

Том 43, № 4
Декабрь 2019

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.

Журнал включен в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (25.00.00 – науки о Земле)

Учредитель

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

Издатель

НИУ «БелГУ»

Издательский дом «БелГУ»

Адрес редакции, издателя, типографии:
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № ФС 77 – 73512 от 31 августа 2018 г.

Выходит 4 раза в год

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
ЖУРНАЛА**

Главный редактор

Ф.Н. Лисецкий, доктор географических наук,
профессор (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Ведущий редактор

П.В. Голесов, доктор географических наук,
доцент (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Ответственный секретарь

Е.Я. Зеленская, (НИУ «БелГУ», Белгород,
Россия)

Члены редколлегии:

А.Н. Витченко, доктор географических наук,
профессор (Белорусский государственный
университет, Минск, Республика Беларусь).

С.А. Куропат, доктор географических наук,
профессор (ВГУ, Воронеж, Россия)

Э.Р. Луто, доктор, профессор (Университет
Миссури, Колумбия, США)

М.И. Недялков, чл.-корр. Академии Наук
Молдовы, доктор географических наук,
профессор (Институт экологии и географии
Академии Наук Молдовы, Кишинев,
Республика Молдова)

А.А. Тишков, чл.-корр. РАН, доктор
географических наук, профессор (ИГ РАН,
Москва, Россия)

Дж. А. Хуббарт, доктор, профессор
(Университет Западной Вирджинии,
Моргантаун, США)

Ю.Г. Чендев, доктор географических наук,
профессор (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

Belgorod State University

Scientific Bulletin

Natural sciences

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Нгуен Тхань Хунг, Косинова И.И.

Оценка адсорбционных свойств почв провинции Донг Най (Вьетнам) 325

Бажина Н.Л., Захарова Е.Г., Дергачева М.И.

Сравнительный анализ гумусовой составляющей тундровых почв
Тувы и Горного Алтая, сформировавшихся в одинаковых
экологических условиях 337

Глазырина Ю.В.

Аспекты географической репрезентативности при комплектовании
естественнонаучных коллекций краеведческого музея 348

Оборин М.С.

Курортно-рекреационная система Пермского края как эффективный
механизм развития потребительского рынка сельских территорий
региона 362

Лалин П.С.

Морфогенетическая модель развития современного рельефа в зоне
сочленения Чуйской и Курайской внутригорных впадин (Горный
Алтай) 375

Ковалёв Р.А.

Скорость подземной химической денудации и активность карстовых
процессов Мрасского и Кузнецкого карстовых районов (Алатауско-
Шорское нагорье) на примере ключевых карстовых участков 386

Пашков С.В.

Ландшафтно-экологические основы земледельческой освоенности
территории Северо-Казахстанской области 400

Широков Р.С.

Формирование геоэкологических условий прибрежно-морской
области Западного Ямала при изменении климата 412

Курепина В.А., Киселев В.В., Корнилов А.Г.

Геоэкологические аспекты развития современного животноводства на
территории Алексеевского и Красногвардейского районов
Белгородской области 425

Поляков Д.Г.

Современное состояние темно-каштановых почв Зауралья и их
земледельческая трансформация 438

Сведения об авторах 448

Выпускающий редактор *Л.П. Котенко*
Корректурa, компьютерная
верстка *А.Н. Оберемок*
Оригинал-макет *П.В. Голусов*
E-mail: goleusov@bsu.edu.ru

Подписано в печать 20.12.2019
Формат 60×84/8
Гарнитура Times New Roman, Impact
Усл. п. л. 16,0
Заказ 298
Цена свободная
Тираж 1000 экз.
Дата выхода 30.12.2019
Подписной индекс в Объединенном каталоге
«Пресса России» – 81466

Оригинал-макет подготовлен и тиражирован
в Издательском доме «БелГУ»
Адрес издателя и издательства:
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Volume 43, № 4 December 2019

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

Founded in 1995

The journal is included into the List of Higher Attestation Commission of peer-reviewed scientific publications where the main scientific results of dissertations for obtaining scientific degrees of a candidate and doctor of science should be published (25.00.00 – Earth sciences). The journal is introduced in Russian Science Citation Index (РИНЦ).

Founder

Federal state autonomous educational establishment of higher education «Belgorod State National Research University»

Publisher

Belgorod State National Research University
«BelSU» Publishing House
Address of editorial office, publisher, letterpress plant: 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor)

Mass media registration certificate
ПИ № ФС 77 – 73512 dd 31 august 2018.

Publication frequency: 4 /year

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL SERIES

Chief Editor

F.N. Lisetskii, Doctor of Geographical Sciences, Professor (BSU, Belgorod, Russia)

Issuing Editor

P.V. Goleusov, Doctor of Geographical Sciences (BSU, Belgorod, Russia)

Responsible Secretary

E.Ya. Zelenskaya, (BSU, Belgorod, Russia)

Members of editorial board:

Earth Science

A.N. Vitchshenko, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus)

S.A. Kurolap, Doctor of Geographical Sciences, Professor (VSU, Voronezh)

A.R. Lupo, Doctor, Professor (University of Missouri-Columbia, Columbia, USA)

M.I. Nedelcov, Member corr. Academy of Sciences of Moldova, Doctor, professor, (Institute of Ecology and Geography ASM, Chişinău Municipality, Republica of Moldova)

A.A. Tishkov, Member corr. RAS, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Institute of Geography RAS, Moscow, Russia)

J.A. Hubbart, Doctor (Ph. D), Professor (West Virginia University, Morgantown, USA)

Yu.G. Chendev, Doctor of Geographical Sciences, Professor (BSU, Belgorod, Russia)

Belgorod State University Scientific Bulletin

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского государственного университета Естественные науки

CONTENTS

EARTH SCIENCES

Nguyen Thanh Hung, Kosinova I.I. Evaluation of the adsorption properties of topsoils of Dong Nai province (Vietnam)	325
Bazhina N.L., Zakharova E.G., Dergacheva M.I. Comparative analysis of tundra soil humus component of Tuva and Mountain Altai formed in the same environmental conditions	337
Glazyrina Yu.V. Aspects of geographical representativeness to the acquisition of the natural science collections of the regional museum	348
Oborin M.S. Resort and recreational system of Perm region as an effective mechanism for consumer market development of rural territories of the region	362
Lapin P.S. Morphogenetic model of development of modern relief in the joining area of the Chuya and Kurai intermountain depressions (Mountain Altai)	375
Kovalev R.A. Speed of the underground chemical denudation and activity of Karst processes of Mrassky and kuznetsk karst districts (Alatau-Shorskoe uplands) on the example of key karst sites	386
Pashkov S.V. Landscape and ecological basics of agricultural development of the territory of the North Kazakhstan region	400
Shirokov R.S. Formation of geoeological conditions of the coastal marine region of the Western Yamal under climate change	412
Kourepina V.A., Kiselev V.V., Kornilov A.G. Geoeological aspects of development of modern livestock on the territory of Alekseevsky and Krasnogvardeysky area of Belgorod region	425
Polyakov D.G. The current state of haplic kastanozems of the Trans-Ural region and their agricultural transformation	438
Information about Authors	448

Commissioning Editor *L.P. Kotenko*
Pag Proofreading, computer imposition
A.N. Oberemok
Page layout by *P.V. Goleusov*
E-mail: goleusov@bsu.edu.ru

Passed for printing 20.12.2019
Format 60×84/8
Typeface Times New Roman, Impact
Printer's sheets 16,0
Order 298
Price free
Circulation 1000 copies
Date of publishing 30.12.2019
Subscription reference in The Russian Press
common catalogue – 81466

Dummy layout is replicated at Publishing House
«BelSU», Belgorod State National Research
University
Address: 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

НАУКИ О ЗЕМЛЕ EARTH SCIENCES

УДК 553:504.5.53(597)

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-325-336

EVALUATION OF THE ADSORPTION PROPERTIES OF TOPSOILS OF DONG NAI PROVINCE (VIETNAM)

ОЦЕНКА АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПРОВИНЦИИ ДОНГ НАЙ (ВЬЕТНАМ)

Nguyen Thanh Hung¹, I.I. Kosinova²
Нгуен Тхань Хунг¹, И.И. Косинова²

¹Vietnamese National University of Forestry,
Ha Noi, 1000, Viet Nam

²Voronezh State University,
1 University Square, Voronezh, 394018, Russia

¹Вьетнамский национальный университет лесного хозяйства,
Ханой, 1000, Вьетнам

²Воронежский государственный университет,
Россия, 394018, г. Воронеж, Университетская площадь, 1

Email: Thanhhungln02@gmail.com

Abstract

The features of the adsorption properties of various types of topsoils of the province of Dong Nai – Vietnam are presented. Three types of near-surface deposits are distinguished – Ferrasol, Luvisol and Acrisol, differing in their mechanical and chemical composition, pH value. Experiments were carried out to study the adsorption properties of these topsoils conditions of static sorption. The ICP-MS atomic adsorption spectroscopy method was used to determine the concentration of ions metal in solution after filtering. The results showed that the topsoils adsorbs arsenic and lead as much as possible. For certain types of topsoils, the features of adsorption ability were revealed, which is most manifested for the type of Luvisol, then Ferrasol and then Acrisol. The ability to adsorb heavy metals of Luvisols decreases in the following order: As > Pb > Cu > Cd > Zn. Ferrasols in the order of As > Pb > Zn > Cd > Cu. Acrisols in the order of Pb > As > Cu > Cd > Zn. Experimental results also revealed that, at high concentrations (100 mg/l to 1000 mg/l), Zn²⁺, Cu²⁺ and Cd²⁺ ions tend to move down to deeper soil layers.

Аннотация

Экспериментальные исследования адсорбционных свойств различных типов почв центральной части Вьетнама были проведены в условиях динамической фильтрации растворов солей металлов (As, Cd, Pb, Zn, Cu) через образцы почв, помещенные в цилиндры высотой 25 см и радиусом 27 мм. Время фильтрации изменялось от 15 до 39 минут. Представлены особенности адсорбционных свойств различных типов верхних слоев почв провинции Донг Най (Вьетнам). Выделяются три типа почв: феррасоли, лювисоли и акрисоли, отличающиеся по своему механическому и химическому составу, pH. Были проведены эксперименты по изучению адсорбционных свойств этих почв в условиях статической сорбции. Метод атомной спектроскопии ICP-MS использовался для определения концентрации металла ионов в растворе после фильтрации. Результаты показали, что почвы адсорбируют мышьяк и свинец, максимально их поглощают. Для обозначенных типов почв особенности адсорбции отличаются, наиболее она проявляется для типа лювисолей, далее – феррасолей, а затем – акрисолей. Способность



адсорбировать тяжелые металлы лювисолой уменьшается в следующем порядке: $As > Pb > Cu > Cd > Zn$. Ferrasols по адсорбционным свойствам изменяется в ряду $As > Pb > Zn > Cd > Cu$. акрисоли адсорбируют в порядке $Pb > As > Cu > Cd > Zn$. Полученные результаты показывают, что при высоких концентрациях (100 mg/l to 1000 mg/l), Zn^{2+} , Cu^{2+} и Cd^{2+} имеют тенденцию проникать в более глубокие горизонты.

Keywords: heavy metals, adsorption, luvisol, ferrasol, acrisol, toxicity, Dong Nai, pollution.

Ключевые слова: тяжелые металлы, адсорбция, лювисоли, феррасоли, акрисоли, токсичность, провинция Донг Най, загрязнение.

Introduction

Heavy metals penetrate agricultural land due to atmospheric deposition and the application of chemical fertilizers, animal manure, sludge and pesticides [Kosinova, Kustova, 2008; Ali et al., 2017]. An increase in heavy metal concentrations in the soil can cause serious problems for soil fertility, groundwater quality, and food chains [Mandzhieva et al., 2014]. The ability to penetrate substances through the soil environment has important effects on processes, such as groundwater and soil remediation, salt water intrusion, drinking water purification, and wastewater treatment [Pugliese et al., 2015]. It is also important for plant growth, chemical reactions (such as absorption, precipitation and redox) and to understand the environmental impact of landfills and surface-applied chemicals, such as pesticides and fertilizers [Breckle, 1991; Karup et al., 2016]. The main factors that govern the soil's absorption capacity are clay content, average particle diameter, pore distribution index, bulk density, organic carbon content and pH [Karup et al., 2016; Mojid et al., 2018]. According to some researchers, the level of heavy metal absorption in soils decreases in sequence: Clay > Fine dust > Medium dust [Baidina, 2001; Arthur et al., 2015]. The difference in the heavy metal absorption level of soils depends not only on the specific surface of the absorbent but also by their composition and properties [Mandzhieva et al., 2014]. According to authors like Breckle [1991], Gardea-Torresdey et al. [1996], Nies [1999], Meagher [2000], metals Arsenic, Lead, cadmium, copper, zinc and nickel, are the metals most commonly reported to have the highest impact on organisms.

Three types of soils are common in Dong Nai province: Ferrasols and Luvisols and Acrisols. Also in this province is the maximum number of industrial parks in Vietnam (33 large industrial parks, with lots of metallurgical, machine building, tanning, fertilizer, waste treatment plants ...). In this area, serious environmental pollution has also been recorded due to discharges from factories in 2011–2015. There have been reports of heavy metal contamination in surface water, such as Pb, Cd, and Zn exceeding the permissible level many times [Le, 2015]. This pollution moved to agricultural areas with irrigation system water. Farmers used contaminated river water to irrigate crops during the dry season (usually 3–4 times during the dry season from November to May). The simulation of the process by which soil absorbs metal ions when irrigated by contaminated water, will reveal the factors affecting the absorption process and the tendency to move metal ions in the soil.

