янтареносных россыпей	95
Трофимова Д.В. Сравнительный анализ развития русловых процессов малых рек Вить и Свечанка	103



Vesnik

of Brest University

Editor-in-chief:
A.M. 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. Artsiomenka
M.A. Bagdasarau
A.M. Vitchanka
A.A. Volchak
V.E. Gajduk
A.L. Gulevich
M.P. Zhygar
A.A. Mahnach
A.V. Matsveeu
V.V. Saltanau
Ya.K. Yalovichava
M.P. Yarchak

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

Editorial Office:
224665, Brest,
Boulevard Cosmonauts, 21
tel.: 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 / 2016

According to the order of Supreme Certification Commission
of the Republic of Belarus № 84 from March 31, 2016,
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

CHEMISTRY

Pechersky G.G., Kuskildina Y.R., Antuseva A.V. Polymer-clay Tamping Compositions for Repair and Isolation Operations in Producing Oil Wells 5

Stupen N.S. Corrosion Processes in Cement Clinker in Aggressive Environments..... 12

BIOLOGY

Gaiduk V.E., Abramova I.V. Ecology of Highly Specialized Climb up Trees Birds During the Breeding in Forest Ecosystems 16

Kavtsevich V.N., Derevinsky A.V. The Analysis of Combinational Ability and Heritability of Economic and Valuable Signs of a Tomato in System of Crossings the Line Tester 22

Kolbas A., Kolbas N., Mench M. Endophytic Bacteria use to Improve Copper Phytoextraction by Sunflower: 1. Effect On Structural Parameters 32

Matusevich N.M., Zhigar M.P. Use of Data Anatomical Structure of Vegetative Organs Some Rosoideae in Subfamily 41

Sternik V.N., Melnik V.I. Biological Diagnosis of Urboedafotopons of the City of Rovno..... 46

Taukach G.W., Pazniak S.S. Features of Accumulation of Heavy Metals in Sod-Podzolic Soils of the Garden Association of Brest Region 52

Khomich H.E., Savaneuski M.K. Effect of Goal-directed Attention on Some Time and Amplitude Characteristics and Topography of Contingent Negative Variation and Later Positive Complex 62

SCIENES ON EARTH

Zaprudski I.I. System-Structural Approach to the Study of Forms of Territorial Organization of Industrial Production 70

Martsinkevich G.I., Trofimchuk D.A. History of Formation City of Brest and Problems of Studying Urban Landscapes..... 76

Husionak M.I. Economic and Geographical Aspects of the Method of Complex Research Countryside 83

Plax D.P. Ichthyofauna of the Osveya Regional Stage of the Eifelian Stage of Belarus..... 91

Remezova E.A. The Account of Structure-Geological Factor at the Construction of Geological -Genetic Models of Amber-Bearing Deposits 95

Trofimova D.V. To twist the Comparative Analysis of Development of River-bed Processes of the Small Rivers Vit' and Svechanka 103

УДК 622.276.6

Г.Г. Печерский¹, Ю.Р. Кускильдина², А.В. Антусёва³

¹канд. техн. наук, зав. лаб. химического обеспечения интенсификации нефтедобычи
Белорусского научно-исследовательского и проектного института нефти
Производственного объединения «Беларуснефть»

²химик 2 категории лаб. химического обеспечения интенсификации нефтедобычи
Белорусского научно-исследовательского и проектного института нефти
Производственного объединения «Беларуснефть»

³химик лаб. химического обеспечения интенсификации нефтедобычи
Белорусского научно-исследовательского и проектного института нефти
Производственного объединения «Беларуснефть»

ПОЛИМЕР-ГЛИНИСТЫЕ ТАМПОНАЖНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ В ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ

Приведены результаты лабораторных исследований по определению оптимальных концентраций исходных реагентов для получения высокоэффективных полимер-глинистых тампонажных композиций, предназначенных для проведения ремонтно-изоляционных работ в добывающих нефтяных скважинах, эксплуатирующих неоднородные высокопроницаемые и трещиноватые карбонатные пласты. Исследованы зависимости вязкости полимер-глинистых композиций при скоростях сдвига, имитирующих нагрузки, которые испытывают данные композиции при осуществлении закачки от устья до забоя скважины с применением стандартного нефтепромыслового оборудования. Выбраны исходные реагенты и их оптимальные концентрации, что позволило получить композиции, способные образовывать более прочный по сравнению с аналогом тампонажный материал, который может выдержать большие градиенты давления.

В настоящее время в мировой практике нефтедобычи отмечается тенденция снижения доли вновь открываемых запасов нефти в поровых коллекторах относительно простого строения. Как следствие этого, одним из основных резервов активного освоения являются месторождения нефти и газа в карбонатных коллекторах трещинного и трещинно-порового типов, содержащие более половины мировых запасов углеводородов [1; 2].

Данные месторождения из-за особенностей строения пород-коллекторов (наличие каверн и трещин) имеют повышенные фильтрационные характеристики, что влияет на скорость процесса вытеснения из них нефти нагнетаемой водой. Из-за неоднородности горных пород движение нефти и вытесняющего агента (воды) к зонам дренирования происходит с разными скоростями и, как следствие, в обводненной зоне остается значительная часть подвижных запасов нефти. Через сравнительно короткий промежуток времени по промытым трещинам в добывающие скважины начинает поступать вода. В данных условиях технико-экономическую эффективность разработки месторождений во многом определяет проведение операций по ограничению водопритоков при ремонтно-изоляционных работах (РИР) в добывающих скважинах [2–4].

В Республике Беларусь большинство залежей нефти (более 92%) приурочено к карбонатным подсолевым и межсолевым комплексам сложного строения, которые характеризуются высокой неоднородностью продуктивных отложений, наличием систем трещин различного направления. Это обуславливает неравномерную выработку запасов по площади и разрезу, преждевременное обводнение добывающих скважин по высокопроницаемым каналам фильтрации. Так, текущая обводненность добываемой продукции в настоящее время достигает 80–90%. В связи с этим на нефтяных месторожде-

ниях РУП «Производственное объединение “Белоруснефть”» интенсивно внедряются химические технологии, используемые при РИР в добывающих скважинах [5; 6].

Однако, несмотря на то, что в настоящее время разработано и применяется большое количество химических реагентов и технологий для РИР, стоит отметить, что подавляющее большинство из них разработано для условий поровых коллекторов, и их применение не всегда эффективно в условиях двойной пористости. В связи с этим актуальной задачей является разработка водоизоляционных композиций для условий трещиновато-поровых коллекторов.

К реагентам для РИР предъявляется особый комплекс требований. Прежде всего, они должны обладать такими реологическими свойствами, которые могли бы обеспечить, с одной стороны, транспортировку их рабочих растворов без осложнений с устья скважины в пласт, а с другой – последующую эффективную кольматацию высокопроницаемой зоны (каверна, трещина и др.) – источника поступления воды в скважину [7].

Заметное место в номенклатуре реагентов для проведения РИР занимают водные взвеси неорганических порошков разной степени дисперсности, в частности, на основе бентонитовых глин. Разнообразие структурно-механических свойств таких дисперсных систем определяется природой компонентов, размером частиц дисперсной фазы и протекающими взаимодействиями между ними. Для улучшения эксплуатационных характеристик дисперсных систем широко применяют различные модификаторы, в основном полимерной природы [8].

Цель настоящей работы состояла в выборе и установлении оптимальных концентраций исходных реагентов для получения высокоэффективных полимер-глинистых тампонажных композиций для проведения РИР в добывающих скважинах, эксплуатирующих неоднородные высокопроницаемые и трещиноватые карбонатные пласты.

Для обеспечения высокой технико-экономической эффективности использования разрабатываемых тампонажных композиций в промышленных масштабах на территории Республики Беларусь исходные компоненты выбирались из перечня химических реагентов, применяемых в РУП «Производственное объединение “Белоруснефть”», которые прошли лабораторные и опытно-промышленные испытания и допущены к применению в геолого-физических условиях белорусских месторождений нефти (повышенные температуры, высокая минерализация пластовых вод и др.).

Так, в качестве исходных реагентов для создания полимер-глинистых тампонажных композиций использовали:

- 1) ПБМА и ПБМВ (ТУ 2164-005-04002160);
- 2) ПБА-22 ЭКСТРА и ПБА-20 СУПЕР (ТУ 14.2-00223941-003);
- 3) полиакриламиды (ПАА) разных марок (отличающиеся молекулярной массой, природой анионных групп и степенью анионности);
- 4) AN-125, AN-132, AN-905, FP-307 (производитель – SNF Floerger, Франция);
- 5) Alcoflood-955 (производитель – BASF, Германия);
- 6) TR-1516 (производитель – Changzhou Odoc Int. Trade Co. Ltd, Китай).

Для сравнения в аналогичных условиях был испытан полимерминеральный состав ПМС «Химек-1», представляющий собой композицию бентонитового глинопорошка с полиакриламидом (ТУ 2458-004-45811026) (производитель – ЗАО «Химек-ГАНГ», Российская Федерация).

При выборе основы для получения глинистой суспензии учитывали, что бентонитовые глины разделяют на щелочные (натриевые) и щелочноземельные (кальциевые). Глина натриевого типа более дисперсна, чем кальциевая. Кальциевые бентониты трудно растворимы в воде, натриевые – легко набухают и диспергируются в воде, что обусловило их широкое применение.

Главная составляющая глин – это глинистые частицы. Под влиянием молекулярных сил сцепления они соединяются друг с другом, образуя первичные глинистые частицы, которые, в свою очередь, формируют агрегаты. Химическую основу бентонитовых глин, содержащих в своем составе 70% и более минерала монтмориллонита, составляют алюмосиликаты – $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Частица монтмориллонита представляет собой плоские удлиненные чешуйки средних размеров $1 \times 0,1 \times 0,01$ мкм [9; 10]. Важнейшей особенностью глин, обусловленной их химическим, минералогическим, гранулометрическим составом, является способность к связыванию посредством физико-химического взаимодействия большого количества воды или водных растворов химических реагентов.

Монтмориллонит имеет слабые связи между слоями, и молекулы воды легко внедряются между ними. При этом давление набухания настолько велико, что частицы глины разделяются на мелкие агрегаты и даже отдельные единичные частицы, увеличиваясь в объеме в 8–14 раз. В связи с этим многократно возрастает удельная поверхность глинистых частиц (до $900 \text{ м}^2/\text{г}$). В результате значительно повышается коллоидная активность глин, обеспечивающая возможность создания на их основе вязких, седиментационно-устойчивых дисперсных систем [11].

Еще одной важной характеристикой глинистых суспензий является наличие тиксотропных свойств. Они определяют способность суспензий формировать гидроизолирующие экраны в поровом пространстве пласта. Тиксотропия глинистых суспензий выражается в их обратимом структурообразовании после снятия внешней механической нагрузки. Явление тиксотропии лежит в основе эффективного использования глинистых суспензий для изоляции водопритоков в высокопроницаемой части пласта.

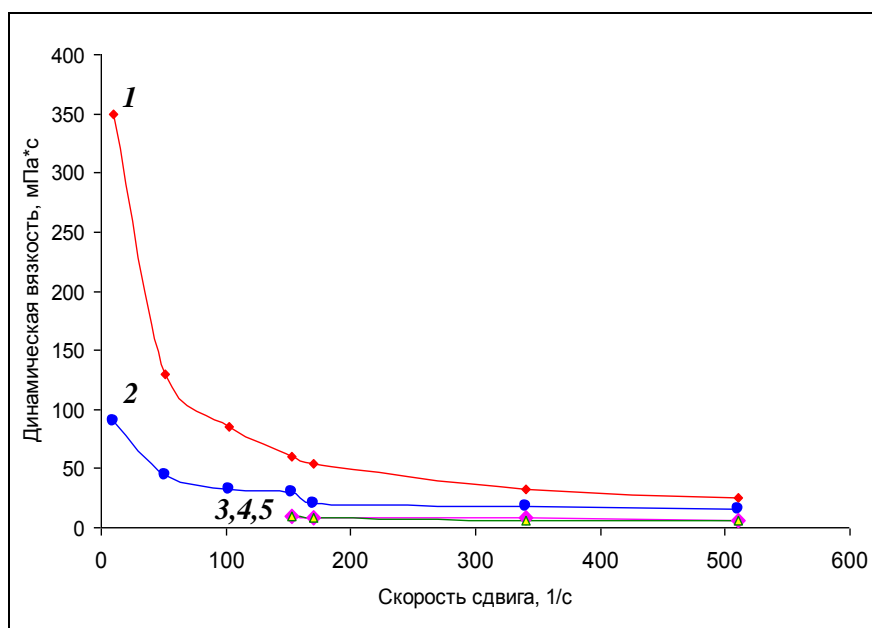
В процессе нагнетания глинистой суспензии с помощью насосного агрегата в скважину под действием сдвиговых нагрузок ее коллоидно-дисперсная структура разрушается, что приводит к резкому падению вязкости и снижению гидродинамического сопротивления при закачке. При попадании в пласт скорость движения глинистой суспензии в его каналах снижается, а вязкость и прочность структуры за счет проявления тиксотропных свойств увеличивается, то есть формируется водоизоляционный экран. Этот эффект можно усилить, модифицируя глинистую суспензию добавками водорастворимых полимеров, в качестве которых используют эфиры целлюлозы, гидролизованный полиакрилонитрил, полиакриламид (ПАА), биополимеры и др.

В настоящей работе основное внимание уделено исследованию зависимости вязкости полимер-глинистых композиций при скоростях сдвига, имитирующих нагрузки, которые испытывает полимер-глинистая композиция при осуществлении ее закачки от устья до забоя скважины с применением стандартного нефтепромыслового оборудования.

Для реологических исследований готовили 5%-ные водные суспензии образцов глинопорошков по общепринятой методике: навеску глинопорошка (5 г порошка на 100 г воды) всыпали в пресную воду при перемешивании лопастной мешалкой со скоростью 600 об/мин в течение 2 мин. Затем увеличивали скорость до 1 000 об/мин и перемешивали в течение 60 мин, после чего оставляли пробу суспензии на одни сутки для набухания глины. Динамическую вязкость суспензий определяли с помощью вискозиметра Fann-35 (FANN, США) в диапазоне значений скорости сдвига от $0,1 \text{ с}^{-1}$ до 500 с^{-1} при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Зависимости вязкости от скорости сдвига исследуемых суспензий представлены на рисунке 1. Установлено, что наиболее высокие значения вязкости во всем исследуемом диапазоне значений скорости сдвига имели образцы суспензий на основе ПМС «Химекс-1» и глинопорошка ПБА-22. Повышенная вязкость суспензий ПМС «Химекс-1», очевидно, обусловлена наличием в этом составе полимерной добавки. В свою очередь, глинопорошок марки ПБА-22 характеризуется наиболее высокой степенью дисперсно-

ти из всех исследуемых образцов, что, по-видимому, обеспечивает высокие значения вязкости его суспензий.



1 – ПМС «Химеко-1»; 2 – ПБА-22; 3 – ПБА-20; 4 – ПБМА; 5 – ПБМВ.
Температура – 20 °С.

Рисунок 1. – Зависимости динамической вязкости 5%-ных водных суспензий от скорости сдвига

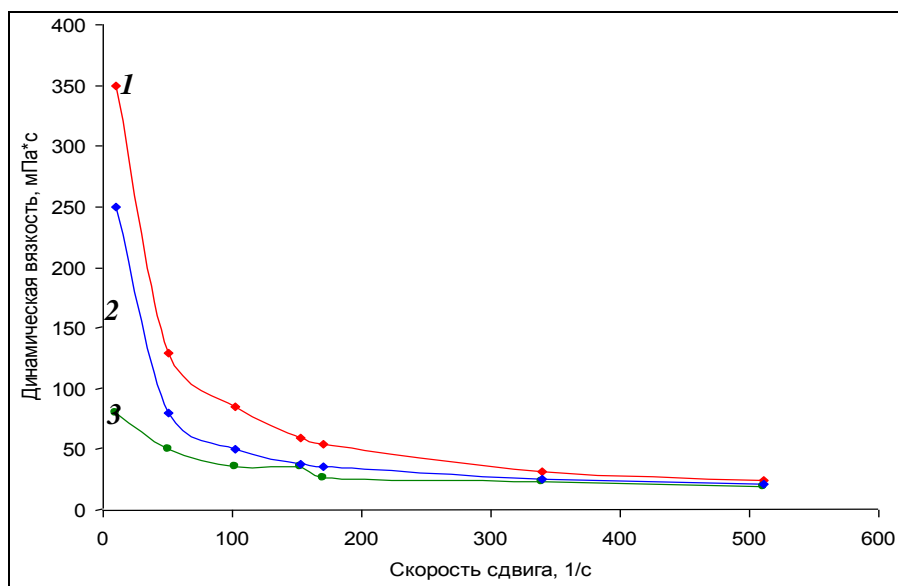
Для установления характера влияния полимерных добавок на реологические характеристики глинистых суспензий испытаны составы на основе широко применяемого на объектах РУП «Производственное объединение “Белоруснефть”» глинопорошка марки ПБМВ. В качестве модификаторов исследовали анионные ПАА. Образцы суспензий готовили по следующей методике. В части воды диспергировали глинопорошок при перемешивании с помощью лопастной мешалки со скоростью 1 000 об/мин в течение 0,5 ч, в оставшемся объеме воды растворяли ПАА, после чего смешивали глинистую суспензию и полимерный раствор в течение 0,5 ч.

Следует отметить, что глинистые суспензии, модифицированные добавками ПАА FP-307, Alcoflood-955, AN-905, были нестабильными и отделяли водную фазу (независимо от концентрации полимера). После отделения воды образовывались крупные сгустки гелеобразной полимерной массы, наполненной глинопорошком. Поэтому в дальнейшем указанные марки ПАА не исследовались.

Зависимости вязкости от скорости сдвига исследуемых 5%-ных суспензий глинопорошка ПБМВ с добавкой 0,1% ПАА марок AN-125 и AN-132 представлены на рисунке 2.

Из сравнения кривых течения, приведенных на рисунках 1 (кривая 5) и 2 (кривые 2, 3), видно, что добавки 0,1% ПАА AN-125, AN-132 привели к заметному возрастанию вязкости 5%-ной суспензий глинопорошка ПБМВ, так что суспензия с добавкой AN-125 приблизилась по реологическим показателям к суспензии ПМС «Химеко-1» (рисунок 2, кривая 1).

Анализ полученных результатов показал, что суспензии, содержащие 5% глинопорошка марки ПБМВ, имели недостаточно высокую для целей водоизоляции в трещиноватых пластах вязкость. С целью повышения вязкости проведены исследования суспензий с повышенным содержанием ПБМВ.



1 – ПМС «Химеко-1»; 2, 3 – глинопорошок ПБМВ с добавкой 0,1% ПАА (2 – АН-125; 3 – АН-132). Температура – 20 °С

Рисунок 2. – Зависимости динамической вязкости 5%-ных водных суспензий от скорости сдвига

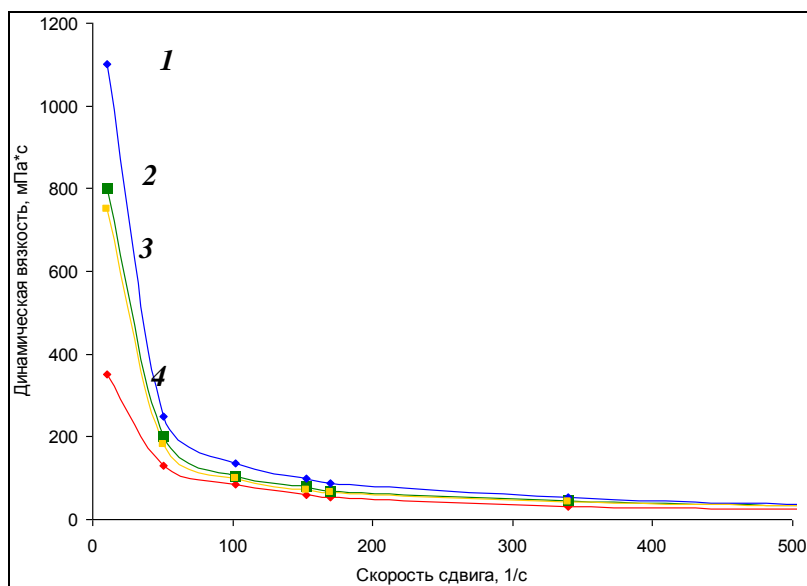
Результаты реологических исследований глинистых суспензий с различным содержанием глинопорошка представлены в таблице, в которой приведены значения вязкости при скоростях сдвига, имитирующих воздействие, которое оказывается на полимер-глинистую композицию во время проведения промысловых работ на скважине: 100 с^{-1} (что соответствует скорости движения суспензий через насосный агрегат), 40 с^{-1} (при движении через насокомпрессорные трубы) и 10 с^{-1} (при движении в каналах пласта).

Таблица. – Значения вязкости глинистых суспензий при различных скоростях сдвига

№ образца	Состав глинистой суспензии	Динамическая вязкость при скорости сдвига, с^{-1}		
		10	50	100
1	ПМС «Химеко – 1» (5%)	350	130	85
2	ПБА – 22 (5%)	90	45	33
3	ПБМВ (7%)	200	100	75
4	ПБМВ (10%)	450	120	55
5	ПБМВ (16%)	1 400	290	145

В результате повышения концентрации ПБМВ отмечено существенное возрастание вязкости суспензии без добавки ПАА. Установлено, что для предупреждения технологических осложнений при проведении промысловых работ по закачке полимер-глинистых композиций в пласт, оптимальным является использование 7% суспензии глинопорошка марки ПБМВ.

Для повышения эксплуатационных характеристик 7% суспензии ПБМВ исследовали влияние добавок ПАА марок TR-1516, АН-132 и АН-125 на вязкость образующейся системы. Кривые течения 7% суспензий глинопорошка ПБМВ с добавками 0,05–0,1% исследуемых ПАА в сравнении с 5%-ной суспензией ПМС представлены на рисунке 3.



1, 2, 3 – глинополюшок ПБМВ (7%) с добавками ПАА (1 – 0,05% TR-1516; 2 – 0,1% AN-125; 3 – 0,1% AN-132); 4 – 5% ПМС «Химекo-1». Температура – 20 °С.

Рисунок 3. – Зависимости динамической вязкости водных суспензий от скорости сдвига

Результаты исследований показали, что оптимальными по реологическим характеристикам являются полимер-глинистые композиции, содержащие в своем составе глинополюшок марки ПБМВ (7%) и ПАА (AN-125 – 0,1% или TR-1516 – 0,05%).

При низких скоростях сдвига (менее 100 с^{-1}) такие полимер-глинистые композиции характеризуются более высокими значениями вязкости по сравнению с аналогом ПМС «Химекo-1». Это указывает на то, что в высокопроницаемой части нефтяного пласта разработанные композиции могут образовывать более прочный тампонажный материал, который способен выдержать большие градиенты давления. Данный факт способствует повышению эффективности проводимых РИР при использовании разработанных полимер-глинистых композиций.

Для технико-экономического обоснования применения разработанных полимер-глинистых композиций на нефтяных месторождениях Республики Беларусь проведен расчет стоимости 1 м^3 тампонажной композиции, приготовленной с использованием предложенных компонентов (с учетом транспортных расходов). Сравнение полученных данных со стоимостью 1 м^3 тампонажной композиции на основе ПМС «Химекo-1» показало, что экономия средств при использовании предложенных реагентов может составить до 15% по сравнению с существующим аналогом.

Заключение

Разработанные полимер-глинистые композиции по своим эксплуатационным характеристикам (зависимость вязкости от скорости сдвига, возможность регулирования свойств в широком диапазоне в зависимости от условий применения, низкая стоимость) превосходят выбранный для сравнения аналог ПМС «Химекo-1». Также в ходе проведения исследований установлено, что данные композиции на основе глинополюшка марки ПБМВ, модифицированные ПАА, характеризуются наличием тиксотропных свойств, которые более выражены по сравнению с ПМС «Химекo-1».

Для проведения опытно-промышленных испытаний опытной партии полимер-глинистой композиции на месторождениях РУП «Производственное объединение «Бело-

руснефть”» необходимо исследовать ее тиксотропные свойства и провести модельные эксперименты в динамике при термобарических условиях нефтяного месторождения на керновом материале. Проведение данных исследований запланировано в 2016 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кунакова, А. М. Неорганическая гелеобразующая композиция для ограничения водопритока в карбонатных трещиновато-поровых коллекторах / А. М. Кунакова [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 11. – С. 114–116.
2. Стрижнев, К. В. Ремонтно-изоляционные работы в скважинах: теория и практика / К. В. Стрижнев. – СПб. : Недра, 2010. – 560 с.
3. Ананьев, В. В. Проблемы оптимизации системы разработки залежей нефти при опережающем обводнении скважин / В. В. Ананьев, В. М. Смелков, А. В. Кальчева // Георесурсы. – 2009. – № 3. – С. 14–17.
4. Петухов, А. В. Повышение эффективности извлечения трудноизвлекаемых запасов нефти в сложных коллекторах путем использования гелеобразующего состава на основе силиката натрия / А. В. Петухов, М. Н. Никитин // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2011. – Т. 6, № 1. – С. 57–61.
5. Демяненко, Н. А. Стратегия поисков, разведки и разработки месторождений углеводородов в Республике Беларусь / Н. А. Демяненко, П. П. Повжик, Б. А. Дубинин // Поиск и освоение нефтяных ресурсов Республики Беларусь : сб. науч. тр. – Вып. 8. – Гомель : Полеспечать, 2012. – С. 3–11.
6. Карташ, Н. К. Основные проблемы повышения нефтеотдачи на нефтяных месторождениях Беларуси и пути их решения / Н. К. Карташ [и др.] // Теория и практика современных методов интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи пластов : материалы междунар. науч.-практ. конф., Речица, 23–25 мая 2012 г. – Гомель : Полеспечать, 2012. – С. 9–20.
7. Кудина, Е.Ф. Гелеобразующая композиция на основе жидкого стекла для ограничения водопритока в скважины / Е. Ф. Кудина [и др.] // Вопросы химии и химической технологии. – 2009. – № 2. – С. 125–130.
8. Кадыров, Р. Р. Ремонтно-изоляционные работы в скважинах с использованием полимерных материалов / Р. Р. Кадыров. – Казань : ФЭН, 2007. – 424 с.
9. Хисамов, Р. С. Научно-технологические основы применения полимердисперсных систем для увеличения нефтеотдачи / Р. С. Хисамов, А. А. Газизов, А. Ш. Газизов // Нефтяное хозяйство. – 2002. – № 11. – С. 52–56.
10. Городнов, В. Д. Буровые растворы / В. Д. Городнов. – М. : Недра, 1985. – 206 с.
11. Рязанов, Я. А. Энциклопедия по буровым растворам / Я. А. Рязанов. – Оренбург : Летопись, 2005. – 664 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 25.03.2016

Pechersky G.G., Kuskildina Y.R., Antuseva A.V. Polymer-clay Tamping Compositions for Repair and Isolation Operations in Producing Oil Wells

The results of laboratory research on determine the optimal concentrations of the reagents to generate high-performance polymer-clay tamping compositions are presented in the article. The developed compositions are intended for repair and insulation operations in oil producing wells, exploiting high-permeability heterogeneous and fractured carbonate reservoir. Dependences of viscosity polymer-clay compositions are investigated, at the shear rates simulating offloading which one tests the compositions at realization injection with application of the standard oilfield equipment.

УДК 691.544:666.941.2

Н.С. Ступень*канд. техн. наук, доц., зав. каф. химии**Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина***КОРРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЦЕМЕНТНОМ КЛИНКЕРЕ
В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ**

В статье представлены данные по изучению влияния жестких агрессивных сред с катионом магния на долговечность бетонных и железобетонных конструкций. Получены результаты по оптимальному соотношению сульфат- и гидрокарбонат-ионов, которые позволяют уменьшить агрессивное воздействие катионов магния на цементный клинкер бетонных и железобетонных конструкций.

Введение

Изучению коррозионных процессов, происходящих в бетонных и железобетонных конструкциях, посвящено много научных исследований. Но в условиях роста промышленного и жилищного строительства постоянно увеличивается потребность в получении строительных материалов, отвечающих современным требованиям. В настоящее время бетоны практически всех составов разрабатываются и производятся с современными химическими или минерально-химическими добавками, которые позволяют существенно повысить качество бетона, уменьшить сроки схватывания, сэкономить материальные и энергетические ресурсы предприятий. Но при этом зачастую теряется долговечность железобетонных конструкций.

На коррозионные процессы влияют многие факторы. Известно, что долговечность железобетонных конструкций зависит не только от процессов, происходящих в цементном камне, но и от того, насколько бетонная композиция инертна по отношению к стальной арматуре. Стальная арматура становится активной и начинает корродировать, если изменяется реакция среды. Опытные данные показывают, что стальная арматура пассивна в щелочной среде. Для надежной защиты арматуры в бетоне необходимо, чтобы щелочность среды бетона была не ниже $pH = 11,8$. При меньших значениях pH возможна коррозия арматуры в бетоне. Сталь в щелочной среде пассивна. В твердеющей бетонной смеси смещение потенциала стали в положительную сторону происходит не сразу. Значение потенциала стали зависит от влажности и от проницаемости бетона для кислорода. Начальное значение pH в бетонной смеси велико. Со временем оно изменяется вследствие химизма процессов твердения. Поэтому важен нижний диапазон значений $pH - 11,5-11,0$ при котором коррозия стали не идет [1; 2].

Понижение pH среды в бетоне наблюдается при уменьшении концентрации $Ca(OH)_2$ вследствие выщелачивания его проточной водой или в случае использования активных минеральных добавок. Вместе с тем в поверхностных слоях бетона может наблюдаться снижение щелочности вследствие нейтрализации гидроксида кальция кислотными жидкостями и газами (карбонизация). Активные минеральные добавки в составе портландцемента связывают гидроксид кальция, и концентрация извести в среде может снизиться настолько, что произойдет растворение гидроалюмината кальция. Гидроалюминат в этом случае будет образовываться в присутствии сульфат-ионов в жидкой фазе и его кристаллизация не вызовет разрушающих напряжений в цементном камне. Это может даже в какой-то степени способствовать уплотнению цементного камня.

Для выявления степени агрессивности воды по отношению к цементному камню необходимо, прежде всего, установить, находится ли исследуемая вода в химическом равновесии с карбонатом кальция цементного клинкера бетона. Если равновесие достигнуто, то вода неагрессивна. Если нет, то вода агрессивна, и она, стремясь достигнуть

равновесия, растворяет определенное количество карбоната кальция (переводит его в гидрокарбонат), затрачивая на это часть свободной углекислоты.

Известно, что очень мягкая вода способна воздействовать на поверхность бетона, покрытую карбонатом кальция (CaCO_3), поэтому именно это обстоятельство приводит к кажущемуся различию в растворении ею больших количеств извести по сравнению с жесткой (более минерализованной) водой. При наличии в воде гидрокарбонатов систематически происходит карбонизация бетона и, следовательно, значительное повышение его водостойкости. Соединения, растворяющие образовавшиеся карбонатные слои (затвердевшие пленки CaCO_3), будут вызывать выщелачивание – удаление из цементного камня извести. В плотном бетоне разрушение резко замедляется, так как уменьшается вынос извести из цементного камня.

В грунтовых водах обычно преобладает жесткость, обусловленная ионами кальция (до 70%), однако в отдельных случаях магниевая жесткость может достигать 50–60%. В поверхностные воды магний поступает в основном за счет процессов химического выветривания и растворения доломитов, мергелей и других минералов. Значительные количества магния могут поступать в водные объекты со сточными водами металлургических, силикатных, текстильных и других предприятий. В речных водах содержание магния обычно колеблется от нескольких единиц до десятков миллиграммов в 1 дм^3 .

Целью исследований является изучение влияния жесткости грунтовых вод, обусловленной солями магния, на устойчивость бетонных композиций.

Методика и объекты исследования

Для исследования процессов коррозии использовали портландцемент марки 500 с таким химическим составом: SiO_2 – 44%; Al_2O_3 – 4,87%; Fe_2O_3 – 4,89%; CaO – 64,70%; MgO – 1,67%; SO_3 – 2,25%.

Исследования проводили на образцах цементного камня ($v/c = 0,4$) – кубиках размером $2 \times 2 \times 2$ см. После распалубки (через сутки) образцы твердели 28 суток в дистиллированной воде. Затем образцы погружали на рифленые прокладки в эксикаторы с раствором агрессивной среды определенного состава в объеме 1 литра.

Необходимо было подобрать составы сульфатно-гидрокарбонатных агрессивных сред, сходных с составом природных грунтовых вод.

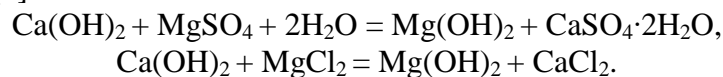
Для приготовления растворов использовали сульфаты, хлориды и гидрокарбонаты магния марок ЧДА. Концентрации растворов сульфата (в пересчете на ион SO_4^{2-}) – 1,5 г/л, 12 г/л, 20 г/л – приняты из соображений ускоренного получения исследуемых зависимостей. Концентрация растворов по иону HCO_3^- : 0,085 г/л, 0,171 г/л, 0,342 г/л, 0,512 г/л (или 1,4 мг-экв/л; 2,8 мг-экв/л; 5,6 мг-экв/л; 8,4 мг-экв/л) – приняты как наиболее характерные для грунтовых вод на территории Республики Беларусь и стран СНГ.

В исследованиях использовали кинетический метод, который основан на данных о поглощении ионов SO_4^{2-} исследуемыми образцами из сульфатного раствора [2]. Кинетические методы в короткий срок позволили получить данные о химических процессах, происходящих в изучаемой системе в присутствии катионов магния и кальция при определенных концентрациях ионов SO_4^{2-} и HCO_3^- . Накопление в образцах новообразований, содержащих сульфат- и гидрокарбонат-ионов, определяли химическим анализом твердой фазы. Продукты новообразований исследовали рентгенофазовым анализом.

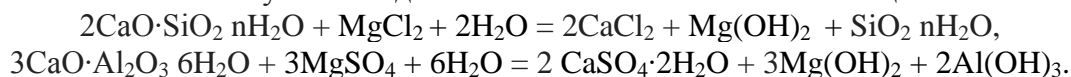
Сущность исследований сводится к определению аналитическими методами изменения концентраций ионов SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^{2+} в процессе взаимодействия раствора с минералами цемента в испытываемых образцах.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что присутствие катиона магния в реакционных средах увеличивает количество поглощенных сульфат ионов на всех сроках твердения цемента, что может привести к большим напряжениям в бетоне и в конечном итоге к его разрушению. Можно предположить, что в результате реакций обмена происходит замещение ионов Ca^{2+} в бетоне ионами Mg^{2+} из воды. Гидроксид магния имеет меньшую растворимость, чем гидроксид кальция и в порах бетона происходит образование рыхлого осадка и образование гипса [1].



Соли магния могут взаимодействовать с составными частями цементного камня:



Цементный камень превращается в рыхлую массу в результате магниальной коррозии.

Экспериментальные данные по поглощению сульфат ионов цементным клинкером в жесткой воде с катионом магния при различном соотношении сульфат и гидрокарбонат ионов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. – Количество поглощенных сульфат ионов образцами цементного камня в растворах солей магния с различным содержанием хлорид и сульфат ионов

Продолжительность исследований, сут.	Количество поглощенного иона в реакционном слое в зависимости от соотношения концентрации ионов $\text{SO}_4^{2-} / \text{HCO}_3^-$ (концентрация SO_4^{2-} 1,5 г/л), % от массы цемента			
	1/1	2/1	3/1	4/1
30	0,61	0,91	3,44	3,90
60	0,82	0,92	3,48	4,08
90	0,88	1,37	5,40	6,05
120	1,35	1,85	8,59	9,87

Таблица 2. – Количество поглощенных сульфат ионов образцами цементного камня в растворах солей магния с различным содержанием хлорид и сульфат ионов

Продолжительность исследований, сут.	Количество поглощенного иона в реакционном слое в зависимости от соотношения концентрации ионов $\text{SO}_4^{2-} / \text{HCO}_3^-$ (концентрация SO_4^{2-} 12 г/л), % от массы цемента				
	1/0	1/1	2/1	3/1	4/1
30	6,50	0,78	1,36	5,76	8,66
60	6,78	1,35	1,48	5,98	8,99
90	7,09	1,41	1,98	7,74	10,78
120	9,67	2,22	3,45	8,91	12,48

Карбонатная (временная) жесткость грунтовых вод полезна для стойкости бетона. Гидрокарбонаты кальция и магния могут реагировать с гидроксидом кальция цементного клинкера и образовывать труднорастворимые карбонаты [1]. Чем меньше карбонатная жесткость, тем выше способность воды растворять компоненты цементного клинкера.

Карбонизированный слой, образовавшийся на цементном камне, малорастворим и значительно замедляет диффузию гидроксида кальция в окружающую водную среду (выщелачивание); проницаемость снижается вплоть до полного прекращения фильтрации воды. Поэтому карбонизация приводит к значительному повышению стойкости бетона. Очень мягкая вода является агрессивной по отношению к бетонным смесям.

Ранее были получены данные о том, что временная (гидрокарбонатная) жесткость грунтовых вод, обусловленная наличием в воде гидрокарбонатов кальция, уменьшает выщелачивание гидроксида кальция, а также скорость и степень сульфатной коррозии в цементном клинкере. Жесткость грунтовых вод, обусловленная солями магния, вызывает магниальную и усиливает сульфатную коррозию в бетонных композициях [3].

Анализ экспериментальных данных показал, что, агрессивность ионов магния в жесткой грунтовой воде снижается в присутствии гидрокарбонат-ионов, если концентрация сульфат-иона находится в пределах от 1,5 до 12 г/л, и концентрация гидрокарбонат-ионов должна быть строго определенной. Это связано с тем, что в сульфатно-гидрокарбонатных растворах с концентрацией HCO_3^- от 1,4 до 1,8 мг-экв/л уменьшается растворение гидроксида кальция из образцов. Растворимость $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в растворах с концентрацией гидрокарбонат иона 1,4 мг-экв/л заметно понижается по сравнению с таковой в чисто сульфатной среде. При повышении концентрации сульфат-ионов с 1,4 до 5,6 мг-экв/л интенсивность процесса выщелачивания $\text{Ca}(\text{OH})_2$ уменьшается, но в меньшей степени. В сульфатно-гидрокарбонатных растворах в присутствии катиона Mg^{2+} выщелачивание гидроксида кальция из исследуемых образцов уменьшается по сравнению с таковым в сульфатных средах при соотношении $\text{SO}_4^{2-} / \text{HCO}_3^- = 1/1$ и $2/1$.

Таким образом, присутствие гидрокарбонат ионов снижает коррозию цементного камня при наличии в агрессивной среде катиона магния с концентрацией, не превышающей 12 г/л. При дальнейшем увеличении содержания катионов магния в жесткой воде гидрокарбонат-ионы не влияют на выщелачивание гидроксида кальция в цементном клинкере, и коррозионные процессы еще усиливаются развитием магниальной коррозии.

Выводы

1. Катион магния в жесткой агрессивной среде способствует коррозионным процессам в цементном клинкере, что ведет к разрушению железобетонных конструкций.
2. Степень агрессивности катионов магния снижается при соотношении $\text{SO}_4^{2-} / \text{HCO}_3^- = 1/1$ и $2/1$ при концентрации сульфат-ионов от 1,5 до 12 г/л.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Москвин, В. М. О роли ионного и солевого состава раствора при сульфатной коррозии бетона / В. М. Москвин, Г. В. Любарская // Бетон и железобетон. – 1982. – № 9. – С. 16–18.
2. Ступень, Н. С. Исследование агрессивных сред, вызывающих коррозию бетонных и железобетонных конструкций / Н. С. Ступень // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. пр. : у 2 т. / рэдкал.: М. В. Міхальчук (адк. рэд.). – Брест, 2010. – Т. 1. – С. 105–109.
3. Ступень, Н. С. Влияние жесткости грунтовых вод на устойчивость бетонных композиций / Н. С. Ступень // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. пр. / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі ; рэдкал. М. В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Брэст, 2014. – Вып. 7. – С. 268–270.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 22.09.2016

Stupen N.S. Corrosion Processes in Cement Clinker in Aggressive Environments

The article presents data on the impact of rigid corrosive environments with the cation of magnesium on the durability of concrete and reinforced concrete structures. The obtained results on the optimal ratio of sulfate and bicarbonate ions that can reduce the aggressive influence of magnesium cations on cement clinker concrete and reinforced concrete structures.

УДК 598.2 (476.7)

В.Е. Гайдук¹, И.В. Абрамова²

¹д-р биол. наук, проф. каф. зоологии и генетики
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

²канд. биол. наук, декан географического факультета
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

ЭКОЛОГИЯ ВЫСОКОСПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПТИЦ-ДРЕВОЛАЗОВ В ПЕРИОД РАЗМНОЖЕНИЯ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

*Птицы-древолазы являются важным компонентом лесных экосистем, выполняют в них различные функции, осуществляют функциональные связи между различными группами животных и растений. В лесных экосистемах юго-западной Беларуси обитают 8 видов высокоспециализированных птиц-древолазов, которые относятся к отрядам дятлообразных и воробьинообразных: *Dryocopus martius*, *Dendrocopos major*, *Dendrocopos medius*, *Dendrocopos leucotos*, *Picoides tridactylus*, *Dendrocopos minor*, *Sitta europaea*, *Certhia familiaris*. Кормовая специализация отдельных видов определяет их функции в растительных и животных сообществах. Экологические ниши этих видов в той или иной мере перекрываются.*

Введение

Выявление «элементарных» функциональных групп видов, между которыми имеются тесные связи в природных сообществах, и объединение их в функциональные группы более высокого ранга дает возможность понять механизмы формирования и функционирования сообществ как целостных биологических систем [1]. Базой для таких исследований является концепция гильдии, которую впервые предложил Р. Рут [2]. Под гильдией исследователь понимал группу видов, использующих общие ресурсы сходным образом. Этот термин объединяет любые симпатрические виды, обладающие близкими экологическими потребностями независимо от их таксономической принадлежности. Гильдии объединяют виды, которые используют общие ресурсы: пища, общность местообитаний, гнездовые станции и другие.

По нашему представлению, высокоспециализированные птицы-древолазы в лесных экосистемах представляют одну гильдию. К этой группе в лесных экосистемах юго-западной Беларуси относятся: желна (*Dryocopus martius*), пестрый дятел (*Dendrocopos major*), средний дятел (*Dendrocopos medius*), белоспинный дятел (*Dendrocopos leucotos*), малый дятел (*Dendrocopos minor*), трехпалый дятел (*Picoides tridactylus*), поползень (*Sitta europaea*) и пищуха (*Certhia familiaris*). Этот комплекс ствололазающих птиц играет определенную роль в лесных экосистемах.

В настоящее время используется концепция одномерной иерархической экологической ниши, которая позволяет изучить сообщество птиц как единое целое, выявить структуру сообществ, установить механизмы формирования и функционирования сообществ, а также оценить место и роль вида в экосистеме [1].