Materials and methods

Materials: We chose to use soluble salts of Zn, Cu, Pb, As, Cd at concentrations from 0.1 mg/l to 1000 mg/l. These metals were identified in the process of field research as the main polluting elements. Three types of soil include: Luvisols, Ferrasols developing on basalt and Acrisols developing on shale. The total area of these three types of soil accounts for 88 % of the total land area of Dong Nai province. The sampling depth is from 0–25cm (corresponding to the depth of topsoil). All samples were taken from agricultural land. Each type of soil was taken in three different places within agricultural areas (fig. 1). A 1 m² soil surface is cleaned of components such as roots, grass and other contaminants. Then, a pit is drilled with a shovel with a depth of 0.5 m, a width of 0.5 m and a length of 1 m. The ground surface has been leveled. Then

using a tape measure, mark the position of 25 cm from the ground to the bottom. Using a clean bag, place it under the trench, then use a plastic shovel, brush the soil vertically from the top of the soil surface to the marked location. The weight of each soil type were about 10 kg, then stopped. After collecting each type of soil, the impurities and roots were removed, then air-dried and sieved to particle size ≤ 2 mm. The pH of soil samples was measured using a Cyberscan digital pH meter. The total organic carbon (TOC) content in soil samples was measured by Walkley and Black's method [Allison, 1986]. The concentrations of metal ions in solution after filtering were measured with the help of an atomic absorption spectrophotometer ICP-MS. The analysis results of each soil sample were considered as the average value of each soil type.

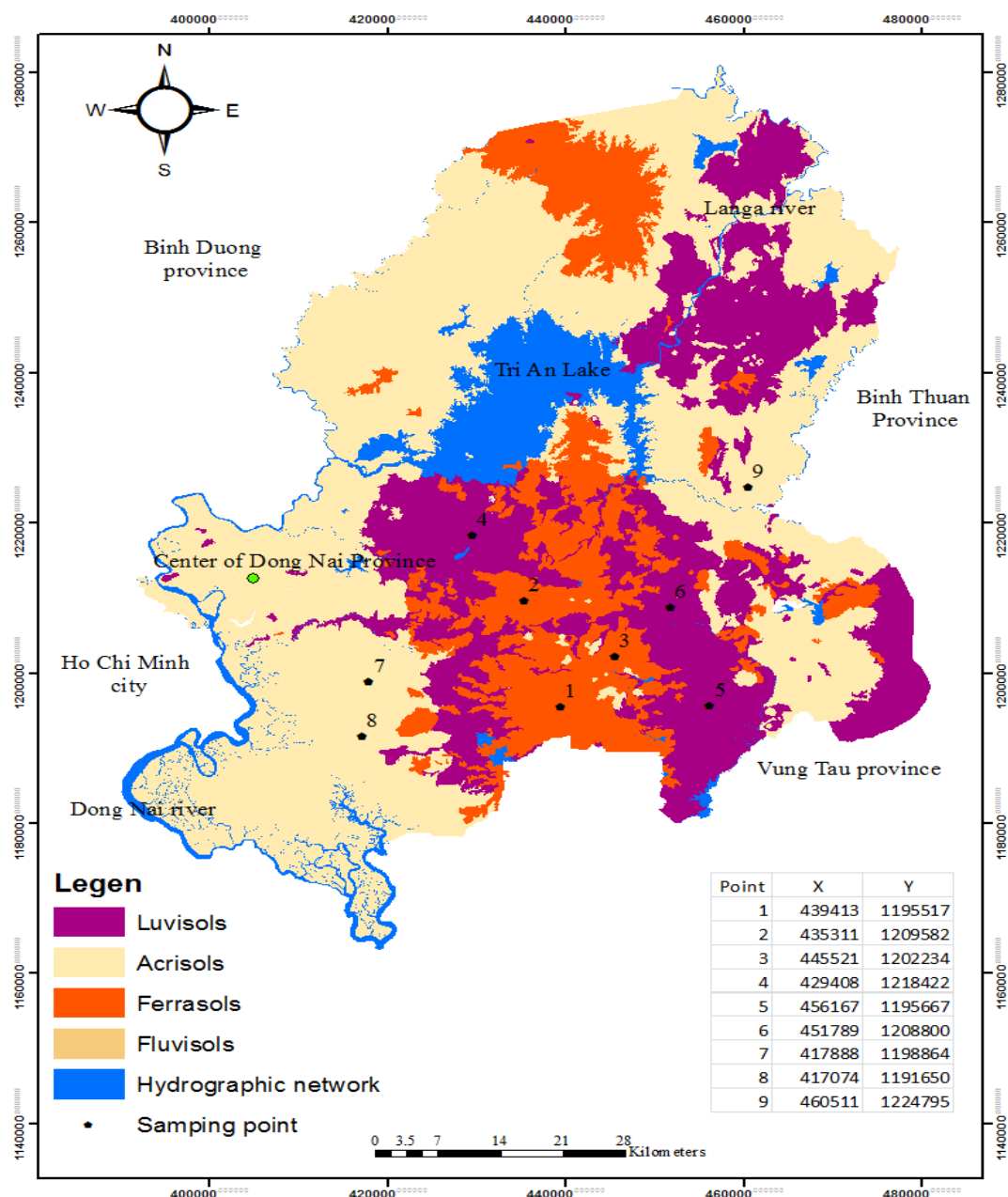


Fig. 1. Schematic of sampling points

Рис. 1. Схема расположения точек опробования

Particle size composition, total organic carbon content and pH are considered to have a major influence on soil uptake. On the other hand, soil moisture and density are important in determining soil weight for experiments. Therefore, the above components and the concentrations of metals used in the experiment were analyzed in detail. Analytical results were given by table 1.

Table 1
Таблица 1Results of soil sample analysis
Результаты анализа проб почвы

Parameter	Luvissols	Ferralsols	Acrisols
pH _{H2O}	4.42	4.52	5.17
Moisture, % (Dry Soil)	25.77	24.51	28.5
Density (g/cm ³)	1.34	1.19	1.30
Porosity (%)	60.06	55.19	53.54
Total organic carbon (TOC %)	1.46	1.43	0.98
Sand (< 2 to 0.05 mm) %	16.6	20.2	61.1
Silt (0.05 to 0.002 mm) %	37.2	17.6	17.4
Clay (< 0.002 mm) %	46.2	62.2	21.5
Total content As (mg/kg)	1.48	2.23	1.4
Total content Pb (mg/kg)	6.8	4.61	4.22
Total content Cd (mg/kg)	< 0.017	< 0.017	< 0.017
Total content Cu (mg/kg)	88.6	66.2	33.74
Total content Zn (mg/kg)	116	127	56.18

Using a PVC pipe with a diameter of 27 mm and a height of 25 cm, drill directly into the ground at a depth of 25 cm from the soil surface at the sampling sites. In each location, one soil pipe was taken. The soil was obtained and dried at room temperature. The average weight of each soil type at the three sampling locations is the amount of soil used in the experiment pipe. The results: the amount of Luvisols soil to be filled into a test tube is 153.36 g, Ferrasols soil is 136.2 g, Acrisols soil is 148.7 g.

Conducting experiments: A 100ml Zn²⁺ ion solution (Zinc nitrate hexahydrate) with a concentration of 0.1 mg/l was poured slowly into the plastic pipe containing Luvisols soil (plastic pipe with a diameter of 27 mm and a height of 25 cm, which was held on a stand vertically 90 degrees, The lower end of the pipe was covered with filter paper of ashless cellulose, with an average pore size of 8µm and a diameter of 150 mm), placed a graduated cylinder below the plastic tube containing soil to collect Zn²⁺ ion solution after filtering through the soil.

The experiment was repeated 3 times. For 100 ml Zn²⁺ ion solution with a concentrations of 1.0 mg/l, 10 mg/l, 50 mg/l, 100 mg/l and 1000 mg/l, the experiment was done in the same way. ICP-MS spectrophotometer was used to determine the concentration of metal ions in each solution obtained after filtering through the soil. The final result was the average value of the measurements, after eliminating the results with a large difference from the average value of 03 repetitions. The absorption capacity of the soil was the value of the initial metal ion concentration minus the concentration value of the solution after filtering through the soil. The salt copper chloride dihydrate, lead acetate trihydrate, sodium arsenite and cadmium sulfate octahydrate were similarly carried out. Excel 2007 software was used to determine the degree of correlation between soil absorption and metal ion concentration. Experiment on Ferrasol soil and Acrisol soil was carried out in a similar manner. The total number of samples tested was 90 samples for a soil type. The total of 3 types of soil is 270 samples.

Results

The time for penetration of the saline solution through soil types is shown in table 2. According to table 2 these three soils have very different absorption time for the salt solution. Luvisols has the longest osmosis time, then Ferrasols and finally Acrisols. Metal ions also have different osmotic times. Can be classified into two groups, the groups of As and Cd have longer osmotic time than those of Pb, Cu and Zn. Arsenic has the longest osmotic time, possibly due to weak mobile As⁵⁺ ions in acidic soils, which makes the solution penetrate the soil more slowly. This can be seen when the pH increases in the order of Luvisols – Ferrasols – Acrisols, the time

for absorbing arsenic salt solution decreases. The correlation between absorption time of metal salt solution and organic content in soil is very tight ($r > 0.90$). As the organic carbon content increases, the penetration of the salt solution through the soil is hampered.

Table 2
Таблица 2

Average osmotic time after filtration through soil
Среднее осмотическое время после фильтрации через почву

Soil type	Average absorption time (Minutes)				
	Cu	Zn	As	Cd	Pb
Luvisols	30.87 ± 2.32	30.67 ± 3.02	38.76 ± 3.65	36.78 ± 2.86	32.87 ± 4.32
Ferrasols	25.32 ± 1.87	27.43 ± 2.33	34.22 ± 2.54	32.29 ± 1.74	26.65 ± 3.23
Acrisols	17.35 ± 2.04	18.42 ± 1.45	24.37 ± 3.42	21.45 ± 1.47	15.24 ± 2.14

It can be seen that the differences in the time of penetration of metal salt solutions through the soil are strongly influenced by the size of the soil particles, the total organic carbon content and pH (table 3). While, the silt and clay particles are positively correlated ($0.68 \leq r \leq 0.82$), the sand component has a strong inverse correlation with osmotic time ($r > 0.94$). This proves that, when increasing the composition of small-sized soil particles, the solution osmosis time will increase and vice versa. This is the mechanism of absorption of soil solution, as the concentration of small-sized soil particles increases, corresponding to the increase in the surface area of soil colloidal particles, thereby increasing the ability to absorb ions.

Table 3
Таблица 3

Correlation between absorption time and concentration of solution obtained with soil components
Корреляция между временем поглощения и концентрацией раствора, полученного с почвенными компонентами

Content	Sand	Silt	Clay	TOC	pH _{H₂O}
Cu osmosis time	-0.94	0.82	0.68	0.93	-0.96
Zn osmosis time	-0.98	0.71	0.79	0.98	-0.99
As osmosis time	-0.97	0.75	0.76	0.97	-0.98
Cd osmosis time	-0.98	0.73	0.77	0.97	-0.99
Pb osmosis time	-0.96	0.78	0.73	0.96	-0.97
Zn 0.1 mg/l	-0.43	-0.49	0.80	0.45	-0.39
Zn 1.0 mg/l	-0.43	-0.50	0.80	0.45	-0.39
Zn 10 mg/l	-0.45	-0.48	0.81	0.47	-0.41
Zn 50 mg/l	-0.03	-0.80	0.49	0.05	0.02
Zn 100 mg/l	0.69	-0.99	-0.28	-0.68	0.73
Zn 1000 mg/l	0.89	-0.88	-0.58	-0.88	0.91
Cu 0.1 mg/l	-0.22	-0.68	0.64	0.23	-0.17
Cu 1.0 mg/l	-0.25	-0.65	0.67	0.27	-0.20
Cu 10 mg/l	-0.48	-0.45	0.83	0.49	-0.43
Cu 50 mg/l	0.75	-0.97	-0.37	-0.74	0.78
Cu 100 mg/l	0.98	-0.72	-0.78	-0.98	0.99
Cu 1000 mg/l	1.00	-0.59	-0.88	-1.00	1.00
Pb 0.1 mg/l	0.74	-0.97	-0.35	-0.73	0.77
Pb 1.0 mg/l	0.08	-0.86	0.39	-0.06	0.13
Pb 10 mg/l	0.87	-0.90	-0.55	-0.86	0.90
Pb 50 mg/l	-0.01	-0.82	0.46	0.03	0.04
Pb 100 mg/l	-0.36	-0.56	0.75	0.38	-0.32
Pb 1000 mg/l	0.85	-0.92	-0.51	-0.84	0.87
As 0.1 mg/l	-0.18	-0.71	0.61	0.20	-0.13



Окончание табл. 3

As 1.0 mg/l	-0.99	0.68	0.81	0.99	-1.00
As 10 mg/l	-0.98	0.73	0.78	0.98	-0.99
As 50 mg/l	-0.58	1.00	0.15	0.57	-0.62
As 100 mg/l	0.99	-0.42	-0.95	-0.99	0.98
As 1000 mg/l	1.00	-0.64	-0.85	-0.99	1.00
Cd 0.1 mg/l	-0.50	-0.42	0.84	0.52	-0.46
Cd 1.0 mg/l	-0.65	-0.26	0.92	0.66	-0.61
Cd 10 mg/l	-0.36	-0.56	0.75	0.38	-0.32
Cd 50 mg/l	-0.44	-0.49	0.80	0.46	-0.40
Cd 100 mg/l	0.60	-1.00	-0.16	-0.58	0.63
Cd 1000 mg/l	0.41	-0.98	0.05	-0.40	0.46

(Correlation coefficient was calculated based on the help of Excel 2007 software)

Soil pH is strongly inversely correlated with the time of salt solution osmosis ($r = -0.96 - -0.99$). This is explained by the fact that when the pH is small, the charge on the colloidal-sized soil particles becomes more positive, leading to an increase in affinity for the anions of soluble salts, increasing the likelihood of colloidal-sized soil particles, increasing the absorption of soluble salts. In contrast, when the pH increases, it leads to the reversal of charges on the surface of the material, leading to repulsion of the anions, reducing the absorption of soluble salts, thereby faster permeation. This result is quite similar to that of Mojid et al. [2018], the velocity of metal ions was negatively correlated with the clay content in the soil ($r = -0.99$), while pH had a positive effect on the velocity of metal ions moving in the soil ($r = 0.76$).

According to table 3, when the metal ion concentration (Zn, Cu, As, Cd, Pb) is 50 mg/l or less, filtered through soil, forming an interesting rule. The soil's ability to absorb metals ion, at this concentration range, is directly proportional to larger particles (sand and silt) and inversely proportional to clay. This was shown by the negative correlation between the ratio of sand and silt particles to the concentration of the metal after filtration ($r = -0.03$ to -0.8) and positively correlated with clay particles (< 0.002 mm). Although the smaller the soil particles, the affinity and surface area will be greater when absorbing metal ions: silt > physical clay > entire soil [Mandzhieva et al., 2014]. However, when the soil was dried and sieved to particle size < 2 mm, the soil texture was broken. When the contaminant solution is poured into the test tube, fine particles will be swept down to the bottom of the tube, resulting in larger sized particles that will lie at the top. Metal ions move from top to bottom, so they will come in contact with the larger particles first. Due to the low ion concentration, it can be retained on the surface of these particles. As a result, when the concentration of infection is low, the absorption mainly takes place on the surface of silt and sand particles. At high concentrations (from 100 mg/l to 1000 mg/l) the uptake of metal ions into the soil particles of the soil varies. Most metal ions will be absorbed by silt and clay particles, as the composition of these particles increases, increasing the ability to absorb metal ions ($r = -0.58$ to -0.99). Conversely, when the content of sand grains increases, it reduces the absorption ($r = 0.41$ to 1.0). This can be explained, when the metal ions at a high concentration, beyond the ability to absorb metal ions in the sand particles, the ions will be absorbed by the smaller particles when moving to the bottom pipe. In fact, when the soil is plowed, due to rain or watering, it is also clear that fine particles will tend to move downward, large particles will be on the top. From that, it can be seen that there are similarities in the metal ion absorption process of soil particles in the field and in the experimental model.

According to the fig. a–e, it can be seen that when the concentration of metal ions ≤ 50 mg/l, all metal ions are absorbed by the soil. From concentrations of 100 mg/l or more, the uptake of metal ions of the three soil types is different. Metal ion absorption properties of soils were also detected. The ability to absorb heavy metals decreases in order: Luvisols > Ferrasols > Acrisols. Absorption of metal ions decreases in the order of As > Pb > Cd > Cu > Zn.

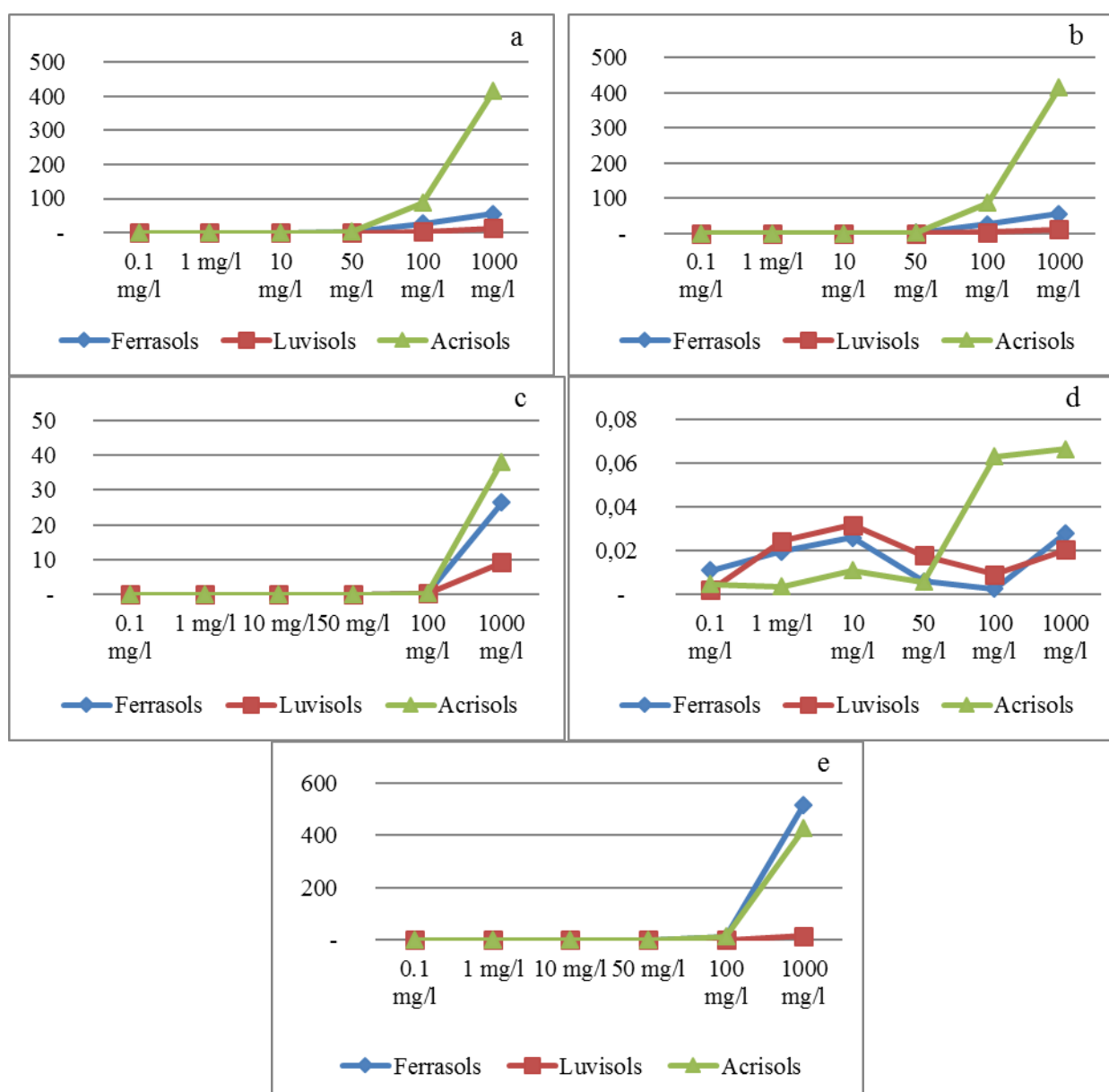


Fig. 2. The concentrations of ions were obtained after filtering through the soil:

a – Zn²⁺, b – Cu²⁺, c – Pb²⁺, d – As⁵⁺, e – Cd²⁺

Рис. 2. Концентрации ионов полученные после фильтрации через почву:

a – Zn²⁺, b – Cu²⁺, c – Pb²⁺, d – As⁵⁺, e – Cd²⁺

Soil pH value also affects the adsorption capacity of the soil. The tendency of anions or cations to adsorb depends on the pH. According to table 3, it can be seen that when the concentration is low (Cu²⁺, Zn²⁺ ≤ 10mg/l; Cd²⁺, As⁵⁺ ≤ 50mg/l) there is a weak positive correlation between the increase in absorbance and the pH. The metal ions concentration increases (from 50 mg/l to 1000 mg/l), it occurs in the opposite direction. Soil pH exhibits a very strong negative correlation with soil absorption. This may seem counterintuitive, however, as analyzed above, at low concentrations, ions are mostly absorbed by sand and silt particles. Meanwhile, soil pH is one of the most important parameters affecting the adsorption and ion exchange properties of clay minerals. It partly determines the degree of surface charge on colloidal soil particles [Mojid et al., 2018]. In other words, pH has a weaker effect on particles larger than clay. Therefore, at low concentrations, the effect of soil pH on absorption capacity is unclear, because the main component affecting soil absorption is the colloidal particle size. At high concentrations (from 50 mg/l to 1000 mg/l), there is a negative correlation between absorption and soil pH values



(very close correlation between pH and metal ion concentration after filtration $r_{Cu} = 0.78$ to 1.0 ; $r_{Zn} = 0.73$ – 0.91 ; $r_{As} = 0.98$ – 1.0 ; $r_{Cd} = 0.46$ – 0.63).

According to the results of table 3, at concentrations from 50 mg/l to 1000 mg/l, organic carbon is quite closely correlated with Cu absorption ($r = 0.74$ – 1.0); Zn ($r = 0.68$ – 0.88); As ($r = 0.99$). For Pb and Cd uptake capacity, the correlation is weaker. This result also shows a similarity with Plyaskina and Ladonin [2005], which shows that more than 50% of copper and zinc are bound to organic matter and the remainder is closely linked to the components mineral soil, including iron.

Discussion

The method of soil pollution with metals, carried out in this study, describes the process of absorbing heavy metals in the soil, such as when soil is contaminated with heavy metals during watering during the dry season, in the area of study. Normally, farmers usually create tanks around the tree and then water them. The simulation of this process, in order to determine the metal's ability to absorb metals of the topsoil (depth 0 – 25 cm) in practice. The difference in this absorption process from the method used by some other researchers is the difference in the osmotic time, and how metal ions move in the soil. According to the method of Mandzhieva et al. [2014], soil is contaminated with heavy metals by mixing soil ratio and contaminated solution $1:10$; Shake the suspension for 1 h. Leave to settle for 24 hours before analyzing the level of heavy metal uptake by the soil. With this method it is possible to determine the maximum absorption level of heavy metal ions, due to the collision process and the longer contact time between metal ions and soil particles. Obviously, the applied method has a shorter contact time between metal ions and the soil particles. The direction of movement of the metal ions from top to bottom along the test tube will result in a difference in soil uptake. However, the results still have similarities with the law of soil absorption. Soil uptake is highly dependent on particle size composition, pH and organic carbon content. However, the topic also discovered a change in the way the influence of these factors on the absorption of the soil. At low concentrations (< 50 mg/l), pH and organic carbon content negatively affect absorption, but at higher concentrations, the opposite is true. This stems from the cause, metal ions are absorbed into different particle composition during absorption.

In soils, when the proportion of small sized particles such as silt, clay increases, the soil will have high absorption capacity, and conversely, if the sand content increases, the absorption capacity decreases. This is also confirmed by the research results of the authors Mandzhieva et al. [2014] and Mojid et al. [2018]. pH and organic carbon content also greatly affect absorption. Organic carbon content enhances the absorption of metals, while pH reduces the absorption capacity of the soil as their content increases [Minkina et al., 2006]. These results also have similarities in the observations of some authors [Karpukhin, Sychev, 2005; Plyaskina, Ladonin, 2005]. From the above analysis helped to evaluate the absorption of three soil types in the study area. Luvisols soil with the main components of clay and very rich humus, low pH, has the highest level of absorption of metal ions. Acrisols soil, the main component is sand, poor humus, high pH, so the level of absorption is lowest.

The absorption of metal ions decreases in the order of $As > Pb > Cd > Cu > Zn$ due to the absorption characteristics of different soil particles. According to research results of Titova et al. [1996], the level of heavy metal accumulation of dust and alluvial soils, accumulating 25 – 65 % Cu^{2+} , 35 – 95 % Pb^{2+} and 53 – 89 % Zn^{2+} . This proves that Pb uptake capacity is greater than that of Cu and Zn. Similar results, also given by Mandzhieva et al. [2014].

At high concentrations (1000 mg/l), the surface layer of Acrisols soil absorbs about 52 % Zn^{2+} ions, about 85 % Luvisols soil and about 68 % Ferrasols soil. For Cd, the Luvisols soil is 98.4 % Cd^{2+} ; Ferrasols soil 49.4 % Cd^{2+} and Acrisols soil is 57.5 % Cd^{2+} ; for Cu, Acrisols soil is 58.5 % Cu^{2+} , Ferrasols soil is 94.5 % Cu^{2+} and Luvisols soil is 98.8 % Cu^{2+} (table 4). According to the experiment, almost all Pb and As ions are absorbed by the soil, although at very high con-

centrations (1000 mg/l). From the above analysis, we can conclude that for areas with sources of metal ions with concentrations < 50 mg/l, most remain in the topsoil (0–25cm). When the concentration of waste sources is higher, there is a risk of Cd^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} ions moving to deeper soil layers, especially for Acrisols soil. Therefore, with the depth of groundwater in the study area from 8–12m, the possibility of contamination of groundwater by metals such as Cd, Zn, Cu can also occur, especially in gray soil area, in rain season when the groundwater table rises.

Table 4
Таблица 4

Average concentrations of metal ions obtained after filtration through soil
Средние концентрации ионов металлов, полученных после фильтрации через почву

	Metall	Ferrasols	Luvisols	Acrisols		Metall	Ferrasols	Luvisols	Acrisols
0.1 mg/l	Zn	0.02	0.00	0.00	50 mg/l	Zn	0.43±0.02	0.00	0.18±0.01
	Cu	0.05	0.00	0.01		Cu	1.79±0.08	0.02±0.02	2.38±0.11
	Pb	0.00	0.00	0.00		Pb	0.06±0.02	0.02±0.01	0.03
	As	0.01	0.00	0.00		As	0.01	0.02±0.01	0.01±
	Cd	0.02±0.01	0.00	0.00		Cd	0.20±0.05	0.00	0.00
1 mg/l	Zn	0.15±0.01	0.00	0.00	100 mg/l	Zn	43.99±0.96	16.48±0.41	49.86±0.99
	Cu	0.05	0.01±0.01	0.02		Cu	26.80±2.23	3.26±0.16	87.42±0.56
	Pb	0.01	0.00	0.01		Pb	0.36±0.01	0.25±0.01	0.26±0.01
	As	0.02	0.02±0.01	0.00		As	0.00	0.01	0.06±0.03
	Cd	0.02±0.01	0.01	0.00		Cd	12.55±0.56	0.00	13.16±0.44
10 mg/l	Zn	0.36±0.01	0.01	0.00	1000 mg/l	Zn	322.66±2.6	149.07±1.38	482.75±5.18
	Cu	0.30±0.02	0.04±0.00	0.02		Cu	55.22±1.11	12.34±0.89	415.85±1.45
	Pb	0.02	0.00	0.03±0.01		Pb	26.45±0.01	9.17±0.01	38.22±0.01
	As	0.03±0.01	0.03±0.01	0.01±0.01		As	0.03±0.01	0.02±0.01	0.07±0.05
	Cd	0.05±0.01	0.00	0.01		Cd	516.81±0.54	16.69±0.43	425.12±0.74

According to Kosinova and Nguyen [2019], limited concentrations of certain metals in the soil that influence rice growth include: $\text{Pb} \leq 10$ mg/kg; $\text{Cd} \leq 0.1$ mg/kg. According to some previous studies, the concentration of $\text{Cu} \geq 25$ mg/kg; $\text{Pb} \geq 10$ mg/kg; $\text{Zn} \geq 100$ mg/kg is considered toxic to plants [Tyler, 1974; Kabata-Pendias, Henryk, 1985; Allen, 1989]. The study area is mainly used for agricultural production (70–75 %), in particular for rice cultivation. Rice has roots, which are mainly located in the upper soil layer, ranging from 0–25 cm. The topsoils adsorb most metal ions when their concentration is ≤ 50 mg/l (especially Pb and As). Thus, over time, the topsoil can adsorb heavy metals in excess of the permissible level, which leads to environmental instability, inhibits plant growth, reduces productivity and causes poisoning of plants.