Экологические ниши этих птиц перекрываются в разной степени, наиболее значительно – места их кормления и гнездования. Дятлы, пищуха и поползень потребляют растительных насекомых, многие из которых наносят ущерб лесному хозяйству или являются потенциальными вредителями. Эти птицы в некоторой мере подавляют численность насекомых, обитающих на стволах деревьев. В то же время потребление древолазами семян хвойных деревьев приводит к снижению их запасов и уменьшению объемов заготовки. Дупла и убежища, созданные дятлами, используются в дальнейшем другими полезными для леса животными. Обычно дятлы выдалбливают дупла в мало-

ценных породах деревьев с легко загнивающей древесиной, главным образом – в усохших экземплярах. Каждый из видов-древолозов использует в процессе добывания пищи различные участки стволов и ветвей деревьев разного возраста и состояния, что уменьшает конкуренцию между ними за пищу.

Материал для данной работы был собран авторами в марте – июле 1967–2015 гг. в ГНП «Беловежская пуца», биосферном резервате «Прибужское Полесье», Брестском, Ивацевичском, Столинском лесхозах и других регионах. Применяли общепринятые методы полевых и камеральных исследований.

Результаты исследования и их обсуждение

В период размножения места сбора пищи древолазов привязаны к гнездовым участкам, которые у различных видов неодинаковы. У большинства насекомоядных видов участки, на которых происходит сбор пищи при выкармливании птенцов, невелики.

Желна населяет в регионе высокоствольные леса всех типов. Предпочитает хвойные (30,4%) и хвойно-лиственные леса (36,8%) [3]. В первой-второй половине марта большинство птиц занимают гнездовые участки и начинают строить дупла, строительство одного дупла продолжается 10–15 дней. При их постройке ($n = 280$) птицы используют сосну (42,9%), осину (20,5%), березу (17,1%), черную ольху (8,9%) и другие деревья. К откладке яиц желна приступает в первой-второй декаде апреля. В кладке 3–5 яиц. Кладку насиживают оба партнера в течение 14–15 дней. Птенцы покидают дупла в возрасте 24–26 дней, затем молодые вместе с родителями покидают территорию гнездового участка. Примерно через три недели выводки распадаются.

Весной и летом в питании птиц преобладают открыто живущие насекомые. Наблюдения (ГНП «Беловежская пуца», Брестский и Ивацевичский лесхозы) за семью гнездами с птенцами (от 2 до 4) показали, что частота прилетов родителей с кормом зависит от возраста птенцов. К гнезду, в котором находилось птенцы в возрасте 1–4 дней, они прилетали 7–12 раз за день; по мере роста птенцов частота прилетов увеличивалась до 13–21 раза (возраст птенцов 10–13 дней), за 2–3 дня перед вылетом птенцов из гнезда она составляла 10–14 раз [3]. Примерно такой ритм кормления желны отмечен в Белорусском Поозерье [4].

Частота прилетов с кормом к гнезду с птенцами у этого вида значительно ниже, чем у других видов дятлов. Это обусловлено крупными размерами желны и большим объемом приносимого корма, который птицы приносят в пищеводе, затем отрыгивают его несколькими порциями. За один прилет взрослая птица приносит до 20 г беспозвоночных [4]. За кормом птицы летают на расстояние до 1,5–2 км от гнезда. Птенцов выкармливают преимущественно муравьями, когда насекомые малоактивны, некоторое время – личинками насекомых, пауками и др. При изучении питания птенцов желны в Ленинградской области было выявлено, что родители приносят им корм крупными комками, состоящими почти исключительно из муравьев и их куколок [5].

Пестрый дятел в сезон размножения населяет лиственные (30,4%), хвойные (30,2%) и смешанные леса (28,4%), парки (6,8%), сады (4,2%). Для устройства гнезд птицы выбирают ($n = 188$) деревья с мягкой или загнивающей древесиной. Чаще используют осину (40,6%), реже сосну (24,5%), ольху (15,4%) и березу (7,0%), еще реже – дуб (3,5%), граб (2,0%) и другие деревья (7,0%) [3]. Дятлы обычно выдалбливают дупла в стволах деревьев на высоте 1,5–10 м от земли. Часто на одном дереве может быть 3–6 дупел, выполненных птицами в течение нескольких лет. Строительство одного дупла продолжается около 3 недель.

Сформировавшаяся пара энергично защищает свой гнездовой участок, изгоняя с него других дятлов. Площадь охотничьего участка птиц в период размножения ($n = 9$)

составляет 11–16 га. Птицы чаще всего разыскивают корм на расстоянии 50–100 м от гнезда.

К откладке яиц самка пестрого дятла приступает в третьей декаде апреля – начале мая. В среднем кладка состоит из $4,2 \pm 0,2$ яиц. Кладку насиживают самец и самка в течение 12–13 дней. Птенцы находятся в дупле 21–23 дня. Вылет птенцов происходит в основном в первой-второй декадах июня. После вылета молодые кочуют вместе с взрослыми птицами в течение 25–30 дней.

Пестрый дятел добывает насекомых в основном на сухих и усыхающих деревьях. Весной и летом собирает корм с поверхности стволов и толстых сучьев. Большинство встреченных нами птиц ($n = 176$) кормились на сухих, полусухих, поврежденных или внешне здоровых деревьях.

Изучение особенностей поведения дятлов в период выкармливания птенцов проводили на территории Томашевского лесничества Брестского лесхоза. В выкармливании птенцов принимают участие оба родителя. По данным наблюдений (08.06.2008 г.), за гнездом дятлов, в котором находилось 5 птенцов 8-дневного возраста, родители приносят корм 240 раз за один день, кормление продолжалось с 4 до 22 ч. Количество приносов корма в час варьирует от 8 до 20. По данным наблюдений за пятью гнездами пестрого дятла, в течение дня отмечено 3 пика активности приноса корма: 7–10 ч, 12–14 ч и 17–19 ч.

Частота приносов корма зависит от количества птенцов в гнезде, их возраста и погоды [3]. К гнездам, в которых находились птенцы в возрасте 3–5 дней, родители прилетали 80–110 раз в день. По мере взросления птенцов количество прилетов растет, максимальная частота отмечена у гнезд, в которых находились птенцы 13–15-дневного возраста. За 2–4 дня до вылета птенцов частота кормления сокращается до 80–100 раз. Накануне вылета птенцов из гнезд родители практически перестают их кормить, чем стимулируют их покинуть гнездо. Молодые дятлы в первые дни после оставления дупел хорошо лазают по деревьям, но летают еще плохо. Родители кормят их еще на протяжении 6–10 дней.

По данным визуальных наблюдений ($n = 410$) и литературных сведений [5–9], пестрые дятлы питаются и выкармливают птенцов в основном открыто живущими насекомыми, среди которых преобладают различные виды муравьев и их куколки, а также в кормовой рацион входят жуки и их личинки, гусеницы бабочек, наездники, тли и др.

Средний дятел в регионе населяет старые широколиственные и смешанные леса, парки, предпочитает дубравы. В настоящее время этот вид особенно многочислен в пойменных дубравах Пинского и Столинского лесхозов. Гнезда устраивают в дуплах, которые выдалбливают в стволах деревьев лиственных пород, иногда занимают дупла других видов дятлов. Начало откладки яиц приходится на третью декаду апреля – первую декаду мая. Кладка состоит из 5–8 яиц. Насиживание продолжается 12–14 суток. Птенцы находятся в гнезде 20–23 дня. В выводке обычно 3–6 птенцов. Выводки ($n = 18$) были зарегистрированы в Брестском, Ивацевичском и Столинском лесхозах.

Питаются насекомыми-ксилофагами и муравьями, которых собирают с поверхности коры деревьев. Наблюдения за двумя гнездами (в одном гнезде было 5 птенцов шестидневного возраста, в другом – 6 птенцов восьмидневного возраста) в Томашевском лесничестве в 2010 г. показали, что родители приносят корм к гнезду 150–210 раз. Кормодобывающая деятельность несколько выше в утренние и вечерние часы, ниже – в середине дня [3].

Малый дятел предпочитает селиться ($n = 210$) в лиственных и смешанных лесах, в долинах рек и других водоемов с большим количеством усохших деревьев. Гнездится отдельными парами в дуплах, которые располагаются на высоте 0,5–8 м. Дупла выдалбливают самцы и самки в стволах, изредка – в вертикальных ветвях загнивших

лиственных деревьев, иногда – в гнилых пнях. Откладывание яиц происходит в третьей декаде апреля – второй декаде мая. В полной кладке 3–7 яиц. Насиживают кладку самка и самец в течение 13–14 дней. Птенцы появляются во второй половине мая – июне, находятся в гнезде 19–21 день.

Этот вид большую часть корма добывает путем долбления и обследования преимущественно боковых ветвей деревьев. В рационе преобладают обитающие под корой личинки усачей и короедов ([10], наши наблюдения). Кормят птенцов насекомыми, привлекая их из щелей и трещин коры на стволах и ветвях деревьев. Как показали наблюдения за гнездами малого дятла, в которых было по 4–5 птенцов в возрасте 3–12 дней, родители приносят корм 160–250 раз в день. В Ленинградской области частота прилета взрослых птиц к гнезду составляет 23 прилета в 1 ч, птенцов выкармливают глями, веснянками, листоблошками, двукрылыми и другими беспозвоночными [5].

Белоспинный дятел населяет березовые, ольховые, широколиственные и хвойно-широколиственные леса. Предпочитает сырые лиственные древостои с наличием сухостойных дуплистых деревьев. Дупла ($n = 50$) в регионе размещает на осине (40%), черной ольхе (30%), березе (18%) и других деревьях.

Кладки в регионе встречались во второй декаде апреля – мае. В полной кладке 3–5 яиц, в среднем 4. Насиживают кладку оба партнера в течение 15–17 суток. Вылупление птенцов происходит в первой-второй декадах мая. Птенцы находятся в гнезде 27–28 дней, покидают дупла в третьей декаде мая – второй декаде июня.

В корме птенцов выявлено более 20 видов насекомых с явным преобладанием жесткокрылых [11]. Белоспинные дятлы добывают корм на лиственных деревьях, птенцов выкармливают преимущественно насекомыми-ксилофагами, муравьев практически не употребляют.

Трехпалый дятел населяет ($n = 46$) темнохвойные и сосновые леса по окраинам болот, черноольшаники, смешанные леса, в которых имеются мертвые деревья. Предпочитает чистые ельники, елово-сосновые и елово-лиственные леса. Пары образуются в первой-второй декадах апреля. Гнезда ($n = 28$) строит в дуплах, которые выдалбливает в соснах, березах, осинах, ольхах и пнях на высоте 0,7–6 м (в среднем 3,6 м).

В полной кладке ($n = 12$) 3–5 яиц. Кладку насиживают оба партнера в течение 14 суток. Птенцы вылупляются в третьей декаде мая – первой декаде июня. Покидают дупла в возрасте 23–24 дней в конце июня – первой декаде июля. Выводки из 2–5 птенцов сначала держатся вместе, в третьей декаде июля молодые уже держатся поодиночке.

По данным наблюдений за тремя гнездами в Ивацевичском лесхозе (май 1998 г.), трехпалые дятлы обычно добывают стволовых вредителей, гусениц различных бабочек, перепончатокрылых насекомых и пауков недалеко от гнезда. Найдя поврежденное вредителями дерево, дятлы обрабатывают его несколько дней подряд. Осенью и зимой птицы питаются насекомыми, живущими под корой или в древесине, добывают их путем долбления.

Обыкновенный поползень населяет ($n = 180$) старые лиственные (33,3%) и смешанные леса (27,2%), сосняки с примесью лиственных пород (17,3%), в которых имеются дуплистые деревья. Встречается в парках населенных пунктов и дачных поселков. К гнездостроению [12] поползень приступает в конце марта – первой декаде апреля. Для постройки гнезда используют старые дупла, которые были оставлены дятлами, или естественные пустоты в стволах деревьев. Откладка яиц начинается во второй-третьей декадах апреля. В кладке 3–8 яиц. Насиживает кладку только самка в течение 15–17 суток. Птенцы находятся в гнезде 20–25 дней. В первой половине июня они вылетают из гнезда, родители подкармливают слетков 5–8 дней. Кладки второго цикла размножения отмечены во второй декаде июня – июле, слетки – в третьей декаде июня – августе. Птенцов выкармливают пауками, насекомыми и их личинками. Кормят птенцов самка

и самец, которые приносят корм 240–250 раз за день (наблюдения за 2 гнездами в Томашовском лесничестве в июне).

Обыкновенная пищуха населяет старые лиственные и смешанные леса, изредка – сосновые. Гнездо помещает ($n = 14$) за отставшей корой или в полуразвалившихся дуплах в стволах деревьев и пнях, в трещинах стволов деревьев, щелях и пустотах жилых и нежилых построек на высоте 0,5–4 м. В конце апреля – мае птицы откладывают 5–7 яиц, вторая кладка отмечена в конце мая – июне. Насиживание продолжается 13–15 дней. Птенцы находятся в гнезде 15–16 дней. Птенцов кормят оба родителя. Корм (двукрылые, равнокрылые, веснянки, мелкие жуки, семена сосны и ели) собирают вблизи от гнезда со стволов деревьев, извлекая насекомых из трещин и щелей коры. Птицы предпочитают собирать корм на соснах и елях, реже – на дубах, березах и других деревьях. Средние размеры охотничьего участка ($n = 8$) в смешанном лесу Томашовского лесничества составляют 7,5–8,5 тыс. м². Наблюдения за 8 гнездами пищухи с 5–6 птенцами 7–8-дневного возраста показали, что птицы приносят корм 240–280 раз в день. Было установлено, что кормление птенцов начинается около 4 ч. и заканчивается в 22 ч. Имеется 3 пика приноса корма, интенсивность кормления изменяется от 4 до 22 раз в час: это зависит от возраста птенцов и времени суток. В среднем каждый птенец в возрасте 8–9 дней получает 30–40 порций корма [12]. По данным А.А. Иноземцева [13], в Московской области пищухи прилетали к гнезду с кормом до 260 раз.

Таким образом, виды этой группы птиц характеризуются специфическим использованием ресурсов, которое зависит от типа корма, структуры местообитания, кормового поведения. Птицы кормятся характерным для каждого вида способом, особенностями которого в значительной степени определяют выбор ими кормовых объектов и местообитаний. Вместе с тем, экологические ниши этих видов в лесных экосистемах в сезон размножения в той или иной мере перекрываются.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хлебосолов, Е. И. Экологические факторы видообразования у птиц / Е. И. Хлебосолов. – М. : Горизонт, 1999. – 284 с.
2. Хлебосолов, Е. И. Концепция гильдии и ее роль в изучении механизмов формирования и функционирования сообществ / Е. И. Хлебосолов, О. А. Хлебосолова // Экология и эволюция животных : сб. науч. тр. каф. зоологии РГПУ / Рязан. гос. пед. ун-т им. С. А. Есенина / под ред. Н. В. Чельцова. – Рязань : Рязан. обл. ин-т развития образования, 2004. – С. 7–13.
3. Гайдук, В. Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Неворобьинообразные / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова ; Брест. гос. ун-т. – Брест : Изд-во БрГУ, 2009. – 300 с.
4. Дорофеев, С. А. Питание желны (*Dryocopus martius* L.) в Белорусском Полесье / С. А. Дорофеев // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, октябрь 2000 г. / редкол. : А. Н. Кусенков (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2000. – С. 48–49.
5. Мальчевский, А. С. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий / А. С. Мальчевский, Ю. П. Пукинский. – Л. : ЛГУ, 1983. – Т. 1. – 480 с.
6. Федюшин, А. В. Птицы Белоруссии / А. В. Федюшин, М. С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1967. – 519 с.
7. Иноземцев, А. А. Роль насекомоядных птиц в лесных биоценозах / А. А. Иноземцев. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. – 264 с.
8. Птушенко, Е. С. Биология и хозяйственное значение птиц Московской области и сопредельных территорий / Е. С. Птушенко, А. А. Иноземцев. – М. : МГУ, 1965. – 462 с.

9. Дорофеев, С. А. Дятловые птицы Белорусского Поозерья : автореф. дис. ... канд. биол. наук / С. А. Дорофеев. – Минск, 1998. – 20 с.
10. Дорофеев, С. А. Особенности питания малого дятла в Белорусском Поозерье / С. А. Дорофеев // Фауна и экология птиц бассейна р. Западная Двина : материалы Междунар. науч. конф., – Витебск, 2000 г. – С. 25–26.
11. Дорофеев, С. А. Особенности гнездовой экологии белоспинного дятла в Белорусском Поозерье / С. А. Дорофеев // Структурно-функциональное состояние биологического разнообразия животного мира Беларуси : тез. докл. VIII зоол. науч. конф. – Минск, 1999. – С. 119–120.
12. Гайдук, В. Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Воробьинообразные / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова ; Брест. гос. ун-т. – Брест : Изд-во БрГУ, 2013. – 298 с.
13. Иноземцев, А. А. Птицы и лес / А. А. Иноземцев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 302 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 08.09.2016

Gaiduk V.E., Abramova I.V. Ecology of Highly Specialized Climb up Trees Birds During the Breeding in Forest Ecosystems

Climb up trees birds are an important component of forest ecosystems and play different functions such as functional links between various groups of animals and plants. In the forests of the south-western Belarus live 8 species of highly specialized climb up trees birds that belongs to the order Passeriformes and Woodpeckers: Dryocopus martius, Dendrocopos major, Dendrocopos medius, Dendrocopos leucotos, Picoides tridactylus, Dendrocopos minor, Sitta europaea, Certhia familiaris. The food specialty of some birds determine their role in animal and plant communities and support the ecosystem equilibrium. The ecological niche of these species to some extent overlap.

УДК 635.64:575.2:631.527

В.Н. Кавцевич¹, А.В. Деревинский²¹канд. биол. наук, доц. каф. общей биологии и ботаники

Белорусского государственного педагогического университета имени М. Танка

²канд. с.-х. наук, зав. каф. общей биологии и ботаники

Белорусского государственного педагогического университета имени М. Танка

**АНАЛИЗ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ И НАСЛЕДУЕМОСТИ
ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ТОМАТА
В СИСТЕМЕ СКРЕЩИВАНИЙ ЛИНИЯ – ТЕСТЕР**

Изучена комбинационная способность новых линий кистевых томатов, а также генетическая природа изменчивости и наследования некоторых количественных признаков, определяющих продуктивность и биохимическое качество плодов. Установлено, что в общую изменчивость признаков средняя масса плода и содержание аскорбиновой кислоты вносят вклады генетические компоненты материнских форм (коэффициент наследуемости $h^2_A = 0,53$ и $h^2_A = 0,94$), а в содержание моносахаридов – отцовские линии ($h^2_B = 0,53$). В детерминацию признаков средняя масса плодов с растения, содержание дисахаридов и каротиноидов значительное влияние оказывают специфические эффекты генного взаимодействия материнской и отцовской форм. Отобраны перспективные компоненты скрещивания L89 и L8 на основании оценок g_i и σ^2_{si} .

Введение

Вовлечение в селекционную работу исходного материала при создании новых высокоурожайных сортов и гибридов кистевого томата (*Solanum Lycopersicum* L.) требует изучения их генетических свойств как компонентов гибридизации и, в первую очередь, по способности давать при скрещивании максимальный гетерозисный эффект. [1–3]. Иногда в качестве критерия для подбора компонентов скрещивания используется характеристика самих родительских форм [4; 5]. Однако в этом случае не учитывается природа генного действия, изменяющаяся в зависимости от генетической структуры и разнородности вовлекаемых в гибридизацию популяций, и часто случается, что высокоурожайная линия не всегда способна передавать свое превосходство в гибридные комбинации [6; 7]. Поэтому необходимо оценить генетический потенциал родителей, их комбинационную способность до того, как они будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Одним из наиболее распространенных и приемлемых методов оценки, особенно на начальном этапе работы, когда число оцениваемых форм достаточно велико, является топкросс или, как его иначе называют, метод «линия – тестер», когда n материнских форм (линий) скрещиваются с m отцовскими формами (тестерами). В основе этого метода лежит модель эксперимента П R.E. Comstock, H.F. Robinson [8] и обобщенная O. Kempthorne [9]. Данный метод позволяет оценить общую комбинационную способность (ОКС) линий, ОКС тестеров и специфическую комбинационную способность (СКС), которая проявляется при скрещивании. Варiances ОКС и СКС можно получить с помощью многофакторного дисперсионного анализа, а при соответствующих допущениях с их помощью оценить природу генного действия, определяющего фенотипическое проявление анализируемых признаков. Эффекты ОКС и СКС вычисляются с помощью метода наименьших квадратов [10; 11].

Целью работы было изучение общей и специфической комбинационной способности новых линий кистевых томатов, а также генетической природы изменчивости и наследования некоторых количественных признаков, определяющих продуктивность и биохимическое качество плодов.

Методы исследования

В качестве исходного материала были использованы следующие формы: L54, L55, L59, L84, L89, L8, L90 и L85, отобранные соответственно из сортов и гибридов Искушение, Шарара, Благовест, Гулливер, Де барао черный, Вежа, Сладкоежка и Микадо мишоп. Первые пять служили в качестве материнских, в три последних – в качестве отцовских форм. Линии различались по ряду морфобиологических признаков: продуктивности, скороспелости, типу куста, облиственности, завязываемости плодов, устойчивости к болезням и др. Скрещивания проводили вручную на 2–4 соцветиях по схеме 4×8. Для скрещивания брали первые 5 цветков на соцветии, остальные удаляли. Кастрацию и опыление проводили в фазе желто-зеленого бутона. Изолировали опыленные цветки ватой. Испытания гибридов проводили в необогреваемых теплицах в весенне-летнем обороте. Родительские линии и гибриды испытывали совместно в трехкратном повторении при рендомизированном размещении. В период вегетации учитывали основные количественные признаки: масса плодов с растения, средняя масса плода. В лабораторных условиях определяли содержание сухих веществ, редуцирующих сахаров, каротиноидов и аскорбиновой кислоты.

Многофакторный дисперсионный анализ был проведен по модели R.E. Comstock, H.F. Robinson [8], согласно которой общая фенотипическая вариация между гибридами была разделена на генотипическую и средовую (повторности опыта и случайные факторы), а генотипическая вариация, в свою очередь, была разделена на составляющие ее компоненты, зависящие от ОКС материнских линий, ОКС отцовских линий и СКС, которая проявляется при их скрещивании (таблица 1). Наследуемость признаков, характеризующих продуктивность и содержание биохимических веществ, определяли по коэффициенту наследуемости, рассчитанному на основании дисперсионного анализа [12].

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 представлены результаты дисперсионного анализа проведенного у гибридов F₁, полученных с участием родительских линий кистевидного морфотипа по компонентам продуктивности и содержанию биохимических веществ плодов томата. Как свидетельствуют полученные данные, практически все признаки, за исключением содержания аскорбиновой кислоты, (отцовская форма, ОКС_{отцы}) имеют достоверную дисперсию средних квадратов при 5%-ном уровне значимости. Это позволило провести дальнейшую характеристику гибридов и родительских линий по компонентам комбинационной способности, а также оценить коэффициенты наследуемости.

Общая комбинационная способность определяется как среднее значение показателя потомства отдельной линии томата, когда оно скрещивается с другими линиями, взятыми в испытание. Показатели ОКС могут быть выражены в абсолютных единицах, однако более удобно выражать их как отклонения от общей средней. Другими словами, ОКС линии – это способность ее давать при скрещивании с другими линиями определенный средний уровень развития признака. ОКС будет выше у той линии, у которого среднее значение признака потомства выше, чем у других. Таким образом, родитель с ОКС, равной нулю, имеет среднюю ОКС. Положительная ОКС указывает на родителя, который производит потомство выше среднего, в то время как отрицательная ОКС – на родителя, производящего потомство, которое является ниже среднего для всей группы [13].

На рисунке представлена доля вклада материнской, отцовской форм и их взаимодействия в общую изменчивость по каждому изучаемому признаку. По массе плодов с растения, средней массе плода, содержанию сухих веществ, каротиноидов и аскорбиновой кислоты доля вклада материнских форм больше, чем отцовских, и колеблется в пределах от 46 (содержание сухих веществ) до 71% (содержание аскорбиновой кислоты). Для признаков содержание моносахаридов и дисахаридов доля вклада отцов-

Таблица 1. – Оценки компонентов комбинационной способности 5 материнских и 3 отцовских, полученные в системе скрещивания «линия – тестер» линий томата

Причина вариации	Степень свободы	Средние квадраты						
		Масса плодов с растения, кг	Средняя масса плода, г	Содержание сухого вещества, мг/100г	Содержание моносахаридов, %	Содержание дисахаридов, %	Содержание каротиноидов, мг/100г	Содержание аскорбиновой кислоты, мг %
ОКС _{матери}	4	2,179**	7101,61**	2,7861**	0,5551**	0,6024**	3,7012**	150,6344**
ОКС _{отца}	2	0,779**	2851,24**	2,3362**	1,0863**	0,9297**	0,4492**	21,7023
СКС	8	1,336**	1256,16**	0,9195**	0,2209**	0,5071**	2,4088**	39,9404**
Общее	30							
Ошибка	44	0,225	68,29	0,0745	0,0742	0,0346	0,0820	6,6246

Примечание – * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

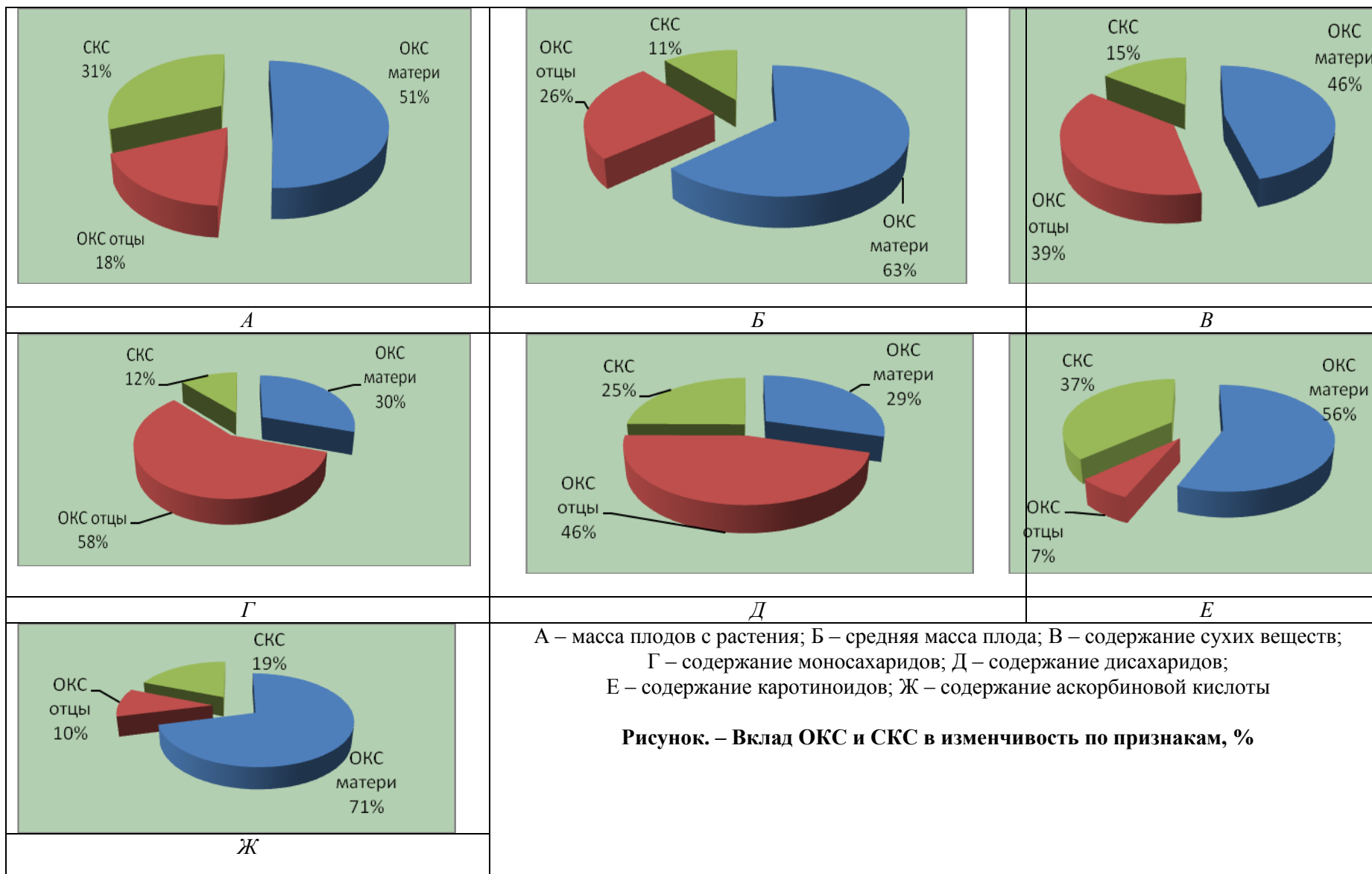
Таблица 2. – Средние значения компонентов продуктивности (x_i), эффектов ОКС (g_i) и варiances СКС (σ_{si}^2) линий томата, оцененные на основании топкроссных гибридов F₁

Линия	Масса плодов с растения, кг			Средняя масса плода, г			Содержание сухого вещества, мг/100г		
	x_i	g_i	σ_{si}^2	x_i	g_i	σ_{si}^2	x_i	g_i	σ_{si}^2
L54	2,542	-0,21	0,579	30,580	-19,493	689,26	4,021	0,431	0,562
L55	2,490	-0,02	10,258	41,600	-1,697	7525,65	3,246	-0,344	0,182
L59	2,971	-0,09	0,072	56,633	3,327	438,15	3,504	-0,087	0,127
L84	3,699	0,633	0,127	60,240	-3,44	6,47	2,635	-1,955	0,008
L89	3,627	0,561	0,191	89,400	4,6	6408,17	4,036	0,446	0,116
L8	3,045	0,233	21,070	62,867	4,793	41,83	3,731	0,24	0,554
L85	2,854	-0,52	0,131	67,633	7,56	9567,8	3,636	0,045	0,555
L90	3,298	-0,58	0,298	71,633	4,56	281,88	3,914	0,324	0,072
Ошибка ($g_i - g_j$) ♀		0,181			2,53			0,34	
Ошибка ($g_i - g_j$) ♂		0,196			2,72			0,42	
Коэффициент корреляции x_i и g_i		0,63 ± 0,13			0,75 ± 0,19			0,65 ± 0,19	

Таблица 3. – Средние значения компонентов продуктивности (x_i), эффектов ОКС (g_i) и варiances СКС (σ_{si}^2) линий томата, оцененные на основании топкроссных гибридов F₁

Линия	Содержание моносахаридов, %			Содержание дисахаридов, %			Содержание каротиноидов, мг/100г сухого вещества			Содержание аскорбиновой кислоты, мг %		
	x_i	g_i	σ_{si}^2	x_i	g_i	σ_{si}^2	x_i	g_i	σ_{si}^2	x_i	g_i	σ_{si}^2
L54	2,143	0,284	0,051	0,582	0,191	0,164	0,671	0,019	0,568	28,981	1,205	61,941
L55	2,425	-0,251	0,064	0,634	-0,047	0,182	1,348	-0,167	0,282	32,834	-0,331	27,036
L59	2,737	-0,033	0,007	0,538	-0,143	0,164	1,664	0,149	0,899	32,290	-0,875	17,279
L84	2,321	-0,412	0,042	0,332	-0,350	0,406	0,953	-0,563	1,111	28,182	-4,982	36,401
L89	2,946	0,243	0,087	0,909	0,227	0,117	1,263	-0,252	0,301	37,925	4,760	80,899
L8	2,848	0,122	0,033	0,787	0,106	0,328	2,205	0,690	1,256	32,843	-0,322	25,867
L85	2,747	-0,006	0,053	0,563	-0,118	0,135	0,980	-0,535	0,273	31,755	-1,410	43,891
L90	2,778	0,053	0,027	0,816	0,135	0,029	2,175	0,660	0,557	35,117	1,953	25,453
Ошибка ($g_i - g_j$) – матери	0,112			0,134			0,276			1,745		
Ошибка ($g_i - g_j$) – тестеры	0,149			0,173			0,284			1,938		
Коэффициент корреляции между x_i и g_i	0,73 ± 0,13			0,65 ± 0,19			0,55 ± 0,19			0,65 ± 0,19		

Примечание. – $r = 3$ – повторности; $t = 8$ – отцы; $n = 5$ – матери; *) $P < 0,05$; **) $P < 0,01$.



ских форм преобладает над материнскими вкладами. Эффекты взаимодействия материнских и отцовских форм, которые характеризуют специфическую комбинационную способность, по всем признакам ниже вкладов родительских форм.

Оценены эффекты ОКС (g_i) материнских и отцовских линий, а также варианты СКС (σ_{si}^2), которые характеризуют родительские линии как компоненты скрещивания. Результаты по всем анализируемым признакам представлены в таблицах 2 и 3. Как можно заметить, эффекты g_i и варианты σ_{si}^2 различаются у линий по всем характеризующим параметрам.

Масса плодов с растения. По данному признаку оценка ОКС (g_i) колебалась от 0,251 до 0,633 кг (таблица 2). Наивысшие оценки были получены для линий L84 и L89, указывая на то, что эти гибриды имели самые высокие частоты аллелей генов, благоприятные для формирования продуктивности растений. Наименьшие оценки ОКС были получены для L85 и L85 со значениями (g_i) $-0,52$ и $-0,58$ соответственно. Это представители самых низких частот благоприятных аллелей по оцениваемому признаку.

Эффекты СКС являются функцией доминирования и взаимодействия различных частот аллелей родителей, следовательно, они относятся к эффектам доминирования и эпистаза. Варианты СКС (σ_{si}^2), оцениваемые как отклонение показателя продуктивности у гибридов от оценки общей комбинационной способности (g_i), служат мерой неаддитивных эффектов и являются полезными в прогнозировании лучших гибридных комбинаций, полученных с участием данных родителей. Следует подчеркнуть, что нельзя судить о перспективности гибридных комбинаций, основываясь только на их СКС, поскольку данный показатель есть отклонение от ожидаемого, основанного на значениях ОКС. Гибрид может иметь положительную СКС, но не быть лучшим по отношению к другим гибридам. Например, линия L55 имеет вариансу СКС (σ_{si}^2) 10,258, однако ее среднее значение, равное 2,490, ниже среднего группового 2,618. В противоположность, у линии L8 $\sigma_{si}^2 = 21,070$ при $g_i = 0,233$ это может быть свидетельством того, что с участием данной формы получены высокородуктивные гибриды, и некоторые из них проявили значительный эффект гетерозиса.

Средняя масса плода. Четыре линии из восьми (L89, L8, L85 и L90) продемонстрировали значения эффектов g_i выше нуля, что характеризует их как хороших компонентов для скрещивания (таблица 2). Линии L8 и L90 на фоне высоких оценок g_i имели значительные варианты σ_{si}^2 , что позволяет считать их перспективными в гетерозисной селекции по признаку средняя масса плода.

Содержание сухого вещества. Относительно значений g_i и σ_{si}^2 по признаку, характеризующему содержание сухого вещества можно видеть, что пять линий показали значение выше нуля, при этом у троих из них (L54, L89 и L90) эти показатели были существенно выше остальных и равнялись 0,431, 0,446 и 0,324 соответственно (таблица 2). Можно считать, что выделенные линии примерно равноценные, различия между ними не превысили ошибку ($g_i - g_j$) = 0,34. У линии L54 оказалась и высокая варианса СКС (0,562), что подтверждает предположения о ее перспективности в селекции на повышенное содержание сухого вещества.

Содержание моносахаридов. По данному показателю четыре инбредные линии при скрещивании с другими, дали гибриды, средние значения которых были выше средней групповой и, следовательно, значения g_i у них были выше нуля (таблица 3). У двух линий (L54 и L89) эти значения были выше остальных: 0,284 и 0,243 соответственно, поэтому они представляют определенный интерес в направлении отбора форм с более высоким содержанием сахаров среди анализируемых форм. Линии не выделяются по вариансе СКС.

Содержание дисахаридов. Как и по предыдущему показателю, так и по содержанию дисахаридов четыре линии (L54, L89, L8, L90) продемонстрировали среднюю цен-

ность выше той, которая ожидалась на основании среднегрупповой, что говорит о возможности использования данных линий в целях отбора на повышенное содержание дисахаридов (таблица 3). У двух линий L89 и L90 показатель g_i был значительно выше (0,227 и 0,135 соответственно), поэтому можно рекомендовать использование данных линий в качестве компонентов скрещивания в селекционных программах, направленных на получение гибридов с повышенным содержанием дисахаридов, особенно линию L89, которая выделилась не только по ди-, но и по моносахаридам.

Содержание каротиноидов. Оценивая константы ОКС и варианты СКС по признаку содержание каротиноидов в плодах томата, можно отметить, что линии L54, L59, L8 и L90 имеют значение, превышающее ноль, что подтверждает более высокую ценность этих линий по сравнению с остальными по способности давать гибриды с улучшенным содержанием каротиноидов (таблица 3). Лучшими среди других по g_i были линии L89 и L90 со средними значениями 0,690 и 0,690 соответственно, что свидетельствует о преобладании аддитивных эффектов генов в наследовании у данных линий. При этом линия L8 продемонстрировала высокое значение СКС, ($\sigma_{si}^2 = 1,256$), что характеризует ее и как хорошего компонента в селекции на гетерозис.

Содержание аскорбиновой кислоты. Анализируемые линии прошли тест на комбинационную способность по содержанию витамина С, который позволил выявить три лучшие: L54, L89 и L90 – со средними значениями 1,205, 4,760 и 1,953 соответственно, при этом первые две проявили и высокую вариацию СКС (61,941 и 80,899) (таблица 3). Можно предположить, что выделенные линии могут представлять интерес как для отбора форм с высоким содержанием аскорбиновой кислоты, так и в получении гетерозисных гибридов, так как наряду с аддитивными эффектами генов у них имеются и гены, которые при скрещиваниях могут проявлять эффекты доминирования, сверхдоминирования и эпистаза.

Корреляционные зависимости. По всем анализируемым признакам были подсчитаны коэффициенты корреляции (r) между средними значениями линий и эффектами ОКС (g_i) (таблицы 2; 3). Значения r были достоверными и варьировали в пределах от 0,55 по признаку содержание каротиноидов до 0,75 по средней массе плода. Значения коэффициентов корреляции указывают на существование связи между средними выражениями признака у линий и их комбинационной способностью, но степень тесноты средняя, что не позволяет с полной уверенностью считать, что высокий показатель является ориентиром на хорошую комбинационную способность.

Таким образом, анализ комбинационной способности родительских форм в топкроссных скрещиваниях позволяет утверждать, что ведущая роль в наследовании массы плодов с растения, средней массы плода, содержания сухих веществ, каротиноидов и аскорбиновой кислоты принадлежит генотипам материнских форм. Для признаков содержание моносахаридов и дисахаридов доля отцовских форм преобладает над материнскими вкладами. Среди анализируемых линий проблематично отобрать хороший компонент скрещивания сразу по всем признакам, характеризующим продуктивность и биохимическое качество плодов, поскольку оценки g_i и σ_{si}^2 значительно различаются. Однако некоторые линии выделялись среди остальных. Так, линия L89 показала высокие эффекты g_i по массе плодов с растения, средней массе плода, содержанию сухих веществ, моносахаридов, дисахаридов и аскорбиновой кислоты, а линия L8 была лучшей по массе плодов с растения, средней массе плода и содержанию каротиноидов. Остальные линии выделялись по одному, либо двум признакам. Не проявили себя в данной системе скрещиваний те линии, которые имели отрицательные значения g_i по тому или другому признаку и, следовательно, не представляют интереса для дальнейшего использования.

Наследуемость признаков. Разные количественные признаки имеют неодинаковую степень генетической изменчивости. Наследуемость – это показатель, который отражает долю генетической изменчивости в общей изменчивости признака. Данный параметр характеризует количественный признак у группы растений и служит ориентиром для прогнозирования эффективности селекции по фенотипическому выражению признака [14; 15]. На основании полученных результатов у исследуемой группы гибридов были рассчитаны и проанализированы коэффициенты наследуемости, характеризующие силу генетического влияния материнского (h^2_A), отцовского (h^2_B) компонентов и их взаимодействия ($h^2_{A \times B}$) на величину проявления данного признака (таблица 4).

Таблица 4. – Коэффициенты наследуемости материнской (h^2_A), отцовской (h^2_B) форм и их взаимодействием ($h^2_{A \times B}$)

	Коэффициент наследуемости h^2 (в долях единицы)		
	h^2_A	h^2_B	$h^2_{A \times B}$
Масса плодов с одного растения, кг	0,23	0,01	0,76
Средняя масса плода, г	0,53	0,14	0,32
Сухие вещества, %	0,32	0,24	0,44
Моносахариды, %	0,20	0,53	0,27
Дисахариды, %	0,05	0,21	0,73
Каротиноиды, мг/100г	0,21	0,01	0,78
Аскорбиновая кислота, мг %	0,94	0,01	0,05

Коэффициент наследуемости, характеризующий степень передачи селективируемого признака – массы плодов с одного растения, от материнской формы равен 0,23, а от отцовской приближается к нулю ($h^2_B = 0,01$), и только взаимодействие родительских форм вносит эффект в выражение данного признака у гибридов ($h^2_{AB} = 0,76$). Из этого следует, что высокое выражение признака масса плодов с растения ни у одного из родителей не будет гарантией того, что этот признак проявится у потомства. Только в результате подбора соответствующих генотипов родителей можно надеяться на гетерозисный эффект, возникающий от специфического генного взаимодействия.

По признаку средняя масса плода $h^2_B = 0,53$; это значит, что 53% генотипической изменчивости в значении данного признака обусловлено наследственной изменчивостью материнской формы. Отцовская форма вносит в варьирование данного признака 14%, а взаимодействие родительских генотипов – 32%. Следовательно, отбирая образцы с более крупными плодами и используя их в качестве материнской формы, можно ожидать положительного эффекта у гибридов.

Анализ признака содержание сухих веществ у гибридов показал, что выражение данного признака у них зависит примерно в равной степени от каждого компонента: $h^2_A = 0,32$, $h^2_B = 0,24$, $h^2_{AB} = 0,44$, однако взаимодействие генотипов родительских линий вносит 44% в формирование данного признака и это необходимо учитывать в селекционной работе.

При рассмотрении показателя содержание моносахаридов у гибридов было обнаружено значительное влияние отцовского компонента ($h^2_B = 0,53$), влияние материнского генотипа и взаимодействие (AB) составили, соответственно, 20 и 27%. Можно предположить, что при использовании одной из компонентов скрещивания с высоким содержанием моносахаридов в качестве отцовской формы, результирующий признак у гибридов будет также значительным.

В результате анализа признака содержания дисахаридов в плодах гибридов томата было обнаружено, что большая доля в выражении данного признака у гибридов

детерминируется специфическим генным взаимодействием родительских форм, так как коэффициент наследуемости составлял 0,73. Исходя из этого, сделать прогноз относительно возможного количества дисахаридов у гибридов по значению данного признака у родителей невозможно, так как вклад отцовского компонента составляет 21, а материнского только 5%.