Conclusion

The degree of absorption of metal ions depends on soil composition, pH and organic carbon content. In which Luvisols has the highest absorption capacity (almost > 80 %), then ferrasols and Acrisols. The absorption capacity of Luvisols for metal ions decreases in the order of $\text{As} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Cd} > \text{Zn}$; Ferrasols: $\text{As} > \text{Pb} > \text{Zn} > \text{Cd} > \text{Cu}$; Acrisols: $\text{Pb} > \text{As} > \text{Cu} > \text{Cd} > \text{Zn}$. According to the above sequence, it is possible to see the highest absorption of toxic metals, especially arsenic and lead. This is a potential danger, when there are sources of emissions of these toxic substances into the soil environment, especially land used for agriculture.

At different metal ion concentrations, the degree of soil absorption is also different. At concentration levels – 50 mg/l, almost all ions of Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , As^{5+} are absorbed by the topsoil. Most of the irrigation water used in agriculture has heavy metal ion concentrations in



this range. When the concentration of the metal ions increases, the level of heavy metal absorption of the soil is very different, of which at the concentration of 1000 mg/l, the absorption capacity varies greatly. Acrisols soil only absorbs about 50–60 %; Ferrasols soil is 60–70 % and Luvisols soil is 80–99 % metal ions.

Total carbon content and soil pH value have a significant influence on the ability of the soil to absorb heavy metal ions. As the total carbon content increases, the ability of the soil to absorb heavy metals increases. Meanwhile, when the soil pH value increases, the ability of the soil to absorb metal ions decreases.

Topsoil (0–25 cm) is capable of storing metal ions, especially lead and arsenic. This layer provides nutrients for plants, especially for vegetables and crops. Therefore, there must be measures to detoxify the soil if detecting soil contaminated with toxic metals such as As, Cd, and Pb. Metals such as Zn, Cd and Cu tend to go deep into the soil as their concentration increases (> 50 mg/l), which will lead to the possibility of contaminating groundwater.

Reference

1. Baidina N.L. 2001. On the Contents of Heavy Metals in Particle-Size Fractions of a Soil in Novosibirsk. *Agrokimiya*, 3: 69–74 (in Russian).
2. Karpukhin A.I., Sychev V.G. 2005. Complex Compounds of Soil Organic Substances and Metal Ions. Moscow, 186 p. (in Russian).
3. Kosinova I.I., Kustova N.R. 2008. Theory and methodology of geoeological risks. *Bulletin of Voronezh State University. Series: Geology*, 2: 189–197 (in Russian).
4. Minkina T.M., Motuzova G.V., Nazarenko O.G. 2006. Interaction of Heavy Metals with the Organic Matter of an Ordinary Chernozem. *Eurasian Soil Science*, 39 (7): 720–726 (in Russian).
5. Plyaskina O.V., Ladonin D.V. 2005. Heavy Metal Compounds in Particle-Size Fractions of Some Soil Types. *Vestn. Mosk. Univ.*, 17 (4): 36–43 (in Russian).
6. Titova N.A., Travnikova L.S., Kakhnovich Z.N., Sorokin S.Ye., Schulz E., Korschens M. 1996. Heavy Metal Content in Various Particle-Size and Density Fractions of Soils. *Eurasian Soil Science*, 29 (7): 820–830 (in Russian).
7. Ali M., Elhagwa A., Elfaki J., Sulieman M. 2017. Influence of the artisanal gold mining on soil contamination with heavy metals: A case study from Dar-Mali locality, North of Atbara, River Nile State, Sudan. *Eurasian Journal of Soil Science*, 6 (1): 28–36.
8. Allison L.E. 1986. Organic carbon part I. Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, 1367–1381.
9. Allen S.E. 1989. Chemical Analysis of Ecological Materials. 2nd Edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford and London, 236 p.
10. Arthur E., Tuller M., Moldrup P., Jensen D.K., De Jonge L.W. 2015. Prediction of clay content from water vapour sorption isotherms considering hysteresis and soil organic matter content. *European Journal of Soil Science*, 66 (1): 206–217.
11. Breckle C.W. 1991. Growth under heavy metals. Plant roots: the hidden half. New York, Marcel Dekker, 351–373.
12. Gardea-Torresdey J.L., Polette L., Arteaga S., Tiemann K.J., Bibb J., Gonzalez J.H. 1996. Determination of the content of hazardous heavy metals on *Larrea tridentata* grown around a contaminated area. *Hazardous Waste Research*, 660 p.
13. Kabata-Pendias A., Henryk P. 1985. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 331 p.
14. Karup D., Moldrup P., Paradelo M., Katuwal S., Norgaard T., Greve M.H., De Jonge L.W. 2016. Water and solute transport in agricultural soils predicted by volumetric clay and silt contents. *Journal of Contaminant Hydrology*, 192: 194–202.
15. Kosinova I.I., Nguyen T.H. 2019. Environmental Toxicology of Cadmium and Lead (in the Case of Long Khang, Vietnam). *Russian Agricultural Sciences*, 45 (3): 271–275.
16. Le V.Kh. 2015. Summary report on the state of the environment in Dong Nai Province for the period 2011–2015. Dong Nai Environmental Monitoring and Technology Center, 85 p.
17. Mandzhieva S., Minkina T., Pinskiy D., Bauer T., Sushkova S. 2014. The role of soil's particle-size fractions in the adsorption of heavy metals. *Eurasian journal of soil science*, 3: 197–205.

18. Meagher R.B. 2000. Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 3: 153–162
19. Mojid M.A., Hossain A.B.M.Z., Wyseure G.C.L. 2018. Relation of reactive solute-transport parameters to basic soil properties. *Eurasian Soil Science*, 7 (4): 326–336.
20. Nies D.H. 1999. Microbial heavy-metal resistance. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 51: 730–750.
21. Pugliese L., Straface S., Trujillo B.M., Poulsen T.G. 2015. Relating non-equilibrium solute transport and porous media physical characteristics. *Water, Air & Soil Pollution*, 226: 59.
22. Tyler G. 1974. Heavy metal pollution and soil enzymatic activity. *Plant Soil*, 41: 303–311.

Список литературы

1. Байдина Н.Л. 2001. О содержании тяжелых металлов в гранулометрических фракциях почвы в Новосибирске. *Агрохимия*, 3: 69–74.
2. Карпухин А.И., Сычев В.Г. 2005. Комплексные соединения почвенных органических веществ и ионов металлов. Москва, 186 с.
3. Косинова И.И., Кустова Н.Р. 2008. Теория и методология геоэкологических рисков. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*, 2: 189–197.
4. Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г. 2006. Взаимодействие тяжелых металлов с органическим веществом обыкновенного чернозема. *Евразийский журнал почвоведения*, 39 (7): 720–726.
5. Пляскина О.В., Ладонин Д.В. 2005. Соединения тяжелых металлов в гранулометрических фракциях некоторых типов почв. *Вестник Московского Университета*, 17 (4): 36–43.
6. Титова Н.А., Травникова Л.С., Кахнович З.Н., Сорокин С.Е., Шульц Е., Коршенс М. 1996. Содержание тяжелых металлов в различных фракциях частиц по размеру и плотности. *Евразийская почвоведение*, 29 (7): 820–830.
7. Ali M., Elhagwa A., Elfaki J., Sulieman M. 2017. Influence of the artisanal gold mining on soil contamination with heavy metals: A case study from Dar-Mali locality, North of Atbara, River Nile State, Sudan. *Eurasian Journal of Soil Science*, 6 (1): 28–36.
8. Allison L.E. 1986. Organic carbon part I. *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy, Madison, 1367–1381.
9. Allen S.E. 1989. *Chemical Analysis of Ecological Materials*. 2nd Edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford and London, 236 p.
10. Arthur E., Tuller M., Moldrup P., Jensen D.K., De Jonge L.W. 2015. Prediction of clay content from water vapour sorption isotherms considering hysteresis and soil organic matter content. *European Journal of Soil Science*, 66 (1): 206–217.
11. Breckle C.W. 1991. Growth under heavy metals. *Plant roots: the hidden half*. New York, Marcel Dekker, 351–373.
12. Gardea-Torresdey J.L., Polette L., Arteaga S., Tiemann K.J., Bibb J., Gonzalez J.H. 1996. Determination of the content of hazardous heavy metals on *Larrea tridentata* grown around a contaminated area. *Hazardous Waste Research*, 660 p.
13. Kabata-Pendias A., Henryk P. 1985. *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 331 p.
14. Karup D., Moldrup P., Paradelo M., Katuwal S., Norgaard T., Greve M.H., De Jonge L.W. 2016. Water and solute transport in agricultural soils predicted by volumetric clay and silt contents. *Journal of Contaminant Hydrology*, 192: 194–202.
15. Kosinova I.I., Nguyen T.H. 2019. Environmental Toxicology of Cadmium and Lead (in the Case of Long Khang, Vietnam). *Russian Agricultural Sciences*, 45 (3): 271–275.
16. Le V.Kh. 2015. Summary report on the state of the environment in Dong Nai Province for the period 2011–2015. *Dong Nai Environmental Monitoring and Technology Center*, 85 p.
17. Mandzhieva S., Minkina T., Pinskiy D., Bauer T., Sushkova S. 2014. The role of soil's particle-size fractions in the adsorption of heavy metals. *Eurasian journal of soil science*, 3: 197–205.
18. Meagher R.B. 2000. Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 3: 153–162.
19. Mojid M.A., Hossain A.B.M.Z., Wyseure G.C.L. 2018. Relation of reactive solute-transport parameters to basic soil properties. *Eurasian Soil Science*, 7 (4): 326–336.
20. Nies D.H. 1999. Microbial heavy-metal resistance. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 51:730–750.



21. Pugliese L., Straface S., Trujillo B.M., Poulsen T.G. 2015. Relating non-equilibrium solute transport and porous media physical characteristics. *Water, Air & Soil Pollution*, 226: 59.
22. Tyler G. 1974. Heavy metal pollution and soil enzymatic activity. *Plant Soil*, 41: 303–311.

Ссылка для цитирования статьи

Link for article citation

Nguyen Thanh Hung, Kosinova I.I. 2019. Evaluation of the adsorption properties of topsoils of Dong Nai province (Vietnam). *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*. 43(4): 325–336. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-325-336

Нгуен Тхань Хунг, Косинова И.И. 2019. Оценка адсорбционных свойств почв провинции Донг Най (Вьетнам). *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 43(4): 325–336. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-325-336

УДК 911.2:631.4

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-337-347

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГУМУСОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ ТУВЫ И ГОРНОГО АЛТАЯ, СФОРМИРОВАВШИХСЯ В ОДИНАКОВЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

COMPARATIVE ANALYSIS OF TUNDRA SOIL HUMUS COMPONENT OF TUVA AND MOUNTAIN ALTAI FORMED IN THE SAME ENVIRONMENTAL CONDITIONS

**Н.Л. Бажина, Е.Г. Захарова, М.И. Дергачева
N.L. Bazhina, E.G. Zakharova, M.I. Dergacheva**

ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,
Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 8/2

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS,
8/2 Lavrentieva Ave, Novosibirsk, 630090, Russia

E-mail: bazhina@issa-siberia.ru

Аннотация

Обсуждаются результаты изучения состава гумуса и основных характеристик гуминовых кислот горно-тундровых почв юго-западной части Тувы (Монгун-Тайга) и юго-восточного Горного Алтая (плато Укок), формирующихся в одинаковых экологических условиях. Приводятся среднестатистические величины содержания и соотношения главных компонентов гумуса изученных почв, а также состава и свойств гуминовых кислот. Сравнение почв одного типа, сформированных в одинаковых экологических условиях разных горных стран юга Сибири, по среднему содержанию компонентов гумуса, составу и спектральным характеристикам гуминовых кислот позволило обнаружить, что горно-тундровые почвы, распространение которых приурочено к территориям с аналогичными климатическими параметрами, имеют близкие среднестатистические характеристики содержания, элементного состава, оптических и флуоресцентных характеристик гуминовых кислот и их соотношения с другими компонентами системы гумусовых веществ, а также отсутствие достоверных различий между ними по всем изученным параметрам, что может свидетельствовать в пользу климатогенной обусловленности последних.

Abstract

The results of the study of the humus composition and humic acid main characteristics of mountain-tundra soils of South-Western Tuva (Mongun-Taiga) and South-Eastern Altai Mountains (Ukok Plateau), formed in two geographically remote territories with the same climatic characteristics (average annual air temperatures, total active temperatures above 10 °C, average annual precipitation) are discussed. It was found that they are characterized by a low proportion of humic acids and the humate-fulvate type of humus in both cases, and also have close average statistical characteristics of humic acids: H:C values significantly exceeding 1.0 (1.25–1.26), a very high color coefficient (about 7.0) and a low extinction coefficient (0.030) and the same values of the first moment (M_1) of the fluorescence spectrum of humic acid (444 nm), that is typical for formation conditions of tundra soils in different regions of Russia. Student's test showed that the differences between parameters of humic acids and their ratio with fulvic acids are not statistically significant. It may testify to their climatogenic conditionality and allows extrapolating the obtained data to other areas of the mountain-tundra zone of southern Siberia with similar bioclimatic conditions.

Ключевые слова: горно-тундровые почвы, географические регионы Сибири, система гумусовых веществ, элементный состав, гуминовые кислоты, спектральные характеристики гуминовых кислот, климатические реконструкции, экология почв.



Keywords: mountain-tundra soils, geographic regions of Siberia, system of humic substances, elemental composition, humic acids, spectral characteristics of humic acids, climatic reconstructions, soil ecology.

Введение

Как известно, гумус является одним из важнейших компонентов почвы, обладающих свойствами сенсорности и рефлекторности, и относится к компонентам, которые определяют «память» почвы [Память..., 2008]. Ранее обоснованы положения, которые позволяют использовать гумусовые вещества для оценки состояния природной среды от плейстоцена до современного времени [Дергачева, 1989, 2018; Каллас, 2004; Память..., 2008]. Они свидетельствуют, что гумус представляет собой открытую природную систему гумусовых веществ, которая формируется по законам термодинамики и способна к саморегуляции и самовосстановлению; что система гумусовых веществ отображает особенности развития почвы под действием природных условий в момент их формирования, соотношение ее компонентов позволяет фиксировать стадии развития почв и экологические условия их образования. В то же время и гуминовые кислоты как один из компонентов гумуса являются природной открытой диссипативной системой, которая отражает в составе и свойствах условия природной среды своего формирования [Память..., 2008; Дергачева, 2018]. Они реагируют на изменение природной среды формирования и функционирования, фиксируя длительное воздействие в виде изменений в своем составе и свойствах, а кратковременные воздействия – возвратным изменением свойств. При этом гуминовые кислоты имеют аккумулятивный характер, в силу чего они не мигрируют в пределах профиля и в ландшафте, а связываются с минеральной частью на месте своего образования.

Изучение количественных характеристик гуминовых кислот (ГК) современных почв, сформированных на той или иной территории, в тех или иных природных (глобального, регионального или локального масштаба) условиях, является важным для решения разного рода прикладных задач, где требуется о них информация при диагностике палеоприродной среды, а также для выявления связей их характеристик с экологическими условиями формирования. Такие сведения нужны как для почв, сформированных в пределах единого локального участка, так и для территории разных регионов с одинаковыми или близкими природными условиями, с целью выявления общих и частных закономерностей формирования их состава и свойств под влиянием экологических обстановок.

Алтае-Саянская горная страна, находящаяся в центре Азии и занимающая среднюю часть южного пояса гор, представляет крупную блоковую морфоструктуру со сложным горно-котловинным рельефом. Она включает в себя горные системы и котловины, в число которых входят и геоморфологические единицы Тувы и Горного Алтая [Геология..., 1966], и характеризуется своеобразием ландшафтов, которое определяется географическим положением и особенностями ее геологического строения.

Именно Тува и Горный Алтай отличаются уникальным сочетанием природных ландшафтов, особыми биоклиматическими условиями, то есть они обладают определенным набором и сочетанием экологических характеристик природной среды, которые отражаются в ряде признаков состава и свойств гуминовых кислот. Несмотря на то, что в настоящее время имеются специальные работы, содержащие характеристики гуминовых кислот в различных типах почв Сибири [Дергачева, 1989, 2018; Память..., 2008; Кленов, Чимитдоржиева, 2011; Дергачева и др., 2012 а, б; Бажина и др., 2013; Чимитдоржиева и др., 2016; и др.], а также других российских и зарубежных регионов [Орлов, 1990; Miano, Senesi, 1992; Piccalo, 2001, 2002; Лодыгин, Безносиков, 2003; Попов, 2004; Милановский, 2009; Некрасова, 2013; Chukov et. al., 2017; Lodygin et.al., 2017; и др.], сведений, в которых бы проводилось сравнение состава гумуса и свойств гуминовых кислот в поч-

вах одного типа, сформированных на разных региональных территориях в одинаковых экологических условиях, до сих пор крайне мало. Данная статья посвящена сравнительному сопоставлению состава гумуса, а также состава и свойств гуминовых кислот горно-тундровых почв Тувы и Горного Алтая одинаковых условий формирования.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследований использовались горно-тундровые почвы Юго-Западной Тувы и Юго-Восточного Горного Алтая (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения районов исследования. Объекты: 1 – Юго-Западная Тува (Монгун-Тайга);

2 – Юго-Восточный Горный Алтай (плато Укок)

Fig. 1. Scheme of research's district. Objects: 1 – South-Western Tuva (Mongun-Taiga);

2 – South-Eastern Altai (Ukok plateau)

Горно-тундровые почвы изучались на ключевых участках: Монгун-Тайга, расположенного в самой крайней юго-западной части Тувы, являющейся орографическим узлом на стыке горных систем Алтая, Западного Саяна и Западного Танну-Ола [Носин, 1963], и на плоскогорье Укок, расположенного в западной части Бертекской межгорной котловины в



пределах Алахинской впадины юго-восточного Горного Алтая [Михайлов, 1961]. Общая характеристика ключевых участков на этих территориях представлена в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Общая характеристика ключевых участков Тувы и Горного Алтая
General description of key areas of Tuva and the Mountain Altai

Регион (ключевой участок)	Юго-Западная Тува (Монгун-Тайга)	Юго-Восточный Горный Алтай (плато Укок)
Характеристика местоположения региона, высота над уровнем моря ключевого участка	Долина реки Мугур, левый борт водораздельной гряды Восточного Мугура, 2352–2815 м	Западная часть Бертекской межгорной котловины в пределах Алахинской впадины, 2200–2450 м
Гранулометрический состав почв	Легкосуглинистый	Легкосуглинистый
Растительность	Лишайниково-разнотравно- злаковая тундра	Лишайниково-разнотравно- злаковая тундра
Климатический район*	Очень холодный	Очень холодный
Климатические показатели: 1– $t^{\circ}\text{C}$; 2– W , мм; 3– $\sum t > 10^{\circ}$	1 – –7.5 2 – 600–700 3 – 800–900	1 – –7.5 2 – 600–700 3 – 800–900

*согласно критериям Н.П. Бахтина [1968]

Для них характерен резко континентальный климат [Ефимцев, 1957]. Он характеризуется очень холодной зимой, коротким и прохладным летом (температура редко поднимается выше $+10^{\circ}\text{C}$), а также коротким вегетационным периодом (менее 50 дней). На формирование климата исследуемых территорий существенное влияние оказывает удаленное от морей и океанов положение, а также орографические условия, определяющие резкие климатические контрасты (неравномерное выпадение осадков на территории, вертикальная климатическая поясность, инверсии температуры, развитие горно-долинных ветров – фёнов) [Петров, 1952].

Также для этих территорий свойственно отсутствие леса и своеобразное сочетание тундр, лугов и степей высокогорного пояса.

Почвенные образцы отбирались сплошной колонкой каждые 5–10 см и/или менее в границах морфологически выделяемых горизонтов. Препараты гуминовых кислот выделялись общепринятым методом [Орлов, Гришина, 1981] при отсутствии жесткой очистки от минеральных компонентов [Дергачева и др., 2012а].

В работе были использованы характеристики состава гумуса почв, соотношения гуминовых кислот с фульвокислотами, а также элементный состав гуминовых кислот, количественные параметры их электронных спектров (коэффициенты экстинкции и цветности) и количественный показатель, отражающий их флуоресцентные свойства – первый момент (M_1).

Состав гумуса изучался по методике Пономаревой-Плотниковой в модификации 1968 г. Элементный состав определялся в НИОХ СО РАН на CHN-анализаторе Euro EA-3000. Электронные спектры снимались на спектрофотометре Cary-60 UV VIS. Расчет коэффициентов экстинкции (E_{465}) проводился по Д.С. Орлову [1990] при $\lambda = 465$ нм, толщине слоя 1 см и концентрации беззольной ГК 0.001 %, коэффициентов цветности по соотношению оптических плотностей при длинах волн 465 нм и 650 нм ($E_{465} : E_{650}$) [Welte, 1956]. Спектры флуоресценции снимались на сканирующем спектрофлуориметре Cary Eclipse Fluorescence Spectrophotometer (возб. = 330 нм). Луч лазера проходил через кювету из кварца (1 см²). При их интерпретации в качестве количественного параметра использовался первый момент спектров флуоресценции гуминовых кислот (M_1), согласно С. Паркер [1972].

Результаты и их обсуждение

Представленные данные по содержанию компонентов гумуса горизонта А горно-тундровых почв Тувы и Горного Алтая показали, что они характеризуются невысокой долей гуминовых кислот, над которыми преобладают фульвокислоты, в связи с чем величина $C_{гк}:C_{фк}$ в среднем составляет менее 1.0 (в обеих почвах около 0.70, табл. 2). Все показатели имеют близкие среднестатистические значения и тип гумуса в обоих случаях – гумотно-фульватный (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Содержание компонентов гумуса горизонта А горно-тундровых почв Тувы и Горного Алтая
Content of humus components of mountain tundra soils horizon A of Tuva and Gorny Altai

Ключевой участок	Разрез	C _{общ.} , %	Σ _{гк} , % к C _{общ}	Σ _{фк} , % к C _{общ}	C _{гк} : C _{фк}
Монгун-Тайга	1	4.46	19.83	30.09	0.66
		8.33	23.91	28.42	0.84
	2	6.94	14.46	37.06	0.39
		6.66	18.41	27.62	0.67
	3	7.72	17.63	26.95	0.65
	4	6.47	22.51	31.07	0.72
		6.12	22.04	31.20	0.71
	5	8.71	20.83	32.28	0.65
		8.66	19.18	29.10	0.66
	6	8.06	21.32	30.13	0.71
		7.77	19.14	28.46	0.67
	7	3.70	14.95	28.49	0.52
	8	8.99	29.60	32.51	0.91
	9	7.45	28.01	30.68	0.91
		6.15	25.53	31.02	0.82
Среднее для почв всего ключевого участка (n = 15)		7.08 ± 1.54	21.16 ± 4.32	30.34 ± 2.49	0.70 ± 0.14
Укок	8-015	10.15	34.60	36.74	0.94
		3.37	22.20	37.64	0.59
		3.95	20.46	39.86	0.51
	9-015	9.74	21.97	34.27	0.64
		9.60	25.38	36.33	0.70
		5.23	22.83	29.06	0.79
	10-015	16.98	21.42	37.94	0.56
		3.27	20.98	25.10	0.83
		2.93	17.04	23.20	0.73
	11-015	6.32	14.14	24.94	0.57
		6.68	22.04	27.20	0.81
		5.82	19.04	25.71	0.74
Среднее для почв всего ключевого участка (n = 12)		7.00 ± 4.07	21.84 ± 4.95	31.50 ± 6.17	0.70 ± 0.13

На рис. 2 представлено положение показателей долевого содержания гуминовых кислот и фульвокислот в координатах основных компонентов – $C_{гк}$ и $C_{фк}$ – в горно-тундровых почвах Тувы и Горного Алтая. В целом все показатели формируют единое поле распределения.

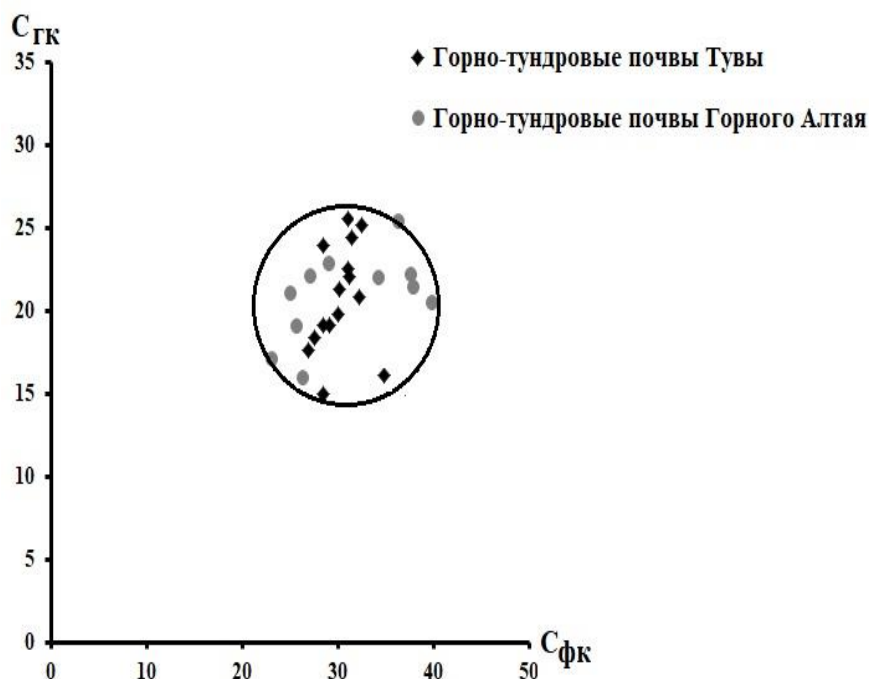


Рис. 2. Поля распределения показателей соотношения гуминовых кислот и фульвокислот в горно-тундровых почвах Тувы и Горного Алтая

Fig. 2. Fields of distribution of indicators of the humic acid and fulvic acid ratio in the mountain-tundra soils of Tuva and Gorny Altai

Состав и спектральные характеристики гуминовых кислот горизонта А изученных горно-тундровых почв Тувы и Горного Алтая имеют также близкие среднестатистические величины (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Состав и спектральные характеристики гуминовых кислот горизонта А горно-тундровых почв Тувы и Горного Алтая
Composition and spectral characteristics of humic acids of horizon A mountain tundra soils of Tuva and Gorny Altai

Ключевой участок	Разрез	H : C	E ₄₆₅	E ₄₆₅ : E ₆₅₀	M ₁
1	2	3	4	5	6
Монгун-Тайга	1	1.28	0.032	6.00	443
		1.32	0.029	5.34	448
	2	1.33	0.025	6.14	440
		1.25	0.028	6.34	444
	3	1.16	0.034	5.29	450
	4	1.26	0.031	6.30	443
		1.25	0.033	7.06	440
	5	1.34	0.033	7.19	450
		1.37	0.032	7.19	434
	6	1.21	0.028	8.21	447
		1.03	0.030	8.41	448
	7	1.21	0.030	8.52	442
	8	1.19	0.032	7.72	443
	9	1.26	0.031	7.36	444
		1.27	0.028	8.22	442
	Среднее для почв всего ключевого участка (n = 15)		1.25 ± 0.08	0.030 ± 0.002	7.02 ± 1.04

Окончание табл. 3

Укок	8-015	1.10	0.031	6.71	448
		1.25	0.029	6.30	442
		1.29	0.028	6.22	445
	9-015	1.25	0.031	6.75	442
		1.26	0.030	6.56	444
		1.30	0.028	7.15	441
	10-015	1.26	0.034	7.02	451
		1.31	0.032	7.25	442
		1.29	0.030	7.41	443
	11-015	1.24	0.030	7.16	442
		1.27	0.028	7.85	444
		1.25	0.029	7.45	440
Среднее для почв всего ключевого участка (n = 12)		1.26 ± 0.05	0.030 ± 0.001	6.99 ± 0.47	444 ± 2.98

Для горно-тундровых почв характерны высокие среднестатистические величины коэффициента цветности гуминовых кислот ($E_{465} : E_{650}$), что свойственно для почв этого типа. Значения этого показателя колеблются в пределах 6.0–8.2, коэффициента экстинкции (E_{465}) – в пределах 0.025–0.034, среднестатистические величины в гуминовых кислотах обеих почв близки (см. табл. 3).