Примерно такая же картина наблюдалась и по признаку содержание каротиноидов ($h^2_{AB} = 0,78$) с той лишь разницей, что здесь 21% вносил материнский компонент и 1% отцовский.

При изучении наследования по признаку содержание аскорбиновой кислоты было установлено, что доля генетической изменчивости, вызванная влиянием материнской формы, составляет 94% ($h^2_A = 0,94$) в общей изменчивости признака. Поэтому эффективность планируемой селекции будет зависеть от подбора форм для скрещивания с высоким содержанием аскорбиновой кислоты и использования их в качестве материнской формы.

Заклучение

Значительная часть фенотипической изменчивости в детерминации признаков, характеризующих продуктивность растений и биохимический состав плодов, вызвана наследственными особенностями гибридных комбинаций. Количественное выражение таких признаков, как средняя масса плода и содержание аскорбиновой кислоты, в значительной степени зависит от материнских форм ($h^2_A = 0,53$ и $h^2_A = 0,94$ соответственно), а содержание моносахаридов – от отцовских генотипов ($h^2_B = 0,53$). Следовательно, подбор форм для скрещивания с высоким показателем будет целесообразным, а среди полученных гибридных комбинаций можно ожидать такие, которые превзойдут родителей.

В противоположность этому, в детерминацию признаков средняя масса плодов с растения ($h^2_{AB} = 0,76$), содержание дисахаридов ($h^2_{AB} = 0,73$) и каротиноидов ($h^2_{AB} = 0,78$) значительный вклад вносят специфические эффекты генного взаимодействия материнской и отцовской форм. Поэтому здесь делать прогноз о выражении признака у гибридов на основании фенотипов родителей будет крайне рискованно.

Относительно содержания сухих веществ можно предположить, что в детерминацию данного признака привносят эффект все компоненты. При подборе пар для скрещивания необходимо иметь ввиду, что проявление резульативного признака в гибридах зависит в основном (на 44%) от взаимодействия родительских генотипов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарутина, Л. А. Взаимодействие генов при гетерозисе / Л. А. Тарутина, Л. В. Хотылева. – Минск : Наука и техника, 1990. – 173с.
2. Куземенский, А. В. Генетические источники повышения качества плодов томата / А. В. Куземенский // Физиология и биохимия культурных растений. – 2006. – Т. 38, № 3. – С. 266–273.
3. Wehner, T. C. The genetics and exploitation of heterosis in crops / T. C. Wehner // USA. – 1999. – P. 387–398.
4. Общая селекция и сортоведение полевых культур : учеб. пособие / редкол. : В. П. Шаманин, А. Ю. Трущенко. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. – 400 с.
5. Dudley, J. W. A method of identifying Population containing favorable alleles not present in elite germplasm / J. W. Dudley // Crop. Sci. – 1984. – Vol. 24, № 2. – P. 355–357.
6. Thomas, W. T. B. Genetetics and Breed / W. T. B. Thomas, W. J. Powell // 1980. – Vol. 44, № 4. – P. 297–302.

7. Gallais, A. Euphytica /A. Gallais // 1988. – Vol. 39. – P. 95–104.
8. Comstock, R. E. / Biometrics / R. E. Comstock, H. F. Robinson – 1948. – Vol. 4, № 3. – P. 254–266.
9. Kempthorne, O. An introduction to genetic statistics / O. Kempthorne. – New York, 1957. – P. 468–472.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд-е, перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1985. – 355 с.
11. Гужов, Ю. Л. Селекция и семеноводство культурных растений / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек ; под ред. Ю. Л. Гужова. – М. : Агропромиздат, 1991. – 463 с.
12. Генетические методы в селекции растений / сост. Н. Д. Тарасенко ; под ред. Н. В. Турбина. – М. : Колос, 1974. – 208 с.
13. Sonone, A. N. Combining ability for yield and its components in tomato / A. N. Sonone, M. D. Yadav . M. V. Tomber // J. Maharashtra Agr. University. – 1986. – V. II-3. – P. 228–290.
14. Никонович, Т. В. Наследование количественных признаков томата в культуре *in vitro* и *in vivo* : автореф. дис. ... канд. биол. наук ; 03.00.15 / Т. В. Никонович ; АН Беларуси, Ин-т генетики и цитологии. – Минск, 1995. – 19 с.
15. Жученко, А. А. Изменчивость и наследование хозяйственно-ценных признаков у томатов / А. А. Жученко. – Кишинев : Картя Молдовеняскэ, 1973. – 631 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 25.03.2016

Kavtsevich V.N., Derevinsky A.V. The Analysis of Combinational Ability and Heritability of Economic and Valuable Signs of a Tomato in System of Crossings the Line Tester

Combinational ability of new lines of spray tomatoes, and also the genetic nature of variability and inheritance of some quantitative signs defining efficiency and biochemical quality of fruits is studied. It is established that in the common variability of signs the average mass of a fruit and the maintenance of Acidum ascorbinicum make contributions genetic components of maternal forms (coefficient of heritability of $h^2 A = 0,53$ and $h^2 A = 0,94$), and in the maintenance of monosaccharides – fatherly lines ($h^2 B = 0,53$). In determination of signs the average mass of fruits from a plant, the maintenance of disaccharides and carotenoids the considerable effect render specific effects of gene interaction of maternal and fatherly forms. Perspective components of crossing of L89 and L8 on the basis of estimates of g_i and σ_{si}^2 are selected.

А.П. Колбас¹, Н.Ю. Колбас², М. Мени³

¹канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и экологии, начальник Центра экологии
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

²канд. биол. наук, доц. каф. химии

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

³д-р философии (PhD), гл. науч. сотрудник лаборатории INRA BIOGECO
сообщества университетов Бордо (Франция)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИТОЭКСТРАКЦИИ МЕДИ ПОДСОЛНЕЧНИКОМ: 1. ВЛИЯНИЕ НА СТРУКТУРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

*Микроорганизмы могут повышать производство биомассы растений и их устойчивость к потенциально токсичным элементам в загрязненной среде. Эндوفитные бактерии, полученные из корней и семян устойчивых к меди популяций *Agrostis capillaris* L., были введены в растения мутантной линии подсолнечника. При использовании серии загрязненных медью почв было оценено их влияние на морфометрические характеристики. Было определено влияние четырех видов обработки на следующие параметры растений: сухая биомасса подземных и надземных органов, максимальная длина стебля. Полезное влияние семенного нефилтрованного экстракта и экстракта без бактериальных клеток связано как с действием эндوفитных бактерий, так и с растворимыми биоактивными веществами и элиситорами, содержащимися в семенах и околоплоднике, таких как проантоцианидины. Предлагается практическое использование данной обработки подсолнечника для повышения его продуктивности в фиторемедиации.*

Введение

Все большее внимание в современной прикладной экологии уделяется методам фиторемедиации почв, загрязненных металлами, а также модификации растений для повышения эффективности этого подхода [1–3]. Один из вариантов фитоэкстракции металлов – это повышение биомассы надземных органов и/или концентрации в них металла за счет использования бактерий, улучшающих рост растений (БУРР), связанных с множеством видов растений. Многие из БУРР, такие как эндوفитные бактерии (ЭБ), могут развиваться в органах растений [4]. Процесс колонизации может начинаться в корневой зоне, но ЭБ могут также происходить из филлосферы, спермосферы или антосферы [5]. По сравнению с ризосферными и филосферными бактериями ЭБ имеют более тесный контакт с организмом хозяина. Эндوفитные бактерии проявляют некоторое сходство с ризосферными бактериями в механизмах улучшения роста растений [6]. Их эффект объясняется использованием 1-аминоциклопропан-1-карбоновой кислоты (АЦК), синтезом индолилуксусной кислоты (ИУК) и сидерофоров, а также повышением растворимости фосфатов [7].

Для поддержания постоянного уровня АЦК в межклеточном пространстве растения должны выделять ее больше, чем то количество, которое преобразуется в этилен [8]. Присутствие рост стимулирующих факторов зависит от ЭБ: эти сообщества микроорганизмов производят приблизительно от 20 до 80% всей синтезируемой ИУК, от 7 до 36% АЦК-дезаминазы и от 40 до 95% сидерофоров [9].

Известны многие примеры практического использования эндوفитных бактерий. Биоаугментация – увеличение производительности растений за счет использования ЭБ, устойчивых к микроэлементам. Она может способствовать приживаемости и последующему росту растений, а также влияет на поступление через корни макро- и микроэлементов при фиторемедиации загрязненных почв [10].

Различные ответы могут зависеть от комбинации «растение – бактерия», так же как и от химических особенностей элементов и от уровня их содержания в почве [3; 9].

Для изолирования потенциально устойчивых к меди бактерий (БУРР и ЭБ), а также апробирования новых подходов в фиторемедиации обычно используется 2 пути: добавление бактерий в почву и/или инокуляция экстрагированными бактериями семян растений. Так, добавление в почву *Pseudomonas aspleni* способствует поступлению меди у *Brassica napus* и увеличению ее биомассы [11]. Инокуляция семян с помощью *Proteus vulgaris* повышает всхожесть, биомассу и содержание хлорофилла, а также снижает аккумуляцию меди в корнях и побегах *Cajanus cajan* [12]. Большое разнообразие и специализация эндофитных бактерий отмечена в органах растений купрофитов. Например, в листьях и стеблях *Elsholtzia splendens* и *Commelina communis* было идентифицировано 32 вида эндофитов [13]. Их последовательный анализ выявил наличие α -, β - и γ -*Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Actinobacteria* и *Bacteroidetes*.

У устойчивых к металлам злаков, таких, как *Agrostis* sp., представлены многочисленные эндофитные бактерии и грибы. В частности, ЭБ, изолированные из корней, после их поверхностной стерилизации у металлоустойчивых и неустойчивых популяций *Agrostis capillaris* L. (АС), собранных на участке по обработке древесины и в условиях лесных экосистем Юго-Запада Франции, отличаются по их рост улучшающим способностям и устойчивости к меди [14]. Однако исследования по выявлению влияния ЭБ, полученных из поверхностно стерилизованных корней и семян, на устойчивость растений к повышенным концентрациям меди довольно малочисленны, особенно с использованием почв из реально загрязненных медью территорий, а не полученных искусственным путем (например, с помощью добавления растворов солей).

Особый интерес в этом случае представляют растения, используемые в фиторемедиации загрязненных почв. Некоторые сельскохозяйственные культуры являются весьма перспективными для фиторемедиации почв, загрязненных металлами. Один из таких кандидатов – это подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.), который важен как для фитоэкстракции металлов, так и для получения масла, в частности, при производстве биотоплива [15]. Кроме того, ранее была отмечена его отзывчивость на внесение бактерий [3].

Динамично расширяется применение подсолнечника для очистки почвы от неорганических и органических загрязнителей [16]. Некоторые коммерческие сорта и мутантные линии подтвердили свою эффективность в фиторемедиации почв, загрязненных медью [15]. Потенциальное влияние устойчивых к меди ЭБ на фенотипические черты и поглощение меди этими подсолнечниками ранее не было задокументировано.

Цель этой работы – оценить эффективность использования эндофитных бактерий для улучшения продуктивности подсолнечника при фиторемедиации загрязненных медью почв.

Для достижения поставленной цели нами были решены следующие задачи:

- 1) получить инокулянт с эндофитными бактериями из поверхностно стерилизованных корней популяции АС, устойчивых к меди, и из экстрактов семян того же АС, содержащих бактериальные клетки или без них;
- 2) выявить, какой инокулянт, в частности, из корней или семян дает наилучший биоаугментационный эффект для металл-устойчивых мутантных линий подсолнечника.

Материалы и методы

I. Приготовление инокулянтов.

1. Эндофитные бактерии из семян АС.

Экстракция ЭБ из семян проводилась по методике [4]. Семена (2 г) растений из металл-устойчивой популяции АС были собраны на территории предприятия по пропитке и консервированию древесины (Сан-Медар д'Айран, Франция). Были помещены

на 30 секунд в 70%-ный этанол и затем промыты стерилизованной сверхчистой водой в течение 30 секунд. Затем семена были помещены на 15 мин в 42%-ный раствор гипохлорита натрия с добавлением одной капли обезжиривающего раствора «Tween 80» в расчете на 100 мл раствора, затем трижды промыты сверхчистой водой в течение 10 минут и далее закрыты стерильной нейлоновой сеткой.

Эффективность поверхностной стерилизации была проверена высеванием после трехкратного промывания растворов в среде 869 (если рост не наблюдался после трех дней, поверхностная стерилизация признавалась успешной). Поверхностно стерилизованные семена были измельчены в стерильной ступке, содержащей стерильный песок и 10 мМ MgSO₄. Этот неочищенный семенной экстракт был разделен на две части: первая половина была сразу использована как инокулянт (СЭ), вторая была профильтрована через стерильный фильтр Minisart (диаметр пор 0,2 мкм), который улавливал все бактериальные клетки. Полученный экстракт, лишенный бактериальных клеток, был обозначен СЭФ.

2. Эндифитные бактерии, изолированные из корней АС.

Десять штаммов ЭБ, толерантных к меди (именуемые М1-М10), были предварительно изолированы из поверхностно стерилизованных корней устойчивой к металлам популяции АС, затем описаны и охарактеризованы с точки зрения их влияния на рост растений (таблица 1). Изоляты были собраны в шесть групп согласно их хроматограммам с уровнем схожести 92%. Большинство из выросших штаммов были определены как представители рода *Pseudomonas* и один штамм был отнесен к *Labrys* sp.

Таблица 1. – Характеристика бактериальных штаммов, изолированных из поверхностно стерилизованных корней металл-устойчивой популяции АС

Наиболее схожие штаммы (% схожести)	Группа	хроматограмма	изолят	S	SR	IAA	ACC	ACO	SP
<i>Pseudomonas</i> sp. DQ200851 (99,6%)	1		M01	+	-	-	-	+	+
<i>Pseudomonas fluorescens</i> GU198107 (99,0%)	2		M02	+	-	-	-	+	+
	2		M04	+	-	-	-	+	+
<i>Pseudomonas fluorescens</i> GU198108 (99,3%)	4		M05	+	+	-	+	-	+
	5		M09	+	+	-	+	-	+
<i>Pseudomonas</i> sp. AY247063 (99,3%)	5		M06	+	+	-	+	-	+
	5		M10	+	+	-	+	-	+
	5		M08	+	+	-	+	-	+
<i>Pseudomonas</i> sp. AY014803 (99,0%)	6		M07	+	+	-	+	+	-
<i>Labrys</i> sp. EF125935 (99,8%)	3		M03	+	-	-	+	+	+

Тестируемые вещества: S – серофоры, SR – сурфактанты, ИУК – индолилуксусная кислота, АЦК – аминокциклопропан, ОК – органические кислоты, SP – растворимые неорганические фосфаты.

Для приготовления корневого инокулянта (вариант КЭ) каждый штамм культивировался на стерильной среде 869 в течение 3-х дней, затем был подвергнут центрифугированию (4 000 об/мин, 15 мин), и повторно растворен в растворе MgSO₄ (10 мМ) до оптической плотности 0,7 при длине волны 660 нм (около 10⁷ клеток на мл). То же количество стерильного раствора MgSO₄ (10 мМ) было добавлено к контрольным семенам (вариант КМг).

II. Выращивание подсолнечника.

Семена (100 г) мутантной линии подсолнечника (М6, 1/67-35-190-04), полученные в результате химического мутагенеза с использованием этилметансульфоната [17], собранные на условно чистых участках, были поверхностно стерилизованы согласно протоколу, примененному для АС, и затем пророщены в ауксеничных условиях на стерильной фильтровальной бумаге, пропитанной 10 мМ MgSO₄ в термостате в темноте при 25 °С. Проросшие семена с длиной корешков 3–5 мм были инокулированы (100 мкл на растение) одним из КЭ или СЭ инокулянтов, или обработаны 100 мкл одного из растворов (СЭФ или КМg) путем полива сверху, после чего содержались в ауксеничных условиях в климатической комнате (температура: 25 °С (день); 17 °С (ночь); относительная влажность: 60–65%; фотопериод – 12 ч, обеспеченный флуоресцентными лампами Philips TDL 58WT33 с фотосинтетической активной радиацией 160 мкмоль м⁻² сек⁻¹) для оптимизации проникновения ЭБ через корневые волоски и микропорезы корней.

Серии почв с увеличивающимся общим содержанием меди (13–1 020 мг кг⁻¹) были получены смешением двух почв схожего аллювиально-песчаного типа, а именно: загрязненная почва, отобранная (0–25 см) на опытном поле лаборатории BIOGECO (Франция) [15], и незагрязненная почва в пропорциональном соотношении от 0:100% до 100:0%, с шагом в 10%. Для всех обработанных растений, по одному сеянцу было высажено в каждую почву, помещенную в горшки. Все опыты были проведены в трехкратной повторности (таблица 2).

Таблица 2. – Перечень обработок растений и концентраций меди в почве

Тип инокулянта	Аббревиатура	Соотношение почв	Содержание меди (мг Cu/кг)
Контроль	К	C ₀ – C ₁₀₀ шаг 10%	13–1020
Среда 869 и MgSO ₄	КМg	C ₀ – C ₁₀₀ шаг 10%	13–1020
Семенной экстракт	СЭ	C ₀ – C ₁₀₀ шаг 10% (исключение C ₇₀ , C ₉₀)	13–1020
Семенной экстракт (фильтрованный)	СЭФ	C ₀ – C ₆₀ шаг 10%	13–617
Корневой экстракт	КЭ	C ₀ – C ₁₀₀ шаг 10%	13–1020

Горшки были помещены в климатическую комнату со следующими условиями: 14 ч свет, 10 ч темнота; 25 °С, 22 °С; относительная влажность – 65% (ISO 2005). Горшки были расставлены на столе в соответствии с рандомизированным дизайном и поливались ежедневно дистиллированной водой (влажность почвы поддерживалась на уровне 50% от ее водоудерживающей способности). Дважды были осуществлены подкормки почвы.

Растения были собраны после одного месяца выращивания на стадии вторых настоящих листьев. Побеги и корни были собраны и взвешены для определения сырой массы), промыты в дистиллированной воде, высушены при температуре 50 °С в течение 48 часов, после чего была определена сухая масса. Были измерены также другие биометрические параметры, такие как длина корней, стеблей и листьев.

III. Статистический анализ.

Все статистические обработки были произведены с использованием программы R версия 2.13.1 (Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия). Для определения достоверной разницы средних значений использовался t-критерий Стьюдента. Средние значения, обозначенные на рисунках звездочками, отличаются менее чем на 5%.

Результаты и обсуждение

Параметры растений.

1. Длина стебля.

Длина стебля у всех обработанных растений была в основном короче, чем у контрольных растений (рисунок, а, б). Значительные различия между сериями почв наблюдались до того, как концентрация меди в почве достигала 516 мг Cu/кг. Контрольные и КМg-растения показывали ответы типа хормезис. Это явление характеризуется увеличением жизнеспособности растений при малых концентрациях контаминанта. Этот ответ был максимальным при концентрации меди 415 мг на кг почвы.

По сравнению с контрольными растениями ответ хормезис менее выражен для КМg-растений и не был выявлен у КЭ, СЭ и СЭФ-растений. В большинстве случаев корреляция между длиной стебля и биомассой побегов была слабой, так как инокулированные растения имели короткий и толстый стебель и более крупные листья. Это подтверждает, что длина стебля не является индикаторным параметром фитотоксичности для растений, подверженных влиянию избытка меди.

2. Биомасса надземных частей.

При концентрации меди в диапазоне от 13 до 517 мг/кг почвы в модальностях СЭ и СЭФ была отмечена стимуляция роста биомассы побегов, тогда как другие варианты обработки не влияли на этот параметр (исключение составляют КМg в диапазоне 13–214 мг Cu/кг и КЭ в диапазоне 416 мг Cu/кг, но эти различия не достоверны) (рисунок 1 с). В данном диапазоне СЭ-инокулянты повышают биомассу в 1,6–2 раза по сравнению с контрольными растениями. Биомасса побегов СЭ-растений значительно выше, чем у СЭФ-растений только при малых уровнях содержания меди (13–114 мг Cu/кг). СЭ-инокулянт значительно снижает число видимых нарушений в строении листа, вызываемых избытком меди (например, хлороз и некроз) в случае умеренного загрязнения. Полученные данные позволяют предположить, что улучшающий эффект для биомассы побегов обусловлен действием ЭБ. Подобные результаты были ранее представлены в работе [18], где также отмечена зависимость биомассы от уровня содержания меди и других почвенных характеристик.

В данном случае улучшающий эффект в модальностях СЭ и СЭФ был следствием: 1) содержания в них ионов Mg^{2+} и SO_4^{2-} ; 2) действия веществ, содержащихся в семенах и околоплоднике; 3) действия эндофитных бактерий. С одной стороны, магний является макроэлементом, который широко используется растениями для роста, так как он может смягчать токсическое действие металлов. Его гомеостаз является главнейшим для многих процессов в растении, несмотря на то, что избыток меди снижает содержание магния, например, в побегах *Arabidopsis thaliana* [19].

Увеличение содержания магния в клетке может снижать оксидантный стресс в растениях при избытке меди. Варьирование содержания магния в хлоропласте регулирует активность важнейших фотосинтетических пигментов, а концентрация Mg^{2+} влияет на транспорт ионов через мембраны хлоропласта и вакуоли, что, в свою очередь, влияет на регуляцию баланса меди в клетке [20]. Кроме того, Mg играет важную роль в биосинтезе хлорофилла, а медь, проявляя изоморфизм, может заместить магний в молекуле хлорофилла.

Что касается накопления сульфата, то оно связано с синтезом тиола и повышением устойчивости к металлам [21]. Однако урожай надземной части у КМg-растений был стабилен либо слегка увеличивался, но оставался ниже, чем у СЭ и СЭФ-растений (рисунок, в, д), что является следствием не только биологического действия $MgSO_4$. Большой эффект у СЭ-инокулянтов по сравнению с СЭФ наводит на мысль о влиянии эндофитных бактерий, а не только растворимых биоактивных веществ из семенных экстрактов. Последние, а именно антимикробные и антиоксидантные вещества, такие

как резвератрол, флавоноиды, процианидины, аллелохимикалии, получаемые из зараженных эндофитами злаков [22], могут объяснять эффект СЭФ-модальности. Несмотря на фильтрацию, которая должна отделить все бактериальные клетки, существует гипотетическая, хотя и маловероятная, возможность присутствия штаммов ЭБ с особыми свойствами [23].

3. Биомасса корней.

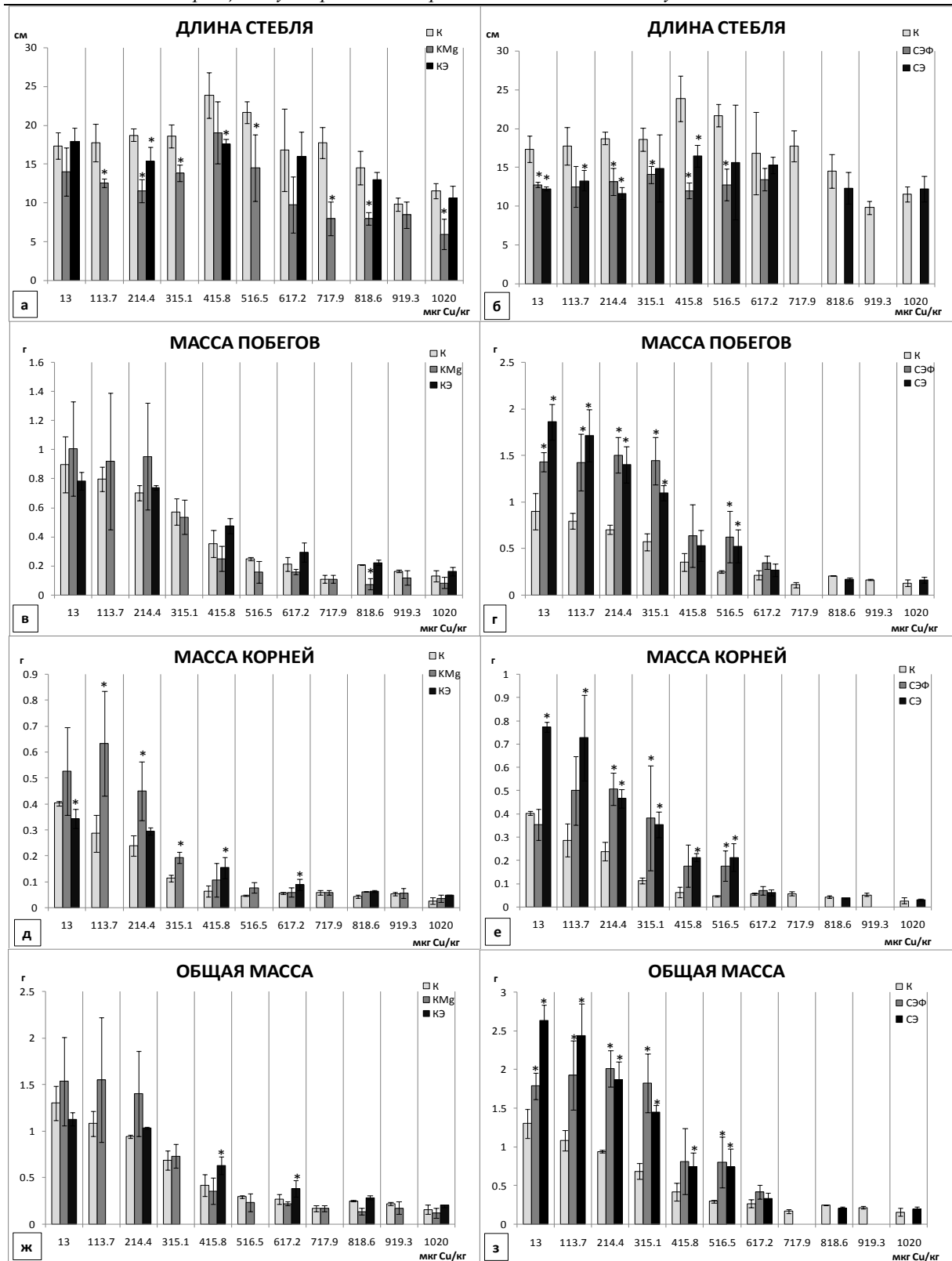
Сухая масса корней значительно увеличивается в модальностях КМg, СЭ и СЭФ между 13 и 517 мг Cu/кг. По сравнению с контрольными растениями растения в варианте КМg имеют в 1,3–2,2 раза выше биомассу корней в диапазоне 13–214 мг Cu/кг. Биомасса корней повышается в 1,2–3,2 раза у растений СЭ и СЭФ в промежутке между 13 и 517 мг Cu/кг. При высоком уровне общего содержания меди в вариантах СЭ и СЭФ эффект не наблюдался. Эффект хормесиса, который довольно редок для корней, был обнаружен у СЭФ и КМg-растений при уровне меди от 114 до 214 мг Cu/кг. Эти значения были ниже, чем для длины стебля. Инокулянты КЭ имели слабое преимущество по сравнению с контролем при 416 мг Cu/кг.

Обе модальности КЭ и КМg содержат $MgSO_4$, но растения, обработанные корневыми эндофитами, имеют меньшую биомассу корней, чем КМg и СЭ-растения (в диапазоне между 13 и 214 мг Cu/кг). Это свидетельствует о негативном влиянии меди на устойчивые к меди ЭБ из корней АС. Не все штаммы бактерий из корней могут иметь такой же эффект. При добавлении их смеси мы можем иметь как улучшающие, так и негативные эффекты.

Подобным образом инокуляция *Lupinus luteus* эндофитными бактериями, экстрагированными из корней других видов, уменьшает его биомассу, потому что ЭБ экзогенного происхождения отличаются своими биохимическими параметрами от эндогенных ЭБ, могут вызывать защитные реакции и иметь негативное влияние на рост растений. В литературе описывается выделение фенольных соединений после инокуляции ЭБ, что является типичным защитным ответом растений на действие патогенных бактерий [5]. Только 1–5% всех бактериальных сообществ являются пригодными для культивирования [24], причем и среди них могут встречаться патогенные.

Увеличение содержания некоторых условно-патогенных эндофитных бактерий может превышать критические пороги, за которыми ЭБ могут вызывать негативные эффекты для местных трав и злаков. Мы комбинировали 10 штаммов, предварительно изолированных на основе морфологических характеристик и функциональных ответов, но некоторые из них относились к одинаковым видам и имели сходные хроматограммы, поэтому затем сравнивались другие черты (таблица 1).

В конечном варианте КЭ-инокулянта некоторые штаммы были добавлены в большем количестве, чем другие. Мы не пробовали изолировать повторно КЭ-штаммы из инокулянта, поэтому не можем говорить о выживаемости и конкурентоспособности отдельных штаммов.



а, б – длина стебля; в, г – сухая биомасса побегов; д, е – сухая биомасса корней; ж, з – сухая биомасса всего растения; Т-тест указывает на достоверные различия между инокулированными и контрольными растениями (К); *P < 0,05

Рисунок. – Структурные ответы растений на увеличение концентрации меди с использованием модальностей КМг и СЭФ и инокулянтов СЭ и КЭ

Заключение

Инокуляция проросших поверхностно стерилизованных семян подсолнечника с помощью фильтрованных и не фильтрованных экстрактов семян АС, устойчивых к меди, может улучшать рост и развитие в диапазоне ее содержания в почве от 14 до 517 мг/кг. После дозы 517 мг Cu/кг почвы оба семенных экстракта не имели улучшающего эффекта на параметры растений подсолнечника. Урожай биомассы побегов и корней улучшается при действии нефильтрованного фильтрата в диапазоне 13–114 мг/кг, предполагая улучшающее влияние эндофитных бактерий, расположенных в семенах, а также дополнительное влияние растворимых биоактивных веществ из нефильтрованного экстракта. Напротив, культивируемые ЭБ, полученные из поверхностно стерилизованных корней Cu-устойчивых АС, повышают урожайность подземных и надземных частей подсолнечника при высоких уровнях содержания меди в почве (416–617 мг/кг). Эндофиты, обитающие в корнях и семенах, а также химический состав семенного экстракта без бактериальных клеток, могут быть изучены в перспективе для объяснения ответов растений и уточнения молекулярных механизмов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартьянычев, А. В. Применение фиторемедиации почв для очистки земель сельскохозяйственного назначения / А. В. Мартьянычев // Вестн. НГИЭИ. – 2013. – Вып. № 4(23). – С. 87–95.
2. Assessment of successful experiments and limitations of phytotechnologies: contaminant uptake, detoxification and sequestration, and consequences for food safety / M. Mench [et al.] // *Envir. Sci. and Pollution Res.* – 2009. – Vol. 16. – P. 876–900.
3. Phytoremediation of contaminated soils and groundwater: lessons from the field / J. Vangronsveld [et al.] // *Envir. Sci. and Pollution Res.* – 2009. – Vol. 16. – P. 765–794.
4. Endophytic bacteria from seeds of *Nicotiana tabacum* can reduce cadmium phytotoxicity / C. Mastretta [et al.] // *International Journal of Phytoremediation.* – 2009. – Vol. 11. – P. 251–267.
5. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: Principles, mechanisms of action, and future prospects / S. Compant [et al.] // *Applied and Environmental Microbiology.* – 2005. – Vol. 71. – P. 4951–4959.
6. Glick, B. R. Making phytoremediation work better: maximizing a plant's growth potential in the midst of adversity / B. R. Glick, J. C. Stearns // *Intern. J. Phytoremediation.* – 2011. – Vol. 13, Suppl. 1. – P. 4–16.
7. Ma, Y. Inoculation of plant growth promoting bacterium *Achromobacter xylosoxidans* strain Ax10 for the improvement of copper phytoextraction by *Brassica juncea* / Y. Ma, M. Rajkumar, H. Freitas // *J. Environmental Management.* – 2009. – Vol. 90. – P. 831–837.
8. Bacterial endophytes: recent developments and applications / R. P. Ryan [et al.] // *Fems Microbiology Letters.* – 2008. – Vol. 278. – P. 1–9.
9. Rhizosphere bacteria affect growth and metal uptake of heavy metal accumulating willows / M. Kuffner [et al.] // *Plant and Soil* – 2008. – Vol. 304. – P. 35–44.
10. Эндофитные бактерии как перспективный биотехнологический ресурс и их разнообразие / В. К. Чеботарь [и др.] // *Сельскохозяйственная биология.* – 2015. – Т. 50, № 5. – С. 648–654.
11. Reed, M. L. E. Growth of canola (*Brassica napus*) in the presence of plant growth-promoting bacteria and either copper or polycyclic aromatic hydrocarbons / M. L. E. Reed, B. R. Glick // *Canadian Journal of Microbiology* – 2005. – Vol. 51. – P. 1061–1069.

12. Rani, A. Declination of copper toxicity in pigeon pea and soil system by growth-promoting *Proteus vulgaris* KNP3 strain / A. Rani, Y. S. Shouche, R. Goel // *Current Microbiology*. – 2008. – Vol. 57. – P. 78–82.
13. Genetic diversity and characterization of heavy metal-resistant-endophytic bacteria from two copper-tolerant plant species on copper mine wasteland / L.-N. Sun [et al.] // *Bioresource Technology*. – 2010. – Vol. 101. – P. 501–509.
14. Jaunatre, R. *Agrostis capillaris* et endophytes bacteriens: une association pour stimuler la tolerance aux sols contamines au cuivre Master 2 thesis. UMR Biogeco INRA 1202, University of Bordeaux 1, UFR Biology, Talence, France. – 2008. – P. 15–21.
15. Copper phytoextraction in tandem with oilseed production using commercial cultivars and mutant lines of sunflower / A. Kolbas [et al.] // *Intern. J. Phytoremediation*. – 2011. – Vol. 13, Suppl. 1. – P. 55–76.
16. Phytomanagement of metal-contaminated agricultural land using sunflower, maize and tobacco / E. Faessler [et al.] // *Agriculture Ecosystems & Environment*. – 2010. – Vol. 136. – P. 49–58.
17. In vitro breeding of *Brassica juncea* L. to enhance metal accumulation and extraction properties / E. Nehnevajova [et al.] // *Plant Cell Reports*. – 2007. – Vol. 26. – P. 429–437.
18. Lyubun, Y. Use of rhizobacteria to inoculate agricultural crops grown on arsenic-polluted soil / Y. Lyubun, M. Chernyshova // *J. Biotechnology*. – 2010. – Vol. 150. – P. 247–259.
19. Response to copper excess in *Arabidopsis thaliana*: Impact on the root system architecture, hormone distribution, lignin accumulation and mineral profile / H. Lequeux [et al.] // *Plant Physiology and Biochemistry*. – 2010. – Vol. 48. – P. 673–682.
20. Shaul, O. Magnesium transport and function in plants: the tip of the iceberg / O. Shaul // *Biomaterials*. – 2002. – Vol. 15. – P. 309–323.
21. Interaction of heavy metals with the sulphur metabolism in angiosperms from an ecological point of view / W. H. O. Ernst [et al.] // *Plant Cell and Environment*. – 2008. – Vol. 31. – P. 123–143.
22. Kiran, B. Antifungal and growth promoting potentiality of seeds of *Psoralea corylifolia* L. / B. Kiran, V. Lalitha, K. A. Raveesha // *Research J. Pharmaceutical, Biological and Chemical Sci.* – 2011. – Vol. 2. – P. 564–573.
23. Rylo, S.-J. Plant growth promoting of endophytic *Sporosarcina aquimarina* SjAM16103 isolated from the pneumatophores of *Avicennia marina* L. / S.-J. Rylo, P. Eganathan // *Intern. J. Microbiology*. – 2012. – Vol. 1 – P. 1–10.
24. Factors influencing the composition of bacterial communities found at abandoned copper-tailings dumps // R. De la Iglesia [et al.] // *Journal of Applied Microbiology*. – 2006. – Vol. 100. – P. 537–544.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 05.09.2016

Kolbas A., Kolbas N., Mench M. Endophytic Bacteria use to Improve Copper Phytoextraction by Sunflower: 1. Effect On Structural Parameters

*Microorganisms can enhance biomass production and tolerance of plants to trace elements in stress environment. Endophytic bacteria from roots and crude seed extracts of a Cu-tolerant population of *Agrostis capillaris* L. were inoculated to a sunflower mutant line and their influence on Cu phytoextraction was assessed using a Cu-contaminated soil series. The beneficial influence of crude and bacterial cell-free seed extracts, likely related, respectively, to seed endophytic bacteria and soluble bioactive compounds and elicitors in seeds and bran, such as procyanidins, suggests practical applications using inoculated sunflower for Cu phytoextraction.*

Н.М. Матусевич¹, М.П. Жигар²

¹канд. биол. наук, зав. каф. ботаники и экологии

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

²канд. биол. наук, проф. каф. ботаники и экологии

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ *ROSOIDEAE* В СИСТЕМЕ ПОДСЕМЕЙСТВА

В статье представлены результаты исследования анатомического строения коры однолетнего стебля и листовых черешков у малины и розы, а также форм кристаллов оксалата кальция и их размещение в тканях этих органов. Полученные данные обсуждаются с имеющимися системами подсемейства *Rosoideae*.

Введение

В пределах подсемейства *Rosoideae* еще до сих пор имеются роды, систематическое положение которых трактуется по-разному. В. Фокс [1] разделил подсемейство на 6 триб, в числе которых трибы *Roseae* и *Rubineae*. Г. Юэл [2] на основании изучения анатомии и морфологии гинецея, строения и ориентации семязачатков выделяет роды из подсемейства Розовые с анатропной и апотропной семяпочками в новое подсемейство *Dryadoideae* Juell, в пределах которого автор различает 2 трибы. Г. Шульце-Менц [3] выделил в подсемействе 8 триб, среди них *Roseae* и *Rubeeae*.

Большой вклад в изучение *Rosoideae* внес А.Ф. Колчанов [4]. Он делит подсемейство на 13 триб. А.Л. Тахтаджян [5] в подсемействе *Rosoideae* выделяет 9 триб, в том числе трибы *Roseae* (с родами *Rosa*, *Hulthemia*) и *Rubeeae*, к которой он относит род *Rubus*. В своей новой системе А.Л. Тахтаджян выделяет в качестве самостоятельных подсемейства *Rubioideae* и *Rosoideae* [6].

Современная систематика растений все шире использует для решения спорных вопросов достижения всех ботанических дисциплин: морфологии, анатомии, физиологии, карпологии, палинологии и др. Нами было проведено сравнительное изучение анатомического строения коры однолетнего стебля, выявление форм и размещение кристаллов оксалата кальция в ее тканях, а также анатомическое строение черешков у трех представителей родов *Rosa* L. и *Rubus* L. подсемейства *Rosoideae*.

Материал и методы

Объектами исследования явились малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), роза собачья (*Rosa canina* L.) и роза морщинистая (*Rosa rugosa* Thunb.). Материал для исследования собран в отделе «Агробиология» Центра экологии Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина» и в д. Томашовка Брестского района.

Однолетние побеги были собраны с трех особей в трех повторностях в средней части кроны с южной стороны. Образцы для исследования коры брали в ноябре – декабре, в период, когда камбий находился в неактивном состоянии. Материал фиксировали в 96%-ном спирте и выдерживали в смеси спирта и глицерина (1:1). Затем готовили постоянные препараты, которые подвергали анализу.

Для изготовления постоянных препаратов была использована общепринятая в анатомии растений методика [7]. Фиксированный материал помещали в воду на 25–30 минут, чтобы спирт из стебля диффундировал в растворитель. Из стебля готовили микрообразцы, которые использовали для получения срезов. Их изготавливали на сан-

ном микротоме с замораживающим столиком. Срезы толщиной 10–30 мкм выполняли в поперечном, продольном радиальном и тангентальном направлениях. Затем их помещали в сафранин на 20 мин, после чего – в нильский синий на 3 мин. Далее срезы проводили через серию спиртов разных концентраций (50, 70, 96% и абсолютный спирт). На следующем этапе их обрабатывали карболксилолом, ксилолом, после чего помещали в канадский бальзам.

Для изучения черешков изготавливали временные препараты с использованием сердцевинки бузины, между двумя половинками которой помещали черешок. Через его среднюю часть делали поперечные срезы, которые помещали на предметное стекло в каплю глицерина и накрывали покровным стеклом.

Анализ препаратов проводили на световых микроскопах Биолам-Р-15, Л-212. Измерения осуществляли с помощью винтового окуляр-микрометра МОВ-1-15.

Результаты исследований и их обсуждение

Кора *Rubus idaeus* состоит из эпидермы, колленхимы, паренхимы первичной коры, перидермы, кольца механической ткани, первичной флоэмы и вторичной флоэмы.

Эпидерма у однолетнего стебля не сбрасывается. Клеточные стенки у этой ткани неодинаковой толщины, более утолщенной является наружная периклиальная, на которой видна толстая кутикула. На поверхности стебля имеются волоски и шипы. Волоски кроющие, многоклеточные, с заостренной верхушкой, расположены перпендикулярно оси. Они мертвые, оболочка их клеток утолщена, длина волосков 50–100 мкм. Шипы многоклеточные, длиной до 195–250 мкм, состоят из одревесневших клеток.

Колленхима сложена 5–6 слоями клеток, у которых более утолщенными являются тангентальные стенки, т.е. колленхима пластинчатого типа.

Паренхима первичной коры представлена 3 слоями клеток, имеющими довольно крупные размеры: тангентальный – 40–50 мкм, радиальный – 30–40 мкм. Клеточная оболочка тонкая, сложение ткани плотное.

Перидерма отличается глубоким заложением в первичной коре. Она включает феллему и феллоген. Феллема неоднородная, состоит из чередующихся слоев пробки с утолщенными суберинизированными оболочками и феллоида, представленного тонкостенными клетками с живым содержимым. Обычно один слой клеток феллемы чередуется с 2–3 слоями клеток феллоида. Феллодерма в составе перидермы отсутствует.

Кольцо механических элементов сплошное, гетерогенное, составлено волокнами и склереидами, Группы волокон имеют большую протяженность в тангентальном направлении, в их составе 10–11 слоев клеток склеренхимы. Склереиды на поперечном срезе имеют овальную, вытянутую в тангентальном направлении форму, это типичные брахисклереиды.

Первичная флоэма хорошо просматривается, поскольку ее проводящие элементы и аксиальная паренхима дилатировали.

Вторичная флоэма сложена проводящими и паренхимными элементами. В количественном отношении число ситовидных трубок и клеток аксиальной паренхимы почти одинаковое, мало отличаются диаметры их поперечников.

Сердцевинные лучи от 1-рядных до 5-рядных гетерогенные, довольно многочисленные – до 65 штук на 1 мм² тангентального среза.

Кора *Rosa canina* и *Rosa rugosa* включает в себя эпидерму, перидерму, колленхиму, паренхиму первичной коры, механическое кольцо, первичную и вторичную флоэму. По мнению Л.И. Лотовой [8], у *Rosa canina* эпидерма сохраняется в течение 2–3 и более лет. Стенки эпидермальных клеток у обоих видов неодинаковой толщины, более утолщенной является внешняя периклиальная, особенно у розы морщинистой.

Снаружи расположена кутикула, у розы морщинистой она тонкая – до 0,5 мкм, у розы собачьей – мощная, до 5 мкм.

В эпидерме развиты разнообразные трихомы. Это одноклеточные и многоклеточные кроющие волоски, шипы, у розы морщинистой в средних и верхних междоузлиях есть также многоклеточные головчатые волоски. Кроющие волоски мертвые, оболочки их утолщенные, одревесневшие, при этом у одних волосков одревеснение начинается с вершины, у других – от основания волоска. Длина волосков колеблется от 34 мкм до 145 мкм.

Шипы многоклеточные, их длина до 600 мкм у обоих видов. Оболочки их одревеснели. Образуются шипы из субэпидермальных клеток, и у их основания поэтому хорошо просматриваются клетки разорванной эпидермы. Головчатые волоски имеют длину до 40 мкм, в их составе много клеток; многоклеточной является и головка на верхушке волоска.

Перидерма состоит из феллемы и феллогена. Феллема у розы собачьей гетерогенная по окраске; у розы морщинистой феллема гомогенная, ее клетки с темно-коричневым содержимым. Начало перидермообразования приурочено к трихомам, на что указывал еще Г. Габерландт [9]. В этих участках стебля мы наблюдали самый большой слой феллемы: 7–8 клеток в одном радиальном ряду у *Rosa canina*, до 9 – у *Rosa rugosa*; на участках стебля, лишенных волосков, феллемы 1–3 клетки в радиальном ряду, что обуславливает волнистые очертания перидермы на поверхности стебля у данных видов.

Колленхима, расположенная ниже, округлая и округло-уголковая. Паренхима первичной коры, лежащая под колленхимой, гомогенная, сложена плотно. Ее клетки имеют утолщенную оболочку, так что ткань можно отнести к колленхиматозной паренхиме.

Кольцо механических элементов прерывистое, гомогенное, сложено волокнами, которые собраны в группы овальной (у *Rosa canina*) и шапковидной (у *Rosa rugosa*) формы.

В первичной флоэме ситовидные элементы в сильной степени облитерировали, а паренхимные, наоборот, дилатировали, и эта ткань неотличима от периферической части вторичной флоэмы.

Вторичная флоэма сложена проводящими элементами, аксиальной и горизонтальной паренхимой. Диаметр члеников ситовидных трубок у исследованных видов больше, чем у клеток вертикальной паренхимы, и клеток аксиальной паренхимы в составе вторичной флоэмы больше, чем проводящих элементов. Сердцевинные лучи гетерогенные, 1–4-рядные; у розы морщинистой встречаются и 5-рядные.

Оксалат кальция в растительном мире распространен очень широко, только у незначительного количества представителей высших растений он отсутствует. Образуется он главным образом в виде различной формы кристаллов в клетках тканей всех органов растений.

Большинство исследователей считают кристаллы оксалата кальция в растениях отбросом, образующимся в результате нейтрализации известью ядовитой для растений щавелевой кислоты. Однако полной согласованности в понимании характера этого процесса не достигнуто.

Кристаллы оксалата кальция образуются в клетках либо в виде монокристаллов формы октаэдров, призм и пирамид, ромбических тетраэдров, ромбоэдров, кристаллов кубической формы, кристаллов-сростков в форме друз, рафидов [10; 11].

Исследование форм кристаллов и их размещение в тканях коры у Розовых показало, что у представителя рода *Rubus* – малины обыкновенной – кристаллы оксалата кальция в клетках коры отсутствуют. У *Rosa canina* в колленхиме встречаются друзы, у розы морщинистой – ромбоиды, в клетках паренхимы первичной коры – друзы и ром-

боиды (у розы морщинистой), у розы собачьей, кроме указанных, нами выявлены и кристаллы кубической формы. Кристаллы оксалата кальция в форме друз и ромбоидов находятся также в клетках горизонтальной паренхимы вторичной флоэмы, в аксиальной паренхиме этой ткани обнаружены кристаллы кубической и ромбоидной форм, а также друзы.

Мы считаем, что диагностическими признаками строения коры однолетнего стебля малины являются: наличие кроющих волосков и шипов в эпидермальной ткани, гетерогенное сплошное кольцо механических тканей, глубокое заложение перидермы в первичной коре, наличие в составе феллемы феллоида, отсутствие кристаллов оксалата кальция в тканях коры.

В качестве диагностических признаков коры у рода *Rosa* можно рассматривать:

1) особенности эпидермиса (характер утолщения клеточных стенок, наличие трихом разнообразных типов и форм);

2) тип колленхимы;

3) присутствие кристаллов оксалата кальция в колленхиме и коровой паренхиме;

4) тип механического кольца;

5) тканевый состав перидермы;

6) гетерогенные сердцевинные лучи, их рядность;

7) наличие кристаллов и их форма в аксиальной паренхиме вторичной флоэмы.

Изучение черешков *Rosa* и *Rubus* выявило наличие в их строении как сходных, так и отличительных признаков. Признаками сходства являются гистологический состав и топография тканей: эпидерма, колленхима, коровая паренхима, склеренхима, проводящие пучки, состоящие из флоэмы и ксилемы, сердцевина. Отличия черешков выявлены в форме их поперечного сечения: у розы собачьей в средней части черешка она желобчатая, в нижней его части – серповидная; у малины в среднем и нижнем участках черешок имеет округло-желобчатую форму. Различия имеются в характере опушения черешков: их гораздо больше у малины обыкновенной, они простые, с прозрачным внутренним содержимым, разнообразной длины – от 20 мкм до 48 мкм.

Расположенная под эпидермой колленхима отличается степенью развития: у *Rubus idaeus* она толщиной $54,06 \pm 0,22$ мкм, у *Rosa canina* – до $87,72 \pm 0,24$ мкм. Проводящие ткани располагаются в виде пучков, количество их у малины 3 в средней и нижней части черешка, у розы – 3 в средних и 5 в нижних его участках. Над флоэмой располагается «шапка» из клеток склеренхимы. У малины она представлена 1–3 слоями равномерно утолщенных клеток и достигает $60 \pm 0,27$ мкм; у розы собачьей слой склеренхимы достигает $44,88 \pm 0,13$ мкм.

Исследованные черешки отличаются степенью развития кристаллов оксалата кальция в своих тканях. Так, у *Rubus idaeus* в клетках коровой паренхимы и сердцевинки имеются многочисленные друзы; у черешков розы кристаллов нет.

Заключение

Изученные представители родов *Rubus* и *Rosa* значительно отличаются друг от друга по микроструктуре коры однолетних стеблей (топографией слагающих ее тканей, местом заложения и строением перидермы, характером сложения и особенностями утолщения оболочек клеток паренхимы первичной коры, типом кольца механических тканей, степенью развития и размещением кристаллов оксалата кальция).

Различия в строении выявлены почти во всех тканях коры. Ряд отличительных признаков отмечен и в строении черешков листьев изученных Розовых. Как диагностический признак для представителей *Rosoideae* могут быть использованы также форма кристаллов оксалата кальция, степень их развития, характер размещения их в тканях коры и листового черешка.

Полученные результаты могут быть использованы для решения спорных вопросов систематики *Rosoideae*, и они подтверждают вывод А.Л. Тахтаджяна [6] о правомочности придания более высокого ранга – статуса подсемейств *Rosoideae* и *Ruboideae*, изученных Розовым.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Focke, W. O. Rosaceae / W. O. Focke // Die Natürlichen Pflanzenfamilien / A. Engler, K. A. Prantl. – Leipzig, 1894. – Т. 3, Abt. 3. – S. 1–61.
2. Juell, H. O. Beiträge zur Blütenanatomie und zur Systematik der Rosaceen // Kungl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl. – 1918. – Bd. 58, № 5. – S. 81.
3. Schulze-Menz, G. K. Rosaceae / G. K. Schulze-Menz // Syllabus der Pflanzenfamilien / A. Engler. – 13 Aufl. – Berlin, 1964. – Bd. 2. – S. 209–218.
4. Колчанов, А. Ф. Система Розовых (Подсемейство *Rosoideae* Focke) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / А. Ф. Колчанов. – Орджоникидзе, 1970. – 18 с.
5. Тахтаджян, А. Л. Система магнолиофитов / А. Л. Тахтаджян. : Наука, 1987. – 439 с.
6. Takhtajan, A. Diversity and classification of flowering plants / A. Takhtajan. – New York, 1997. – 643 p.
7. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.
8. Lotova, L. I. Anatomy of cortex and secondary phloem of Rosaceae 4. Roseae and Ulmarieae (*Rosoideae*) / L. I. Lotova, A. S. Timonin // Ботан. журн. – 1999. – Т. 84, № 3. – С. 33–43.
9. Haberlandt, G. Zur Entwicklungsphysiologie des Periderms / G. Haberlandt. // Sitzungsber. Press. Akad. Wiss.– 1928. – Bd. 23. – S. 317–338.
10. Савченко, М. И. Образование и роль кристаллов оксалата кальция в растительной клетке / М. И. Савченко, Г. А. Комар // Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. – 1962. – Вып. 5, сер. VII. – С. 86–106.
11. Матусевич, Н. М. Кристаллы оксалата кальция в коре однолетнего стебля *Rosaceae* Juss. / Н. М. Матусевич, М. П. Жигар // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов. – Минск : Конфидо. – 2015. – С. 140–143.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 09.09.2016

Matusевич N.M., Zhigar M.P. Use of Data Anatomical Structure of Vegetative Organs Some Rosoideae in Subfamily

The article presents the results of a study of the anatomical structure of the crust of the annual stem and petioles from raspberries and roses, as well as forms of calcium oxalate crystals and place them in the tissues of these organs. The findings are discussed with the existing subfamily Rosoideae systems.

В.Н. Стерник¹, В.И. Мельник²

¹преподаватель биологии Ровенского медицинского колледжа,
соискатель каф. биологии Ровенского государственного гуманитарного университета
²канд. геогр. наук, доц. каф. биологии
Ровенского государственного гуманитарного университета (Украина)

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА УРБООДАФОТОПОВ ГОРОДА РОВНО

Статья посвящена исследованию проблемы биологического мониторинга урбозадафотопов города Ровно. Для комплексного мониторинга экологического состояния почвы территории города предложены показатели ранней диагностики негативных изменений свойств почвы, которые позволяют обнаружить неблагоприятные процессы на начальных стадиях их развития. Изучены целлюлозолитическая и каталазная активность почвы, локализация и видовая принадлежность дождевых червей (*Lumbricidae*) на 25 площадках города с различной степенью антропогенной нагрузки.

Исследованиями установлено, что в 76 % образцов степень обогаченности почвы территории города Ровно ферментом целлюлоза «очень бедная» с «очень слабой» и «слабой» интенсивностью процесса разложения целлюлозы. Слой почвы 0–20 см в 60% и слой 21–40 см в 76% беден на фермент каталазы и составляет не более 3,0 мг $O_2/г/мин$. Показатели численности дождевых червей (*Lumbricidae*) в эдафотопях Ровно в расчете на 1 м² составляют в среднем 7,04 особи, биомасса – 2,34 г/м². Доминантным видом является *Aporrectodea caliginosa*, индекс доминирования которого составляет 58,5%.

Введение

Почва – индикатор многолетних природных процессов, и её состояние – это результат длительного воздействия разнообразных источников загрязнения. Комплексный характер деятельности человека в урбозкосистемах проявляется набором множества факторов, где ведущим в формировании городских почв остается антропогенный [1]. Многочисленные исследования показали, что экологическое состояние городов определяется его географическим положением, численностью населения и наличием крупных промышленных предприятий [2].

Техногенные токсиканты, в первую очередь тяжёлые металлы, поступают в почву от стационарных и передвижных источников загрязнения и способствуют аккумуляции в городских почвах. Аномальные зоны содержания металлов в почвах служат индикаторами техногенного загрязнения и представляют опасность для флоры, фауны и человека [3].

Почвенные урбозкосистемы подвергаются существенным преобразованиям, которые выражаются в изменении биологической активности почвы [4]. Для предотвращения развития негативных явлений в почвенном покрове рекомендуется использовать биодиагностику почв, основным заданием которой является определение даже незначительных негативных изменений экологического состояния педосферы вследствие антропогенного воздействия [5, с. 21, 33, 136, 156].

Исследование активности почвенных ферментов используется в качестве диагностического показателя почвенного плодородия и открывает широкий спектр процессов, которые формируются в почве, а источником почвенных ферментов являются растения, микроорганизмы, фауна почвы [5, с. 136, 156].

При оценке биологической активности почв определяется её ферментативная активность, так как микроорганизмы почвы являются активными продуцентами ферментов – катализаторов белковой природы. Наиболее показательными в почве являются ферменты класса оксидоредуктаз, которые катализируют окислительно-восстановительные реакции. Широко распространенный фермент этого класса – каталаза, которая наиболее чувствительна к изменению условий почвенной среды [5, с. 136].

Процессы разложения и гумификации в почве происходят в результате деятельности почвенных микроорганизмов и беспозвоночных животных, которые обеспечивают преобразования органического вещества отмирающих растений, поэтому исследования процесса биодegradации целлюлозосодержащих остатков в почвах города заслуживают внимания [5, с. 156; 6, с. 11].

Не менее важным аспектом биологической индикации почв является определение видового разнообразия почвенных организмов, поскольку снижение биоразнообразия биоты приводит к нарушению естественных природных механизмов, определяющих устойчивость и продуктивность почвенных систем [7].

Цель представленной статьи – оценить биологическую активность почвы урбоэкосистемы города Ровно на основании оперативных мониторинговых исследований методами биологической диагностики.

Для достижения поставленной цели было предусмотрено решение следующих задач:

- 1) провести отбор образцов почвы на площадках с различным антропогенным воздействием на территории г. Ровно;
- 2) определить целлюлозолитическую и каталазную активности почвы;
- 3) определить видовой состав и возрастную структуру дождевых червей в отобранных образцах почвы;
- 4) оценить биологическую активность почвы исследуемой территории г. Ровно.

Объекты и методы исследования

В основу этой работы положен анализ собственных данных, полученных в результате комплексного мониторингового исследования. Объектом исследования были урбоэдафотопы Ровно. Образцы почвы отбирали в июне – июле 2014–2015 гг. Условно фоновой территорией при исследованиях была принята рекреационная территория города Ровно, а именно зона тихого отдыха парка имени Т.Г. Шевченко. Исследования проведены на 25 площадках территории города, которые объединены в пять тест-полигонов по пять площадок в каждом полигоне с разной антропогенной нагрузкой [8].

Для комплексного мониторинга экологического состояния почвы г. Ровно нами предложены показатели ранней диагностики негативных изменений свойств почвы, которые позволяют обнаружить неблагоприятные процессы на начальных стадиях их развития. Это, прежде всего, показатели биологической активности почвы: целлюлозолитическая активность, активность каталазы, морфометрические показатели дождевых червей, которые в мониторинговых исследованиях почв дополняют друг друга. Целлюлозолитическая и каталазная активность почвы определены по типовой методике [9]. Все исследования повторялись три раза.

Анализ полученных данных и оценку их достоверности осуществляли методом математической статистики с использованием современных компьютерных программ. Для проверки допустимых значений погрешностей опыта нами был применен t-критерий Стьюдента.

Результаты исследований

Ранняя индикация на уровне биохимических и физиологических реакций основана на изменении активности ферментов. Активность почвенных ферментов определяется комплексом факторов: температурой, реакцией почвенного раствора, особенностями органического субстрата, гетерогенностью почв и пр. Элементы, условно относящиеся к группе тяжелых металлов, чаще всего выступают в качестве ингибиторов ферментов [10], поэтому активность почвенных ферментов является наиболее информативным показателем антропогенной трансформации почвенно-биотического комплекса

в условиях урбопедогенеза. Наиболее распространенным показателем биологической активности почвы является ее целлюлозолитическая активность, которая характеризует суммарную активность почвенных микроорганизмов, принимающих участие в разложении органических соединений.

Ежегодно в почву поступают растительные остатки, которые на 40–70% состоят из целлюлозы. Под действием ферментов целлюлозоразлагающих микроорганизмов осуществляется минерализация клетчатки растительных остатков, тем самым обеспечивается одно из необходимых звеньев круговорота веществ в биосфере. Интенсивность разложения клетчатки является универсальным прямым показателем деятельности почвенных организмов и используется как один из индикаторов общей биологической активности почвы. Размер разложения ткани больше в почве с высокой степенью плодородия и малым количеством загрязнителей. Целлюлозолитическая активность почвы участков исследования представлена в таблице 1.

Таблица 1. – Ферментативная активность почвы территории г. Ровно

№ участка	Целлюлозолитическая активность, %		Каталазная активность, мг O ₂ /г/мин		
	M±m /30 дней	Степень обогащенности почвы ферментом	Слой почвы, см	Средняя активность	Степень обогащенности почвы ферментом
1	9,7 ± 2,03	Очень бедная	0–20 21–40	1,60 ± 0,20 1,27 ± 0,31	Бедная Бедная
2	12,4 ± 0,92	Очень бедная	0–20 21–40	4,17 ± 0,06 3,53 ± 0,06	Средняя Средняя
3	22,23 ± 0,40	Очень бедная	0–20 21–40	3,63 ± 0,29 2,53 ± 0,06	Средняя Бедная
4	22,57 ± 2,42	Очень бедная	0–20 21–40	2,37 ± 0,21 2,00 ± 0,00	Бедная Бедная
5	8,37 ± 0,8	Очень бедная	0–20 21–40	1,33 ± 0,14 0,93 ± 0,01	Бедная Очень бедная
6	7,3 ± 0,66	Очень бедная	0–20 21–40	1,67 ± 0,23 1,63 ± 0,06	Бедная Бедная
7	31,6 ± 1,74	Бедная	0–20 21–40	5,63 ± 0,21 4,17 ± 0,06	Средняя Средняя
8	19,97 ± 1,29	Очень бедная	0–20 21–40	2,07 ± 0,06 1,73 ± 0,15	Бедная Бедная
9	25,93 ± 2,0	Очень бедная	0–20 21–40	4,7 ± 0,46 2,9 ± 0,36	Средняя Бедная
10	31,87 ± 2,47	Бедная	0–20 21–40	1,53 ± 0,06 1,67 ± 0,23	Бедная Бедная
11	6,87 ± 0,85	Очень бедная	0–20 21–40	2,63 ± 0,06 4,23 ± 0,06	Бедная Средняя
12	27,23 ± 2,17	Очень бедная	0–20 21–40	4,93 ± 0,61 3,37 ± 0,06	Средняя Средняя
13	9,73 ± 0,51	Очень бедная	0–20 21–40	1,67 ± 0,23 2,07 ± 0,06	Бедная Бедная
14	34,87 ± 2,1	Бедная	0–20 21–40	2,53 ± 0,06 2,07 ± 0,06	Бедная Бедная
15	7,97 ± 1,2	Очень бедная	0–20 21–40	2,43 ± 0,15 1,93 ± 0,11	Бедная Бедная
16	12,6 ± 0,7	Очень бедная	0–20 21–40	1,33 ± 0,49 1,0 ± 0,20	Бедная Бедная

Окончание таблицы 1

17	11,27 ± 1,33	Очень бедная	0–20 21–40	3,30 ± 0,03 2,43 ± 0,15	Средняя Бедная
18	7,97 ± 1,2	Очень бедная	0–20 21–40	1,57 ± 0,06 1,67 ± 0,23	Бедная Бедная
19	45,8 ± 5,67*	Средняя	0–20 21–40	4,27 ± 0,70 1,90 ± 0,12	Средняя Бедная
20	12,47 ± 1,02	Очень бедная	0–20 21–40	2,27 ± 0,35 2,00 ± 0,00	Бедная Бедная
21	28,03 ± 4,24	Очень бедная	0–20 21–40	3,3 ± 0,03 2,43 ± 0,15	Средняя Бедная
22	42,6 ± 1,2	Средняя	0–20 21–40	6,07 ± 0,25 3,93 ± 0,16	Средняя Средняя
23	15,57 ± 1,35	Очень бедная	0–20 21–40	1,97 ± 0,15 1,63 ± 0,06	Бедная Бедная
24	32,13 ± 2,47	Бедная	0–20 21–40	3,10 ± 0,30 1,57 ± 0,06	Средняя Бедная
25	14,47 ± 0,9	Очень бедная	0–20 21–40	1,37 ± 0,15 1,7 ± 0,10	Бедная Бедная

Примечание: * – статистически недостоверный результат

Исследованиями установлено, что в 76% степень обогащенности почвы территории г. Ровно ферментом целлюлоза «очень бедная» с «очень слабой» и «слабой» интенсивностью процесса разложения целлюлозы. Так, в 28% исследуемых проб интенсивность разложения целлюлозы определена как «очень слабая», в 48% – «слабая» и в 24% – «средняя». На фоновом участке территории парка Т.Г. Шевченко целлюлозолитическая активность составляла $42,6 \pm 1,2\%$ и характеризовалась «средней обогащенностью» ферментом. Следует отметить, что для проверки объективности исследований по определению целлюлозной активности были отобраны образцы почвы с удобренной грядки жилого сектора, а полученный результат 45,8% не был учтен в последующих расчетах как статистически недостоверный результат. Превышение фонового значения этого показателя вполне закономерно в связи с регулярным удобрением почвы на данном участке.

Весьма информативными являются результаты активности почвенной каталазы различных участков исследования (таблица 1). Так, каталазная активность в слое почвы 0–20 см на территории г. Ровно в основном (60%) составляет от $1,33 \pm 0,14$ мг O_2 /г/мин. до $2,63 \pm 0,06$ мг O_2 /г/мин., степень обогащения почвы ферментом «бедная», а в 40% – «средняя».

В слое почвы 21–40 см только на отдельных участках (20%) определена средняя степень обогащения почвы ферментом каталазы в пределах $3,37 \pm 0,06$ мг O_2 /г/мин – $4,23 \pm 0,61$ мг O_2 /г/мин. Слой почвы 21–40 см в основном беден ферментом каталазы и в 76% составляет не более 3,0 мг O_2 /г/мин. На территории железобетонного завода среднее значение каталазной активности составляет $8,37 \pm 0,80$ мг O_2 /г/мин., а степень обогащения почвы ферментом «очень бедная».

Полученные результаты обработаны статистически на 5%-ном уровне значимости. Разница основной и контрольной группы показателей составила 2,776 и статистически достоверная при значении погрешности не более 5% ($P \leq 0,05$).

При длительном антропогенном воздействии наблюдается глубокая деградация почвенного биоценоза. Индикационными признаками являются: снижение общей биомассы и видового разнообразия почвенного покрова. Почвенные животные способны оказывать влияние на миграцию и аккумуляцию микроэлементов в почве.

Дождевой червь является важнейшим представителем макрофауны, принимает самое активное участие в процессах почвообразования, восстановления плодородия почвы и является классическим биоиндикатором почвенного загрязнения. Для определения состояния биологического разнообразия почв г. Ровно был предложен индикатор «численность дождевых червей, их морфометрические данные».

Результатами исследований установлено, что показатели численности дождевых червей (*Lumbricidae*) в эдафотопях Ровно в расчете на 1 м² составляют в среднем 7,04 особи, биомасса – 2,34 г/м². Доминантным видом является *Aporrectodea caliginosa*, индекс доминирования которого составляет 58,5%, и *Aporrectodea rosea* – 34,1% (таблица 2). Наименьший индекс доминирования 2,8% имеют виды, которые принадлежат к подстилочным видам. Вид *Eisenia fetida* найден единично в санитарно-защитной зоне льнокомбината, где многолетние заросли и постоянно большое количество опавших листьев и растительных остатков.

Нами был проведен анализ возрастной структуры дождевых червей исследуемой урбоэкосистемы. Установлено, что в собранном материале половозрелых особей – 61,9%, ювенильных особей – 38,1% (таблица 2). Приспособление дождевых червей на разных стадиях их развития обеспечивает видовую целостность и сохранение грунтовой биоты.

Таблица 2. – Видовое многообразие дождевых червей на территории урбоэкосистемы Ровно

Виды дождевых червей	Количество на исследуемых тест-полигонах, шт				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	21	26	19	10	27
<i>Aporrectodea rosea</i>	8	14	6	11	21
<i>Lumbricus terrestris</i>	–	2	–	2	4
<i>Lumbricus castaneus</i>	4	–	–	–	–
<i>Eisenia fetida</i>	1	–	–	–	–
Половозрелые	6	8	12	17	24
Ювенильные	28	34	13	6	28

Результаты исследований свидетельствуют о низкой биологической активности почвы на территории урбоэкосистемы г. Ровно.

Заклучение

Биологическая диагностика почвы является важной составляющей мониторинга земельных ресурсов, а внедрение в исследования биологических индикаторов почвы – важное условие совершенствования системы мониторинга и оценки состояния почвы.

Впервые осуществлено комплексное обследование почвы территории города Ровно, а полученные результаты мониторинговых исследований являются основой для формирования банка данных, необходимых для разработки экологических карт по показателям, которые характеризуют загрязнение почвенного покрова города.

Результаты мониторинга позволят оценить экологические риски для биоты и человека, дадут возможность на научной основе осуществлять экологическое и социальное управление территорией г. Ровно и будут способствовать постепенному переходу к устойчивому развитию отдельных регионов и государства в целом.

Результаты являются теоретической основой для разработки и внедрения экологически эффективных природоохранных мероприятий, дополнения к Региональной программе развития земельных отношений в городе Ровно на 2016–2025 гг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Криштоп, Є. А. Міські ґрунти як невідємний елемент урбанізованих і техногенно забруднених територій / Є. А. Криштоп, В. В. Волощенко // Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва. – 2013. – № 2 «Екологія ґрунтів». – С. 201.
2. Ёркина, Н. В. Почвы как репрезентативный компонент экологического мониторинга урбосистемы / Н. В. Ёркина // Биол. вестн. Мелитопол. гос. пед. ун-та им. Б. Хмельницкого. – 2011. – Т. 1, № 3. – С. 8.
3. Ачасова, А. Просторова неоднорідність вмісту важких металів у ґрунті / А. Ачасова // Вісн. аграр. науки. – 2003. – № 3. – С. 78.
4. Абрамян, С. А. Изменение ферментативной активности почв под влиянием естественных и антропогенных факторов // Почвоведение. – 1992. – № 7. – С. 70–82.
5. Казеев, К. Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 2003. – 204 с.
6. Пряженникова, О. Г. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды / О. Г. Пряженникова. – Вестн. КемГУ. – 2011. – № 3(47) – С. 11.
7. Іванців, В. В. Біорізноманіття олігохет в ґрунтах західних областей України / В. В. Іванців, Л. В. Бусленко // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. – 2004. – № 1. – С. 53–55.
8. Методичні рекомендації «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів» : наказ МОЗ України, 13.03.2007, № 116.
9. Федорец, Н. Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н. Г. Федорец, М. В. Медведева. – Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2009. – С. 70–74.
10. Жук, Е. А. Особенности распределения тяжелых металлов в верхнем горизонте городских почв / Е. А. Жук // Мінералог. журн. – 2004. – Вип. 26, № 2. – С. 61–66.

Рукапіс паступіў у редакцыю 13.07.2016

Sternik V.N., Melnik V.I. Biological Diagnosis of Urboedafotopons of the City of Rovno

The biological activity of soils is a key indicator of early diagnosis of its ecological status and the study of enzymatic activity of soil used as diagnostic indicators. Catalase and cellulolytic activity of soil, location and species belonging of earthworms (Lumbricidae) at 25 enues in the city were studied with varying degrees of anthropogenic load. The presented results show a low content of cellulose and catalase enzymes in the researched soil. Reduction of total biomass and species diversity of earthworms – representatives of macrofauna and classical bio-indicators, indicate a considerable contamination of the city soil.

Г.В. Толкач¹, С.С. Позняк²

¹преподаватель каф. зоологии и генетики

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

²д-р с.-х. наук, проф., зам. директора

Международного государственного экологического института имени А.Д. Сахарова

Белорусского государственного университета

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ НА ТЕРРИТОРИЯХ САДОВЫХ ТОВАРИЩЕСТВ БРЕСТСКОГО РАЙОНА

Удовлетворение потребностей населения в полноценных продуктах питания является одним из главных факторов социальной и политической стабильности в Республике Беларусь. Определенная роль в этом процессе отводится садоводческим, огородническим объединениям граждан. В статье представлены данные об особенностях локального содержания валовых соединений тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах садовых товариществ, расположенных на территории Брестского района. Накопление тяжелых металлов в почве – это не только увеличение их содержания, но и нарастание экологически опасных последствий, создающих угрозу здоровью человека.

Введение

На начало 2008 г. в Республике Беларусь насчитывалось около 1,1 млн личных подсобных хозяйств и более 4,5 тыс. садовых товариществ и дачных кооперативов [1]. В 2007 г. в частном секторе было получено почти 90% картофеля, примерно столько же плодов и ягод, пятая часть молока, более 6% зерна, реализовано 16,8% мяса скота и птицы в живом весе от общего объема продукции в хозяйствах всех категорий, что составляет 35% сельхозпродукции от общего объема производства в стране [2; 3].

На территории Брестского района, по данным Брестского райисполкома, насчитывалось (по состоянию на 01.01.2015 г.) 53 фермерских (крестьянских) хозяйства, 14 крупных сельхозорганизаций Минсельпрода, 18 сельхозорганизаций других министерств и ведомств, 248 садовых товариществ и более 90 тыс. личных подсобных хозяйств граждан. Такое количество сельхозпредприятий оказывает существенное влияние на экологическую обстановку в регионе. Общая площадь земель сельхозорганизаций составляет 57 110 га, крестьянских хозяйств – 943 га, личных подсобных хозяйств граждан – 19 382 га, садовых товариществ – 1 710 га. Общая площадь земель, отведенных для индивидуального пользования граждан, составляет значительную часть в общей площади сельхозугодий (диаграмма). Вклад в объемах производства сельскохозяйственной продукции, полученной на территории личных подсобных хозяйств и садовых товариществ, является существенным, хоть и имеет тенденцию к снижению [5].



Диаграмма. – Производство продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий Брестской области за 2014 г., % [4]

В настоящее время проблема загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ) является актуальной, т.к. ТМ занимают одно из лидирующих мест среди всех загрязнителей окружающей среды [6]. Такие ТМ, как свинец, медь, цинк, кадмий, даже в очень малых концентрациях способны вызвать иммунологические, онкологические и другие виды заболеваний [7; 8]. В результате исследований, проводимых учеными разных стран, доказано, что около 70% ТМ поступает в организм человека с продуктами питания и водой [9; 10]. Установлено, что металлы сравнительно быстро накапливаются в почве и крайне медленно из нее удаляются. Период полужизни (т.е. удаления половины от начальной концентрации) ТМ значительно варьирует у различных элементов и занимает весьма продолжительный период времени: для цинка – от 70 до 510 лет; кадмия – от 13 до 110 лет, меди – от 310 до 1 500 лет, свинца – от 770 до 5 900 лет [10].

Проблеме загрязнения тяжелыми металлами окружающей среды в литературе уделено много внимания, однако в отношении изучения содержания тяжелых металлов в почвах садовых товариществ и личных подсобных хозяйств исследования либо отсутствуют, либо их проведено недостаточно. Поэтому *целью* нашего исследования является изучение валового содержания тяжелых металлов в почвах на территориях основных садовых товариществ и дачных кооперативов Брестского района.

Объект и методика исследований

Объект исследования – дерново-подзолистые песчаные и супесчаные, а также дерново-подзолистые глинистые и суглинистые почвы садовых товариществ и дачных кооперативов Брестского р-на. *Предмет исследования* – содержание валовых соединений тяжелых металлов в почвах. *Методы исследования* – отбор проб, пробоподготовка, химический анализ образцов, статистическая обработка экспериментальных данных. Пробы почв отбирались на пробных площадках (ПП) с учетом рельефа местности в соответствии с существующими методическими рекомендациями [11]. Почвенные образцы отбирали с горизонтов 5–20, 21–35 и 36–50 см; отбор проводился из 3-х точечных проб, расположенных на удалении 20 м; в ходе эксперимента формировалась объединенная почвенная проба, что позволило дать более объективную оценку степени накопления тяжелых металлов почвой. Было отобрано 672 почвенных образца для анализа с территории 112 садовых товариществ. Пробоподготовка образцов почвы проводилась в соответствии с существующей методикой [12]. Пробные площадки (ПП), на которых были отобраны образцы почвы для анализа, отмечены кружочками (рисунок).

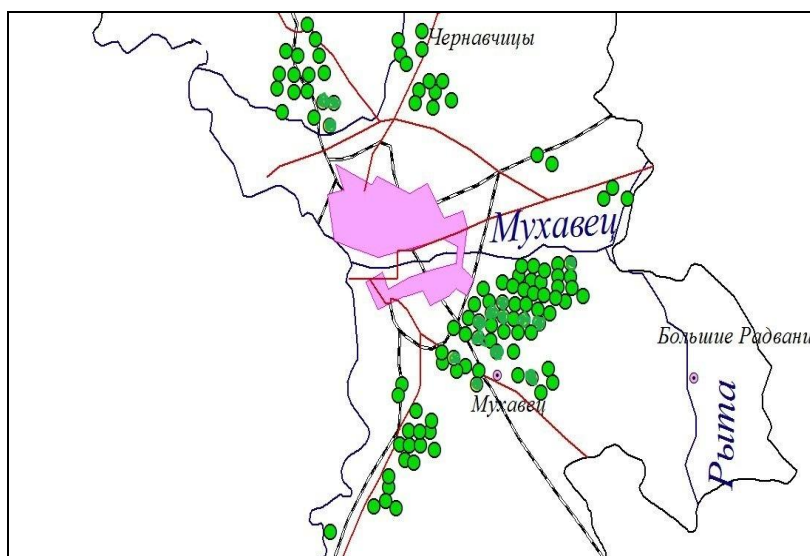


Рисунок. – Расположение садовых товариществ по территории Брестского района

Результаты исследования и их обсуждение**Анализ валового содержания элементов на территории садовых товариществ, расположенных на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах.**

Дерново-подзолистые почвы формируются в условиях промывного водного режима на кислых породах различного генезиса и гранулометрического состава. Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы обычно бедны элементами питания, но достаточно увлажнены. Дерново-подзолистые почвы характеризуются малой мощностью дернового горизонта, обедненностью верхней части профиля окислами и относительным обогащением кремнезёмом, уплотненностью горизонта вымывания, кислой и сильнокислой реакцией (рН 3,3–5,5) и требуют известкования. Валовое содержание элементов на территории садовых товариществ, расположенных на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах, отражено в таблице 1.

Кларк в земной коре титана (Ti) составляет 4 500 мг/кг [15], в почвах Республики Беларусь в среднем содержится 1 562 мг/кг титана [13]. Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует о том, что содержание титана в почвах на территории СТ варьирует в широких пределах: от 600 мг/кг на территории СТ «Надзея-08» до 5 333 мг/кг на территории СТ «Балагое».

Таблица 1. – Валовое содержание элементов на территории садовых товариществ, расположенных на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах

Химический элемент	Min	Max	\bar{x}	δ	m	U, %	t	Кларк*	ПДК (ОДК)**
Ti	600	5 333	2 238,5	850,9	85,5	38,0	26,2	1 562	н/у
Mn	200	2 783	774,4	593,6	59,7	76,6	13,0	247	1500
Zr	50	3 000	256,4	343,0	34,5	133,8	7,4	200	н/у
Cr	7	131	62,7	28,4	2,9	45,2	22,0	36	100
Zn	30	233	66,9	40,9	4,1	61,1	16,3	35	55
V	10	85	35,2	21,1	2,1	60,0	16,6	34	150
Y	10	350	34,8	47,2	4,7	135,5	7,3	23	н/у
Ni	3	34	15,9	5,4	0,5	34,0	29,2	20	20
Cu	3	100	32,1	27,1	2,7	84,3	11,8	13	33
Pb	10	60	26,9	12,4	1,3	46,1	21,6	12	32
Nb	3	36	9,5	5,5	0,6	57,7	17,3	12	н/у
Co	1	45	9,2	6,3	0,6	69,3	14,4	6	20
Yb	1	21	5,6	3,3	0,3	59,6	16,7	2	н/у
Sn	1	5	2,3	1,1	0,1	47,7	20,8	1	4,5
Ga	3	21	8,3	2,3	0,2	27,8	35,8	н/у	н/у
Li	8	57	15,6	8,8	0,9	56,2	17,7	н/у	н/у
B	9	63	30,3	13,5	1,4	44,4	22,4	н/у	н/у

Min – минимальное значение, мг/кг; Max – максимальное значение, мг/кг; \bar{x} – среднее арифметическое значение, мг/кг; δ – стандартное отклонение; m – ошибка средней; U – коэффициент вариации, %; t – коэффициент достоверности для среднего значения. * – Региональные кларки приведены для дерново-подзолистых почв [13]; **ПДК (ОДК) – для дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв – по [14]; н/у – не установлено.

Среднее содержание Ti в песчаных, супесчаных почвах – 2 239 мг/кг, что в 1,4 раза превышает значение регионального кларка. Превышение кларкового значения более чем в 2 раза наблюдалось в образцах, отобранных в почвах на территории СТ «Строитель-27», «Электрон-82», «Факел газоаппарата», «Кветка 92», «Тонус», «Витамин ЦУМа», «Лесная поляна», «Лесная поляна-2010», «Восход».

Марганец (Mn) широко распространен в природе и содержится в земной коре, воде морей, рек и в почве. Снижение pH почвы, ее аэрация, обильное внесение удобрений в кислые почвы без известкования способствуют увеличению доступности марганца для растений. Кларк в земной коре составляет 1 000 мг/кг [15], региональный кларк марганца для Беларуси составляет 247 мг/кг [13], а ОДК в почве – 1 500 мг/кг [14]. Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует о том, что среднее содержание Mn в дерново-подзолистых песчаных почвах составляет 774 мг/кг, хотя варьирует на территориях разных СТ в широких пределах: от 200 мг/кг на территории СТ «Березка-87» до 2 783 мг/кг на территории СТ «Светлячок ГМУ». Превышение ОДК наблюдалось в образцах почвы, отобранных на территории СТ «Мичуринец-5», «Факел газоаппарата», «Кветка-92», «Светлячок ГМУ», «Витамин ЦУМа», «Лесная поляна», «Ивушка», «Аист», «Полянка-1», «Турист-88», «Дубок дружба», «Ляснянка», «Бульково».

Содержание циркония (Zr) в почвах наследуется от материнской породы, основными антропогенными источниками поступления циркония в природную среду являются твердые отходы, пылевые и дымовые выбросы топливно-энергетических предприятий. Элемент относится к 3 классу опасности, региональный кларк – 200 мг/кг [13], а кларк в земной коре составляет 170 мг/кг [15]. Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует о том, что содержание Zr в почвах на территории СТ варьирует в широких пределах: от 50 мг/кг на территории СТ «Журавинка-88» до 3 000 мг/кг на территории СТ «Бульково». Среднее содержание Zr в почвах садовых товариществ составляет на дерново-подзолистых песчаных, супесчаных почвах – 256 мг/кг. Превышение регионального кларка более чем в 2 раза наблюдалось в образцах, отобранных на территории СТ «Полиграфист-82», «Золотой корень», «Надзея-3», «Строитель-27», «Электрон-82», «Мичуринец-5», «Лянок», «Аист».

Основными источниками загрязнения почвы хромом (Cr) являются выбросы цементных заводов, отвалов железохромовых шлаков, нефтеперегонных заводов, предприятий черной и цветной металлургии, использование в сельском хозяйстве осадков промышленных и сточных вод и минеральных удобрений. Кларк в земной коре составляет 83 мг/кг [15], в почвах Республики Беларусь в среднем содержится 36 мг/кг [13], ОДК в почве 100 мг/кг хрома [14]. Анализ данных свидетельствует о том, что содержание Cr в почвах на территории СТ варьирует в широких пределах: от 7 мг/кг (СТ «Армеец-3») до 131 мг/кг на территории СТ «Кветка-92». Среднее содержание Cr в почвах на песчаных, супесчаных почвах – 63 мг/кг.

Кларк в земной коре цинка (Zn) составляет 83 мг/кг [15], в почвах Республики Беларусь в среднем содержится 35 мг/кг [13], ПДК для дерново-подзолистой песчаной и супесчаной почвы составляет 55 мг/кг цинка [14]. Среднее содержание цинка в дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах – 67 мг/кг, что не существенно выше регионального кларка. Содержание цинка в почвах варьирует в пределах: от 30 мг/кг либо менее (в почвах 20% проб) до 233 мг/кг (СТ «Светлячок ГМУ»). Превышение содержания цинка в почвах может быть связано с внесением повышенных доз минеральных удобрений, т.к. фосфорные удобрения содержат примеси Mn, Zn, Ni, Cr, Pb, Cu, Cd [14]. Ванадий (V) находится преимущественно в рассеянном состоянии и обнаруживается в железных рудах, нефтях, асфальтах, битумах, горючих сланцах, углях и др. Одним из главных источников загрязнения природных вод ванадием являются нефть и продукты ее переработки. Кларк в земной коре составляет 90 мг/кг [15]. Региональный фон – 34 мг/кг [13], а ОДК в почве составляет 150 мг/кг [14]. Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует о том, что содержание V в почвах на территории СТ варьирует в широких пределах: от 10 мг/кг (28% проб) до 85 мг/кг на территории СТ «Армеец-1». Среднее содержание в почвах СТ, расположенных на дерново-

подзолистых песчаных и супесчаных почвах – 35 мг/кг, что близко к значению фонового показателя. Кларк в земной коре иттрия (Y) составляет 29 мг/кг [15], а региональный кларк – 23 мг/кг [13]. Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует, что содержание Y в почвах на территориях СТ варьирует в широких пределах: от 10 мг/кг и менее (27% проб) до 350 мг/кг на территории СТ «Строитель-27». Среднее содержание иттрия в дерново-подзолистых песчаных, супесчаных почвах – 35 мг/кг, что близко к значению регионального кларка.

Никель (Ni) в континентальных отложениях элемент присутствует в виде сульфидов и арсенитов, ассоциируется также с карбонатами, фосфатами и силикатами. Элемент никель, слабо подвижный в кислых почвах, в щелочной среде переходит в растворимые, подвижные и крайне токсичные формы. Значительная часть элемента концентрируется в илистых, богатых гумусом фракциях почвы. Кларк в земной коре составляет 58 мг/кг [15], а в почвах Республики Беларусь в среднем содержится 20,0 мг/кг никеля [13]. ОДК для песчаных и супесчаных почв – 20 мг/кг [14]. Анализ данных свидетельствует о том, что содержание Ni в почвах на территории СТ варьирует в широких пределах: от 3 мг/кг на территории СТ «Армеец-3» до 34 мг/кг на территории СТ «Балагое». Среднее содержание Ni в почвах СТ, расположенных на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах, – 16 мг/кг, что ниже регионального кларка.