Рассчитанные среднестатистические величины первого момента флуоресценции гуминовых кислот почв тундровых условий формирования свидетельствуют, что в обоих случаях этот показатель имеет близкие величины – 444 нм (см. табл. 3).

Распределение величин соотношений основных структурообразующих элементов в гуминовых кислотах горизонта А (0–10 см) горно-тундровых почв Тувы и Горного Алтая отличается компактным единым полем в координатах Н : С—О : С (рис. 3).

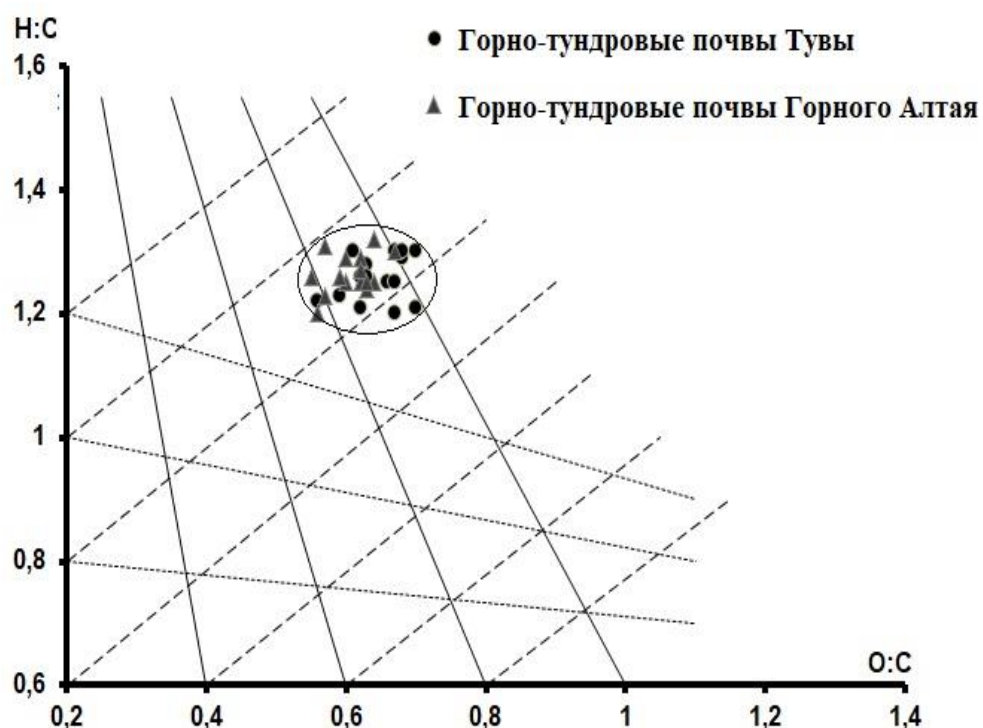


Рис. 3. Поля распределения показателей элементного состава гуминовых кислот горно-тундровых почв Тувы и Горного Алтая в координатах Н : С—О : С по Ван-Кревелену [1951]
Fig. 3. Fields of distribution of humic acid elemental composition in of mountain-tundra soils of Tuva and Gorny Altai in coordinates Н : С—О : С by Van-Krevelen [1951]



Сравнение величин Н:С гуминовых кислот изученных почв Тувы и Горного Алтая с имеющимися в литературе [Дергачева и др., 2012a] показало, что горно-тундровые почвы других районов этих регионов Сибири имеют также близкие величины соотношения этих структурообразующих элементов (табл. 4).

Таблица 4
Table 4

Среднестатистические величины Н : С гуминовых кислот почв Тувы и Горного Алтая тундровых условий формирования [Дергачева и др., 2012a]
Average values of Н:С soil humic acids of Tuva and Gorny Altai of tundra formation conditions [Dergacheva et al., 2012a]

Объекты	n	$\bar{X} \pm m$ для Н : С в ГК
Тува (в целом для региона)	17	1.25 ± 0.06
Юго-Восточный Горный Алтай	12	1.26 ± 0.04
Центральный Горный Алтай	21	1.24 ± 0.15

Для выявления достоверности сходства или выявления различий по среднему содержанию компонентов гумуса, составу и спектральным характеристикам гуминовых кислот проведено сравнение почв одного типа (горно-тундровых), сформированных в одинаковых экологических условиях в юго-западной части Тувы (Монгун-Тайга) и юго-восточной части Горного Алтая (плато Укок), результаты которого приведены в табл. 5.

Таблица 5
Table 5

Оценка достоверности различий количественных показателей состава и свойств гуминовых кислот горно-тундровых почв Тувы и Горного Алтая по Стъуденту
Assessment of the reliability of differences in quantitative indicators of humic acids of mountain-tundra soils of Tuva and Gorny Altai by Stjudent

Показатели	Коэффициент достоверности расчетный	Коэффициент Стъудента для ($p \leq 0.01$)	Коэффициент Стъудента для ($p \leq 0.05$)	Оценка достоверности
$C_{\text{общ.}}, \%$	0.056	2.819	2.074	Различия не значимы
$\sum_{\text{ГК}}$	0.732	2.845	2.086	Различия не значимы
$\sum_{\text{ФК}}$	0.554	2.819	2.074	Различия не значимы
$C_{\text{ГК}} : C_{\text{ФК}}$	0.037	2.797	2.064	Различия не значимы
Н : С	0.477	2.771	2.052	Различия не значимы
E_{465}	0.273	2.845	2.086	Различия не значимы
$E_4 : E_6$	0.296	2.831	2.079	Различия не значимы
M_1	0.019	2.878	2.101	Различия не значимы

Оценка достоверности различий по критерию Стъудента показала отсутствие значимых различий между ними (см. табл. 5).

Этот вывод очень важен для дальнейшего установления общих закономерностей формирования системы гумусовых веществ в разных условиях сочетания климатических параметров и обоснования их климатогенной обусловленности, что может способствовать прогнозам поведения почв в меняющейся обстановке.

Заклучение

Состав и соотношение компонентов гумуса в тундровых почвах рассматриваемых локальных территорий регионов Тувы и Горного Алтая характеризуются невысокой долей гуминовых кислот и преобладанием над ними фульвокислот, так что состав гумуса в обоих случаях может быть отнесен к гуматно-фульватному типу. Гуминовые кислоты изу-

ченных почв имеют очень высокий процент водорода, величины $H : C$ существенно превышающие 1.0, а также очень высокие среднестатистические значения коэффициента цветности ($E_{465} : E_{650}$) и низкие – коэффициента экстинкции (E_{465}), свидетельствующие о слабо сформированной «ядерной» части и наличии большой доли периферических группировок, что характерно для почв тундровых условий формирования разных регионов России. Количественный показатель спектров флуоресценции (первый момент – M_1) гуминовых кислот горно-тундровых почв характеризуется приуроченностью к синей области спектра – 444 нм.

Среднестатистические значения содержания компонентов гумуса, элементного состава и спектральных свойств гуминовых кислот горизонта А горно-тундровых почв, сформированных в одинаковых экологических условиях Тувы и Горного Алтая, близки, так как различия, оцененные по критерию Стьюдента, статистически не значимы. Это может свидетельствовать в пользу климатогенной их обусловленности и позволяет экстраполировать полученные данные на другие участки тундры горных территорий юга Сибири с аналогичными биоклиматическими данными.

Благодарности

Работа выполнена по государственному заданию ИПА СО РАН

Список литературы

1. Бажина Н.Л., Ондар Е.Э., Очур К.О., Дергачева М.И. 2013. Элементный состав гуминовых кислот почв западной части территории Тувы. Вестник Оренбургского государственного университета, 10: 233–236.
2. Бахтин Н.П. 1968. Климатические особенности и агроклиматические ресурсы Тувинской АССР. Сб. работ Красноярской гидрометеорологической обсерватории, 1: 26–68.
3. Геология СССР. Геологическое описание. Тувинская АССР. 1966. М., Недра, 459 с.
4. Дергачева М.И. 1989. Система гумусовых веществ почв. Новосибирск, Наука, Сиб. отделение, 110 с.
5. Дергачева М.И. 2018. Система гумусовых веществ как основа диагностики палеопочв и реконструкции палеоприродной среды. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 292 с.
6. Дергачева М.И., Некрасова О.А., Оконешникова М.В., Васильева Д.И., Гаврилов Д.А., Очур К.О., Ондар Е.Э. 2012а. Соотношение элементов в гуминовых кислотах как источник информации о природной среде формирования почв. Сибирский экологический журнал, 5: 667–676.
7. Дергачева М.И., Некрасова О.А., Васильева Д.И., Фадеева В.П. 2012б. Элементный состав гуминовых кислот целинных черноземов в разных условиях формирования. Вестник Оренбургского государственного университета, 10 (146): 90–96.
8. Ефимцев Н.А. 1957. Климатический очерк. Природные условия Тувинской Автономной области. М., АН СССР, С. 46–65.
9. Каллас Е.В. 2004. Гумусовые профили почв озерных котловин Чулымо-Енисейской впадины. Новосибирск, Изд-во «Гуманитарные технологии», 170 с.
10. Кленов Б.М., Чимитдоржиева Г.Д. 2011. Влияние континентальности климата на гумусообразование и элементный состав гуминовых кислот автоморфных почв Сибири. Сибирский экологический журнал, 5: 665–671.
11. Лодыгин Е.Д., Безносиков В.А. 2003. Изучение молекулярной структуры гумусовых кислот подзолистых почв методом ^{13}C -ЯМР спектроскопии. Почвоведение, 9: 1085–1094.
12. Милановский Е.Ю. 2009. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. М., ГЕОС, 188 с.
13. Михайлов Н.И. 1961. Современное оледенение Шапшальского хребта (Восточный Алтай). Известия АН СССР. Серия геол., 3: 67–78.
14. Некрасова О.А. 2013. Элементный состав гуминовых кислот южно-таежных почв Среднего Урала и прилегающих территорий. Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 3: 23–28.
15. Носин В.А. 1963. Почвы Тувы. М., АН СССР, 342 с.



16. Орлов Д.С. 1990. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М., МГУ, 325 с.
17. Орлов Д.С., Гришина Л.А. 1981. Практикум по химии гумуса. М., Изд-во Моск. ун-та, 272 с.
18. Таргульян В.О., Горячкин С.В. (ред.). 2008. Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий. М.: Издательство ЛКИ, 692 с.
19. Паркер С. 1972. Введение в фотолюминесценцию растворов. М., Иностран. лит., 156 с.
20. Петров Б.Ф. 1952. Почвы Алтае-Саянской области. М., РАН СССР, 247 с.
21. Попов А.И. 2004. Гуминовые вещества – свойства, строение, образование. СПб., Изд-во СПб. Ун-та, 248 с.
22. Чимитдоржиева Э.О., Чимитдоржиева Г.Д., Цыбенков Ю.Б., Аюрова Д.Б. 2016. Элементный состав гуминовых кислот разных подтипов черноземов Забайкалья. Агрохимия, 10: 71–76.
23. Chukov S.N., Ejarque E., Abakumov E.V. 2017. Characterization of humic acids of soils of tundra zone of North-West Siberia by electron spin resonance. Eurasian Soil Science, 1: 35–39.
24. Lodygin E., Beznosikov V., Abakumov E. 2017. Humic substances elemental composition of selected taiga and tundra soils from Russian European North-East. Polish Polar Research, 38 (2): 125–147.
25. Miano T.M., Senesi N. 1992. Synchronous excitation fluorescence spectroscopy applied to soil humic substances chemistry. Science Total Environ, 117: 41–51.
26. Piccolo A. 2001. The supramolecular structure of humic substances. Soil Science, 166 (11): 810–832.
27. Piccolo A. 2002. The supramolecular structure of humic substances: A novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. Soil Science, 166: 810–832.
28. Van-Krevelen D.W. 1951. Physico-chemical aspects of the pyrolysis of coal and related organic compounds. Fuel., 30: 678–683.
29. Welte E. 1956. Zur Konzentrationsmessung von Huminsäuren. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde, 74 (3): 1280–1285.