Антропогенными источниками поступления меди (Cu) являются выбросы металлургических и машиностроительных предприятий, гальванотехники, сварки, гальванизации, производстве красителей, керамики, а также сжигание углеводородного топлива. Кларк в земной коре составляет 47 мг/кг [15], а в почвах Республики Беларусь в среднем содержится 13 мг/кг меди [13]. ПДК для дерново-подзолистой песчаной и супесчаной почвы составляет 33 мг/кг меди [15]. Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует о том, что содержание Cu в почвах на территориях СТ варьирует в широких пределах: от 3 мг/кг на территории СТ «Энергетик» до 100 мг/кг на территории СТ «Вымпел УВД». Среднее содержание меди в почвах СТ составляет на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах – 32 мг/кг, что выше значения регионального кларка. Превышение значения ПДК по меди в 2 раза и более отмечалось на территориях СТ «Бульково», «Лесное-2», «Ляснянка», «Машиностроитель», «Березка Чернавчицкая», «Верасок-08», «Меркурий-10», «Турист-88», «Аграрник», «Лесок 1», «Полянка-1», «Дубрава-6», «Мара», «Вымпел УВД», что может быть связано как с применением повышенных доз минеральных удобрений и средств защиты растений, так и с расположением в непосредственной близости железнодорожного полотна.

Свинец (Pb) является приоритетным элементом-токсикантом, относящимся к первому классу опасности. По сравнению с другими ТМ свинец наименее подвижен, причем степень подвижности элемента сильно снижается при известковании почв. Кларк в земной коре составляет 16 мг/кг [15], в почвах Республики Беларусь в среднем содержится 12 мг/кг [13], ПДК для дерново-подзолистой песчаной почвы составляет 32 мг/кг [14]. Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует о том, что содержание Pb в почвах на территории СТ варьирует в широких пределах: от 10 мг/кг на территории СТ «Ветеран-3», «Экспресс-5» до 60 мг/кг на территории СТ «Кветка-92». Среднее содержание свинца в почвах СТ составляет на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах – 27 мг/кг, что выше регионального кларка. Превышение ПДК отмечалось в почвах на территориях СТ «Кветка-92», «Восток-2009», «Электрон-82», «Радуга», «Красная гвоздика», «Гудок-80», «Строитель-27», «Дорожник СКТМ», «Мичуринец-5», «Факел газопаратора», «Нива-89», «Автомобилист-80», «Светлячок ГМУ», «Витамин ЦУМа», «Лесная поляна-2010», «Вымпел УВД», «Восход», «Турист», что объясняется близким расположением к автодорогам и железнодорожному полотну.

Кларк в земной коре ниобия (Nb) составляет 20 мг/кг [15], а региональный кларк – 12 мг/кг [13]. Среднее содержание Nb в почвах СТ составляет на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах – 10 мг/кг, что ниже регионального кларка. Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует о том, что содержание Nb в почвах на территории СТ варьирует в широких пределах: от 3 мг/кг на территории СТ «Электрон-1», «Березка», «Экспресс-5», «Климат», «Армеец-2», «Армеец-3» до 36 мг/кг на территории СТ «Строитель-27». Превышение фонового значения ниобия более чем в 2 раза наблюдалось в образцах почвы, отобранных на территориях СТ «Строитель-27», «Факел газоаппарата».

Кобальт (Co) распространен в составе соединений. В зависимости от pH почвы скорость почвенной миграции кобальта меняется: он слабо подвижен в нейтральных, еще меньше в кислых и практически неподвижен в щелочных почвах. Кларк в земной коре составляет 18 мг/кг [15], а региональный фон – 6 мг/кг [13]. ОДК в почве составляет 20 мг/кг [14]. В результате исследований установлено, что содержание Co в почвах варьирует в широких пределах: от 1 мг/кг на территории СТ «Электрон-1» до 45 мг/кг на территории СТ «Балагое». Превышение ОДК также отмечалось на территориях СТ «Восток-2009», «Красная гвоздика», «Радуга».

Кларк в земной коре иттербия (Yb) составляет 0,33 мг/кг [15], а в почвах Республики Беларусь в среднем содержится 2 мг/кг [13], ПДК для содержания иттербия в почве не установлено [14]. Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует о том, что содержание Yb в почвах на территории СТ варьирует в широких пределах: от 1 мг/кг на территории СТ «Экспресс 5», «Песчаное-2008», «Буревестник-86» до 21 мг/кг на территории СТ «Строитель-27», что в 10,5 раз выше регионального кларка. Среднее содержание иттербия в почвах СТ, расположенных на дерново-подзолистых песчаных, супесчаных почвах – 5,6 мг/кг, что в 2,8 раза выше значения регионального кларка.

Основными источниками поступления олова (Sn) в окружающую среду являются промышленные сточные воды и атмосферные выбросы перерабатывающих предприятий, металлургических и химических производств, в результате сжигания на промышленных предприятиях угля, а также вследствие применения оловосодержащих минеральных удобрений и пестицидов. Кларк в земной коре составляет 2,5 мг/кг [15]. Региональный кларк – 1 мг/кг [13]. Среднее содержание олова в почвах СТ, расположенных на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах – 2,3 мг/кг, что в 2,3 раза выше регионального кларка. Превышение фонового значения олова более чем в 5 раз наблюдалось в образцах, отобранных на территориях нескольких СТ: «Кветка-92», «Восток-2009», «Радуга», «Красная гвоздика». Это может быть связано с расположением их в непосредственной близости свалки бытовых отходов.

Анализ валового содержания элементов на территории садовых товариществ, расположенных на дерново-подзолистых суглинистых и глинистых почвах

Дерново-подзолистые почвы на суглинках в сравнении с другими имеют большие резервы минерального питания растений, но их водно-физические свойства неблагоприятных и требуют первоочередного улучшения. Благоприятные условия для обработки и посева на них ограничиваются короткими сроками. К числу важнейших агротехнических мероприятий по оптимизации условий жизнедеятельности культурных растений на данных почвах необходимо отнести хорошую заправку почв органическими удобрениями и своевременную и правильную их обработку. Данные о валовом содержании элементов на территории садовых товариществ, расположенных на дерново-подзолистых глинистых и суглинистых почвах представлены в таблице 2.

Среднее содержание титана в суглинистых почвах составляет 2 059 мг/кг, что выше кларка в 1,3 раза. Содержание Ti на территории СТ «Старица пограничная» суще-

ственно превышает фоновое содержание (более чем в 2 раза) и составляет 3 230 мг/кг, что указывает на наличие загрязнения. Среднее содержание марганца в суглинистых почвах составляет 1 048 мг/кг, однако на территории отдельных СТ варьирует в широком пределе: от 200 мг/кг на территории СТ «Пралеска-93» до 3 480 мг/кг на территории СТ «Старица пограничная». Превышение ОДК наблюдалось на территории СТ «Радуга-2008» и «Криница».

Таблица 2. – Валовое содержание элементов на территории садовых товариществ, расположенных на дерново-подзолистых глинистых и суглинистых почвах

Химический элемент	Min	Max	\bar{x}	δ	m	U%	t	Кларк*	ПДК (ОДК)**
Ti	1 500	3 230	2 058,5	453,0	130,8	22,0	15,7	1 562	н/у
Mn	200	3 480	1 048,3	1 127,1	325,4	107,5	3,2	247	1 500
Zr	60	383	207,9	93,0	26,9	44,8	7,7	200	н/у
Cr	18	100	64,7	28,7	8,3	44,4	7,8	36	100
Zn	30	183	55,8	41,2	11,9	73,9	4,7	35	110
V	10	57	28,6	17,3	5,0	60,3	5,7	34	150
Ni	8	22	15,0	3,7	1,1	25	13,9	20	40
Y	10	118	24,3	30,3	8,7	124,6	2,8	23	н/у
Cu	7	75	34,6	27,3	7,9	78,9	4,4	13	66
Pb	8	32	20,2	8,3	2,4	41,2	8,4	12	32
Nb	4	29	9,8	6,5	1,9	66	5,2	12	н/у
Co	5	15	8,1	3,3	1,0	40,3	8,6	6	20
Yb	1,5	11	4,6	2,7	0,8	59,8	5,8	2	н/у
Sn	1	3	2,0	0,75	0,2	37,4	9,3	1	4,5
Ga	5	10	7,9	1,9	0,5	23,8	14,5	н/у	н/у
Li	10	30	16,3	9,5	2,7	58,4	5,9	н/у	н/у
B	11	53	26,8	13,9	4,0	52,1	6,6	н/у	н/у

Min – минимальное значение, мг/кг; Max – максимальное значение, мг/кг; \bar{x} – среднее арифметическое значение, мг/кг; δ – стандартное отклонение; m – ошибка средней; U – коэффициент вариации, %; t – коэффициент достоверности для среднего. * – Региональные кларки приведены для дерново-подзолистых почв [13]; **ПДК (ОДК) для дерново-подзолистых глинистых и суглинистых почв – по [14]; н/у – не установлено.

В целом содержание Mn в глинистых и суглинистых почвах выше, чем в песчаных и супесчаных, т.к. повышенное содержание физической глины и гумуса в пахотном слое этих почв по сравнению с песчаными и супесчаными способствует некоторому накоплению и закреплению микроэлементов в гумусово-аккумулятивном горизонте, а также является одной из главных причин относительно высокой концентрации валовых форм микроэлементов в почвенном профиле.

Среднее содержание циркония в суглинистых почвах составляет 208 мг/кг и близко к значению регионального кларка. В то же время наблюдалось превышение значения кларка более чем в 2 раза в почвах СТ «Свет-бэлз», «Старица пограничная», «Радуга-2008», «Сосновая-2», «Росинка-15». Среднее содержание хрома в глинистых и суглинистых почвах – 65 мг/кг, что в 1,8 раза превышает значение кларка. В почвах Республики Беларусь в среднем содержится 35 мг/кг цинка [13]. Среднее содержание цинка в дерново-подзолистых глинистых и суглинистых – 56 мг/кг, что несущественно выше регионального кларка. Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует: содержание ванадия, иттрия, никеля в почвах на территории СТ на глинистых и суглинистых почвах ниже фонового значения и составляет 29, 24, 15 мг/кг соответ-

ственно. Среднее содержание меди в глинистой и суглинистой почвах СТ составляет 35 мг/кг, что выше кларка, но не превышает значение ОДК. Анализ данных, свидетельствует о том, что содержание Рb в почвах на территории СТ варьирует в широких пределах: от 8 мг/кг на территории СТ «Свет-Бэлз» до 32 мг/кг на территории СТ «Старица пограничная». Среднее содержание свинца в глинистой и суглинистой почвах – 20 мг/кг, что выше регионального кларка. Среднее содержание Nb в почвах СТ, расположенных на дерново-подзолистых глинистых и суглинистых почвах, составило 10 мг/кг, что ниже кларка, однако в почвах на территории СТ варьирует в пределах: от 4 мг/кг на территории СТ «Солнечное» до 29 мг/кг на территории СТ «Старица пограничная» и «Сосновое-2». В результате исследований установлено, что содержание Со в почвах варьирует в пределах: от 5 мг/кг на территории СТ «Ландыш», «Сосновое-2» до 15 мг/кг на территории СТ «Березка 2007». Содержание Yb варьирует в пределах: от 1,5 мг/кг на территории СТ «Свет-бэлз» до 11 мг/кг на территории СТ «Старица пограничная», что в 5,5 раз выше регионального кларка. Среднее содержание иттербия в почвах СТ, расположенных на дерново-подзолистых, суглинистых и глинистых почвах, – 4,6 мг/кг, что выше регионального кларка в 2,3 раза.

Поскольку оценка уровня загрязнения почвы по одному химическому элементу не может дать полной картины состояния исследуемой почвы, целесообразно определить коэффициент концентрации химического вещества K_c и суммарный показатель загрязнения Z_c (суммарный показатель Саета):

$$Z_c = (\sum K_c) - (n - 1),$$

где K_c – коэффициент концентрации химического элемента, n – число, равное количеству элементов, входящих в геохимическую ассоциацию [16].

Таблица 3. – Суммарное загрязнение дерново-подзолистых почв на территориях садовых товариществ Брестского района

Химический элемент	Региональный кларк [13]	Песчаные и супесчаные почвы		Глинистые и суглинистые почвы	
		Коэффициент концентрации химического элемента (K_c)	Суммарный показатель загрязнения (Z_c)	Коэффициент концентрации химического элемента (K_c)	Суммарный показатель загрязнения (Z_c)
Ni	20	0,8	11,8	0,8	10,8
Co	6	1,5		1,4	
V	34	1,0		0,8	
Mn	247	3,1		4,2	
Ti	1562	1,4		1,3	
Cr	36	1,7		1,8	
Pb	12	2,2		1,7	
Zr	200	1,3		1,1	
Nb	12	0,8		1,0	
Cu	13	2,5		2,7	
Zn	35	1,9		1,6	
Yb	2	2,8		2,3	
Y	23	1,5		1,1	
Sn	1	2,3		2,0	

Расчет суммарного показателя загрязнения выявил, что по содержанию валовых форм тяжелых металлов песчаные, супесчаные, глинистые и суглинистые почвы на тер-

риториях садовых товариществ соответствуют категории допустимого уровня загрязнения, т.к. величина Z_c не превышает 16.

Заклучение

В ходе исследования установлено, что:

1. Исследуемая дерново-подзолистая почва характеризуется малым содержанием гумуса, что определяет незначительное накопление тяжелых металлов. В дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах приоритетными загрязнителями выступают Mn, Yb, Cu, Sn, Pb, а в суглинистых и глинистых почвах – Mn, Cu, Yb, Sn.

2. Опасность загрязнения растений тяжелыми металлами на почвах тяжелого механического состава значительно меньше, что связано с большей удерживающей способностью илистой фракции. На глинистых и суглинистых почвах токсичность тяжелых металлов проявляется слабее, чем на песчаных и супесчаных.

3. По содержанию тяжелых металлов почвы можно классифицировать как почвы с низким уровнем загрязнения. По суммарному показателю загрязнения почва соответствует категории допустимого уровня загрязнения.

Следует отметить, что валовое содержание тяжелых металлов является фактором емкости, отражающим, в первую очередь, потенциальную опасность загрязнения растительной продукции, инфильтрационных и поверхностных вод, и характеризует общее загрязнение почвы.

Данные, полученные в результате исследования, применяются в Брестском Белгипрозе при расчете кадастровой стоимости земли садовых товариществ, а также Брестским областным комитетом по природным ресурсам и охране окружающей среды для оценки содержания тяжелых металлов в почвах региона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белорусское телеграфное агентство. БЕЛТА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belta.by/onlineconference/view/zakony-dachnoj-zhizni-641>. – Дата доступа: 22.07.2015.

2. Цыбулько, А. Хозяйство – личное, интерес – государственный / А. Цыбулько // Белорус. нива. – 2008. – 1 окт. – С. 1.

3. Кузьмич, И. П. Личные подсобные хозяйства: проблемы правового регулирования / И. П. Кузьмич // Право в современном белорусском обществе : сб. науч. тр. / редкол.: В. И. Семенов (гл. ред.) [и др.] ; Нац. центр законодательства и правовых исследований Респ. Беларусь. – Минск : Право и экономика, 2009. – Вып. 4 – С. 416–428.

4. Главное статистическое управление Брестской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://brest.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 22.07.2015.

5. Интернет-ресурс Белорусской сельскохозяйственной библиотеки имени И. С. Лупиновича [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aw.belal.by/>. – Дата доступа: 25.07.2015.

6. Израэль, Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды и пути их решения : учеб.-метод. пособие / Ю. А. Израэль. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.

7. Ильин, В. Б. О нормировании тяжелых металлов в почве / В. Б. Ильин // Почвоведение. – 1986. – № 9. – С. 90–98.

8. Информационно-аналитический бюллетень Брестского областного центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ocgie.brest.by/>. – Дата доступа: 25.07.2015.

9. Тиво, П. Ф. Тяжелые металлы и экология / П. Ф. Тиво, И. Г. Быцко. – Минск : Юнипол, 1996. – 192 с.

10. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.
11. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственной и продукционной растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1992. – 61 с.
12. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа : ГОСТ 17.4.4.02-84.
13. Петухова, Н. Н. К кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н. Н. Петухова, В. А. Кузнецов // Докл. АН Беларуси. – 1992. – Т. 26, № 5. – С. 461–465.
14. Об утверждении Гигиенических нормативов 2.1.7.12-1-2004 «Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве» : постановление Главного государственного санитарного врача Респ. Беларусь, 25. февр. 2004 г., № 28 // Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2004. – 30 с.
15. Виноградов, А. П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры / А. П. Виноградов // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555–571.
16. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве / Б. А. Ревич, Ю. Е. Саэт, Р. С. Смирнова. – М. : ИМГРЭ, 1990. – 462 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 12.07.2016

Taukach G.W., Pazniak S.S. Features of Accumulation of Heavy Metals in Sod-Podzolic Soils of the Garden Association of Brest Region

This article provides information about the features of the local content of total heavy metals in sod-podzolic soils on the territory of of the garden association of Brest region.

Г.Е. Хомич¹, Н.К. Саваневский²

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

²канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕННОГО ВНИМАНИЯ НА АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТОПОГРАФИЮ УСЛОВНОЙ НЕГАТИВНОЙ ВОЛНЫ И ПОЗДНЕГО ПОЗИТИВНОГО КОМПЛЕКСА

В статье представлены результаты исследования распределения фокуса максимальной выраженности амплитудно-временных характеристик условной негативной волны и позднего позитивного комплекса по областям коры больших полушарий у детей и взрослых.

Введение

Поступающая в мозг человека информация воспринимается более эффективно только в случае привлечения к ней активного внимания, благодаря которому осуществляется качественный отбор и анализ воспринимаемых сигналов. Для исследования внимания широко используются электрофизиологические методы и, в частности, метод вызванных потенциалов. Возрастные особенности параметров слуховых вызванных потенциалов (СВП) при разном напряжении внимания способствуют углублению понимания механизмов организации этой психофизиологической функции и позволяют представить ее как динамический процесс, постепенно совершенствующийся в онтогенезе.

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

СВП представляют собой последовательность негативных и позитивных волн, возникающих после подачи стимула. Направленное внимание в период ожидания сигнала, его восприятия и анализа сопровождается возникновением, а также изменением характеристик таких составных элементов СВП, как условная негативная волна (УНВ), негативные волны N_{200} и N_{500} , позитивная волна P_{300} и поздний позитивный комплекс [2–4]. Исследование возрастных особенностей направленного внимания является актуальной задачей в теоретическом и практическом плане, т.к. способствует поискам методов эффективного влияния на процесс восприятия слуховой информации, что имеет большое значение для повышения эффективности обучения и воспитания детей и подростков.

Установлено, что направленное внимание во время поступления и анализа информации сопровождается генерацией и изменением амплитудно-временных характеристик негативностей N_{200} и N_{500} , позитивности P_{300} и позднего позитивного комплекса (ППК), регистрируемых электроэнцефалографическим методом с разных областей коры больших полушарий [1–3]. Показано, что эти изменения неодинаково проявляются в условиях внимания и невнимания, а также имеют возрастные особенности, обусловленные постепенным и гетерохронным созреванием различных областей коры головного мозга в онтогенезе [3–6].

Недостаточно изученными в возрастном аспекте пока остаются электроэнцефалографические корреляты внимания, вызываемые поступлением слуховых сигналов,

а также локализация фокуса максимальной выраженности амплитудно-временных характеристик УНВ и ППК в различных областях коры больших полушарий, что и явилось целью нашего исследования.

Объект и методика исследований

В работе исследовались амплитудно-временные параметры компонентов слуховых вызванных потенциалов у детей и взрослых на стимулы, требующие разной степени привлечения внимания. Исследование выполнено на базе лаборатории нейро- и психофизиологии НИИ физиологии детей и подростков Российской Академии образования.

Эксперимент проведен на испытуемых трех возрастных групп. Первую группу составили 15 школьников 7–8 лет, вторую – 15 учащихся в возрасте 9–10 лет, в третью группу вошли 15 взрослых людей 20–40 лет. Все обследуемые относились к 1-й и 2-й группам здоровья, имели нормальную остроту слуха. В экспериментальные группы подбирались только праворукие испытуемые с высоким коэффициентом правшества.

Во время обследования испытуемый находился в затемненной звукоизолированной камере в положении сидя, с закрытыми глазами. В эксперименте использовалась парадигма, включающая две пары звуковых стимулов, предъявлявшихся в случайном порядке. Интервал между стимулами в паре составлял 1,0 с. Одна пара стимулов S_1 – S_2 состояла из двух одинаковых звуковых тонов низкой частоты (400 Гц), была легко отличима от второй пары и не вызывала напряжения внимания испытуемого. Вторая пара включала в себя высокочастотный (1250 Гц) стимул S_3 и такой же по частоте стимул S_4 , но громче настолько, чтобы для его различения требовалось напряжение внимания.

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

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

Результаты исследований и их обсуждение

Распределение фокуса максимальной выраженности амплитуды, пиковой латентности и длительности УНВ у детей и взрослых в ожидании стимулов S_2 и S_4 , различающихся по степени привлечения внимания, представлено в таблицах 1, 2 и показано на рисунке 1.

Как видно на рисунке 1, у детей 7–8 лет амплитуда УНВ регистрировалась выше всего в лобной области независимо от того, какой стимул ожидал испытуемый.

Из данных, приведенных в таблицах 1 и 2, следует, что ни в одной из исследуемых областей коры больших полушарий, за исключением затылочной; в этой группе детей не обнаруживалось достоверных различий при сравнении амплитуд УНВ в межстимульных интервалах S_1 – S_2 и S_3 – S_4 . В затылочном отделе коры негативность регистрировалась в ожидании стимула S_2 и отсутствовала в ожидании S_4 .

Таблица 1. – Амплитудно-временные показатели УНВ в сагиттальных отведениях затылочной (О), теменной (Р), центральной (С) и лобной (F) областей коры в межстимульном интервале С₁–С₂ у лиц разного возраста ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Возраст, лет	Область коры больших полушарий			
		О	Р	С	F
Амплитуда, мкВ	7–8	2,8 ± 0,2	4,8 ± 0,6	5,9 ± 0,8	10,6 ± 1,0
	9–10	–	1,6 ± 0,2	10,8 ± 1,0	18,2 ± 1,3
	20–40	–	3,0 ± 0,3	7,6 ± 0,7	6,6 ± 0,8
	P ₂₋₁		<0,001	<0,001	<0,001
	P ₃₋₁		<0,05		<0,01
	P ₃₋₂		<0,001	<0,05	<0,001
Пиковая латентность, мс	7–8	893,5 ± 28,8	902,5 ± 25,1	811,5 ± 21,6	801,5 ± 22,9
	9–10	–	990,0 ± 28,3	626,5 ± 28,5	725,0 ± 38,3
	20–40	–	986,4 ± 27,8	988,8 ± 34,1	990,0 ± 34,6
	P ₂₋₁		<0,05	<0,001	<0,001
	P ₃₋₁		<0,05	<0,001	<0,001
	P ₃₋₂		–	<0,001	<0,001
Длительность, мс	7–8	250,2 ± 17,3	496,3 ± 29,4	691,2 ± 32,8	634,0 ± 35,6
	9–10	–	60,0 ± 21,5	664,3 ± 34,7	610,0 ± 32,9
	20–40	–	262,3 ± 28,1	300,0 ± 22,3	501,6 ± 28,4
	P ₂₋₁		<0,001	–	–
	P ₃₋₁		<0,001	<0,001	<0,01
	P ₃₋₂		<0,001	<0,001	<0,05

Примечание. – P₂₋₁ обозначает достоверность различий между показателями УНВ у 9–10-летних испытуемых и 7–8-летних; P₃₋₁ – между показателями у 20–40-летних и 7–8-летних; P₃₋₂ – между показателями у 20–40-летних испытуемых и 9–10-летних. Проверк означает отсутствие достоверных различий или отсутствие показателя для сравнения.

В значениях пиковой латентности УНВ у 7–8-летних школьников прослеживалась зависимость от степени привлечения внимания к стимулу: в центральных и лобных областях в условиях ожидания наиболее привлекающего внимание стимула С₄ пиковая латентность волны достоверно увеличивалась по сравнению со значениями, отмечавшимися в межстимульном интервале С₁–С₂.

Сравнительный анализ длительности УНВ в ситуации ожидания стимулов, различающихся по степени привлечения внимания, показал, что продолжительность волны в теменной, центральной и лобной областях коры у 7–8-летних детей достоверно больше в межстимульном интервале С₁–С₂, чем в С₃–С₄.

Учитывая заданный инструкцией и парадигмой статус стимулов С₂ и С₄, этот факт можно считать еще одним нейрофизиологическим свидетельством тому, что у детей младшего возраста активация, связанная с ожиданием, захватывает более обширные области коры и продолжается более длительный срок, чем нервные процессы, составляющие основу направленного внимания.

Независимо от направленности внимания на стимул длительность УНВ увеличивалась в направлении от затылочных отделов коры к центральным и лобным.

В группе 9–10-летних школьников были выявлены следующие изменения амплитуды УНВ, связанные с напряжением внимания: в теменной и центральной областях наблюдалось достоверное увеличение амплитуды волны соответственно в 2,5 и 1,3 раза в межстимульном интервале С₃–С₄ по сравнению с регистрируемой УНВ в интервале С₁–С₂. В лобной области существенных различий амплитуды не наблюдалось.

Таблица 2. – Амплитудно-временные показатели УНВ в сагиттальных отведениях затылочной (О), теменной (Р), центральной (С) и лобной (F) областей коры в межстимульном интервале С₃–С₄ у лиц разного возраста ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Возраст, лет	Области коры больших полушарий			
		О	Р	С	F
Амплитуда, мкВ	7–8	–	3,8 ± 0,4	7,0 ± 0,8	10,8 ± 1,3
	9–10	–	4,0 ± 0,4	14,0 ± 1,2	21,0 ± 2,9
	20–40	–	5,0 ± 0,6	16,0 ± 1,5	15,3 ± 1,4
	P ₂₋₁		–	<0,001	<0,01
	P ₃₋₁		–	<0,001	<0,05
	P ₃₋₂		–	–	–
Пиковая латентность, мс	7–8	–	940,2 ± 26,4	900,4 ± 31,2	980,5 ± 26,3
	9–10	–	925,3 ± 27,7	820,3 ± 30,3	815,1 ± 25,9
	20–40	–	980,2 ± 25,3	570,7 ± 26,1	560,6 ± 23,1
	P ₂₋₁		–	–	<0,001
	P ₃₋₁		–	<0,001	<0,001
	P ₃₋₂		–	<0,001	<0,001
Длительность, мс	7–8	–	203,5 ± 23,5	400,5 ± 26,9	540,2 ± 24,8
	9–10	–	220,3 ± 24,6	643,7 ± 37,3	670,4 ± 29,1
	20–40	–	520,1 ± 27,8	665,4 ± 35,8	685,0 ± 27,3
	P ₂₋₁		–	<0,001	<0,001
	P ₃₋₁		<0,001	<0,001	<0,001
	P ₃₋₂		<0,001	–	–

Примечание. – P₂₋₁ обозначает достоверность различий между показателями УНВ у 9–10-летних испытуемых и 7–8-летних; P₃₋₁ – между показателями у 20–40-летних и 7–8-летних; P₃₋₂ – между показателями у 20–40-летних испытуемых и 9–10-летних. Прочерк означает отсутствие достоверных различий или отсутствие показателя для сравнения.

Достоверные изменения пиковой латентности УНВ выявлены только в центральной доле коры больших полушарий. При ожидании требующего напряжения внимания стимула С₄ регистрировалось увеличение этого показателя.

В отличие от 7–8-летних детей, у которых длительность УНВ была больше в межстимульном интервале С₁–С₂, у 9–10-летних школьников обнаружена тенденция к увеличению длительности негативности в условиях ожидания стимула С₄. В теменной области это увеличение было достоверным и превышало величину длительности УНВ в ожидании С₂ на 267,2 %.

Наиболее выраженная зависимость амплитудно-временных характеристик УНВ от степени привлечения внимания к стимулу обнаруживалась у взрослых испытуемых. Так, амплитуда негативности в условиях ожидания привлекающего внимание стимула С₄ была достоверно больше во всех исследуемых областях коры больших полушарий.

Фокус максимальной выраженности амплитуды волны находился в центральной области и не зависел от степени напряжения внимания.

В условиях напряженного внимания к стимулу наблюдалось значительное уменьшение пиковой латентности УНВ в центральном и фронтальном отделах коры.

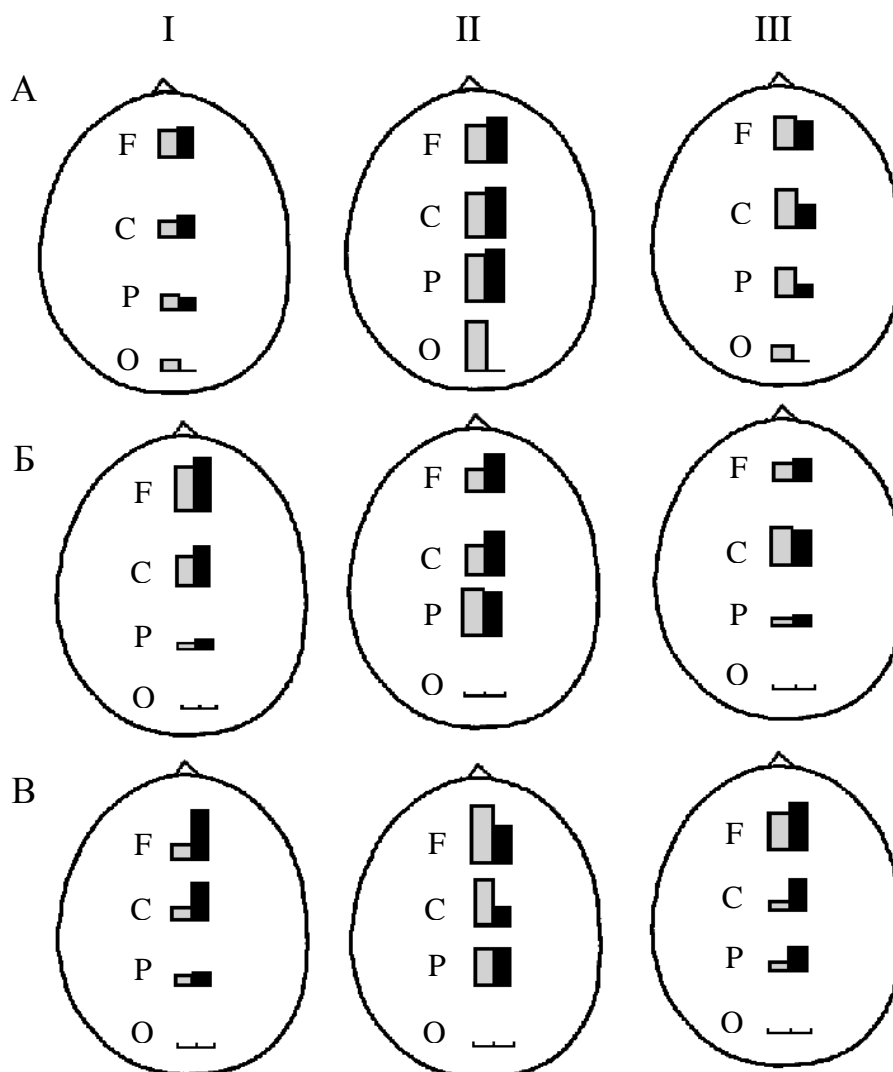


Рисунок 1. – Пространственное распределение амплитуды (I), пиковой латентности (II) и длительности (III) УНВ по сагиттальной линии коры больших полушарий у детей 7–8 лет (A), 9–10 лет (Б) и взрослых (В) при ожидании не требующего дифференцировки стимула C_2 (серые) и требующего дифференцировки стимула C_4 (черные столбики). О, Р, С, F – затылочная, теменная, центральная и лобная области коры соответственно.

Длительность УНВ на более привлекающий внимание стимул C_4 значительно увеличивалась по сравнению с регистрируемой в предвосхищении мало привлекающего внимание стимула C_2 . Следует отметить, что у взрослых испытуемых, так же как и у детей обеих возрастных групп, независимо от направленности внимания на стимул, фокус максимальной выраженности амплитуды и наибольшая длительность УНВ отмечались в центральной и лобной областях коры больших полушарий.

Кроме изучения пространственного распределения амплитудно-временных характеристик УНВ анализировалось распределение значений амплитуды, пиковой латентности и длительности ППК по коре больших полушарий у детей и взрослых в ответах на стимулы, в разной степени привлекающие внимание. Результаты данного анали-

за представлены графически в виде диаграммы на рисунке 2, а численные значения амплитудно-временных параметров ППК приведены в таблицах 3 и 4.

Было установлено, что в ответах на стимул С₂ ППК не обнаруживался у детей 7–8 и 9–10 лет, а регистрировался в СВП только у взрослых испытуемых. Распределение фокуса максимальной активности ППК у них было следующим: наиболее низкие амплитуда и длительность позитивности наблюдались в затылочной и теменной областях. В центральной области коры эти показатели повышались и становились достоверно больше, чем в затылочной и теменной областях (таблица 3).

Таблица 3. – Амплитудно-временные показатели ППК у взрослых испытуемых в сагиттальных отведениях затылочной (О), теменной (Р), центральной (С) и лобной (F) областей коры в СВП на стимул С₂ ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Области коры больших полушарий			
	О	Р	С	F
Амплитуда, мкВ	3,3 ± 0,5	4,1 ± 0,6	9,4 ± 1,2	16,2 ± 1,6
Пиковая латентность, мс	847,6 ± 26,2	835,2 ± 29,2	864,1 ± 28,5	830,2 ± 27,0
Длительность, мс	450,0 ± 33,4	413,6 ± 30,7	513,7 ± 27,3	611,7 ± 25,9

На рисунке 2 видно, что у детей 7–8 и 9–10 лет в СВП на мало привлекающий внимание стимул С₂ ППК не выявлялся ни в одной из исследуемых областей коры.

Таблица 4. – Амплитудно-временные показатели ППК в сагиттальных отведениях затылочной (О), теменной (Р), центральной (С) и лобной (F) областей коры в СВП на стимул С₄ у лиц разного возраста ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Возраст, лет	Области коры больших полушарий			
		О	Р	С	F
Амплитуда, мкВ	7–8	4,6 ± 0,4	5,3 ± 0,6	3,6 ± 0,5	3,3 ± 0,6
	9–10	9,8 ± 0,8	12,6 ± 1,1	7,6 ± 0,8	3,7 ± 0,4
	20–40	7,3 ± 0,6	10,6 ± 1,0	15,3 ± 1,3	19,3 ± 2,1
	P ₂₋₁	<0,001	<0,001	<0,001	–
	P ₃₋₁	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	P ₃₋₂	<0,05	–	<0,001	<0,001
Пиковая латентность, мс	7–8	690,2 ± 21,4	620,1 ± 22,4	970,5 ± 25,9	880,8 ± 22,6
	9–10	560,8 ± 24,0	590,5 ± 27,6	770,0 ± 25,2	920,0 ± 28,6
	20–40	470,2 ± 21,1	475,4 ± 20,0	860,4 ± 28,3	850,1 ± 27,5
	P ₂₋₁	<0,001	–	<0,001	–
	P ₃₋₁	<0,001	<0,001	<0,01	–
	P ₃₋₂	<0,01	<0,01	<0,05	–
Длительность, мс	7–8	520,6 ± 25,5	510,2 ± 25,0	400,8 ± 24,9	320,5 ± 27,6
	9–10	850,3 ± 32,6	750,6 ± 24,0	400,7 ± 28,3	150,9 ± 16,6
	20–40	800,0 ± 36,0	800,1 ± 37,7	725,4 ± 27,7	500,3 ± 25,7
	P ₂₋₁	<0,001	<0,001	–	<0,001
	P ₃₋₁	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	P ₃₋₂	–	–	<0,001	<0,001

Примечание. – P₂₋₁ обозначает достоверность различий между показателями УНВ у 9–10-летних испытуемых и 7–8-летних; P₃₋₁ – между показателями у 20–40-летних и 7–8-летних; P₃₋₂ – между показателями у 20–40-летних испытуемых и 9–10-летних. Прочерк означает отсутствие достоверных различий или отсутствие показателя для сравнения.

В ответах на требующий напряжения внимания стимул С₄ амплитуда и длительность ППК у детей обеих возрастных групп были более выражены в затылочных и теменных отделах коры, а пиковая латентность комплекса в этих областях была, наоборот, меньше, чем в передних отделах коры (таблица 4, рисунок 2).

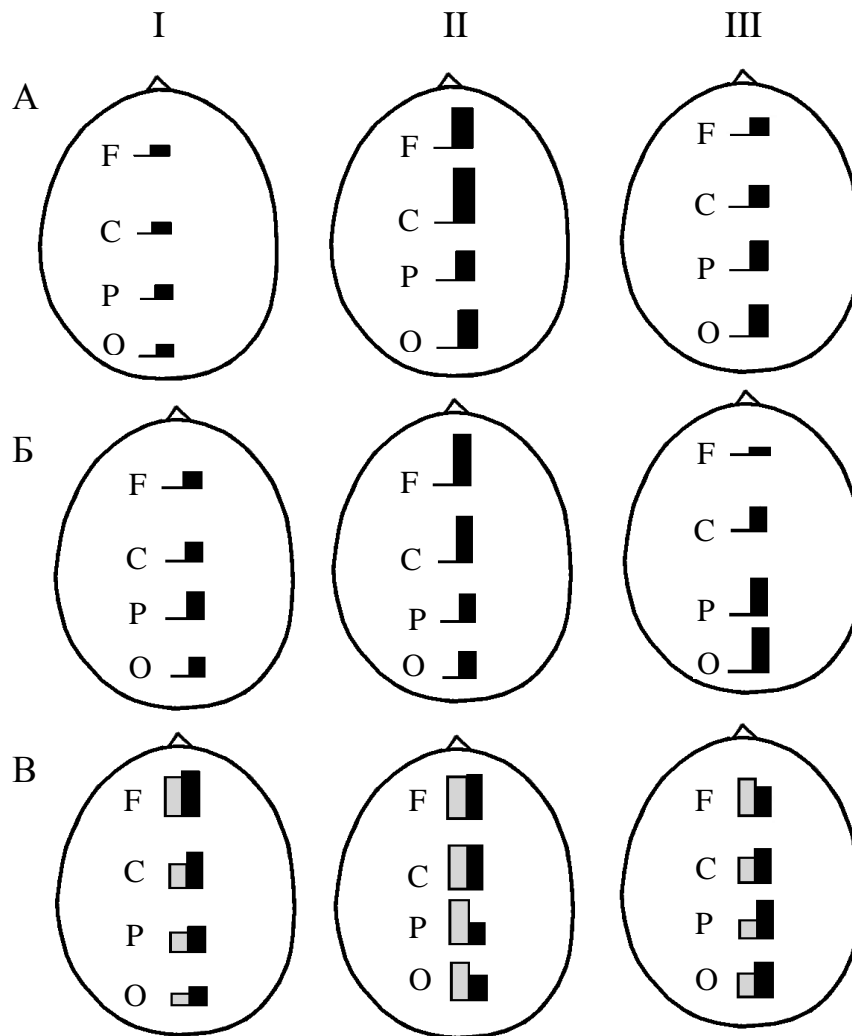


Рисунок 2. – Пространственное распределение амплитуды (I), пиковой латентности (II) и длительности (III) ППК по сагиттальной линии коры больших полушарий у детей 7–8 лет (А), детей 9–10 лет (Б) и взрослых (В) при ожидании не требующего дифференцировки стимула С₂ (серые) и требующего дифференцировки стимула С₄ (черные столбики). О, Р, С, F – затылочная, теменная, центральная и лобная области коры соответственно.

У взрослых испытуемых (рисунок 2, В) ППК регистрировался во всех исследуемых областях коры в ответах на стимулы С₂ и С₄. При этом амплитудно-временные параметры комплекса в СВП на стимул, требующий большого напряжения внимания, значительно отличались от наблюдавшихся на мало привлекающий внимание стимул С₂. Было обнаружено, что амплитуда ППК в затылочной, теменной и центральной областях в ответах на привлекающий в большей степени внимание стимул С₄ значительно больше, чем в СВП на стимул С₂. В лобной области амплитуда ППК была максимальной на оба стимула.

Значения пиковой латентности ППК у взрослых испытуемых были достоверно меньше в затылочной и теменной областях на стимул С₄ по сравнению с таковым

на стимул C_2 . В ответах на стимул C_2 пиковая латентность ППК существенно не различалась в разных областях коры, а в СВП на стимул C_4 этот показатель был достоверно выше в центральных и лобных отделах коры больших полушарий.

Длительность ППК в затылочном, теменном и центральном отделах коры была больше, а в лобной области меньше в ответах на требующий напряжения внимания и оценки сигнал C_4 , чем в ответах на C_2 .

Заключение

1. Предстимульное внимание у детей младшего школьного возраста (в отличие от взрослых) характеризуется хорошо выраженной ориентировочной реакцией на незначимые слуховые стимулы и недостаточно развитой способностью к удержанию внимания, что проявляется в амплитудно-временных характеристиках условной негативной волны.

2. Незрелость механизмов предстимульного внимания у детей существенно сказывается на последующем анализе слуховой информации, что проявляется в меньшей значимости ситуации ожидания для заключительных этапов оценки информации и принятия решения. Свидетельством тому является меньшая, чем у взрослых, выраженность позднего позитивного комплекса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Näätänen, R. Attention and brain function / R. Näätänen. – New Jersey : Erlbaum Associates, 1992. – 192 p.
2. Николлс, Дж. Т. От нейрона к мозгу / Дж. Т. Николлс, А. Р. Мартин, Б. Дж. Валлас. – М., 2003. – 672 с.
3. Савченко, Е. И. Онтогенетические особенности развития медленных негативных и позитивных потенциалов при выполнении зрительной перцептивной задачи / Е. И. Савченко, Д. А. Фарбер // Журн. высш. нервной деятельности. – 1990. – Т. 40, № 1. – С. 29–36.
4. Бетелева, Т. Г. Возрастные особенности соотношения произвольного и произвольного анализа при опознании изображений / Т. Г. Бетелева // Журн. высш. нервной деятельности. – 1992. – Т. 42, № 1. – С. 3–11.
5. Tervaniemi, M. Pre-attentive processing of complex auditory information in the human brain / M. Tervaniemi. – Helsinki, 1997. – 436 p.
6. Хомич, Г. Е. Возрастные изменения слуховых вызванных потенциалов на стимул, требующий различения и сопровождающийся двигательной реакцией / Г. Е. Хомич, Н. К. Саваневский // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2012. – № 2. – С. 48–53.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 18.02.2016

Savaneuski M.K., Khomich H.E. Effect of Goal-directed Attention on Some Time and Amplitude Characteristics and Topography of Contingent Negative Variation and Later Positive Complex

The article deals with the focus distribution analysis of some time and amplitude characteristics of contingent negative variation and late positive complex registered in different cortical areas by children and adults.

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

УДК 913:332.1

И.И. Запрудский

*аспирант каф. экономической географии Беларуси и государств Содружества
Белорусского государственного университета*

СИСТЕМНО-СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД В ИССЛЕДОВАНИИ ФОРМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Анализируется история становления системно-структурного подхода в географической науке. В историческом обзоре автор особое внимание уделяет белорусским исследователям и основным научным центрам Беларуси, где с использованием системно-структурного подхода, проводились исследования территориальной организации хозяйства республики. При этом определяются основные свойства и процессы, характерные исследуемым системам с точки зрения социально-экономической географии. Автор рассматривает системно-структурный подход как теоретический фундамент изучения форм территориальной организации промышленности. Выделено несколько этапов выявления форм территориальной организации промышленности с точки зрения системного анализа и представлены наиболее используемые методы на каждом этапе. Автор отмечает, что в территориальной организации промышленности Беларуси на современном этапе формируются новые пространственные формы производства. Одной из таких форм является Минская промышленная агломерация, выделение которой в пространственном каркасе экономики республики предлагает автор. Особое внимание в статье уделено классификации форм территориальной организации промышленного производства, характерной Республике Беларусь.

Введение

Системно-структурный, либо геосистемный, подход в общественной географии – это научное направление, в основе которого лежит представление об антропосфере как о сложной общественной системе, состоящей, в свою очередь, из дискретных систем меньшего ранга. Общественные системы различного ранга состоят из отдельных элементов, подсистем и звеньев. Существующие связи между отдельными элементами системы образуют ее структуру.

В советской географической науке геосистемная парадигма утвердилась в физической географии. Здесь следует выделить таких исследователей, как В.Б. Сочава, А.Г. Исаченко, А.Н. Ласточкин и др. Первое определение геосистемы как особого класса управляемых систем земного пространства всех размерностей, где отдельные компоненты находятся в системной связи друг с другом и как целостность взаимодействуют с космическим пространством и человеческим обществом, дал В.Б. Сочава [1, с. 14].

В экономико-географической школе советского периода системно-структурный подход стал применяться к вопросам районообразования. Здесь следует выделить таких ученых, как Н.Т. Агафонов, П.Я. Бакланов, М.К. Бандман, А.Г. Гранберг, И.М. Маергойз, Б.С. Хорев, А.Т. Хрущев, А.И. Чистобаев, М.Д. Шарыгин и др. Велика роль в становлении системно-структурного подхода и концепции территориальной организации общества основоположников районного направления в экономической географии СССР Н.Н. Баранского, Н.Н. Колосовского и Ю.Г. Саушкина.

Геосистемный подход получил применение в научных трудах зарубежных исследователей. Становление данного подхода связано с именами К. Зауэра, Н. Винера, Л. Фон Берталанфи. Подход получил свое дальнейшее развитие в школе пространственного анализа и в развитии теорий кумулятивного роста (В. Изард, У. Бунге, П. Хагетт, Т. Хёгерstrand, Ф. Перру, Ж. Будвиль и др.). Системно-структурный подход применяется в современной теории региональных промышленных кластеров М. Портера и М. Энрайта.

Следует отметить, что использование системно-структурного подхода в качестве основного инструмента анализа размещения промышленного производства в БССР и планирования его развития широко применялось белорусскими исследователями. В республике можно выделить четыре научных центра, где проводились исследования территориальной организации хозяйства БССР:

1) Институт экономики АН БССР (А.Д. Павлова, Г.А. Гинзбург, Л.В. Козловская и др.);

2) НИИ экономики и экономико-математических методов планирования при Госплане БССР (В.Ф. Медведев, Я.М. Александрович, А.В. Богданович и др.);

3) коллектив НПРОП «БелНИИПрградостроительства», перманентно разрабатывающий Генеральную схему комплексной территориальной организации (ГСКТО) Беларуси;

4) географический факультет БГУ (А.Я. Малышев, И.И. Трухан, Л.А. Павлович, В.В. Некриш, В.П. Сидоренко и др.).

С точки зрения системно-структурного подхода территориальная организация промышленности (ТОП) представляет собой многоуровневую систему, которая характеризуется определенным набором свойств и изменяется под воздействием ряда протекающих процессов. Основными свойствами, которые характеризуют исследуемую систему, являются целостность, взаимозависимость системы и геосреды, территориальная и структурная иерархичность, эмерджентность, взаимодополняемость, а также цикличность либо стадийность ее развития.

Изменение территориальной организации промышленности во времени, ее цикличность связана с функционированием различных процессов, основными из которых выступают концентрация, дифференциация, интеграция и самоорганизация промышленной системы. Особое место занимает *научно-технический прогресс*, который усложняет не только отраслевую, но и территориальную структуру промышленности. Появление новых технологий и товаров предопределяет будущее развитие всей мировой промышленной системы.

Процесс *пространственной концентрации* является одним из основополагающих в территориальной организации общества. По мнению российского географа А.А. Ткаченко, данный процесс вызван тем фактом, что отдельные участки земной поверхности в силу своего положения или каких-либо других свойств обладают повышенной привлекательностью и поэтому становятся местами сосредоточения населения и его деятельности [2, с. 220]. Вопросами исследования и оценки эффективности пространственной концентрации промышленных производств занимались белорусские ученые-экономисты Л.В. Козловская и А.Д. Павлова. Экономисты большое внимание уделяли вопросам оптимизации территориальной концентрации на различных уровнях генерализации. По мнению белорусских ученых, при разработке оптимальной схемы концентрации промышленности в исследуемых пунктах и его выполнении можно достичь наиболее эффективной территориальной организации производства, обеспечивающей решение социальных задач, стоящих перед обществом [3, с. 237]. В 1975 г. была издана монография Л.В. Козловской «Территориальная концентрация промышленности (экономические и социальные аспекты)» [4]. В этой научной работе рассматривается сущность и выделяются факторы территориальной концентрации промышленности. Автор была одним из первых советских ученых, отметивших важное значение инфраструктуры в размещении производительных сил. Как отмечает Л.В. Козловская, «эффект от создания и более полного набора и укрупнения объектов производственной и социальной инфраструктуры настолько существенен, что может перекрывать эффект от приближения к источникам сырья и топлива даже отраслей с ярко выраженной топливно-сырьевой ориентацией в размещении [4, с. 17].

Процесс *территориальной дифференциации* связан с процессом концентрации и обусловлен взаимодействием разнообразных природных и социально-экономических факторов. Важнейшим из них, усиливающим территориальную дифференциацию промышленности, выступает географическое разделение труда, которое определяет контрастность экономического пространства.

Важным процессом функционирования территориальной организации промышленности является *процесс создания и размещения новых производств*, появление новых элементов системы. Процесс *интеграции* обуславливает вовлечение всех элементов системы в технологический процесс, усиливает процесс внедрения новых технологий и разработок.

Перспективность системно-структурного подхода в социально-экономической географии и региональной экономике отмечал Э.Б. Алаев, считая, что оптимизация размещения производительных сил, расселения сводится в конечном счете к поиску наиболее рациональных структур, а реализация рекомендаций есть превращение этих структур из потенциальных в функционирующие, т.е. системы [5, с. 240].

Результаты научных изысканий советских и белорусских исследователей утвердили мнение, что в основе изучения территориальной организации общества и ее составных частей на глобальном, региональном или локальном уровнях лежит системно-структурный, либо геосистемный, подход. С общенаучной точки зрения системно-структурный подход представляет собой направление методологии научного исследования, в основе которого лежит рассмотрение объекта как целостного множества элементов и совокупности отношений и связей между ними [6, с. 233].

Современные формы территориальной организации промышленности

Понятие формы размещения производительных сил можно определить как устойчивые «экономико-географические образования, характеризующиеся размерностью, конфигурацией, плотностью и взаимным расположением структурных элементов; причем эти характеристики тесно связаны с функциональными характеристиками данного образования и зависят от них» [5, с. 192]. Формы территориальной организации промышленного производства отличаются по своим масштабам, вовлеченности элементов территориальной структуры в кооперационные связи, динамике развития и т.д. В свою очередь, территориальная организация промышленного производства представляет собой сложную систему, которая в рыночных условиях экономики стремится к непрерывному совершенствованию своей структуры, образуя новые, более конкурентоспособные формы производства.

Для выявления и исследования форм территориальной организации промышленного производства используется системный анализ. Системный анализ является методическим фундаментом системно-структурного подхода и представляет собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными, или элементами, исследуемой системы. Он базируется на статистических и математических методах, а также на методах моделирования, кластеризации, структурирования и т.д. С точки зрения системного анализа можно выделить несколько этапов выявления форм территориальной организации промышленности, которые отражены в таблице 1. На всех этапах исследования должен сохраняться принцип абстрагирования, т.к. объект исследования представляет собой систему, все свойства которой изучить сложно, а в некоторых случаях практически невозможно. Исследователю необходимо упростить систему без потери сложности взаимовлияния элементов, поэтому ученый изучает только те свойства системы, которые его интересуют, накладывая определенные ограничения и условия на остальные ее свойства.

Таблица 1. – Этапы выявления форм территориальной организации промышленности (составлена автором)

№	Этап	Основные используемые методы
I	Исторический анализ исследуемой формы ТОП	Историко-географические
II	Определение уровня иерархии изучаемой формы ТОП на современном этапе	Сравнительно-географические
III	Определение ее элементарного состава	Статистические
IV	Выявление системообразующих связей	Математические
V	Выявление конкретных структур как жесткой связи элементов системы	Методы структурирования, моделирования и кластеризации
VI	Определение ареала, на котором функционирует данная форма ТОП	Методы экономико-географического районирования
VII	Оценка значимости исследуемой системы, ее влияния на ТОП	Прогнозирование, рейтинговый анализ, рэнкинг

На основе системно-структурного подхода в районной школе советской социально-экономической географии в Беларуси выделялись следующие формы территориальной организации промышленности, отличающиеся как масштабом, так и характером связей в системе:

1) промышленные пункты – населенные пункты, возникшие при промышленных предприятиях;

2) промышленные центры – населенные пункты с двумя и более предприятиями, в которых промышленность является главной градообразующей базой и основной отраслью специализации;

3) промышленные узлы – населенные пункты с сочетанием на определенной территории предприятий и учреждений производственной и непромышленной сфер, обеспечивающих единство и комплексность развития данной территории.

На современном этапе в территориальной структуре промышленности Беларуси следует выделить Минскую промышленную агломерацию. Промышленная агломерация – это скопление городов, в которых промышленные предприятия связаны между собой элементами кооперации и играют главную градообразующую роль. Минская промышленная агломерация характеризуется высокой территориальной близостью производства и наличием кооперационных связей между предприятиями. Это передовой регион республики. В настоящее время в границах Минской промышленной агломерации концентрируется до 30% всего промышленного производства. Здесь сосредоточены наиболее наукоемкие производства, а также крупнейшие предприятия автотракторостроения, наиболее значимые высшие учебные заведения страны. Население г. Минска составляет 1/5 населения Беларуси и аккумулирует около 80% всех квалифицированных специалистов и инженеров. Следовательно, Минская промышленная агломерация является наиболее благоприятным регионом для привлечения иностранных инвестиций, а также для строительства промышленных предприятий нового поколения. Исследование современной территориальной структуры Минской промышленной агломерации для разработки мер по совершенствованию промышленной политики в республике является актуальной задачей современной белорусской науки [7].

В условиях формирования рыночной экономики на постсоветском пространстве стали образовываться новые формы территориальной организации промышленного производства. К ним можно отнести региональные промышленные кластеры, промышленные холдинговые компании, технопарки, инновационные инкубаторы и индустриальные парки. С определенной долей условности все многообразие форм территориальной организации промышленного производства в Беларуси отражено в таблице 2.

Таблица 2. – Классификация форм территориальной организации промышленного производства в Беларуси по уровню пространственной иерархии (составлена автором)

	Локальные (в пределах поселений)	Образования областного значения	Национальные
Образованные процессами самоорганизации	Локальные промышленные кластеры	Региональные промышленные кластеры	
Созданные целенаправленно органами власти в условиях плановой экономики	Промышленные пункты, центры	Промышленные узлы	Промышленная агломерация
Создаваемые целенаправленно органами власти в условиях рыночной экономики	Технопарки; научные парки; бизнес-инкубаторы	Инновационно-технологические центры; индустриальные парки	Промышленная холдинговая компания; парк высоких технологий

В современной социально-экономической науке особой формой территориальной организации промышленности, наиболее передовой с точки зрения рыночной устойчивости и конкурентных преимуществ являются региональные кластеры. В 1990 г. М. Портер, известный экономист, специалист в области конкурентных преимуществ, опубликовал статью «Конкурентные преимущества стран» [8], которая стала отправной точкой развития кластерной теории. Согласно М. Портеру, кластер представляет собой «сконцентрированные по географическому признаку группы взаимосвязанных компаний, специализированных поставщиков, поставщиков услуг, фирм в соответствующих отраслях, а также связанных с их деятельностью организаций (например, университетов, агентств по стандартизации, а также торговых объединений) в определенных областях, конкурирующих, но вместе с тем и ведущих совместную работу» [8].

Становление концепции региональных кластеров также связано с именами таких зарубежных ученых, как С. Розенфельд, М. Энрайт, Э. Бергман, Э. Фезер и др. Идентификация кластерных структур на территории Беларуси с целью повышения общей конкурентоспособности регионов страны является актуальной задачей в рамках общественной географии.

Заключение

Системно-структурный подход сформировался в 70–80 гг. XX в. и существенно обогатил категориальный аппарат общественной географии. На современном этапе развития науки является одним из наиболее востребованных в области изучения территориальной организации общества и ее составных частей.

Системно-структурный подход широко используется для выявления форм территориальной организации промышленности и позволяет решать практически весь круг задач, стоящих перед географией мирового хозяйства, страноведением, георбанистикой и другими географическими науками. Данный подход позволяет выделять в составе национального промышленного производства иерархические уровни и территориальные сочетания, которые с точки зрения онтологии существуют в пространстве. Выделение форм территориальной организации промышленности позволяет наиболее наглядно и достоверно отразить размещение промышленных предприятий в пространстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука, 1978. – 319 с.
2. Ткаченко, А. А. Некоторые элементы общей теории территориальной организации общества / А. А. Ткаченко // Социально-экономическая география: традиции и современность / под ред. А. И. Шкириной и В. Е. Шувалова. – М. – Смоленск : Ойкумена, 2009. – 347 с.
3. Эффективность концентрации промышленных производств / под ред. Л. В. Козловской и А. Д. Павловой. – Минск : Наука и техника, 1970. – 248 с.
4. Козловская, Л. В. Территориальная концентрация промышленности (экономические и социальные аспекты) / Л. В. Козловская. – Минск : Наука и техника, 1975. – 160 с.
5. Алаев, Э. Б. Социально-экономическая география : понятийно-терминологический словарь / Э. Б. Алаев. – М. : Мысль, 1983. – 350 с.
6. Социально-экономическая география: понятия и термины : словарь-справочник / отв. ред. А. П. Горкин. – Смоленск : Ойкумена, 2013. – 328 с.
7. Регионы Республики Беларусь : стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: belstat.gov.by.
8. Porter, M. E. The Competitive Advantage of Nations / M. E. Porter // Harvard Business Review. – 1990. – March – April. – P. 73–93

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 05.01.2016

Zaprudski I.I. System-Structural Approach to the Study of Forms of Territorial Organization of Industrial Production

This article examines the history of the formation of system-structural approach in geographical science. The author examines the system-structural approach as a theoretical foundation for the study of the forms of territorial organization of industry. Special attention is given to the classification of the forms of territorial organization of industrial production, which is characteristic of the Republic of Belarus.

УДК528.94;911.52;504.054;504.064

Г.И. Марцинкевич¹, Д.А. Трофимчук²¹*д-р геогр. наук, проф. каф. географической экологии
Белорусского государственного университета*²*магистр геогр. наук, аспирант каф. географической экологии
Белорусского государственного университета***ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ Г. БРЕСТА
И ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТОВ**

Рассмотрены особенности истории развития городской территории и формирования урбандишпафтов, определены критерии их классификации, и представлена схема районирования применительно к городу Бресту. Отличительной особенностью районирования является использование исторического подхода, который позволяет учитывать временные особенности развития города. Этапы застройки города наряду с природными и функционально-планировочными характеристиками учтены в выделении таксона высшего уровня – природно-градостроительного района. Внутри района с учетом разнообразия типов градостроительного использования обособлены более дробные выделы: градостроительные комплексы, или урбандишпафты. На карте урбандишпафтного районирования г. Бреста нашли отражение 8 градостроительных районов и 23 урбандишпафта.

Введение

С географической точки зрения город представляет собой урбосоциоэкосистему, элементами которой являются природная, техногенная и социальная подсистемы, находящиеся в тесной взаимосвязи и взаимозависимости и образующие множество разнообразных структурных сочетаний. Эти сочетания формируются в процессе пространственной (планировочной) организации поселений, которая выступает основным методом проектирования и застройки населенных пунктов. В результате в городском поселении как системе выделяют планировочную, композиционную, функциональную структуру, структуру застройки и другие. С учетом этого территория города может быть разделена на участки, различающиеся преобладанием элементов той или иной подсистемы или своей планировочной организацией, для обозначения которых используются такие термины, как функциональная зона, планировочный район, городской ландшафт, урбандишпафт. Первые два термина являются настолько устоявшимися в градостроительной практике и не требуют специального разъяснения в отличие от двух последних, трактовка которых неоднозначна.

Выбор города Бреста для изучения городских ландшафтов обусловлен несколькими факторами. Во-первых, уникальным географическим положением: город расположен непосредственно у государственной границы с Республикой Польша, что делает невозможным его территориальное развитие в западном направлении. Во-вторых, особенностями истории формирования: Брест – один из древнейших городов Беларуси, возникший в 1019 г. и существовавший у места слияния рек Мухавец и Буг чуть более 800 лет, но затем перенесенный на другое место и начавший развиваться уже с учетом новых политических, социальных и экономических условий. В-третьих, за последние 100 лет город входил в состав четырех государств (Российской империи, Польши, СССР, Республики Беларусь), что нашло отражение в его застройке, планировке, архитектуре.

История формирования города Бреста

Поселение Берестье, расположенное на границе польских и волыньских владений, впервые упоминается в летописи «Повесть временных лет» как торговый город, заложенный в 1019 г. [1]. Его географическое положение необычно: он располагался на островах, образовавшихся при слиянии рек Мухавец и Буг, что обеспечивало доста-

точно надежную защиту населения от набегов внешних врагов. В XI–XIII вв. Берестье известно как крупный торговый центр, а в XIV–XV вв. считалось одним из крупнейших городов Великого Княжества Литовского. В это время город славился не только крупными торговыми ярмарками, проводившимися трижды в год, но и изделиями своих ремесленников. Все это привело к тому, что в 1390 г. Берестье первым из белорусских городов получило Магдебургское право. К концу века население насчитывало свыше 5 тыс. человек, чрезвычайно высокого уровня достигало развитие ремесел [2].

По различным источникам можно восстановить планировочную структуру города того времени [3]. Главными элементами Берестья были замок, обнесенный земляным валом, «место» (собственно город), «Замухавечье» (предместье). Основная городская жизнь концентрировалась на территории города, центр которого располагался на большом острове. Композиционным центром «места» являлась городская площадь; на ней находились ратуша, аптека, фарный костел и Свято-Николаевский собор.

С XVI в. Берестье вошло в состав Речи Посполитой; в нем начал формироваться городской центр с административными зданиями. В 1795 г. в результате третьего раздела Речи Посполитой город вошел в состав Российской Империи и в начале XVIII в. был переименован в Брест-Литовск. В это время в городе проживало около 11 тыс. человек. Знаковым событием в истории города стало утверждение в 1830 г. плана строительства крупного фортификационного сооружения – Брест-Литовской крепости – на месте бывшего замка и городского поселения. В результате строительных работ 1833–1842 гг. прежний город, просуществовавший более 800 лет, был уничтожен, а новую городскую застройку перенесли на 2 км восточнее.

После переноса города на новое место его жилищное строительство воплотило стиль рационального классицизма, господствовавшего в России в этот период времени. Проект предусматривал регулярную, геометрически четкую квартальную застройку территории, сохранившуюся до наших дней в центре современного Бреста. Однако сам Брест-Литовск не сохранил той значимости и влияния, которые имел в Речи Посполитой, и первое время представлял собой обычный уездный город, ставший как бы «приложением» к стратегически важной крепости. Несмотря на это уже в 60-х гг. XIX ст. в Брест-Литовске работали 13 промышленных предприятий, существовали кожевенные, швейные, красильные и другие мастерские. Масштабное железнодорожное строительство в 1869–1886 гг. дало новый толчок развитию города: были построены железнодорожный вокзал и сопутствующая инфраструктура, вагоноремонтные мастерские, чугунолитейный завод. Железные дороги связали Брест-Литовск с Польшей, центром и юго-западом России. По данным первой всероссийской переписи 1897 г., в городе проживали 46 568 человек.

Важной вехой в жизни города стала первая половина XX в., в течение которой Брест-Литовск дважды менял свою геополитическую принадлежность (в 1921 г. он вошел в состав Польши, в 1939 г. – СССР) и пережил все ужасы Великой Отечественной войны. За время войны практически полностью был уничтожен промышленный потенциал города, сильно поврежден жилой фонд, погибли около 40 тыс. жителей.

Генеральный план восстановления и реконструкции Бреста 1948 г. предусматривал совершенствование планировочной структуры города, расчленение его территории на планировочные районы, которые разделялись на промышленные и жилые районы и микрорайоны. В дальнейшем разработаны еще два генеральных плана развития Бреста (1964 и 1976 гг.), по которым была существенно расширена территория города в восточном, северном и южном направлениях, создано несколько промышленных зон, жилых микрорайонов, жилищное строительство начато на левом берегу Мухавца [4; 5]. Численность населения в послевоенный период возросла до 230 тыс. человек.

С 1991 г. по настоящее время идет интенсивное усадебное строительство в периферийной зоне Бреста, а также реконструкция и уплотнение сформировавшейся ранее застройки [6]. В предусмотренной зоне перспективного освоения, предназначенной для дальнейшего развития города до 2030 г. в восточном направлении, планируется возведение многоэтажных жилых домов и ряда промышленных объектов на правом берегу р. Мухавец, а на левом – жилой застройки усадебного типа [7].

Подходы к классификации урболандшафтов

Несмотря на сравнительно короткий промежуток времени, прошедший с момента «второго рождения», развитие Бреста происходило достаточно быстро и в соответствии с теми тенденциями в практике градостроительного проектирования, которые были характерны для каждой временной эпохи.

К настоящему времени в городе сформировались такие же функциональные зоны, которые свойственны любому городскому поселению, и с такой же сложной комплексной внутренней структурой, которая типична для любого из них. Такие структурные элементы функциональной зоны часто называют урбанизированными ландшафтами, или урболандшафтами.

Под урболандшафтом (УЛ) чаще всего понимается городской ландшафт, сформировавшийся в результате длительного градостроительного преобразования территории и характеризующийся однородной природной основой, конкретным набором типов градостроительного использования, определенной социальной структурой [8].

Следовательно, урболандшафт представляет собой природно-антропогенный комплекс, включающий природную и антропогенную составляющие внутри городского ландшафта. К природной относятся генетические особенности природного ландшафта; к антропогенной – элементы техногенной подсистемы города, включающие способ градостроительного использования и механизм функционирования городского образования. Таким образом, термин «урболандшафт» является общим для градостроительных комплексов и объектов низкого ранга.

В настоящее время в географической литературе можно найти достаточно много примеров классификации урболандшафтов, которые различаются по выбору критериев и подходам к процессу классификации. Одни из них учитывают только особенности техногенной подсистемы города [9], другие – как техногенной, так и природной подсистем [10].

Наиболее детально разработанной является геохимическая классификация городских ландшафтов, предложенная Н.С. Касимовым и А.И. Перельманом [11] и поддержанная многими российскими учеными. Она содержит 8 классификационных единиц, каждая из которых выделяется по техногенным (порядок, отдел и раздел) и природным, или природно-техногенным (группа, тип, класс, род, вид) факторам.

Детальная геохимическая классификация городских ландшафтов на примере г. Минска разработана В.С. Хомичем с соавторами [12]. Классификация содержит 5 ступеней и опирается на целый ряд количественных показателей. Однако подобная классификация может быть применена только в пределах города с наличием разветвленной системы мониторинга за состоянием воздуха, воды и почв.

Для средних и больших городов Беларуси предложен и апробирован на примере городов Пинск и Жодино более простой подход к классификации урболандшафтов, содержащий 4 классификационные ступени (класс – тип – группа видов – вид) [13].

Класс ландшафтов отождествляется с понятием «городской ландшафт» и включает всю территорию, подвергшуюся градостроительной трансформации.

Тип выделяется с учетом функций, выполняемых градостроительными объектами, группа видов – с учетом местоположения и характера природного ландшафта, вид – с учетом типа градостроительного использования территории.

Районирование урболандшафтов города Бреста

Приведенные материалы свидетельствуют о том, что в действительности проблема классификации урболандшафтов намного сложнее, чем она представляется априори, в результате чего научный поиск ее решения все еще продолжается. Однако есть другие методы и подходы к изучению городских ландшафтов.

Так, в градостроительной практике издавна существует прием планировочной структуризации, или градостроительного районирования. Ввиду того, что метод районирования хорошо известен в физической географии и ландшафтоведении, мы предприняли попытку разработать систему таксономических единиц и создать карту районирования урболандшафтов г. Бреста.

Для выполнения районирования использованы архивные документы, генеральные планы города от 1946 до 2003 гг., космический снимок Landsat г. Бреста. С помощью этих материалов в пределах территории города удалось выделить 2 соподчиненные таксономические единицы (таблица).

Таблица. – Таксоны районирования урбанизированных ландшафтов г. Бреста

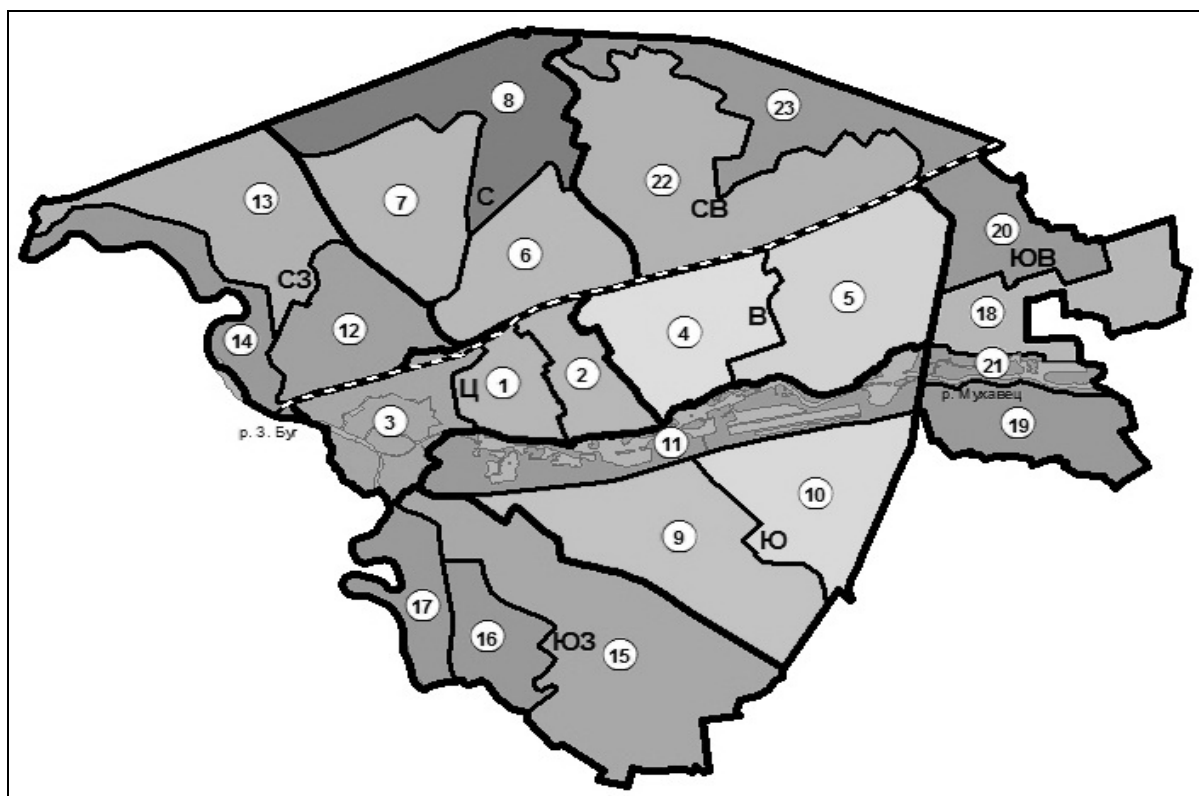
Таксоны	Факторы выделения	Примеры
Городское поселение	Трансформация территории в результате градостроительного освоения	Урбанизированные ландшафты г. Бреста
Природно-градостроительный район	Доминантный тип функционального использования, природный ландшафт, этап градостроительного	Центральный жилой и общественной застройки 1-го этапа освоения на водно-ледниковых ландшафтах
Градостроительный комплекс (урболандшафт)	Особенности застройки и использования территории	Мало- и среднеэтажная и общественная застройка исторического центра

Важной отличительной особенностью предлагаемого районирования является использование исторического подхода, который позволяет учитывать временные особенности развития города, что в условиях городского поселения играет немаловажную роль в его формировании.

Таксон высшего ранга – природно-градостроительный район (ПГР) – выделяется по времени формирования, характеру природного ландшафта и преобладающему типу функционального использования территории.

На карте (рисунок) оконтурено 8 районов, и каждый из них содержит 2–4 более мелких комплекса, отражающих структуру застройки и использования.

С учетом этого обособлены таксоны второго уровня, получившие название градостроительных комплексов (ГК). В сущности, эти комплексы в наибольшей степени характеризуют разнообразие урболандшафтной структуры города, которое представлено 23 урболандшафтными выделами.



I. Ц – Центральный ПГР жилой и общественной застройки 1 этапа освоения на водно-ледниковых ландшафтах: 1) мало- и среднеэтажная и общественная застройка исторического центра; 2) средне- и многоэтажная, общественная и промышленная застройка; 3) туристско-рекреационный комплекс «Брестская крепость», среднеэтажная застройка.

II. В – Восточный ПГР жилой и промышленной застройки 2 и 3 этапов освоения на водно-ледниковых ландшафтах: 4) усадебная, средне- и многоэтажная, промышленная застройка; 5) средне- и многоэтажная, усадебная, общественная, промышленная застройка.

III. С – Северный ПГР жилой и промышленной застройки 2 и 3 этапов освоения на водно-ледниковых и аллювиальных террасированных ландшафтах: 6) усадебная городского типа, многоэтажная, промышленная и коммунально-складская застройка; 7) усадебная городского типа, многоэтажная, промышленная застройка; 8) свободная экономическая зона «Брест» и коммунально-складская застройка.

IV. Ю – Южный ПГР жилой застройки 2 и 3 этапов освоения на пойменных и водно-ледниковых ландшафтах: 9) много- и среднеэтажная, усадебная застройка с парками; 10) многоэтажная, усадебная, промышленная и коммунально-складская застройка; 11) лугопарк со стихийной растительностью и гидропарком.

V. СЗ – Северо-западный ПГР жилой застройки 3 и 4 этапов освоения на пойменных, аллювиальных террасированных и водно-ледниковых ландшафтах: 12) усадебная городского типа, средне- и многоэтажная, промышленная и коммунально-складская застройка; 13) усадебная городского типа и промышленная застройка, пустыри; 14) пограничная зона с лесами, болотами и водоемами.

VI. ЮЗ – Юго-западный ПГР жилой застройки 3 и 4 этапов освоения на пойменных, аллювиальных террасированных и водно-ледниковых ландшафтах: 15) усадебная застройка сельского типа с лесом, водоемами и стихийной растительностью; 16) историко-культурный комплекс «5-й форт» и сельскохозяйственные земли; 17) пограничная зона с лесами, болотами и водоемами.

VII. ЮВ – Юго-восточный ПГР жилой застройки и ландшафтно-рекреационных территорий 4 этапа освоения на пойменных и водно-ледниковых ландшафтах: 18) усадебная и промышленная застройка с водоемами и стихийной растительностью; 19) лесопарк с водоемами и стихийной растительностью; 20) лесопарк с участками стихийной растительности; 21) лугопарк со стихийной растительностью.

VIII. СВ – Северо-восточный ПГР жилой застройки и ландшафтно-рекреационных территорий 4 этапа освоения на водно-ледниковых ландшафтах: 22) усадебная городского типа и промышленная застройка; 23) лесопарк с санитарно-защитными зонами промышленных предприятий.

Рисунок. – Районирование урбандиафтов г. Бреста

Заклучение

Со времени переноса Бреста на новое место в его градостроительном развитии можно выделить четыре этапа.

Первый этап (1836–1946 гг.) – самый длинный в новейшей истории города. Он начинается с момента переноса города на новое место и заканчивается принятием первого послевоенного генерального плана развития города. Для данного периода характерен крайне медленный рост территории и преобладание малоэтажной застройки.

На втором этапе (1946–1964 гг.) произошло восстановление города после Великой Отечественной войны, его укрупнение за счет присоединения близлежащих деревень, а также рост промышленного потенциала.

Третий этап (1964–1992 гг.) характеризуется массовым средне- и многоэтажным жилищным строительством, созданием крупных промышленных предприятий и промышленных районов.

Четвертый этап (1992 г. – настоящее время) характеризуется началом усадебного строительства в периферийных районах города и уплотнением уже существующей застройки.

Необходимо подчеркнуть, что в некоторых районах градостроительное освоение продолжалось на протяжении двух этапов. В результате можно утверждать, что каждый временной этап градостроительного освоения территории г. Бреста имел свои приоритеты и темпы застройки и соответствовал тем социальным запросам, которые предъявлялись обществом к этой сфере деятельности.

В итоге на протяжении первого этапа сформировался Центральный ПГР жилой и общественной застройки, который занимает 7,5% площади города. В течение второго и третьего этапов застраивались Восточный и Северный ПГР жилой и промышленной застройки (10,6% и 14,4% соответственно), а также Южный ПГР жилой застройки (17%). Северо- и Юго-Западный ПГР жилой застройки (11,6 % и 14%) сформировались на 3 и 4 этапах освоения территории. На последнем этапе происходило формирование Северо-Восточного и Юго-Восточного ПГР жилой застройки и ландшафтно-рекреационных территорий (13,7% и 11,2% соответственно).

Отмеченные тенденции освоения и застройки городской территории не только позволили восстановить историю формирования урболандшафтов г. Бреста в определенной временной последовательности, но и создали основу и предпосылки для разработки планировочных мероприятий в каждом конкретном районе для целей оптимизации городской среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рэспубліка Беларусь. Вобласці і раёны : энцыкл. давед. / аўт.-склад. Л. В. Календа. – Мінск : БелЭн, 2004. – С. 13–17.
2. Брест : энцыкл. справочник / под общ. ред. И. П. Шамякина. – Минск, 1987. – 408 с.
3. Воробей, А. В. Планировочная структура долетописного Берестья / А. В. Воробей // Архитектурное наследие Прибужского региона. Проблемы. Исследования. Тенденции развития : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 16–18 мая 2013 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: В. Ф. Морозов [и др.]. – Брест, 2013. – С. 21–29.
4. Гарбуль, П. И. Градостроительство в Бресте в 1950-е годы / П. И. Гарбуль // Берасцейскі хранограф : зб. навук. прац. – Брэст, 1999. – Вып. 2. – С. 316–323
5. Гарбуль, П. И. Развитие города Бреста в середине 1960-х – 1990-е годы: жилищный аспект / П. И. Гарбуль // Восьмые Колесниковские чтения : материалы Респ.

науч. конф., Брест, 17 сент. 2012 г. / Брест. гос. ун-т ; под общ. ред. З. П. Мельниковой. – Брест, 2013. – С. 50–55.

6. Акентьев, А. Брест. Воспоминания о будущем города [Электронный ресурс] / А. Акентьев // Архитектурно-строительный портал. – 2003. – Режим доступа: <https://ais.by/story/37>. – Дата доступа: 27.01.2016.

7. Информация о проекте генерального плана развития города Бреста [Электронный ресурс] // Региональный портал Виртуальный Брест. – 2011. – Режим доступа: <http://virtualbrest.by/news11681.php>. – Дата доступа: 27.01.2016.

8. Фалолеева, М. А. Пространственная структура городских ландшафтов и оценка их экологического потенциала (на примере г. Минска) : автореф. ... дис. канд. геогр. наук : 25.00.23. / М. А. Фалолеева ; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2004. – 21 с.

9. Тютюнник, Ю. Г. Идентификация, структура и классификация ландшафтов урбанизированных территорий / Ю. Г. Тютюнник // География и природ. ресурсы. – 1991. – № 3. – С. 22–28.

10. Дьяконов, К. Н. Экологическое проектирование и экспертиза : учебник для вузов / К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева. – М. : Аспект Пресс, 2002. – 384 с.

11. Касимов, Н. С. Геохимическая систематика городских ландшафтов / Н. С. Касимов, А. И. Перельман // Вестн. Моск. гос. ун-та. Сер. 5, География. – 1994. – № 4. – С. 36–42.

12. Хомич, В. С. Экогеохимия городских ландшафтов / В. С. Хомич, С. В. Какарека, Т. И. Кухарчик. – Минск : Минсктиппроект, 2004. – 260 с.

13. Марцинкевич, Г. И. Урболандшафты г. Пинска: классификация, эколого-геохимическая оценка, способы оптимизации / Г. И. Марцинкевич [и др.] // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2015. – № 3. – С. 72–77.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 09.03.2016

Martsinkevich G.I., Trofimchuk D.A. History of Formation City of Brest and Problems of Studying Urban Landscapes

In the article the peculiarities of the development history of city territories and the formation of urban landscapes have been considered. It's also been defined the criteria of their classification and has been presented the zoning scheme with regard to Brest city. The distinguishing feature of zoning is the use of historical approach which takes into account the temporary particularities of city development. The development stages of the city together with natural, functional and planning characteristics have been taken into account during singling out a taxon of the highest level – a natural and urban area. Also within the area in view of diversity the types of urban planning using is separated out smaller points – the urban planning complexes or urban landscapes. On the map of the urban landscape zoning is reflected 8 urban planning areas and 23 urban landscapes.

УДК 911.373

М.И. Гусенок*аспирант каф. экономической географии Беларуси и государств Содружества
Белорусского государственного университета***ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ**

Рассмотрены вопросы выделения границ сельской местности, функции сельской местности, условия и факторы ее развития. С учетом функций сельской местности и элементов территориальной общности выделены факторы развития сельской местности. Предложена система индикаторов для методики типологического анализа сельской местности современной Беларуси, которая адаптирована к методикам современного сбора статистической информации органами государственной статистики и позволяет учитывать трансформацию функций сельской местности.

Введение

В современной системе географических наук отдельные элементы сельской местности являются объектами исследования частных дисциплин физической и экономической географии. В роли целостного объекта изучения сельская местность стала выступать лишь в 60–90-е гг. XX в. в рамках молодого научного направления – георуралистики (руралистика, руралогия – от лат. *ruralis* – сельский). Сам термин «георуралистика» был впервые употреблен Ю.Г. Саушкиным в 1973 г. в отношении географии сельского населения, в основе которой лежит комплексность исследования сельской местности как среды жизнедеятельности человека [1, с. 208]. Комплексное исследование сельской местности Беларуси актуализируется ее современной трансформацией как части территориальной организации общества, чему способствуют усилившиеся процессы снижения людности сельских населенных пунктов, отток населения в трудоспособном возрасте, изменение возрастной структуры и функций сельских поселений.

Целью исследования является рассмотрение экономико-географических аспектов методов комплексного исследования сельской местности для выявления трансформации функций современной сельской местности Беларуси.

Задачами исследования:

- 1) рассмотрение понятия «сельская местность»;
- 2) изучение функций сельской местности, условий и факторов ее развития;
- 3) разработка системы индикаторов, что позволит оценить функционально-территориальную трансформацию сельской местности Беларуси на уровне районов.

Понятие «сельская местность»

В белорусском законодательстве параллельно соседствуют два определения понятия «сельская местность». В узком смысле под сельской местностью понимается территория, входящая в пространственные пределы сельсоветов, за исключением территорий поселков городского типа и городов районного подчинения [2]. В широком смысле – это территория сельсоветов, поселков городского типа, городов районного подчинения, являющихся административно-территориальными единицами, поселков городского типа и городов районного подчинения, являющихся территориальными единицами, а также иных населенных пунктов, не являющихся административно-территориальными единицами, входящих вместе с другими территориями в пространственные пределы сельсоветов [3]. В рамках существующего административно-территориального деления Беларуси между городами и сельскими населенными пунктами существует переходная

категория – поселки городского типа, которую официальная статистика относит к городским поселениям [4; 5]. Такая ситуация свидетельствует не только о неразрывной связи города и деревни, размытости границы между ними, но и о недостаточной проработанности самого понятия на законодательном уровне, что препятствует эффективно-му управлению сельской местностью и требует привлечения научных ресурсов для выхода из сложившейся ситуации.

Вопросами выделения границ сельской местности занимались социологи новосибирской школы Т.И. Заславская и Р.В. Рывкина. Ими в 1972 г. был предложен ряд концепций выделения границ между городом и деревней: «дихотомическая» (город – деревня), «континуальная» (выделение сельско-городского континуума), «многомерная» (несогласованность по времени смены черт поселений) [6]. Приверженцем такой эволюции концепций являются и российские экономгеографы А.И. Алексеев и Т.Г. Нефедова. Кроме того, новосибирскими социологами разработана система критериев выделения границ сельской местности с учетом ее полифункциональности:

- 1) численность населения и степень его стабильности, характер естественного и механического движения населения;
- 2) характер и сложность отраслевой и профессиональной структуры общественного производства, степень развития промышленности, строительства, транспорта;
- 3) уровень организации материально-пространственной среды, степень благоустройства поселения;
- 4) уровень развития обслуживания (сферы услуг);
- 5) социальные функции поселения;
- 6) образ жизни населения;
- 7) состояние сознания (специфические для данного населения нормы, ценности и мнения), характеризующая его дифференциация потребностей;
- 8) отношение к населенному пункту как к городу или как к деревне [6].

Такая система критериев является универсальной. Для ее успешного применения в современной практике требуется дополнение критериев наборами статистических показателей с индивидуальными для стран или регионов их пороговыми значениями, а также включением в перечень экологического критерия.

С учетом многомерности сельской местности как объекта исследования наиболее полным определением в современной социально-экономической географии постсоветского пространства остается определение А.И. Алексеева: «Сельская местность – это вся обитаемая территория стран и районов, находящаяся вне городских поселений, с ее естественными и преобразованными человеком (антропогенными) ландшафтами, населением и населенными пунктами (которые относят к категории сельских)» [7, с. 14]. Научный руководитель А.И. Алексеева А.С. Ковалев под сельской местностью понимал всю обитаемую территорию страны, района, области, находящуюся вне городских поселений (т.е. за пределами их фактических границ), и все население и основные фонды, которые на этой территории находятся [8].

Таким образом, в определении границ сельской местности мы снова возвращаемся к необходимости разграничения понятий «сельские» и «городские» поселения. Если еще в конце XX в. одним из обязательных атрибутов сельского поселения являлось наличие крупного рогатого скота и прочих видов живности в личных хозяйствах населения, то сейчас количество таких домохозяйств значительно сократилось. Это говорит, в первую очередь, о трансформации сельской местности и необходимости изучения региональных особенностей такой трансформации, когда на смену одним функциям приходят другие. В нашем исследовании, беря во внимание особенности учета статистической информации органами государственной статистики, под сельской местностью следует понимать всю территорию страны (за исключением зоны отселения после

аварии на ЧАЭС), находящуюся вне городов и поселков городского типа, со всеми элементами территориальной общности в пределах этой территории.