References

1. Bazhina N.L., Ondar E.E., Ochur K.O., Dergacheva M.I. 2013. Soil humic acid elemental composition of western part of the territory Tuva. Bulletin of the Orenburg State University, 10: 233–236 (in Russian).
2. Bakhtin N.P. 1968. Klimaticheskie osobennosti i agroklimaticheskie resursy Tuvinskoy ASSR [Climatic features and agroclimatic resources of Tuva ASSR]. Sb. rabot Krasnoyarskoy gidrometeorologicheskoy observatorii, 1: 26–68.
3. Geologiya SSSR. Geologicheskoe opisanie. Tuvinskaya ASSR. [Geology of the USSR. Geological description. Tuva Autonomous Soviet Socialist Republic]. 1966. Moscow, Nedra, 459 p.
4. Dergacheva M.I. 1989. Sistema gumusovykh veshchestv pochv [System of soil humus]. Novosibirsk, Nauka, 110 p.
5. Dergacheva M.I. 2018. The system of humic substances as a basis for the diagnosis of paleosols and the reconstruction of the paleo-natural environment. Novosibirsk, SB RAN, 292 p. (in Russian).
6. Dergacheva M.I., Gavrilov D.A., Ochur K.O., Nekrasova O.A., Okoneshnikova M.V., Vasil'eva D.I., Ondar E.E. 2012a. Ratio of elements in humic acids as a source of information on the environment of soil formation. Contemporary Problems of Ecology, 5: 497–504 (in Russian).
7. Dergacheva M.I., Nekrasova O.A., Vasilieva D.I., Fadeeva V.P. 2012b. Humic acid elemental composition of different formation condition virgin chernozems. Bulletin of the Orenburg State University, 10 (146): 90–96 (in Russian).
8. Efimtsev N.A. 1957. Klimaticheskii ocherk. Prirodnye usloviya Tuvinskoy Avtonomnoy oblasti [A climate sketch. Natural conditions of Tuva Autonomous Region]. Moscow, AN SSSR, P. 46–65.
9. Kallas E.V. 2004. Gumusovye profili pochv ozernykh kotlovin Chulymo-Eniseyskoy vpadiny [Humus profiles soil of the lake basins of the Chulymoenisey depression]. Novosibirsk, Izd-vo «Guminitarnye tekhnologii», 170 p.
10. Klenov B.M., Chimitdorzhieva G.D. 2011. Influence of continental climate on humus formation and elemental composition of humic acids in automorphic soils of Siberia. Sibirskiy ekologicheskii zhurnal, 5: 665–671 (in Russian).

11. Lodygin E.D., Beznosikov V.A. 2003. The ¹³C NMR study of the molecular structure of humus acids from podzolic and bog-podzolic soils. *Eurasian Soil Science*, 36 (9): 967–975 (in Russian).
12. Milanovskiy E.Yu. 2009. Gumusovye veshchestva pochv kak prirodnye gidrofobno-gidrofil'nye soedineniya [Humus soil substances as natural hydrophobic-hydrophilic compounds]. Moscow, GEOS, 188 p.
13. Mikhaylov N.I. 1961. Sovremennoe oledenenie Shapshal'skogo khrebt (Vostochnyy Altay) [Modern glaciation of the Shapshal Ridge (East Altai)]. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geol.*, 3: 67–78.
14. Nekrasova O.A. 2013. The humic acid element composition of Central Ural South taiga soils and adjacent territories. *Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University*, 3: 23–28 (in Russian).
15. Nosin V.A. 1963. Pochvy Tuvy [Soils of Tuva]. Moscow, AN SSSR, 342 p.
16. Orlov D.S. 1990. Gumusovye kisloty pochv i obshchaya teoriya gumifikatsii [Soil humic acids and general theory of humification]. Moscow, MGU, 325 p.
17. Orlov D.S., Grishina L.A. 1981. Praktikum po khimii gumusa [Workshop on humus chemistry]. Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 272 p.
18. Targul'yan V.O., Goryachkin S.V. (red.). 2008. Pamyat' pochv: Pochva kak pamyat' biosfero-geosfero-antroposfernykh vzaimodeystviy. [Soil memory: Soil as a memory of Biosphere-Geosphere-Anthroposphere Interactions]. Moscow, Izd-vo LKI, 692 p.
19. Parker S. 1972. Introduction of solutions into photoluminescence. Moscow, Foreign Lit., 156 p.
20. Petrov B.F. 1952. Pochvy Altae-Sayanskoy oblasti [Soils of Altai-Sayan region]. Moscow, RAN SSSR, 247 p.
21. Popov A.I. 2004. Guminovye veshchestva – svoystva, stroenie, obrazovanie [Humic substances – properties, structure, formation]. St. Petersburg, Izd-vo SPb. Un-ta, 248 p.
22. Chimitdorzhieva E.O., Chimitdorzhieva G.D., Tsybenov Y.B., Ayurova D.B. 2016. The Humic acids of different chernozems subtypes of Transbaikalia. *Agrochemistry*, 10: 71–76 (in Russian).
23. Chukov S.N., Ejarque E., Abakumov E.V. 2017. Characterization of humic acids of soils of tundra zone of North-West Siberia by electron spin resonance. *Eurasian Soil Science*, 1: 35–39.
24. Lodygin E., Beznosikov V., Abakumov E. 2017. Humic substances elemental composition of selected taiga and tundra soils from Russian European North-East. *Polish Polar Research*, 38 (2): 125–147.
25. Miano T.M., Senesi N. 1992. Synchronous excitation fluorescence spectroscopy applied to soil humic substances chemistry. *Science Total Environ*, 117: 41–51.
26. Piccolo A. 2001. The supramolecular structure of humic substances. *Soil Science*, 166 (11): 810–832.
27. Piccolo A. 2002. The supramolecular structure of humic substances: A novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. *Soil Science*, 166: 810–832.
28. Van-Krevelen D.W. 1951. Physico-chemical aspects of the pyrolysis of coal and related organic compounds. *Fuel*, 30: 678–683.
29. Welte E. 1956. Zur Konzentrationsmessung von Huminsäuren. *Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde*, 74 (3): 1280–1285.

Ссылка для цитирования статьи

Link for article citation

Бажина Н.Л., Захарова Е.Г., Дергачева М.И. 2019. Сравнительный анализ гумусовой составляющей тундровых почв Тувы и Горного Алтая, сформировавшихся в одинаковых экологических условиях. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 43(4): 337–347. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-337-347

Bazhina N.L., Zakharova E.G., Dergacheva M.I. 2019. Comparative analysis of tundra soil humus component of Tuva and Mountain Altai formed in the same environmental conditions. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*. 43(4): 337–347 (in Russian). DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-337-347



УДК 913 (4/9)

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-348-361

**АСПЕКТЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТИ ПРИ
КОМПЛЕКТОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ
КОЛЛЕКЦИЙ КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ**

**ASPECTS OF GEOGRAPHICAL REPRESENTATIVENESS TO THE ACQUISITION
OF THE NATURAL SCIENCE COLLECTIONS
OF THE REGIONAL MUSEUM**

**Ю.В. Глазырина
Yu.V. Glazyrina**

ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
Россия, 614000, г. Пермь, ул. Букирева, 15
ГКБУК «Пермский краеведческий музей»,
Россия, 614000, г. Пермь, Монастырская, 11

Perm State National Research University,
15 Bukireva St, Perm, 614000, Russia
Perm Regional Museum,
11 Monastyrskaya St, Perm, 614000, Russia

E-mail: glazyrina_yuliya@mail.ru

Аннотация

В статье представлен обзор принципов формирования географической репрезентативности естественнонаучных коллекций краеведческих музеев, которые представляют собой историко-географический феномен, сформировавшийся в России в первой половине XX века и переосмысляющий свою роль. Сформулированы и проанализированы принципы комплектования коллекций региональных краеведческих музеев (принцип географической репрезентативности, комплексности, открытости данных, типологический принцип и др.), выявлены некоторые ретроспективные и перспективные тенденции. Анализ данных за 2016–2018 гг. приведен на примере музеев Пермского края: Пермского краеведческого музея, одного из крупнейших региональных музеев России, и сети из 37 музеев региона. В заключении даны рекомендации к комплектованию естественнонаучных коллекций музеев региона в связи с пространственной оценкой их географической репрезентативности.

Abstract

The article presents an overview of the geographical representativeness of natural science collections of regional museums of the Perm Region, Russia. Regional (or local history) museums in Russia are a kind of historical and geographical phenomenon that emerged in the late 19th century, formed in the modern sense in the first half of the 20th century and is now in the process of rethinking its role. They present different aspects of the cultural, natural, historical features of the territory, providing its complex representativeness. Article analysis several principles of natural collections acquisition for regional museums (principle of geographical representativeness, complexity, data access, typological principle, etc.) in correlation with the geographical aspects of natural heritage representations, some retrospective and perspective tendencies are revealed. The data covers natural history collections dynamics from 2016 to 2018. Perm Regional Museum, one of the largest regional museums in Russia, and the network of 37 museums, *ex situ* preserves the natural science collections of the territory comparable in area with small states. Some recommendations for the acquisition of natural science collections are provided in connection with the spatial assessment of their geographical representativeness.

Ключевые слова: географическая репрезентативность, географическое разнообразие, естественнонаучные коллекции, краеведческий музей, географическое районирование, Пермский край.
Keywords: geographical representativeness, geographical diversity, natural science collections, local history museum, regional museum, geographical region, Perm Region.

Введение

Краеведческие музеи – комплексные музеи, документирующие особенности природного развития, истории, хозяйственной жизни, культуры и быта определенной территории или населенного пункта (республики, края, области, района, города, села). Это самая массовая группа в музейной сети России, к 2019 году насчитывающая более 800 музеев. Краеведческие музеи совмещают функции музеев разного профиля и не имеют прямых аналогов за рубежом, представляя собой комплексные институты, связанные с изучением, комплектованием, хранением и предъявлением объектов природного, исторического и культурного наследия целого региона или других природно-территориальных и административных образований.

Этап активного формирования природных коллекций краеведческих музеев, основанный на систематическом, морфологическом, тематическом и хорологическом подходах, завершился к концу 1980-х. [Horie, 1989; Norris, 2006; 2016]. В начале XXI в. музеи пересматривают принципы и подходы к комплектованию естественнонаучных коллекций в связи с изменением ареалов видов, сокращением биоразнообразия и т. п. [Dorfman, 2016; Legrand, Chlous, 2016].

Цель работы – выявление значимых аспектов географической репрезентативности, обеспечивающих представленность географического разнообразия территории в коллекциях краеведческих музеев Пермского края. Решены следующие задачи:

1. Выделены этапы формирования естественнонаучных коллекций краеведческих музеев Пермского края.
2. Выявлено соотношение естественнонаучных и других коллекций в составе музейного фонда.
3. Проанализированы принципы к формированию естественнонаучных коллекций, наличие программ комплектования в музеях.
4. Проведена оценка географической репрезентативности территории в коллекциях.
5. Даны рекомендации по комплектованию коллекций на современном этапе.

Кодекс музейной этики ИКОМ для естественнонаучных музеев определяет естественноисторические коллекции музея как «трехмерный архив мира живой природы и взаимоотношений общества с окружающей их средой» [Клюкина, 2010]. Чтобы составить настоящую коллекцию, предметы должны образовывать относительно последовательное, связанное и содержательное целое.

Понятие географического разнообразия было впервые предложено в 2009 г., сейчас используется применительно к сети особо охраняемых природных территорий. Географическое разнообразие – совокупное разнообразие всех природных компонентов, комплексов, географических условий и экологических процессов территории [Бузмаков, Санников, 2015]. Музеи вносят вклад в изучение и сохранение географического разнообразия и формирование комплексного представления о территории.

Система краеведческих музеев России начала формироваться в 1920-е гг. Музеи местного края, опираясь на хорологическую концепцию Геттнера в географии [Богучарсков, 2004], исследовали комплексные пространства – хоросы, «земные индивидуалы». Хорологическое краеведение выделяло их и представляло в местных музеях [Смирнов, 2018]. Краеведческие музеи приобретают роль центров комплексных научных исследований края. В них входят естественноисторический или природоведческий отделы, которые занимаются исследованием природных особенностей территории [Сотникова, 2011]. В настоящее время вопросы комплектования естественноисторических коллекций музеев исследуются в круп-



ных музеях (Дарвиновском, Биологическом, Зоологическом музеях), их можно резюмировать в двух направлениях. Первое – оцифровка коллекций и обмен базами данных. Второе – переосмысление роли коллекций в меняющейся экологической ситуации. Документация природных объектов, находящихся под угрозой исчезновения или уже не существующих, является одной из ключевых при разработке подходов к комплектованию. Рассмотрим принципы и подходы к комплектованию коллекций краеведческих музеев Пермского края в географическом аспекте.

Материал и методы

Проанализируем государственные и муниципальные краеведческие музеи Пермского края по перечисленным характеристикам: этапы формирования музеев, состав и типология коллекций, наличие программы комплектования, географическая репрезентативность территории (пространственная и покомпонентная).

В Пермском крае по состоянию на 01.01.2019 г. насчитывается шесть государственных музеев, два из которых являются краеведческими (Пермский краеведческий музей и Коми-Пермяцкий краеведческий музей), и 47 музеев муниципального подчинения, 36 из которых являются краеведческими. В регионе 38 комплексных краеведческих музеев, расположенных в 80 % муниципальных образований.

Данные о составе, структуре коллекций и количестве единиц хранения в государственных и муниципальных музеях ежегодно собираются Пермским краеведческим музеем. Проанализированы данные для 38 музеев по форме статистической отчетности 8-нк за 2016–2018 гг., представляющей их в динамике.

В обработке данных использованы методы географического районирования (выделение физико-географических районов), сравнительно-географический (выявление зависимости типологии коллекций от территориальной принадлежности музея), картографический (создание схем размещения коллекций), метод полевых исследований и наблюдений (оценка экспозиций и коллекций в ходе визитов в музеи).