Экономико-географические аспекты комплексного исследования сельской местности

Одним из первых о необходимости комплексного подхода в географии заговорил Ю.Г. Саушкин: как раз комплексный подход и отличает экономико-географическое исследование от чисто экономического [9, с. 44]. В XXI веке такое направление исследования сельской местности наиболее ярко проявляется в ее изучении с позиции концепции устойчивого развития, когда сочетаются три составляющие: социальная, экономическая и экологическая. Основоположником подобного изучения сельской местности можно считать А.И. Алексеева, который еще четверть века назад выделил аналогичные аспекты ее изучения и указал на преобладание экономического [7, с. 20]. Понятием, объединяющим все три составляющие на конкретной территории, может служить «территориальная общность». Новосибирские социологи рассматривают территориальную общность как целостную ячейку территориальной организации общества, структура которой представлена соответствующей группой населения и используемой ею частью жизненного пространства с ее производственной и социально-бытовой инфраструктурой, а также органами управления и самоуправления [6]. Одной из базовых задач экономико-географического изучения сельской местности как территориальной общности является характеристика условий и факторов развития сельской местности.

Функции, условия и факторы развития сельской местности

Под условиями развития сельской местности следует понимать характеристику существующих особенностей сельской местности как территориальной общности, а под факторами развития сельской местности – требования к условиям развития сельской местности с учетом трансформации ее функций. Соответственно, характеристика условий развития сельской местности должна включать географическое положение региона изучаемой сельской местности, природно-ресурсные особенности сельской местности, население и трудовые ресурсы сельской местности, особенности имеющегося производства в сельской местности, особенности социальной и производственной инфраструктуры.

Для выявления факторов развития сельской местности необходимо представлять функции выполняет данная территория и направления их трансформации. Функции сельской местности достаточно подробно изучены социологами (новосибирская школа под руководством Т.И. Заславской) [6] и эконом-географами (С.А. Ковалев, А.И. Алексеев, В.И. Федосеев) [7; 8; 10]. Среди имеющихся классификаций наиболее полной, на наш взгляд, является классификация функций В.И. Федосеева: все функции сельской местности делятся на две группы: специфические, которые характерны исключительно для села, и неспецифические – присущие как селу, так и городу [10, с. 18].

К специфическим функциям относятся производственная и функция обеспечения экологического равновесия. Производственная функция является ключевой для сельской местности и охватывает удовлетворение потребностей общества в сельскохозяйственной продукции, обеспечение промышленности сырьем, в том числе лесозаготовку, сбор дикорастущих ягод и грибов, а также ведение охотничьего хозяйства, рыболовство и рыбоводство. Функция обеспечения экологического равновесия связана с восстановлением плодородия почв, сохранением видового состава флоры и фауны, созданием природоохранных территорий.

Неспецифические функции сельской местности делятся на внешние и внутренние. Внутренние функции свойственны любой территориальной общности: социальная

(создание комплекса жизненных условий, формирующих общественно нормальный уровень материального и духовного потребления, совершенствование образа жизни сельского населения) и экономическая (пропорциональное развитие производственной базы, обеспечивающее эффективное выполнение внешних функций сельской общности на длительную перспективу). К внешним функциям относятся: социально-пространственная (хозяйственное освоение внегородских территорий, обслуживание и эксплуатация транзитных коммуникаций: автомобильных и железных дорог, водных путей, нефте- и газопроводов, линий электропередачи, – осуществление на них социального контроля, поддержание правопорядка и уровня заселенности территории), рекреационно-природопользовательная (эксплуатация природных ресурсов за пределами городских территорий, отдых и оздоровление городского населения), историко-культурная (сохранение и развитие традиционной материальной и духовной культуры, охрана памятников истории и культуры) и демографическая (повышенная рождаемость на селе частично компенсирует ее низкий уровень в городах).

В XXI веке классификация функций сельской местности В.И. Федосеева не утратила своей актуальности. Кроме того, автор спрогнозировал переход демографической функции сельской местности из неспецифических внешних во внутренние по причине снижения рождаемости в сельской местности.

С учетом функций сельской местности, а также ее структуры как территориальной общности, возможно выделение факторов развития сельской местности (рисунок 1): природно-ресурсный, производственный, трудоресурсный, инфраструктурный,

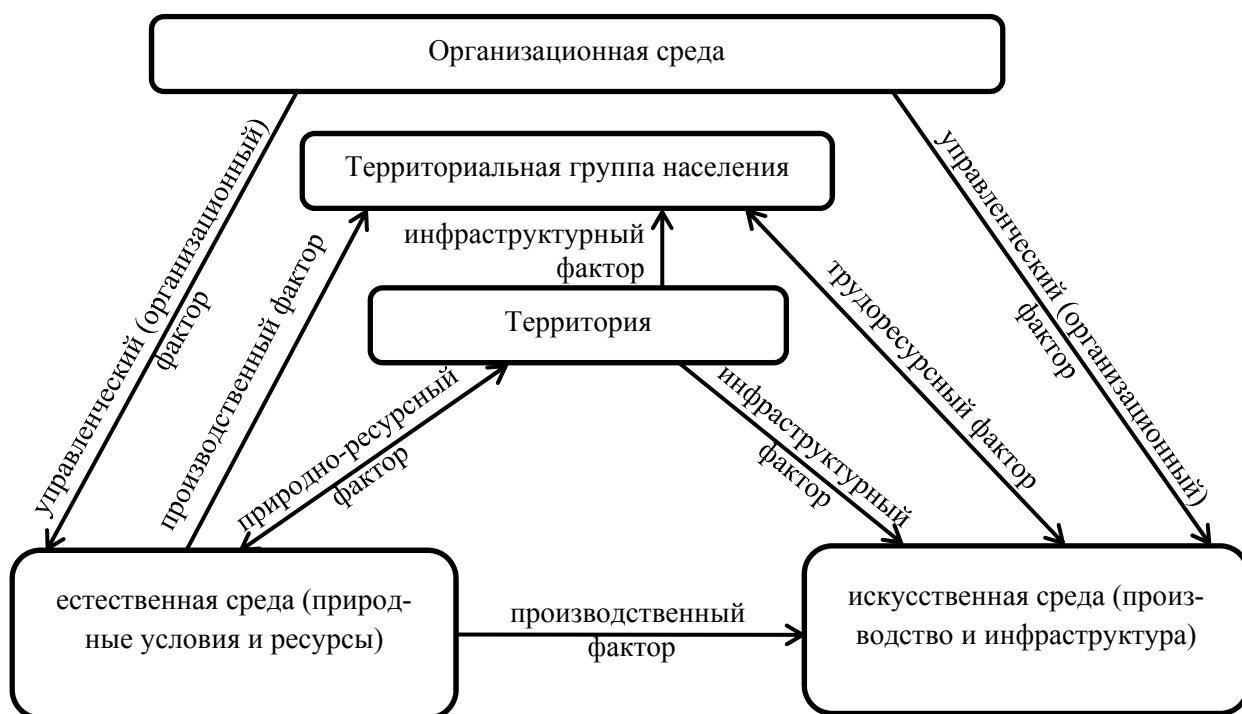


Рисунок 1. – Основные факторы развития и элементы территориальной общности сельской местности [по 8, доработано автором]

управленческий (организационный). Таким образом, сущность экономико-географических аспектов исследования сельской местности заключается в изучении закономерностей ее территориальной организации на основе анализа взаимодействия производства, расселения и инфраструктуры.

Система индикаторов развития сельской местности для регионов Беларуси

Проанализировав методики социально- и экономико-географического изучения сельской местности Т.И. Заславской (новосибирская школа социологии) [6], А.И. Алексеева, В.И. Федосеева, Т.Г. Нефедовой (московская эконом-географическая школа) [7; 10; 11], В.А. Максимова (уфимская эконом-географическая школа) [12], можно сделать вывод, что наиболее оптимальной методикой для изучения современной сельской местности с учетом трансформации ее функций является методика В.И. Федосеева, сочетающая подход системного изучения деревни и подход дифференцированного изучения сельских территорий. Однако даже она в полной мере не справляется с поставленной целью и требует существенной доработки в первую очередь с точки зрения применяемой системы индикаторов.

Общая методика типологического анализа сельских районов В.И. Федосеева включает набор взаимосвязанных частных методик, обеспечивающих возможность поэтапного осуществления работ по изучению внутрирегиональной дифференциации села. Это методики: 1) проектирования и формирования информационной базы исследования; 2) конструирования укрупненных эмпирических индикаторов, отражающих глубинные качественные характеристики сельских районов; 3) классификации сельских районов по значениям построенных эмпирических индикаторов; 4) типологизации сельских районов по совокупности эмпирических индикаторов; 5) типологического зонирования сельской местности региона [10]. Необходимость разработки новой системы индикаторов в рамках существующей методики обусловлена трансформацией сельской местности и изменением набора функций, которые она выполняет, особенностями сбора статистической информации органами государственной статистики, а также переходом Беларуси к инновационному пути развития.

В.И. Федосеев выделяет 4 группы индикаторов развития сельской местности: население региона, система сельского расселения района, сфера обслуживания сельского населения района и производственная сфера села. Изучение населения района предполагает изучение возрастной структуры, естественного и механического движения сельского населения района. Характеристика расселения сельского населения заключается в изучении заселенности территории, концентрации сельского населения, а также исследовании удаленности района от городских опорных центров региона и железных дорог. Изучение сферы обслуживания включает анализ обеспеченности сельского населения услугами, территориальной плотности социальной инфраструктуры, а также развитие социальной инфраструктуры поселений. При характеристике производственной сферы села автор ограничивается рассмотрением сельскохозяйственной функции (развитость общественного сельскохозяйственного производства района, развитость личного подсобного хозяйства населения, сельскохозяйственная освоенность территории, концентрация производства сельскохозяйственных предприятий, эффективность сельскохозяйственного производства) и совершенно не затрагивает другие функции.

На наш взгляд, изучение современной сельской местности не должно ограничиваться характеристикой лишь сельскохозяйственной функции, так как усиливающиеся процессы интеграции города и села в условиях инновационного развития обуславливают необходимость ее изучения с учетом полифункциональности. Исследование производственной сферы села следует расширить таким направлением, как концентрация предприятий отдельных видов экономической деятельности (подробнее исследовать отдельные виды экономической деятельности не позволяют особенности учета статистических показателей органами государственной статистики). Отдельными блоками следует выделить группы транспортно-коммуникационных экологических и рекреационных индикаторов. Кроме того, при характеристике сферы обслуживания населения В.И. Федосеев выпускает из виду изучение качества жилищного фонда, что является

одним из показателей трансформации сельской местности. Кроме того претерпят изменения наборы первичных статистических показателей, характеризующих сферу обслуживания сельского населения и производственную сферу села (рисунок 2).

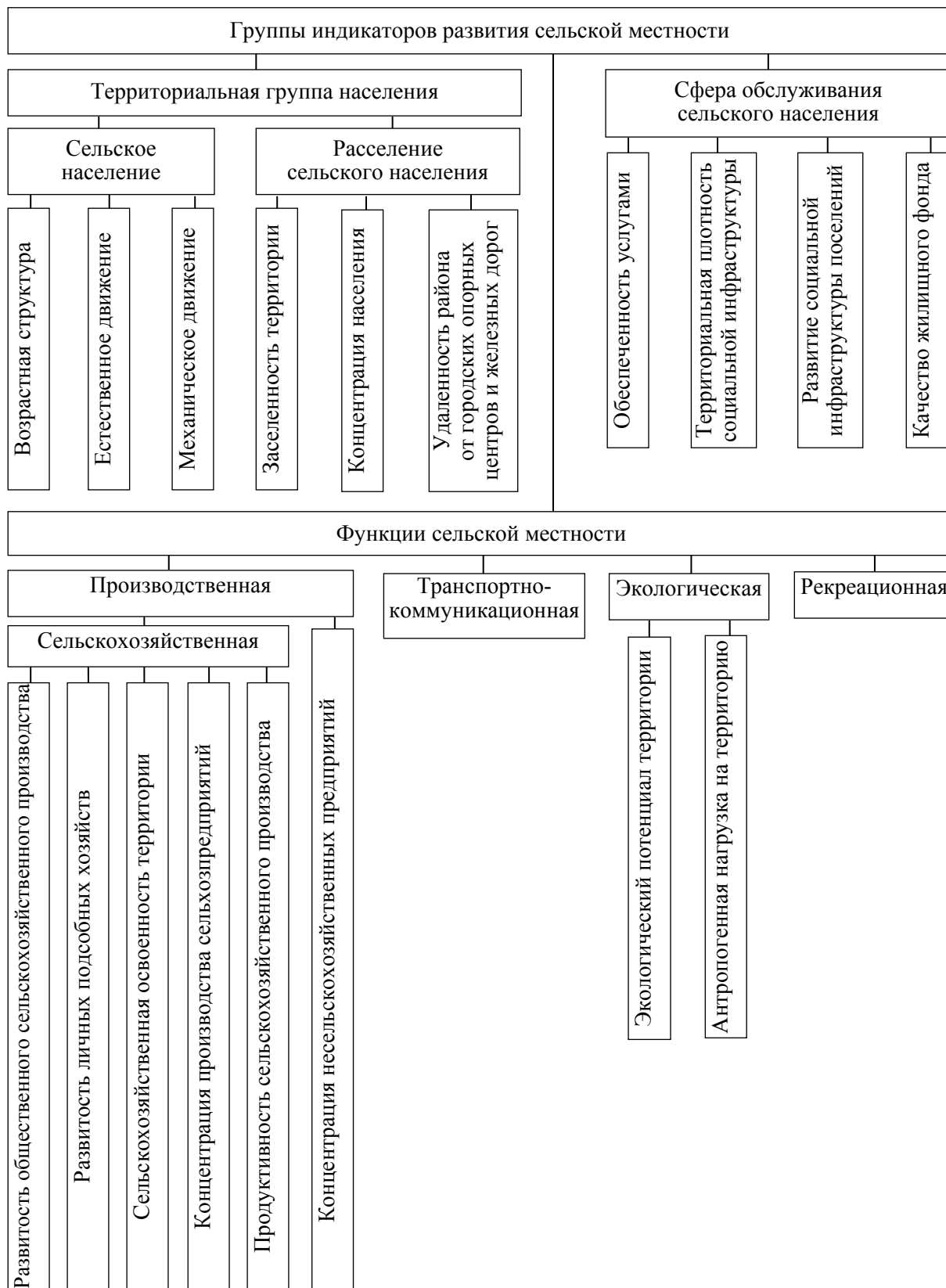


Рисунок 1. – Система индикаторов развития сельской местности
(составлена и доработана автором [по 8])

Заклучение

Отсутствие единого определения понятия «сельская местность» в законодательстве Беларуси и в географической науке обусловлено тесной взаимосвязью города и села в рамках территориальной организации общества, в подвижности административных границ при выделении городских поселений, непрерывным качественным развитием сельской местности в условиях субурбанизации и рурбанизации. Особенностью современного экономико-географического исследования сельской местности является ее изучение как части единой территориальной организации общества, отражающей ее тесное взаимодействие с городскими поселениями. Под сельской местностью следует понимать всю территорию страны (за исключением зоны отселения после аварии на ЧАЭС), находящуюся вне городов и поселков городского типа, со всеми элементами территориальной общности в пределах этой территории.

О трансформации территориальной организации сельской местности свидетельствует изменение ее облика, обусловленное динамичным состоянием набора ее функций. Для изучения трансформации функций сельской местности в рамках методики типологического анализа была разработана система индикаторов развития сельской местности, которая в сочетании с изучением взаимодействия выделенных автором факторов развития сельской местности (природно-ресурсный, производственный, трудоресурсный, инфраструктурный и управленческий) позволит выявить перспективы и проблемные аспекты развития сельской местности Беларуси в разрезе районов.

Таким образом, экономико-географические аспекты комплексного исследования сельской местности можно свести к следующим положениям:

1. Сельская местность выступает как территориальная общность в рамках единой территориальной организации общества страны.
2. Сельская местность неразрывно связана с городской вплоть до взаимопроникновения, что обуславливает сложность проведения границы между городской и сельской местностью.
3. Факторы развития сельской местности обусловлены сочетанием состояния элементов сельской местности как территориальной общности и функций сельской местности.
4. Функционально-территориальная трансформация сельской местности зависит от способа хозяйствования и потребностей общества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саушкин, Ю. Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика / Ю. Г. Саушкин. – М. : Мысль, 1973. – 559 с.
2. О мерах развития агроэкотуризма в Республике Беларусь [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 2 июня 2006 г., № 372 : с изм. и доп. : текст по сост. на 26.11.2010. – Режим доступа: <http://www.ekotour.eu/print/ukaz614.php>. – Дата доступа: 22.02.2015.
3. О мерах по совершенствованию учета и сокращению количества пустующих и ветхих домов в сельской местности [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 23 февр. 2012 г., № 100. – Режим доступа: <http://www.pron.by/news/pravo/2488/>. – Дата доступа: 22.02.2015.
4. Об административно-территориальном устройстве Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 5 мая 1998 г., № 154-3 : с изм. и доп. : текст по сост. на 31.12.2014. – Режим доступа: http://pravo.by/world_of_law/text.asp?RN=H19800154. – Дата доступа: 22.02.2015.

5. Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 22.02.2015.
6. Заславская, Т. И. Методология и методика системного изучения советской деревни / Т. И. Заславская, Р. В. Рывкина. – Новосибирск : Наука, 1980. – 344 с.
7. Алексеев, А. И. Многоликая деревня / А. И. Алексеев. – М. : Мысль, 1990. – 395 с.
8. Ковалев, С. А. Сельское расселение (географическое исследование) / С. А. Ковалев. – М. : Изд-во МГУ, 1963. – 320 с.
9. Саушкин, Ю. Г. Избранные труды / Ю. Г. Саушкин ; редкол. : А. А. Агирречу [и др.]. – Смоленск : Универсум, 2001. – 414 с.
10. Федосеев, В. И. Сельское население региона / В. И. Федосеев. – М. : Мысль, 1986. – 144 с.
11. Нефедова, Т. Г. Сельская Россия на перепутье : географические очерки / Т. Г. Нефедова. – М. : Новое издательство, 2003. – 408 с.
12. Максимов, В. А. Экономико-географическое изучение сельской местности / В. А. Максимов. – Уфа : Изд. Башкир. ун-та, 1985. – 96 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 13.04.2016

Husionak M.I. Economic and Geographical Aspects of the Method of Complex Research Countryside

This article describes the allocation of boundaries rural countryside features, conditions and factors of its development. In view of the functions of the countryside and the elements of the territorial community of the author highlighted the factors of rural development. In addition, the author proposed a system of indicators for the analysis of typological method countryside modern Belarus, which is adapted to modern methods of collecting statistical information by the public statistics and allows you to take into account the transformation of the functions of the countryside.

УДК 567; 551.734.3 (476)

Д.П. Плакс

*канд. геол.-мінер. навук, дац. каф. «Горныя работы»
Беларускага нацыянальнага тэхнічнага ўніверсітэта*

ІХТЫЯФАЎНА АСВЕЙСКАГА ГАРЫЗОНТУ ЭЙФЕЛЬСКАГА ЯРУСА БЕЛАРУСІ

На аснове літаратурных дадзеных і ўласных палеаіхтыялагічных даследаванняў прыводзіцца таксанамічны агляд вядомых на сённяшні час таксонаў бясківічных і рыб з адкладаў асвейскага гарызонту эйфельскага яруса сярэдняга дэвону тэрыторыі Беларусі і даецца некаторае сістэматычнае ўдакладненне па іх. Прадстаўленая інфармацыя па іхтыяфаўне дазваляе некалькі дапоўніць палеанталагічную характарыстыку асвейскага гарызонту і выкарыстоўваць яе для вызначэння ўзросту гэтых адкладаў і іх карэляцыі.

Адклады асвейскага гарызонту эйфельскага яруса сярэдняга дэвону на тэрыторыі Беларусі дастаткова шырока распаўсюджаны [1]. Яны прадстаўлены рытмічным чаргаваннем даламітаў, мергеляў, глін і гіпсаў з праслоямі пясчанікаў, алеўралітаў, ангідрытаў, радзей каменнай солі. Звычайна сульфатныя пароды дамінуюць у ніжняй альбо ў сярэдняй частках разрэзу. Ніжняя мяжа гарызонту невыразная і ўстанаўліваецца па з'яўленні праслою сульфатаў. З рэшткаў фаўны ў адкладах гарызонту ўстаноўлены канхастракі, астракоды, брахіяподы, бясківічныя і рыбы, а з фларыстычных рэшткаў выяўлены водарасці, міяспоры, вуглефікаваныя раслінныя рэшткі; вядомы таксама акрытархі. Са згаданых вышэй арганічных рэшткаў важнае стратыграфічнае значэнне для ўстанаўлення ўзросту маюць міяспоры і хрыбетныя. Апошнія ў адкладах гэтага гарызонту сустракаюцца значна радзей за міяспоры, але, нягледзячы на гэта, яны ўсё ж не губляюць свайго стратыграфічнага значэння.

Найважнейшай групай хрыбетных для вызначэння ўзросту парод асвейскага гарызонту з'яўляюцца акантоды з-за досыць частай сустракальнасці іх у пародах гэтага гарызонту. Значна меншае стратыграфічнае значэнне маюць плакадэрмы (антыархі) праз тое, што шкiлетныя элементы іх у адкладах асвейскага гарызонту сустракаюцца істотна радзей за акантодаў, і да таго ж яны нярэдка цяжкія для вызначэння. Акрамя плакадэрм і акантодаў у адкладах гэтага гарызонту сустракаюцца некаторыя прадстаўнікі гетэрастракаў, саркаптэрыгій і актынаптэрыгій, але яны істотнага стратыграфічнага значэння для гэтай часткі разрэзу не маюць. Звязана гэта з тым, што адны прадстаўнікі іх у адкладах разглядаемага гарызонту сустракаюцца рэдка і слаба вывучаны, а іншыя маюць вельмі шырокі дыяпазон стратыграфічнага распаўсюджвання, гэта значыць, з'яўляюцца транзітнымі.

Вывучэннем хрыбетных асвейскага гарызонту галоўным чынам для мэтай стратыграфіі ў розны час у асноўным займаліся В.Н. Каратаютэ-Талімаа [2; 3], Ю.Ю. Валюквічус [3–7], Э. Марк-Курык [8], Д.П. Плакс [9–15]. Аўтар і на гэты момант працягвае актыўна даследаваць іхтыяфаўну дэвонскіх адкладаў, у тым ліку і асвейскага гарызонту. Ніжэй спынімся на разглядзе хрыбетных з гэтых адкладаў больш дэтальна.

У тыповых разрэзах на тэрыторыі Аршанскай упадзіны, Жлобінскай і Латвійскай седлавін асвейскія адклады (магутнасцю 10–50 м) звычайна маюць трохскаладовую будову. Ніжняя частка разрэзу ў асноўным гліністая з праслоямі даламітаў і пясчанікаў з глініста-даламітавай брэкчыяй, сярэдняя – з праслоямі сульфатаў, радзей бессульфатная са стракатымі пясчанікамі і алеўралітамі, верхняя прадстаўлена стракатымі глінамі і мергелямі з тонкімі праслоямі пясчанікаў, радзей – сульфатаў.

Хрыбетныя ў адкладах гарызонту звычайна прысутнічаюць у глінах, алеўралітах, пясчаніках і мергелях, а ў моцна загіпсаваных пародах іхтыяфаўна адсутнічае. Хрыбетныя ў вышэйзгаданых пародах прадстаўлены рэдкімі дэнтавымі туберкуламі і дробнымі адломкамі пласцінак бясківічных *Psammosteiformes* gen. et sp. indet. і *Schizosteus* sp., адзінкавымі фрагментамі пласцінак плакадэрм *Actinolepis* sp., *Asterolepis* sp., *A. estonica* Gross, параўнальна шматлікімі лускамі акантодаў *Cheiracanthus longicostatus* Gross, *C. brevicostatus* Gross і *Acanthoides* ? sp., некалькі радзей сустраканымі лускамі *Cheiracanthus crassus* Valiuk., *Cheiracanthoides estonicus* Valiuk. і плаўніковымі шыпамі *Haplacanthus marginalis* Ag., часта сустраканымі зубамі і лускамі саркаптэрыгіі *Onychodus* sp., *Glyptolepis* sp., *Osteolepididae* gen. indet., а таксама нешматлікімі лускамі актынаптэрыгіі *Orvikuina vardiaensis* Gross. Толькі для адкладаў асвейскага гарызонту з прыведзенага вышэй комплексу вертэбрата характэрны від *Cheiracanthoides estonicus* Valiuk. Таксоны *Asterolepis* sp., *Cheiracanthus brevicostatus* Gross, *C. longicostatus* Gross, *Acanthoides* ? sp., *Onychodus* sp., *Glyptolepis* sp. і *Osteolepididae* gen. indet. з'яўляюцца транзітнымі. Гэтыя таксоны часта дамінуюць у комплексе. Лускі актынаптэрыгіі *Orvikuina vardiaensis* Gross у пародах разгляданага гарызонту сустракаюцца дастаткова рэдка.

На паўночных і ўсходніх схілах Беларускай антэклізы адклады асвейскага гарызонту (магутнасцю да 40 м) прадстаўлены глінамі, пясчанікамі, мергелямі, даламітамі і сульфатнымі пародамі, але дзе-нідзе сульфатная пачка замяшчаецца глініста-карбанатнымі пародамі. З хрыбетных у пародах гэтага гарызонту адносна часта сустракаюцца дэнтавыя туберкулы і вельмі дробныя адломкі пласцінак гетэрастракаў *Psammosteiformes* gen. et sp. indet., рэдка сустракаюцца невялікія адломкі пласцінак плакадэрм *Actinolepis* sp., *Byssacanthus dilatatus* (Eichw.), *Asterolepis* cf. *estonica* Gross і *Placodermi* indet. Акантоды з'яўляюцца самымі шматлікімі ў таксанамічным і колькасным дачыненні хрыбетнымі. Яны прадстаўлены лускамі і плаўніковымі шыпамі. Адсюль вядомы *Cheiracanthus* sp., *C. longicostatus* Gross, *C. brevicostatus* Gross, *C. crassus* Valiuk., *Acanthoides* ? sp., *Cheiracanthoides* sp., *C. estonicus* Valiuk., *Haplacanthus marginalis* Ag. і *Acanthodii* gen. indet. Від *Cheiracanthoides estonicus* Valiuk. з'яўляецца кіруючым (зональным) для гэтага стратыграфічнага ўзроўню. Саркаптэрыгіі прадстаўлены лускамі *Glyptolepis* sp., *Osteolepididae* gen. indet., дробнымі адломкамі шкілетных элементаў *Holoptychiidae* gen. indet., *Sarcopterygii* indet. і зубамі *Onychodus* sp., *Sarcopterygii* indet. Яны ў таксанамічным і колькасным дачыненні саступаюць акантодам, але пераўзыходзяць гетэрастракаў, плакадэрм і актынаптэрыгіі. Апошнія прадстаўлены рэдкімі невызначальнымі лускамі *Actinopterygii* indet., *Cheirolepis* sp., *Orvikuina* sp., *O. vardiaensis* Gross і зубамі *Actinopterygii* indet. Адсюль вядомы таксама дробныя невызначальныя косткі *Pisces* indet.

У заходніх раёнах Прыпяцкага прагіну ў межах Старобінскай і Тураўскай цэнтракліналяў адклады асвейскага гарызонту магутнасцю 10–23 м і 9–13,5 м адпаведна прадстаўлены глінамі, алеўралітамі, мергелямі з праслоямі пясчанікаў, даламітаў, ангідрытаў і гіпсаў. Малалікія шкілетныя элементы хрыбетных выяўлены толькі ў глінах і мергелях. Яны прадстаўлены адзінкавымі фрагментамі плаўніковых шыпоў *Acanthodii* gen. indet. і рэдкімі адломкамі лусак *Glyptolepis* sp. і *Osteolepididae* gen. indet. Гэтыя таксоны рыб стратыграфічнага значэння не маюць. Вызначэнне ўзросту парод асвейскага гарызонту ў межах вышэйзгаданых тэктанічных структур ажыццяўляецца па мяспорах.

У паўночнай частцы Прыпяцкага прагіну (Рэчыцка-Шацілкаўская, Чырвонаслабодска-Маладушынская ступені, Паўночная зона бартавых уступаў) асвейскія адклады (магутнасцю 25–53 м) складзены праслоямі даламітаў, мергеляў, пясчанікаў, глін, гіпсаў і ангідрытаў, часам каменнай солі магутнасцю да 5–15 м, якія рытмічна чаргуюцца. Хрыбетныя адсюль не вядомы. Узрост парод традыцыйна вызначаецца па дадзеных вывучэння мяспораў.

У цэнтральнай частцы Прыпяцкага прагіну (Зарэчэнска-Вялікаборская, Шэстоўіцка-Скалодзінская ступені, Петрыкаўска-Хобнінская зона) разрэз асвейскага гарызонту (магутнасцю 18–23 м) складзены глінамі, мергелямі, даламітамі з праслоямі пясчанікаў, ангідрытаў і гіпсаў. Знаходкі рэшткаў бяссківічных і рыб з гэтай часткі разрэзу аўтару невядомы. Вызначэнне ўзросту гэтых адкладаў, як і ў папярэднім выпадку, ажыццяўляецца па мяспорах.

На тэрыторыі Паўночна-Прыпяцкага пляча асвейскія адклады (магутнасцю 27–30 м) прадстаўлены глінамі, месцамі загіпсаванымі, з праслоямі мергеляў, даламітаў, гіпсаў і ангідрытаў. Рэдкія мікрамерныя шкідлетныя элементы хрыбетных выяўлены ў глінах і мергелях, аднак яны яшчэ добра не вывучаны. Вызначэнне ўзросту гэтых адкладаў тут ажыццяўляецца па мяспорах.

На паўночна-заходніх схілах Беларускай антэклізы адклады асвейскага гарызонту (магутнасцю да 36 м) прадстаўлены ў асноўным глінамі, мергелямі з праслоямі даламітаў, радзей сульфатаў у ніжняй частке разрэзу, глінамі, даламітамі з праслоямі гіпсаў і ангідрытаў у сярэдняй частцы разрэзу і стракатымі глінамі, алеўралітамі і пясчанікамі ў верхняй частцы разрэзу. Хрыбетныя з гэтага стратыграфічнага ўзроўню ў цяперашні час дакладна не ўстаноўлены. Датаванне адкладаў гэтага гарызонту ажыццяўляецца па выніках вывучэння мяспор.

У заключэнне варта адзначыць, што адклады асвейскага гарызонту эйфельскага яруса на тэрыторыі Беларусі ахарактарызаваны іхтыяфаўнай умерана. Яны па плакадэрамах адпавядаюць мясцовай зоне *Asterolepis estonica*, а па акантодах – зоне *Cheiracanthoides estonicus* [7; 10–13; 16]. Узроставым аналагам асвейскага гарызонту на тэрыторыі Прыбалтыкі з'яўляюцца адклады вад'яскага падгарызонту нараўскага гарызонту, а на Маскоўскай сінеклізе – дарагабужскі гарызонт [5; 8; 17–19].

СПІС ВЫКАРЫСТАНАЙ ЛІТАРАТУРЫ

1. Кручек, С. А. Девонская система / С. А. Кручек [и др.] // Геология Беларуси. – Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2001. – С. 186–239.
2. Стратиграфические и палеонтологические исследования в Белоруссии / В. К. Голубцов [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1978. – 248 с.
3. Valiukevičius, J. Complexes of vertebrate microremains and correlation of terrigenous Devonian deposits of Belarus and adjacent territories / J. Valiukevičius, V. Talimaa, S. Kruchek // Ichthyolith Issues. Special Publication 1 Socorro. – New Mexico, 1995. – P. 53–59.
4. Валюквичюс, Ю. Ю. Распространение чешуй акантодов в среднедевонских отложениях Белоруссии / Ю. Ю. Валюквичюс // Материалы по стратиграфии Белоруссии. – Минск, 1981. – С. 66–67.
5. Валюквичюс, Ю. Ю. Акантоды наровского горизонта Главного девонского поля / Ю. Ю. Валюквичюс. – Вильнюс, 1985. – 144 с.
6. Валюквичюс, Ю. Ю. Корреляция и органические остатки отложений наровского горизонта / Ю. Ю. Валюквичюс [и др.] // Биофации и фауна силурийского и девонских бассейнов Прибалтики. – Рига, 1986. – С. 73–86.
7. Valiukevičius, J. Acanthodian biostratigraphy and interregional correlations of the Devonian of the Baltic States, Belarus, Ukraine and Russia / J. Valiukevičius, S. Kruchek // Courier Forschungsinstitut Senckenberg (Final Report of IGCP 328 project). – Vol. 223. – 2000. – P. 271–289.
8. Mark-Kurik, E. The Middle Devonian fishes of the Baltic States (Estonia, Latvia) and Belarus / E. Mark-Kurik // Courier Forschungsinstitut Senckenberg (Final Report of IGCP 328 project). Vol. 223. – 2000. – P. 309–324.

9. Плакса, Д. П. К стратиграфии отложений среднего и верхнего девона юго-востока Беларуси (по данным изучения ихтиофауны) / Д. П. Плакса // Літасфера. – 2006. – № 2(25). – С. 25–36.

10. Плакса, Д. П. Девонская (позднеэмско-франская) ихтиофауна Беларуси и ее стратиграфическое значение : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук / Д. П. Плакса / Ин-т геохимии и геофизики НАН Беларуси. – Минск, 2007. – 23 с.

11. Плакса, Д. П. Введение зональных шкал по позвоночным в стратиграфическую схему девонских отложений Беларуси / Д. П. Плакса // Докл. НАН Беларуси. – 2008. – Т. 52, № 4. – С. 83–88.

12. Плакс, Д. П. Зональное расчленение девонских отложений (верхний эмс – фран) севера Беларуси по данным ихтиофауны / Д. П. Плакс, Ю. Ю. Валюквичюс, С. А. Кручек // Актуальные проблемы геологии Беларуси и смежных территорий : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения акад. НАН Беларуси А. С. Махнач. – Минск, 2008. – С. 226–234.

13. Плакс, Д. П. О девонской ихтиофауне Беларуси / Д. П. Плакс // Літасфера. – 2008. – № 2(29). – С. 66–92.

14. Plax, D.P. Stratigraphy of Middle Devonian deposits of the western part of the Pripyat Trough (according to results of the study of ichthyofauna) / D. P. Plax, S. A. Kruchek // Літасфера. – 2014. – № 1(40). – P. 24–42.

15. Plax, D. P. Stratigraphic ichthyofauna assemblages of the Devonian deposits in the east and southeast of Belarus / D. P. Plax // Літасфера. – 2015. – № 1(42). – P. 20–44.

16. Valiukevičius, J. Acanthodian zonal sequence of Early and Middle Devonian in the Baltic basin / J. Valiukevičius // *Geologija*, 17. Vilnius, 1994. – P. 115–125.

17. Valiukevičius, J. The acanthodian standard for the Lower and Middle Devonian of the Old Red Sandstone Continent / J. Valiukevičius // *The fifth Baltic Stratigraphic conference*. – Vilnius, 2002. – P. 214–227.

18. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы / Г. Д. Родионова [и др.]. – М., 1995. – 265 с.

19. Обуховская, Т. Г. Девонская система / Т. Г. Обуховская [и др.] // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : объяснительная записка – Минск : БелНИГРИ, 2010. – С. 98–114.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 21.04.2016

Plax D.P. Ichthyofauna of the Osveya Regional Stage of the Eifelian Stage of Belarus

On the basis of literature data and the author's own palaeoichthyological studies, the taxonomical review of all currently known taxa of agnathans and fishes from the deposits of the Osveya Regional Stage of the Eifelian Stage of the Middle Devonian of the territory of Belarus is given. The information on ichthyofauna supplements palaeontological characteristic of the Osveya Regional Stage and can be employed for determination of the age of these deposits and their correlation.

УДК 549.892.2

Е.А. Ремезова*д-р геол. наук, ст. науч. сотрудник отдела геологии полезных ископаемых
Института геологических наук НАН Украины***УЧЕТ СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ ПОСТРОЕНИИ
ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЯНТАРЕНОСНЫХ РОССЫПЕЙ**

Формация янтареносных отложений на территории Украины распространена в пределах Припятского янтареносного бассейна и Прикарпатской янтареносной площади. Показано, что в Балтийско-Днепровской провинции, которая включает Припятский бассейн, распространены преимущественно россыпи морского генезиса (прибрежно-морские, лагунно-дельтовые), образованные в глубоких частях заливов, защищенных от действия ветров. Рассмотрено влияние на формирование залежей янтаря структурно-тектонических условий, которые определяли расположение областей сноса и накопления в бассейнах седиментации. Показано влияние Северо-Украинской мегазоны активизации и других структур Украинского щита на процессы седиментогенеза в пределах морских бассейнов времени накопления межгорской свиты. Рассмотрены палеогеоморфологические условия накопления янтаря в пределах Балтийско-Днепровской провинции. Сделан вывод о том, что необходимо учитывать структурно-тектонический фактор в системе прогнозно-поисковых работ на янтарь на севере Украины.

Большинство перспективных месторождений и проявлений янтаря на территории Украины связано с Балтийско-Днепровской провинцией, которая простирается на 2 000 км от Киевского Приднепровья до Швеции, охватывая Украинское Полесье, юго-запад Беларуси, Польшу, Германию, Данию и страны Балтии. Ширина этой провинции в отдельных местах достигает 500 км. В пределах Украины она простирается на 500 км.

По запасам янтаря Украина занимает второе место в мире после России, причем украинские запасы янтаря отличаются наивысшим в мире процентом содержания ювелирного сырья. По оценке польской ассоциации «AmberMart», соотношение ювелирного и технического янтаря в них составляет 24 и 76% соответственно, тогда как в Польше доля крупных кусковых фракций ювелирного качества не превышает 10–15% добычи. Высокое качество украинского янтаря связано с условиями его образования. Янтарь-сукцинит на территории Украины образовался в относительно спокойных платформенных условиях на протяжении двух этапов [1; 2]:

1. Наземно-болотный (первая половина среднего эоцена) – накопление и формирование первичных залежей смоляных выделений хвойных растений (протоянтарь) в палеоторфяниках (седиментационная и диагенетическая стадии в условиях гумидного типа литогенеза).

2. Морской (конец среднего эоцена – ранний олигоцен) – оседание и сортировка вымытого из палеоторфяников протоянтаря в морском бассейне седиментации, когда в резко измененной новой геохимической морской обстановке щелочной среды при участии глауконита происходили структурные перестройки, которые обусловили все характерные свойства янтаря-сукцинита как уникальной и наиболее ценной разновидности ископаемых смол.

Самыми важными из этих свойств являются вязкость, повышенное содержание янтарной кислоты, достаточно заметная растворимость (до 20–30%), высокая декоративность и др. Кроме того, только в морской акватории (в отличие от других видов ископаемых смол) сформировались россыпи янтаря-сукцинита первых промежуточных коллекторов, местами обладающие высокими концентрациями до промышленного уровня. Все другие известные виды ископаемых смол (ретинит, крантцит и др.) своевременно не прошли полного этапа морских преобразований и являются продуктами «недозрелых» палеоторфяников и лигнитов с низкой степенью разложения исходного тор-

фа. Относительно спокойный гидродинамический режим морских водоемов обеспечивал хорошую сохранность янтаря: работа силы трения увеличивается при возрастании скорости перемещения камня.

Формация янтареносных отложений на территории Украины распространена в пределах Припятского янтареносного бассейна и Прикарпатской янтареносной площади. Янтарь находят в песчано-глинистых залежах «синей земли» кварцево-глауконитовой формации, которая принадлежит межигорской свите верхнего олигоцена. Эта толща в Припятском янтареносном бассейне залегает близко к дневной поверхности, нередко сразу под современной почвой. Обломки янтаря в продуктивной толще залегают очень неравномерно: чаще всего в виде крупных скоплений, гнезд и одиноких включений вместе с обломками обугленной растительной органики. Отсутствие выдержанных по простиранию слоев в продуктивной толще усложняет проведение геологоразведочных работ на янтарь [3].

В Балтийско-Днепровской провинции, которая включает Припятский бассейн, распространены преимущественно россыпи морского генезиса (прибрежно-морские, лагунно-дельтовые), образованные в глубоких частях заливов, защищенных от действия ветров. Характерным признаком янтареносных залежей является присутствие глауконита, благодаря чему порода имеет голубовато-зеленый оттенок.

На формирование залежей янтаря влияли структурно-тектонические условия, которые определяли расположение областей сноса и накопления в бассейнах седиментации. Для Припятского янтареносного бассейна по условиям образования выделяют два типа россыпей янтаря [3].

Первый тип характерен для Клесовской и Барашевской зон. Максимальная концентрация янтаря наблюдается в горизонте «верхний янтареносный песок», в базальном его слое (Клесовское месторождение), что свидетельствует о резком подъеме северной части Украинского щита и соответствующем темпе эрозии. Залежи янтаря размещаются в открытой части залива. Характерные вытянутые, близкие к изометрическим формам россыпи, что типично для участков пересечения проливов между островами. Примером такого типа россыпей является Гулянская россыпь.

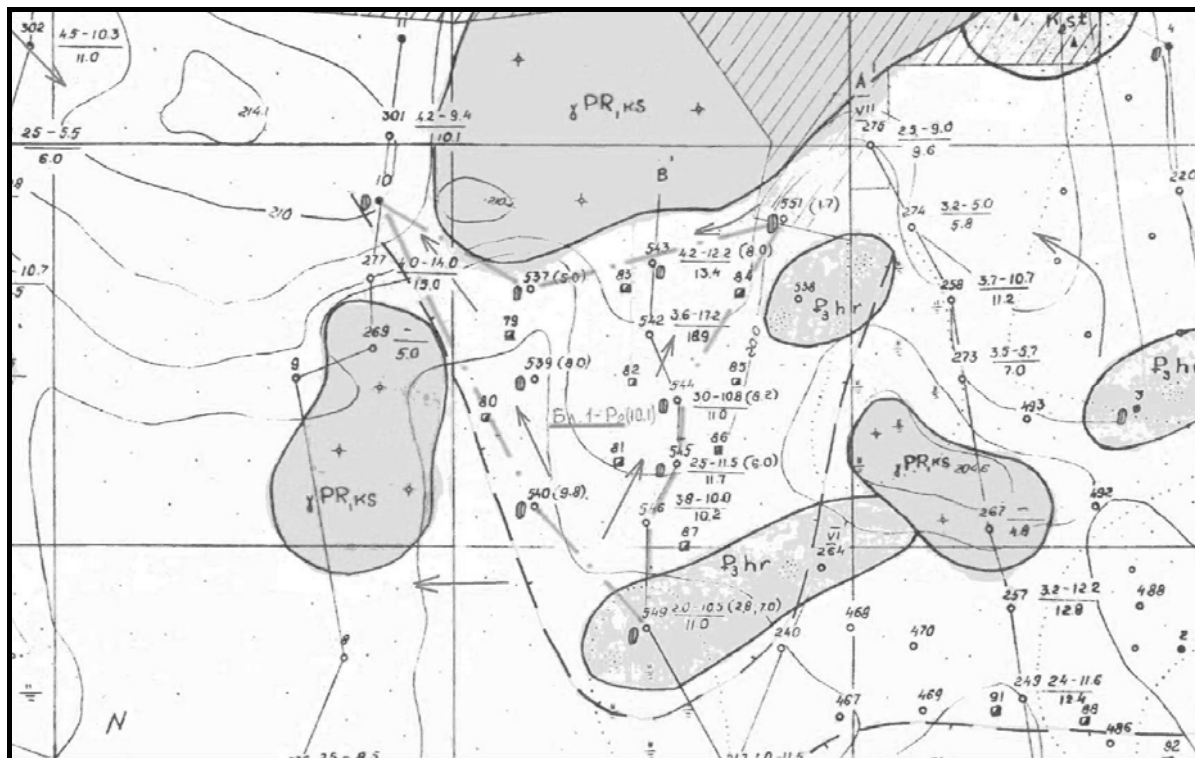
Гулянский участок занимает северную часть Барашевской янтареносной зоны. В геологическом строении ее выделяют две разновозрастные группы пород: кристаллические породы протерозойского возраста и осадочные образования мезозоя – кайнозоя. Наиболее древними породами являются образования тетеревской серии, гранитоиды коростенского и житомирского комплексов (рисунок 1).

Породы тетеревской серии (PR_{1tt}), представленные биотитовыми и гранатово-биотитовыми кристаллическими сланцами и гнейсами, развиты преимущественно в южной и юго-восточной частях площади. Гранитоиды коростенского комплекса (PR_{1ks}) представляют собой серые, розово-серые биотитовые мелкозернистые граниты. Они обрамляют Гулянскую площадь в южной и северной частях, а также образуют «островки» в центральной части площади. Гранитоиды Житомирского комплекса ($PR_{1\dot{z}t}$) имеют незначительное развитие в южной части площади. Выступы кристаллического фундамента являются элементом шхерного типа берега и в морском бассейне в палеогене образовывались специфические гидродинамические условия, способствовавшие накоплению янтаря.

Осадочные отложения мезозоя – кайнозоя имеют развитие в центральной части площади и в виде небольших изолированных линз – почти по всей площади. Они представлены отложениями мела, палеогена, неогена и антропогена.

На древней коре выветривания залегает прерывистый слой темно-серого и желтого песка с обломками кремней желто-серого и черного цветов угловатой формы размерами от 0,5–2,5 см до 8,5 см. Эти образования имеют меловой возраст.

На породах кремнистого горизонта, а в местах его отсутствия на коре выветривания, залегают два слоя песков палеогенового возраста разных цветов. Нижний слой представляет собой мелко-среднезернистые глауконитовые пески темно-серого и темно-зеленого цвета. Песок слабоглинистый, встречаются обломки кристаллических пород и кремней. Цвет песка обусловлен наличием в нем глауконита и гумусового вещества.
















-  *N* Неоген. Песок светло-серый, зеленовато-желтый, голубовато-серый, разнозернистый, местами глинистый, с обломками кремней и янтарем
-  *P₃hr* Олигоцен. Песок зеленовато-серый, серый, темно-серый, разнозернистый; глауконит – кварцевый, местами глинистый с обломками кремней, остатками перегнившего дерева и янтарем
-  *K_{3st}* Верхний мел. Сенманский и туронский ярусы.
-  *γPR₁KS* Нерасчлененные породы с кремнями
Нижний протерозой. Гранитоиды коростенского комплекса.
-  Участки относительно приподнятой абразионной равнины
-  Контур перспективных блоков прогнозных ресурсов
-  Линия контакта между разновозрастными комплексами пород
-  Находки янтаря
-  Скважины, пробуренные в 1982–1984 гг. «Западкварцсамоцветы».
-  В числителе – опробованный интервал продуктивных отложений, в скобках – содержание янтаря, в знаменателе – глубина скважины
-  Шурфы, пройденные в 1987–1989 гг. «Западкварцсамоцветы» и их номер.
-  32(C=51.9) В скобках – содержание янтаря
-  Направления транзита янтаря

Рисунок 1. – Геологическая карта Гулянской россыпи (по [4] с изменениями)

Верхний слой представлен разнозернистыми кварцево-глауконитовыми песками темно-серого, серого, голубовато-серого и темно-бурого цвета. Песок сильно водонасы-

ценный, местами слабоглинистый. Среди песков этого слоя встречаются плотные вязкие темно-серые и темно-бурые глины. В нижней части слоя встречаются необкатанные обломки кристаллических пород и кремней размерами 0,5–2,5 см. Общая мощность отложений палеогена составляет от 2,0 до 18,9 м.

В центральной и восточной частях с. Ивановполь (скв. № 271, 272, 266, 256 поисковых работ 1987–1989 гг.) и южной части с. Охотовка (скв. № 537, 539, 544, 545, 546, 549) встречаются слабоглинистые пески и глины темно-бурые до черного цвета, углистые, с участками темно-бурого гумусового вещества. Глины тонкодисперсные, озерно-болотного генезиса. Возраст этих отложений, по данным палинологических исследований, поздний эоцен – поздний олигоцен.

На отложениях палеогена и в местах его отсутствия залегают пески неогена, разномзернистые, серые, зеленовато-серые, зеленовато-желтые и охристо-желтые, разных оттенков. Песок обводненный, местами слабоглинистый. Мощность отложений неогена – 1,0–22,0 м. Среди песков этого слоя встречаются плотные вязкие глины светло-серого и зеленовато-серого цветов, их мощность – 1,0–8,0 м. Глины имеют повсеместное распространение.

Породы миоценового, местами олигоценного возраста перекрыты четвертичными отложениями, представленными флювиогляциальными мелко-среднезернистыми песками, суглинками, а также торфом и грунтово-растительным слоем с корнями растений (голоценовые отложения). Мощность четвертичных отложений – 1,7–5,6 м.

Выявленный в шлихах янтарь приурочен преимущественно к контакту янтареносных отложений верхнего олигоцена (P_3hr) и нижнего миоцена (N_1^1), но встречаются также на контакте последних с четвертичными отложениями и в отложениях олигоцена.

В пределах этого участка выделено два уровня янтареносности: +189 м и +183 м. Сложная система речных долин, которые относили янтарь в древний водоем (озерную впадину, возникшую после регрессии морского бассейна), и наличие выступов фундамента создают достаточно благоприятные условия для образования здесь большой двухъярусной залежи янтаря.

В пласте янтарь распределен неравномерно: он встречается как в верхних частях янтареносной толщи, так и в нижней части. Это может быть объяснено тем, что накопление янтаря происходило за счет взаимодействия выноса материала палеодолинами и транспортировки течениями различного характера, которые циркулировали в морском бассейне (сгонно-нагонные, вдоль-береговые).

В среднем эоцене в пределах сочленения Северо-Украинской горстово-грабеновой зоны (часть субширотной Северо-Украинской мегазоны активизации) [5] и Коростенского плутона накапливались глауконитово-кварцевые пески и располагались наиболее мелководные части морского бассейна. Как рельеф, так и размерность осадков имеют мозаичный характер. Наличие углистого вещества свидетельствует о размыве углистых толщ, где в предшествующую эпоху откладывался протоянтарь. С обмелением морского бассейна в раннем олигоцене на этой территории образовался озерный бассейн, в котором накапливались разномзернистые серые, зеленовато- и желто-серые пески с прослоями глин. За счет перемива нижележащих отложений образовался второй ярус янтарной россыпи.

При построении геолого-генетических моделей янтареносных россыпей Клесовской зоны следует уделить внимание влиянию и других структур региона, например, Сущано-Пержанской тектонической зоне, а также системам субмеридиональных разломов, влияние которых на развитие палеорельефа отмечено в пределах Пержанского участка. Севернее этого участка, в районе с. Копище, россыпи янтаря приурочены к склонам Украинского щита.

По данным палеогеографических исследований [6], в этом районе (исключая с. Замысловичи) потенциальные янтареносные отложения прослеживаются по периметру участка размерами 28 на 18 км, вытянуты в виде полосы субширотного направления с центром в с. Суцаны. Здесь проходит Суцано-Пержанская тектоническая зона, обусловившая развитие контрастного палеорельефа в палеогене в этом районе. Континентальный период развития этой территории в позднем эоцене сменился преимущественно морскими условиями, которые существовали до конца раннего олигоцена [7]. Позже эпиконтинентальный морской бассейн палеогена был относительно мелководным. Отдельными большими островами оставались территория Овручского блока и окрестности с. Суцаны. В позднем эоцене эти два блока слились в единое поднятие, в пределах которого формировались фации подвижного мелководья, содержащие янтарь.

В процессе формирования янтарных россыпей специфической была роль долгоживущей Пержанской палеодолины. После регрессии морского бассейна с конца раннего олигоцена узкая эрозийно-тектоническая долина прорыва существовала на участке современной долины р. Перга. По ней происходил размыв янтареносных отложений. С этим понижением связаны находки янтаря вблизи с. Рудня Пержанская, в шурфе в урочище Яструбецкое, в глиняных копаньях на левом берегу р. Перга.

В течение мезозоя – кайнозоя эта палеодолина, заложенная согласно системе субмеридиональных тектонических нарушений, исполняла роль канализированного потока вещества, по которому выносился размывтый материал отложений палеогена в бассейны седиментации. Этот вывод подтверждается также ранее проведенными палеогеоморфологическими реконструкциями [7] и структурно-литологическими моделями, построенными в Институте геологических наук НАН Украины средствами ГИС [8].

В целом следует отметить, что для описываемых территорий характерно наиболее высокое залегание кристаллического фундамента, что обусловило высокое залегание янтареносных россыпей на уровне 185–190 м, также малую мощность вскрышных пород (первые метры). Поблизости от Овручской грабен-синклинали отдельные проявления янтаря, например, Козюли, залегающие в прибортовой переуглубленной части этой структуры, имеют глубину залегания янтареносных отложений до 20 м.

Второй тип свойственен западной части Припятского янтареносного бассейна. Россыпи формировались в условиях интенсивно заболоченного берега крупного залива с многочисленными мелкими отрицательными формами рельефа, о чем свидетельствуют линзы торфа с янтарем в подошве отложений и в их периферийной части. Такие проявления встречаются в пределах Маневичской зоны, где среди переслаивания алевритов и песков встречены линзы гумусового вещества и остатки полуразложившихся растений. Янтареносными являются отложения обуховской и межигорской свит.

Маневичский янтареносный район на юге граничит с Полицко-Мидским палеоподнятием, а с других сторон ограничен более молодыми эрозийными врезами и выходами на дочетвертичную поверхность докайнозойских отложений. Ранее этот район не считался перспективным. Но в результате поисковых работ 2008 г. [9] площадь этого района в итоге проведенных исследований увеличилась в северном направлении до 1570 км². Глубина залегания обуховских – межигорских отложений увеличивается к северу от первых метров до 10,0–30,0 м. В пределах района выявлено 5 проявлений янтаря: Малая Ведмежка, Камянуха, Нижняя Червища, Седлище, Деревок.

Типичный разрез янтареносных отложений (на примере проявления Камянуха) выглядит следующим образом. Отложения межигорской свиты олигоцена представлены тонкопесчанистыми и глинистыми алевритами темно-серыми, с коричневым, реже буроватым оттенком, интенсивно гумусированными, с прослойками песков серых, темно-серых, кварцевых, слюдястых, также интенсивно гумусированных. Выявлены знаки янтаря, размером 0,5–1,5 мм, от оранжевого до коричневого цвета. На этом участке

М.В. Криницкой [10] было пробурено 5 скважин и оценены прогнозные ресурсы на площади 1,6 км² по Р₃ в 3,3 т при средней мощности потенциально янтареносных отложений 1,7 м.

Особенностью этой зоны является приуроченность к областям моренной площадной денудации, которая стала фактором размыва продуктивных янтареносных отложений. Отмечается влияние на формирование янтарных россыпей субширотных разломов системы Северо-Украинской мегазоны активизации, выделенной Л.С. Галецким [5]. Размещение отдельных форм палеорельефа и сохранность отложений подчиняются этим разломам. Кроме того, эти участки, будучи зонами повышенной трещиноватости, обусловили развитие впадин, где сохранены отложения палеогеновые отложения. Поэтому расположение ареалов этих потенциально продуктивных янтареносных отложений носит мозаичный характер (рисунок 2).



Прямými лініямі паказаны асновныя разломы

Рисунок 2. – Схема распространения ареалов отложений палеогена в пределах Маневичской зоны

Влияние структур Северо-Украинской мегазоны активизации проявляется также на месторождении Володимирец-Восточный (Володимирецкая янтареносная зона), которое расположено во Володимирецком районе Ровенской области, в 0,5 км к востоку от пгт. Володимирец. Согласно системам разломов этой мегазоны активизации, закладывались впадины, в пределах которых локализовано месторождение.

Янтарьсодержащие породы месторождения представлены терригенными глауконит-содержащими отложениями мелководно-морских и прибрежных фаций межигорской свиты, которые плащеобразно перекрывают глины и алевролиты обуховской свиты.

Янтареносная толща месторождения представлена темно-серыми кварцевыми и глауконитсодержащими разноместными песками, иногда глинистыми, с редкими остатками углефицированной древесины и примесями гумусового и илистого материала. Как правило, вместе с янтарем встречается большое количество крупнозернистого кварцевого песчаного материала и обломки углефицированной древесины, но визуально отделить два горизонта невозможно. Мощность продуктивной толщи пород межигор-

горской свиты мінімальна в центральній і західній частих месторождения. В северній часті месторождения мощность этой толщи колеблется в пределах 0,4–4,8 м. Средняя мощность межигорских отложений составляет 2,5 м. Палеовпадины, заполненные межигорскими отложениями, имеют максимальную мощность осадков 2,5–4,5 м и простираются в субширотном направлении.

Подошва продуктивной толщи повторяет волнообразный характер кровли подстилающих пород и характеризуется абсолютными отметками 158,3–164,7 м.

Цветовая гамма янтаря разнообразна: от бесцветного до белого, с различными оттенками желтого, оранжевого, красноватого и до почти черного. Преобладают желто-медовые и медово-желтые разновидности.

Янтарь в отложениях межигорской свиты распространен крайне неравномерно. Его нахождение в пробах вне какой-нибудь закономерности приурочено ко всем частям разреза. Содержание янтаря в целом в продуктивной межигорской толще колеблется от 3,6 до 78,1 г/м³, в среднем – 27,6 г/м³. Аналогичные закономерности отмечены и в других объектах этого района, например, в проявлении Вырка [11].

Перекрывающие продуктивную толщу породы берекской свиты представлены образованиями разного фациального состава. В основном это песчаные отложения, с которыми связаны одиночные находки переотложенного янтаря. Мощность отложений берекской свиты – 0–4,6 м, в среднем – 1,0 м.

К вскрышным породам на месторождении отнесен почвенно-растительный слой, флювиогляциальные кварцевые пески, локально замещенные тонкослоистыми глинами или алевритами. Мощность вскрышных пород – 0,8–9,8 м, при средней – 3,2 м.

Таким образом, при проведении прогнозно-поисковых работ на янтарь на севере Украины необходимо уделять внимание структурам субширотной Северо-Украинской мегазоны активизации, которые обусловили заложение серий впадин, содержащих янтареносные отложения, а также пересечениям отдельных разломов разных систем, благодаря которым в пределах долин образуются резкие изгибы, острова и отмели, к которым могут быть приурочены янтареносные россыпи. Кроме того, сочетание поднятий и впадин обусловили мозаичный характер областей сноса и аккумуляции. В пределах морских бассейнов, расположенных между сериями поднятий, формировался специфический рельеф с многочисленными поднятиями и островами, что привело к сложной динамике потока и, соответственно, к сложному распределению янтаря как по площади, так и по разрезу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебідь, М. І. Палеогеографічні аспекти прогнозу розсіпів бурштину (на основі бітумно-буровугільної гіпотези) / М. І. Лебідь, В. М. Мацуї // Український бурштин : матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. «Український бурштиновий світ», Київ, 17–21 жовт. 2007 р. / Ін-т геол. наук НАН України, Мін-во охорони навколишнього природного середовища України ; редкол.: П. Ф. Гожик [та інш.]. – Київ, 2008. – С. 38–48.
2. Лебедь, Н. И. К проблеме формирования продуктивных горизонтов янтаря-сукцинита / Н. И. Лебедь, В. М. Мацуї // Геол. журн. – 2009. – № 2. – С. 64–67.
3. Галецький, Л. С. Перспективи пошуків бурштину на території України / Л. С. Галецький, Е. С. Дехтулінський, Н. М. Чернієнко // матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. «Український бурштиновий світ», Київ, 17–21 жовт. 2007 р. / Ін-т геол. наук НАН України, Мін-во охорони навколишнього природного середовища України ; редкол.: П. Ф. Гожик [та інш.]. – Київ, 2008. – С. 56–59.
4. Носов, И. С. Перспективная оценка на янтарь Баращивской янтареносной зоны с выявлением проявлений янтаря и оценкой прогнозных ресурсов : отчет о результа-

тах поисковых работ в пределах Барашивской янтареносной зоны. 1987–1989 гг. / И. С. Носов. – Володарск-Волынский, 1989. – Кн. I.

5. Галецкий, Л. С. Трансрегиональные рудоконцентрирующие мегазоны активизации Украины / Л. С. Галецкий, Т. П. Шевченко // Геология XXI столетия. Шляхи розвитку та перспективи. – Київ : Знання, 2001. – С. 70–82.

6. Чмыхал, В. Н. Отчет о результатах общих поисков коренных источников алмазов в северной части Украинского щита за 1976–1980 гг. / В. Н. Чмыхал, В. И. Язвинский. – Киев, 1980. – Кн. 2. – 147 с.

7. Ремезова, О. О. Історія розвитку рельєфу Овруцького кряжу та його обрамлення в мезозої – кайнозої : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.04 / О. О. Ремезова ; Ін-т геол. наук НАН України. – Київ, 1997. – 24 с.

8. Нові дані про генезис олов'яних розсипів північного заходу Українського щита / Л. С. Галецкий [та інш.] // Сучасні проблеми літології осадових басейнів України та суміжних територій : зб. матеріалів Міжнар. наук. конф., Київ, 2–11 жовт. 2014 р. / Ін-т геол. наук НАН України ; редкол.: Е. Ф. Шнюков [та інш.]. – Київ, 2014. – С. 29.

9. Жуйков, М. І. Пошуки родовищ міді в межах рудопроявів Волинського рудного району і пошуково-оцінювальні роботи на Рафалівській площі, 1991–2008 рр. Волинська та Рівненська обл. / М. І. Жуйков. – Рівне, 2008. – 287 с.

10. Криницька, М. В. Пошуки каменесамоцвітної сировини на території діяльності ДРГП «Північгеологія» / М. В. Криницька. – Київ, 2004. – 140 с.

11. Kovalevich, L. A. Development of digital model of Vyrka amber placer (north-western Ukraine) as the basis for the geological researches improvement / L. A. Kovalevich, O. O. Remezova // Geokinematischer Tag : Freiburger Forschungsforum, 16–17 Mai, 2013. – Freiberg : Bergakademie Freiberg, 2013. – P. 230–238.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 25.08.2016

Remezova.E.A. The Account of Structure-Geological Factor at the Construction of Geological-Genetic Models of Amber-Bearing Deposits

The formation of amber-bearing deposits on the territory of Ukraine is widespread within the limits of the Pripyat amber-bearing basin and Carpathian amber-bearing area. It is shown that in the Baltic-Dnieper province which includes the Pripyat basin, the deposits of marine genesis (off-shore-marine, lagoon-river-delta), formed in deep parts of the bays protected from the action of winds, are widespread mainly. The influence of structure-tectonic conditions on forming of amber beds that determined the location of areas of provenance and accumulation in the basins of sedimentation is considered. The action of the North-Ukrainian megazone of activation and other structures of the Ukrainian shield on the processes of sedimentogenesis within the limits of marine basins in time of Mezhygorska suit accumulation is shown. The paleogeomorphological conditions of amber accumulation within the limits of the Baltic-Dnieper province are considered. It is drawn conclusion about necessity of taking into account a structure-tectonic factor in the system of prognosis-searching works on amber in the north of Ukraine.

УДК 551.435.13

Д.В. Трофимова*аспірант каф. геології і географії**Гомельського державного університету імені Ф. Скоріны***СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ
МАЛЫХ РЕК ВИТЬ И СВЕЧАНКА**

Рассмотрено развитие русловых процессов на малых реках Вить и Свечанка. Выполнен сравнительный анализ по критериям возраста и формы долин, типу отложений и типу русловых процессов. Установлены существенные различия отмеченных показателей, что связано с действием ледников в разные исторические эпохи. Многогранность русловых явлений можно рассматривать как результат взаимодействия факторов географической среды, как звенья исторического развития рельефа, как одну из форм перемещения твердого вещества текущей водой.

Введение

Развитие русловых процессов на малых реках на севере и юге Беларуси определяется пространственно-временными особенностями формирования гидросети, разнообразием геолого-геоморфологических условий. Малые реки Беларуси представляют верхнее звено гидрографической сети, являются водоприемниками весенних талых вод и выпадающих атмосферных осадков, определяют водность основных рек Беларуси и имеют большое природоохранное значение.

После изучения морфометрических и морфологических показателей большинства малых рек Беларуси для дальнейшего анализа были выбраны малые реки Вить и Свечанка как наиболее типичные реки для своего региона, имеющие усредненные показатели. Основными критериями анализа были выделены: 1) относительный возраст долин; 2) форма долин; 3) тип отложений; 4) тип русловых процессов. Для изучения морфодинамики русел рек, русловых процессов использовались картографические, расчетные методы исследований.

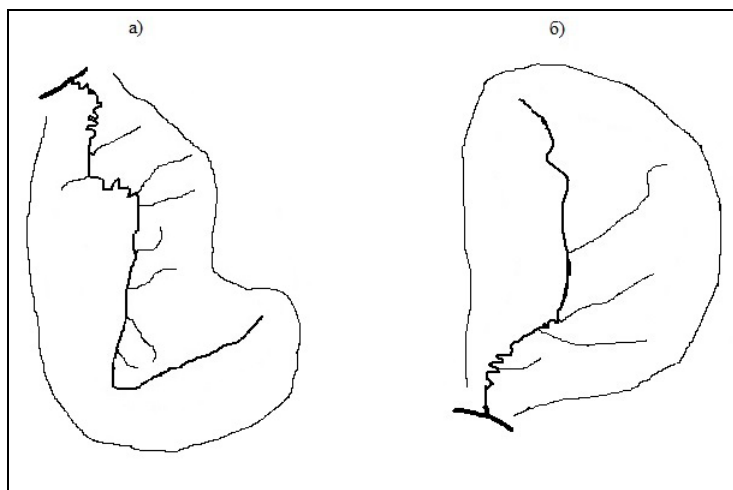
Река Свечанка является правым притоком реки Уллы, которая впадает в Западную Двину. В географическом отношении река находится на севере Беларуси в пределах Белорусской Поозерской физико-географической провинции. Отдельные гидрологические характеристики реки приведены в таблице. Бассейну Свечанки в тектоническом отношении соответствуют склоны Оршанской впадины. Верхняя часть бассейна расположена на северо-восточных склонах Белорусской гряды, средняя и нижняя – в Чашникской низине, примыкающей к левобережью р. Западная Двина. Абсолютная высота в пределах водосборного бассейна изменяется в пределах 150–200 м. Рельеф представляет собой волнистую, местами мелко-холмистую низину, поверхность которой осложнена отдельными озовыми грядами. В верховье встречаются участки грядо-во-холмистого конечно-моренного рельефа. Водосбор Свечанки узкий, вытянут с юга на север [1, с. 222].

Река Вить (таблица) является левым притоком реки Припять и в географическом отношении находится на юге Беларуси в пределах Полесской физико-географической провинции. В тектоническом отношении бассейн р. Вить занимает пересеченный разломами участок Припятского прогиба. Водосбор расположен в восточной части Полесской низменности с абсолютными отметками 100–150 м. Рельеф представляет собой озерно-аллювиальную песчаную равнину (в верхнем и среднем течении), переходящую в водно-ледниковую равнину с характерными для Полесья многочисленными обширными понижениями и изредка встречающимися разнообразными формами эоловой аккумуляции. Водосборный бассейн р. Вить имеет листовидную форму.

Таблица 1. – Отдельные гидрологические характеристики малых рек Свечанка и Вить

Параметры	Свечанка	Вить
Исток реки	оз. Большое Святое в 1,5 км от д. Замошье (Сенненский р-н)	небольшой болотный массив в 4 км к юго-востоку от д. Новый Быхов (Калинковичский р-н)
Устье реки	р. Улла (п), на 17-м км от ее устья, у д. Дыбали	р. Припять (л), на 113-м км от ее устья ниже д. Тульговичи
Длина реки, км	84	62
Площадь водосбора, км ²	551	991
Средний уклон водосбора, ‰	14,3	3,73
Средняя ширина водосбора, км	11	17
Густота речной сети, км/км ²	0,52	0,42
Коэффициент меандрирования реки	2	1,21
Коэффициент асимметрии водосбора	0,03	0,44
Сток взвешенных наносов, кг/с (тыс. т)	0,13 (4,1)	0,051 (1,6)
Средняя многолетняя мутность, г/м ³	39	16
Средний многолетний расход воды в устье, м ³ /с	3,5	3,2

Разная плановая форма водосборных бассейнов исследуемых рек говорит о том, что Вить и Свечанка формировались в разных структурно-геоморфологических условиях и пространственно-временных отрезках. На севере водосборы ограничены компактностью рельефа, преобладают вытянутые, узкие плановые формы, а формирование реки началось в позднепоозерское время. На юге структурный план рельефа и время формирования реки (днепровско-сожское) благоприятствовали меандрированию рек, развитию сети притоков и беспорядочно ветвящейся системы (рисунок 1).



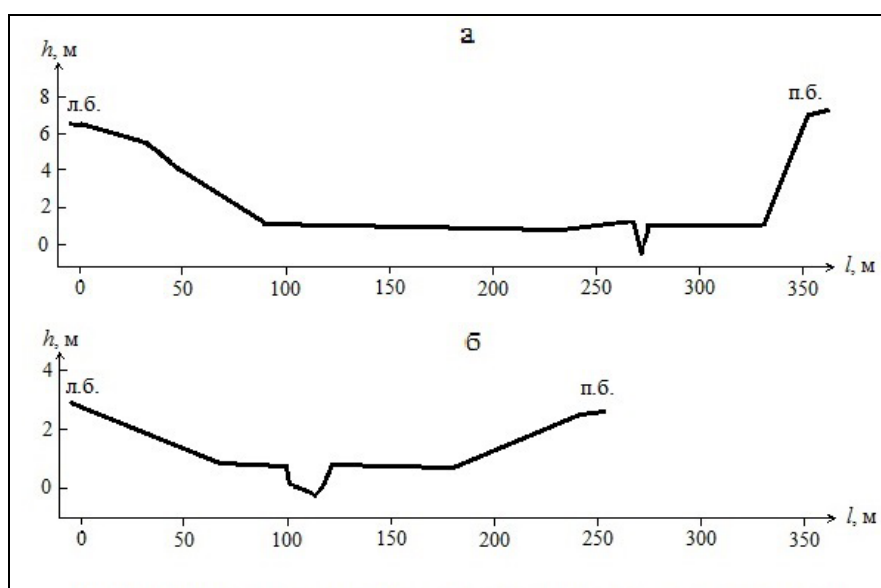
а) Свечанка; б) Вить

Рисунок 1. – Форма водосборов рек Свечанка и Вить

Долины малых рек Вить и Свечанка были образованы в разное геологическое время. Бассейн р. Свечанки находится в зоне распространения последнего поозерского ледника, что обусловило хорошую сохранность рельефа. Основной особенностью рельефа севера Беларуси является его контрастность, что характерно для зон краевых образований. Большое пространство занимают озерно-ледниковые низменности с плос-

ким рельефом. В зонах краевых образований широко распространены ледниково-экскавационный тип рельефа. Характерно сочетание конечно-моренных гряд с широкими и плоскими озерно-ледниковыми равнинами, с озерными котловинами, речными долинами. Холмистая поверхность рельефа бассейна р. Вить была образована днепровским ледником и значительно переработана в последующие ледниковые периоды плейстоцена. По этой причине значительные территории, которые заняты озерно-аллювиальной равниной, возникшей на месте озер-разливов, постепенно сливаются с аллювиальной равниной древних надпойменных террас Припяти и ее притоков, с поймами современных рек.

При сравнительном анализе долин исследуемых рек определены существенные различия в их морфологии. Так, долина р. Свечанки трапецеидальная (рисунок 2), лишь в истоке и у д. Стержень (среднее течение) неясно выраженная, местами в верхнем и среднем течении V-образная. Молодые речные долины часто не имеют террас, а пойма встречается не везде. У Свечанки пойма двухсторонняя, чередующаяся по берегам, преобладающая ширина – 100–300 м, выше д. Прудок отсутствует. Между деревнями Верховье и Новые Челныши местами расширяется до 0,9 км, в районе оз. Стержень – до 2 км. На большом протяжении заболоченная или увлажненная, изрезана осушительными канавами, луговая, на значительном протяжении поросла редким кустарником. В высокое половодье затопляется на глубину до 2,5 м сроком на 5–10 дней. Как и у многих молодых рек поперечный профиль Свечанки местами принимает V-образную форму (деревни Ульяновичи, Блажевщина, Малиновщина и Верховье) [1, с. 222].



а) р. Свечанка у д. Овсянники; б) р. Вить у д. Тульговичи

Рисунок 2. – Схематический поперечный профиль долин рек Свечанка и Вить

По Хортону Р.Е., бассейны рек 1-го порядка как бы рождаются зрелыми, хотя и имеют вид юных, т.е. обладают узкими V-образными долинами с крутыми склонами. Они остаются внешне юными в течение всего их существования не потому, что отсутствует тяготеющее к ним поле возможного расчленения, а потому, что они не обладают достаточными орудиями для выполнения этой работы [2, с. 146].

Как видим из рисунка 2, долина р. Вить преимущественно неясно выраженная, в низовье сливается с поймой р. Припяти, где между д. Борисовщина и д. Буда заболо-

ченая. В среднем течении на протяжении 6 км ниже д. Загальер. Вить имеет ящикообразную долину с крутыми склонами высотой 5–6 м. Такой тип долин возникает в условиях интенсивной преимущественно боковой эрозии. Известно, что в каждом постоянном и временном водотоке всегда можно обнаружить обе формы линейной эрозии (глубинную и боковую), но на первых этапах развития преобладает глубинная, а в последующие этапы – боковая, что и наблюдается в Полесье.

Трапецеидальные и ящикообразные долины похожи по своей форме, но у первых склоны более пологие, чем у вторых. Так, склоны долины Свечанки преимущественно пологие, слабо рассеченные, распаханные, в низовье встречаются крутые и очень крутые, поросшие лесом или кустарником. Высота их – 5–10 м. Склоны Вить умеренно крутые, прямые, рассеченные, высота – 5–6 м.

Бассейны рек Свечанки и Вити отличаются по геологическому строению и генетическим типам четвертичных отложений. В зависимости от уклона местности, свойств подстилающих пород, массы воды размыв территории на разных участках происходит по-разному. Сопротивление, которое различные горные породы оказывают размыванию, ясно отражается на форме долин. При встрече с трудноразмываемыми породами долина реки суживается. Долины в податливых к размыву горных породах значительно шире.

Подстилающими и почвообразующими породами р. Свечанки служат в основном ледниковые отложения. Моренные отложения поозерского ледника распространены на севере Беларуси повсеместно, слагая обширные моренные равнины. Моренный горизонт выдержан по мощности, которая не превышает 25–30 м. Преобладающими являются твердые супеси и суглинки, реже глины с содержанием гравия и гальки до 10–15%. Поозерской морене свойственна массивная плитчатая, иногда слоистая текстура. Для верхней части грунтовой толщи характерна сланцеватость, обусловленная процессами выветривания. В толще встречаются внутриморенные образования, представленные линзами, гнездами, карманами разнозернистых песков, галечника, ленточных глин [3, с. 55].

Нередко встречаются озерно-ледниковые образования, представленные ленточными глинами, а также тонкозернистыми и слоистыми слюдистыми песками. В ряде районов флювиогляциальные пески слагают камовые холмы (верхнее течение) и озовые гряды (нижнее течение). В среднем течении Свечанки развиты верховые и переходные торфяники. Понижения чаще всего заболочены или заняты озерами, наибольшие из которых Стержень, Большое Святое и Белое. Преобладающим типом почв являются дерново-подзолистые суглинистые, на заболоченных участках торфяные, на повышенных – супесчаные.

Подстилающими и почвообразующими породами р. Вить служат преимущественно флювиогляциальные, аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения, встречаются эоловые отложения. Вещественный состав покровных флювиогляциальных отложений представлен песками с гравием и галькой. На отдельных участках кровля песков перекрывается лесовидными слабопросадочными супесями и суглинками. В составе отложений встречаются желтые, мелкие пески с бурыми прослоями ожелезнения, что позволяет отнести их к категории плотных, цементированных грунтов. На геологических разрезах в составе аллювиальных отложений, покрывающих супесчано-суглинистую толщу, повсеместно преобладают слоистые мелкие пески с высоким содержанием тонкодисперсной фракции и выдержанным литологическим составом по простиранию. Также необходимо учесть наличие на малых глубинах (порядка несколько метров) супесей и суглинков [3, с. 56].

Образования стариц рек – это заиленные пески, супеси, суглинки, глины, сапропелиты и торф. Наибольшее развитие получили здесь дерново-подзолистые песчаные

и супесчаные. В устье при слиянии с широкой пойменной террасой Припяти распространены аллювиальные дерновые почвы. Понижения заняты болотами с торфяными и песчано-торфяными грунтами. Большие болотные массивы расположены в средней части водосбора. Толщина слоя торфа достигает 3–4 м. Болота торфяно-моховые, кочковатые, с мелкими суходолами, поросшие кустарником. Леса смешанные, в низовье хвойные, большей частью заболоченные. Значительных озер нет.

Процессы развития рельефа речного русла в основном определяются взаимодействием движущейся воды, перемещаемых водой наносов и слагающих ложе потока грунтов. Как только под влиянием этого взаимодействия возникает некоторая форма русла, последняя также становится важным фактором русловых процессов, поскольку она в значительной мере определяет гидравлические особенности потока.

Характер взаимодействия этих четырех основных составляющих естественного руслового процесса зависит еще от ряда зональных и азональных факторов, действующих постоянно или временно, локально или на всем протяжении реки (деятельность ветра, льда, тектоники и др.).

В.М. Лохтин доказал, что характер развития речного русла тесно связан с особенностями географической среды и что формы руслового рельефа имеют различный вид и различный режим в зависимости от тех или иных сочетаний водного режима, грунтов речного ложа, первичного уклона местности и ряда других факторов [4, с. 141].

Русло Свечанки до д. Ведерники и между деревнями Рыжовщина и Новые Челныши канализованное, на остальном протяжении умеренно ($K = 1,04$) и сильно ($K = 1,11$) извилистое, неразветвленное. Зарастает оно по всей ширине, до оз. Стержень засорено хворостом и топляками. Берега крутые и обрывистые с частыми осыпями, на участках канализованного русла спланированы. Река протекает через озера Хотлинское, Маевское, Рыбаковское, Стержень и Слободское.

Русло Вити канализованное, от д. Загальская Слобода до устья слабо извилистое ($K = 1,03–1,07$), местами прямое, неразветвленное, на отдельных участках густо зарастает. Берега крутые, поросшие кустарником и камышом, выше д. Тульговичи – редким лесом, преимущественно торфянистые, местами песчаные, обнаженные, размываемые, на значительном протяжении задернованные. В районе д. Мутижар по берегам во многих местах наблюдаются выходы грунтовых вод.

Для Свечанки в среднем и нижнем течении характерно ограниченное меандрирование. Оно развивается в условиях стеснения русла склонами долин, уступами древних террас или древними, устойчивыми береговыми валами. Учитывая породный состав ложа, принадлежность бассейну Западной Двины, Свечанка выбирает наиболее удобное место для течения потока, врезается в породы, огибая трудные участки. У реки наблюдается систематическое сползание слабовыраженных излучин при сохранении ими своих плановых очертаний, что позволяет потоку наиболее просто осуществлять обмен наносами между поймой и руслом. Пояс меандрирования соответствует ширине поймы и составляет 100–300 м, выше д. Прудок отсутствует.

Внешне Свечанка отличается большей извилистостью потока, четко прослеживаемой не только в межень, но и в период половодья, строгой приуроченностью побочней к участкам выпуклых берегов русла и их перемещением только с перемещением всей излучины [5, с. 74].

При ограниченном меандрировании имеются перекошенные гряды или побочни, сползающие вниз по течению, а также осуществляются сезонные деформации плесов и перекатов. В межень перекаты частично размываются, а плесовые ложины заносятся, в половодья перекаты и плесы восстанавливаются.

Как было сказано, русло реки Вить канализовано лишь в верхнем течении, далее – свободное меандрирование. Характерной особенностью данного процесса являет-

ся цикличность развития излучин, заключающаяся в переходе их от формы, в плане близкой к синусоиде, к петлеобразным очертаниям, и завершение процесса плановых деформаций прорывом перешейка между двумя смежными излучинами и отмиранием отторженной части русла. После прорыва перешейка возникает новая излучина, повторяющая прежний цикл развития. Кроме того, в результате плановых переформирований русла наблюдается смещение не только отдельных излучин, но и всего пояса меандрирования, вследствие чего река может занимать различное положение по отношению к оси своей долины [6].

Для рек со свободным меандрированием характерны небольшие уклоны потока (Вить – 3,73‰), что является обычным для рек Полесья. В данных условиях интенсивно развит пойменный процесс, в ходе плановых деформаций образуются обширные поймы, значительно более широкие, чем пояс меандрирования. Так, пойма р. Вить до д. Борисовщина двухсторонняя, шириной 200–300 м, ниже сливается с прилегающими болотами. На значительном протяжении заболоченная, изрезана осушительными канавами и староречьями, поросла травой, реже кустарником, в верховье и ниже д. Тульговичи – лиственным лесом. Весной затопляется на глубину от 0,2–0,5 м в верхнем течении – до 1–1,4 м в нижнем сроком до 10 дней.

Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Принадлежность малых рек Беларуси разным по возрасту и особенностям развития бассейнам определяет отличительные черты рек севера и юга. Молодые реки Поозерья имеют более интенсивный характер течения, активно врезаются в подстилающие породы, что обуславливает своеобразный рисунок речной сети. Полесские реки, как более древние, характеризуются более низкими скоростями течения и преобладанием плановых деформаций русла.

2. Для рек севера Беларуси в основном характерны трапецеидальные долины, для юга страны – неясно выраженные. Местами в Поозерье встречаются V-образный тип, который практически не отмечен в Полесском регионе. Для таких долин характерен сравнительно узкий, глубоко врезаемый профиль. Для наиболее крупных из них характерны несколько уровней локальных террас, встречаются пороги.

3. Необходимо отметить особенности в геологическом строении бассейнов Свечанка и Вить, которые отличаются по условиям залегания и литологическому составу горных пород. Бассейн Свечанки в геологическом отношении сложен в основном ледниковыми образованиями, которые представлены валунными супесями и суглинками с линзами, гнездами и прослоями песчано-гравийного и гравийно-галечного материала и разнозернистыми глинистыми песками с гравием, галькой и валунами. Кроме того, широко развиты следы гляциодинамической деятельности ледниковых покровов, представленные гляциодислокациями. Нередко встречаются озерно-ледниковые ленточные глины, а также тонкозернистые и слоистые слюдястые пески. В ряде районов флювио-гляциальные пески слагают камовые холмы и озовые гряды.

Геологическое строение бассейна р. Вить представлено главным образом флювиогляциальными, аллювиальными и озерно-аллювиальными образованиями. Это в основном разнозернистые, часто мелкозернистые пески с прослоями, линзами и гнездами супесей, суглинков, глин, песчано-гравийного материала.

4. Для Свечанки характерно адаптированное меандрирование, а у Вити преобладает свободное меандрирование.

Отмеченные выше особенности возраста и генезиса территории, характера рельефа и подстилающих пород обусловили развитие преобладающих типов русловых процессов. Наличие песчаных пород, равнинный рельеф, относительный возраст создали

благоприятные условия для преобладания гидродинамических факторов развития русловых процессов. Как результат – развитие свободного меандрирования на значительной территории Белорусского Полесья и реки Вить в частности.

Адаптированное меандрирование Свечанки определяется геодинамическими факторами и проявляется в поиске наиболее ослабленных мест для долины в результате стеснения русла уступами древних террас, относительной молодости и пересеченности рельефа, распространением супесчаных и суглинистых пород.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Описание рек и озер и расчеты основных характеристик их режима : в 20 т. / под ред. К. А. Ключевой. – Л. : Гидрометеиздат, 1971. – Т. 5 : Белоруссия и Верхнее Поднепровье – 1108 с.
2. Хортон, Р. Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. Гидрофизический подход к количественной морфологии ; пер. с англ. / Р. Е. Хортон. – М. ; Л. : Изд-во иностр. лит., 1948. – 158 с.
3. Колпашников, Г. А. Закономерности распространения грунтовых толщ в Беларуси и особенности их прочностных и деформационных свойств / Г. А. Колпашников // Строительная наука и техника. – 2011. – № 4. – С. 54–57.
4. Маккавеев, Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне / Н. И. Маккавеев. – М. : Геогр. факультет МГУ, 2003. – 355 с.
5. Попов, И. В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство / И. В. Попов. – Л. : Гидрометеиздат, 1965. – 328 с.
6. Чалов, Р. С. Географические исследования русловых процессов / Р. С. Чалов ; под ред. Н. И. Маккавеева. – М. : Изд-во МГУ, 1979. – 232 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 18.02.2016

Trofimova D.V. To twist the Comparative Analysis of Development of River-bed Processes of the Small Rivers Vit' and Svechanka

Development the river-bed of processes on the small rivers Vit' and Svechanka is considered. The comparative analysis by criteria of age and a form of valleys, type of deposits and type the river-bed of processes is made. Essential distinctions of noted indicators that it is connected with action of glaciers during different historical eras are established. Versatility the river-bed of the phenomena can be considered as result of interaction of factors of the geographical environment, as links of historical development of a relief, as one of forms of movement of strong substance by the current water.

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 спасылкаў 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 *С.Ф. Бут-Гусаім, Л.М. Калілец*

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

Падпісана ў друк 30.12.2016. Фармат 60×84/8. Папера афсетная.

Гарнітура Таймс. Рызаграфія. Ум. друк. арк. 12,79. Ул.-выд. арк. 10,68.

Тыраж 100 экз. Заказ № 533.

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.