Информация о годе основания, программах комплектования, экспозициях собрана автором в 2016–2019 гг. по материалам, опубликованным на официальных сайтах музеев. Некоторые данные уточнялись автором в результате опроса руководителей музеев или их профильных отделов, осмотра экспозиций и в некоторых случаях – фондовых коллекций. Этапы формирования естественнонаучных коллекций краеведческих музеев Пермского края выделены на основе анализа динамики их создания за 130 лет. Соотношение коллекций в составе музейного фонда выявлено по данным ежегодной отчетности. Коллекции по типологии материала происхождения объединены в группы: естественноисторические (ботанические, зоологические, энтомологические) и минералогические (геологические, палеонтологические). Принципы формирования естественнонаучных коллекций проанализированы на основании работ С.А. Сотниковой, А.И. Ключиной, Э. Дорфмана, А. Норриса, С. Норриса.

Оценка географической репрезентативности территории в музейных коллекциях и экспозициях проведена согласно схемам физико-географического районирования Пермского края: физико-географическое районирование разрабатывалось Б.А. Чазовым (1960), Н.Н. Назаровым (1996), А.А. Чибилёвым (2012), лесорастительное районирование – С.Д. Дыренковым (1977), почвенное – Н.Я. Коротаевым (1962), геоботаническое представлено в работах С.А. Овёснова (2000), биогеографическое – в трудах В.Н. Большакова, П.Л. Горчаковского (1997).

Результаты и обсуждение

1. Этапы формирования естественнонаучных коллекций краеведческих музеев Пермского края. Значимой характеристикой представляется год основания музея, дающий представление об обстоятельствах, при которых создавалось музейное собрание (рис. 1).

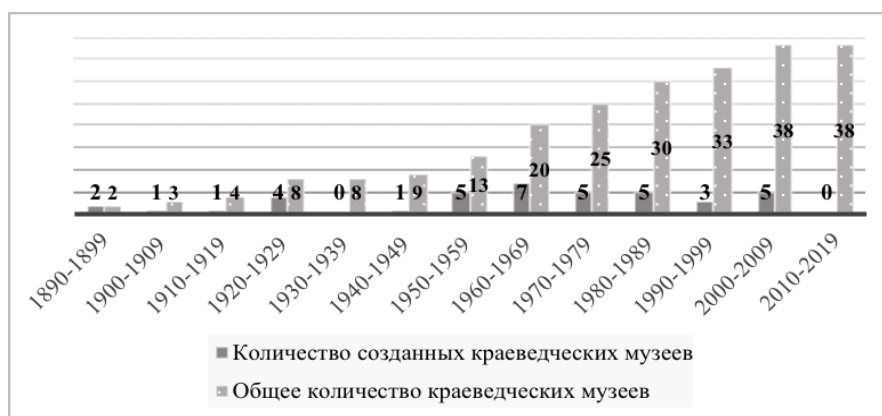


Рис. 1. Динамика создания сети краеведческих музеев Пермского края
Fig. 1. Dynamics of creating a network of regional museums in the Perm Krai

На первом этапе (1890–1919 гг.) основаны четыре из 38 краеведческих музеев Пермского края. В 1890 г. создана Пермская комиссия Уральского общества любителей естествознания (Пермский краеведческий музей) с целью «исследования Западного склона Урала в естественноисторическом отношении» [Чазов, 1961; Дыренков и др., 1977]. Три музея созданы по инициативе местных земств: в городах Чердынь, Кунгур, Оса. На втором этапе, с 1920 по 1929 гг., в «золотой век» краеведческого движения, открыты четыре музея – в Ильинском, Кудымкаре, Соликамске и Березниках. На третьем этапе, в 1930–1940 гг., открыт только один музей в Очёре. На четвертом этапе, с 1950 по 1989 гг., основано 22 краеведческих музея (более 1/2 всех музеев региона). Каждое десятилетие кластерно создавалось по 5–7 музеев. В 1957–1967 гг. открыты музеи в «горнозаводском кусте» (Лысьва, Кизел, Чусовой, Горнозаводск, Губаха). В 1967 г. основаны музеи в «центральной кусте» (Добрянка, Чёрмоз, Уральский), в 1975 г. – в «южном кусте» (Чернушка, Барда, Чайковский). На пятом этапе, с начала 1990-х гг., основаны ещё восемь музеев как центров популяризации природного и культурного наследия, туризма.

2. *Соотношение естественнонаучных и других коллекций в составе музейного фонда краеведческих музеев региона.* По данным на 01.01.2019, в 38 краеведческих музеях Пермского края зарегистрировано 1 690 330 единиц хранения, относящихся к 15 видам коллекций. Из них на долю естественнонаучных коллекций приходится 73 513 единиц хранения, что составляет 4.3 % от общего числа предметов, поставленных на музейный учёт (рис. 2).

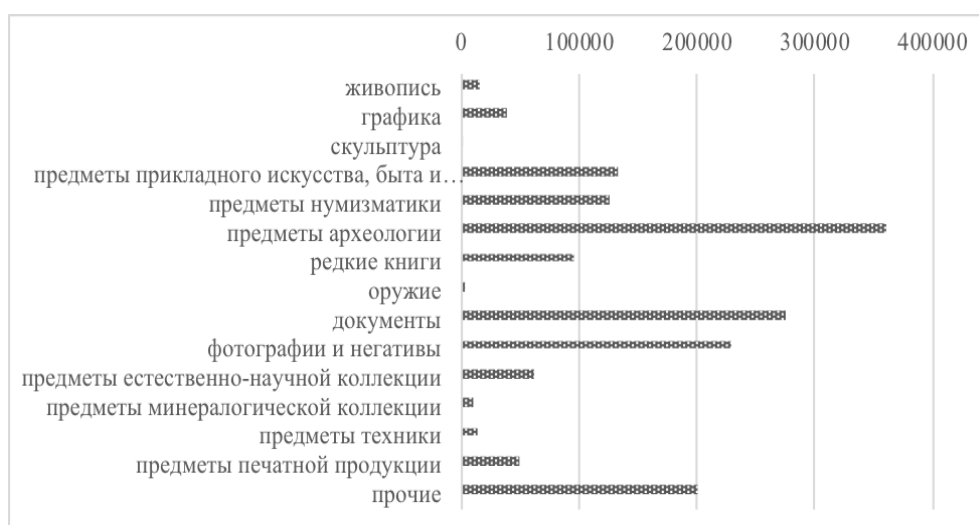


Рис. 2. Соотношение музейных коллекций в составе фонда краеведческих музеев Пермского края, единиц хранения

Fig. 2. Ratio of museum collections in the fund of regional museums of the Perm Krai, items

3. Принципы формирования естественнонаучных коллекций.

3.1. *Распределение предметов естественнонаучного фонда по типологии предметов (материалу происхождения).* Типологический принцип предполагает комплектование естественнонаучных коллекций по типам предметов. По типологии материала происхождения предметы объединяются в две группы: естественноисторические (ботанические, зоологические, энтомологические и другие материалы биологического происхождения) и минералогические (геологические, палеонтологические и другие материалы геологического происхождения, так называемый «каменный материал»); они составляют 3 % и 1 % соответственно от числа всех коллекций краеведческих музеев региона (рис. 3). Более половины из них (63 %) хранится в Пермском краеведческом музее.

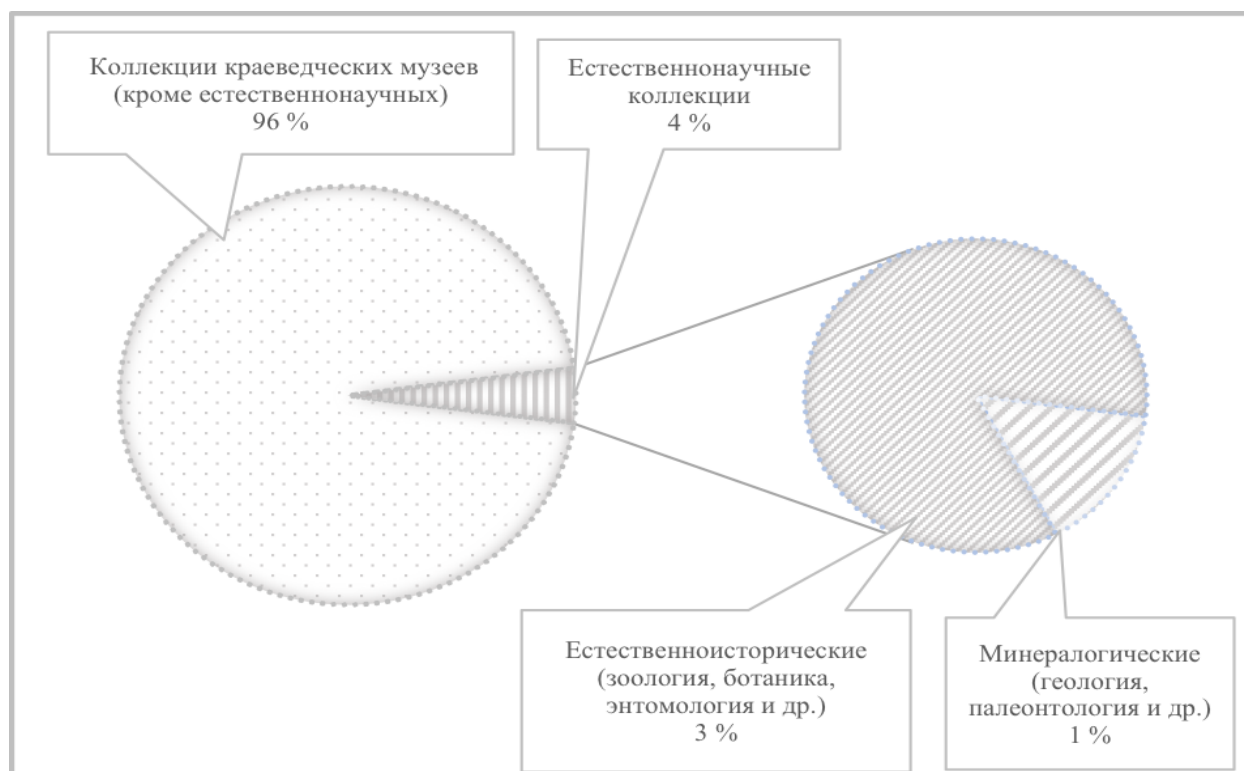


Рис. 3. Доля естественнонаучных коллекций в собрания краеведческих музеев Пермского края
Fig. 3. Percentage of natural science collections in museums of Perm Krai

На распределение влияет несколько факторов: отсутствие в штате музеев специалистов (геологов, географов, палеонтологов), способных атрибутировать и комплектовать коллекции; сложность комплектования (экспедиционные выезды, запросы на горнодобывающие предприятия); преобладание историко-культурных коллекций в составе музейного фонда.

3.2. *Соотношение естественнонаучных коллекций по форме учёта музейных предметов.* Принцип подлинности предполагает комплектование материалов, документирующих природное наследие территории для целей изучения и экспонирования. Это находит отражение в распределении естественнонаучных коллекций по форме учёта: основного и научно-вспомогательного фондов.

В естественноисторических музеях к основному фонду относятся музейные предметы, документирующие развитие природы и историю развития естественнонаучных дисциплин: уникальные объекты живой и неживой природы; сборы естествоиспытателей, имеющие научное или мемориальное значение; образцы техники препарирования и научной таксидермии; биогруппы и ландшафтные диорамы; подлинные изобразительные материалы; памятники, отражающие историю естественных наук.

К научно-вспомогательному фонду относятся воспроизведения (слепки, муляжи, макеты), реконструкции, карты, диаграммы, схемы, планы и др.; натуральные материалы – объекты природы, не имеющие музейного значения, но используемые для наглядного показа особенностей природы и ее явлений (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Предметы музейного фонда в естественнонаучных коллекциях
краеведческих музеев Пермского края
Items of the museum fund in the natural science collections of the regional museums of the Perm Krai

Форма учёта музейных предметов	Общее число предметов по всем коллекциям, единиц хранения	Минералогические коллекции, единиц хранения	Естественноисторические коллекции, единиц хранения
Основной фонд	1220356	10108	54290
Научно-вспомогательный фонд	469974	1018	8097
Итого	1690330	11126	62387

В краеведческих музеях Пермского края 85 % естественнонаучных коллекций относятся к форме основного учёта, представляют подлинные материалы, имеющие ценность для документирования и изучения природного наследия региона, ещё 15 % – научно-вспомогательные материалы, значимые для просветительской деятельности.

3.3. *Наличие комплексных коллекций краеведческого профиля.* Принцип комплексности предполагает наличие в составе фонда естественноисторических коллекций комбинации предметов разных типов, отражающих географическое разнообразие территории. Статистическая отчетность включает два типа коллекций. Естественноисторические коллекции представляют биологическое разнообразие, минералогические коллекции – геологическое разнообразие (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Количество предметов в составе естественнонаучных коллекций музеев Пермского края
Number of items in the natural science collections of museums of the Perm Krai

Общее количество предметов в естественнонаучной коллекции музея	Количество музеев, ед.	Процент музеев, %
10 000–50 000	1	2.7 %
1 000–10 000	7	18.4 %
100–1 000	12	31.6 %
10–100	15	39.4 %
0–10	3	7.9 %

Предметы естественнонаучного фонда распределены крайне неравномерно (рис. 4). В собрании Пермского краеведческого музея хранится более 45 тыс. ед. хранения. В семи музеях региона (1/5 всех краеведческих музеев) коллекции насчитывают от 1 000 до 10 000 ед. хранения, их формирование шло систематически либо связано с комплектованием при подготовке новых экспозиций. В двенадцати музеях фонды насчитывают от 100 до 1 000 предметов, их можно назвать в некоторой степени репрезентативными. В 18 музеях количество единиц хранения в естественнонаучном фонде – менее 100 экземпляров, пополнение фондов происходит не системно, связано со случайным приобретением.

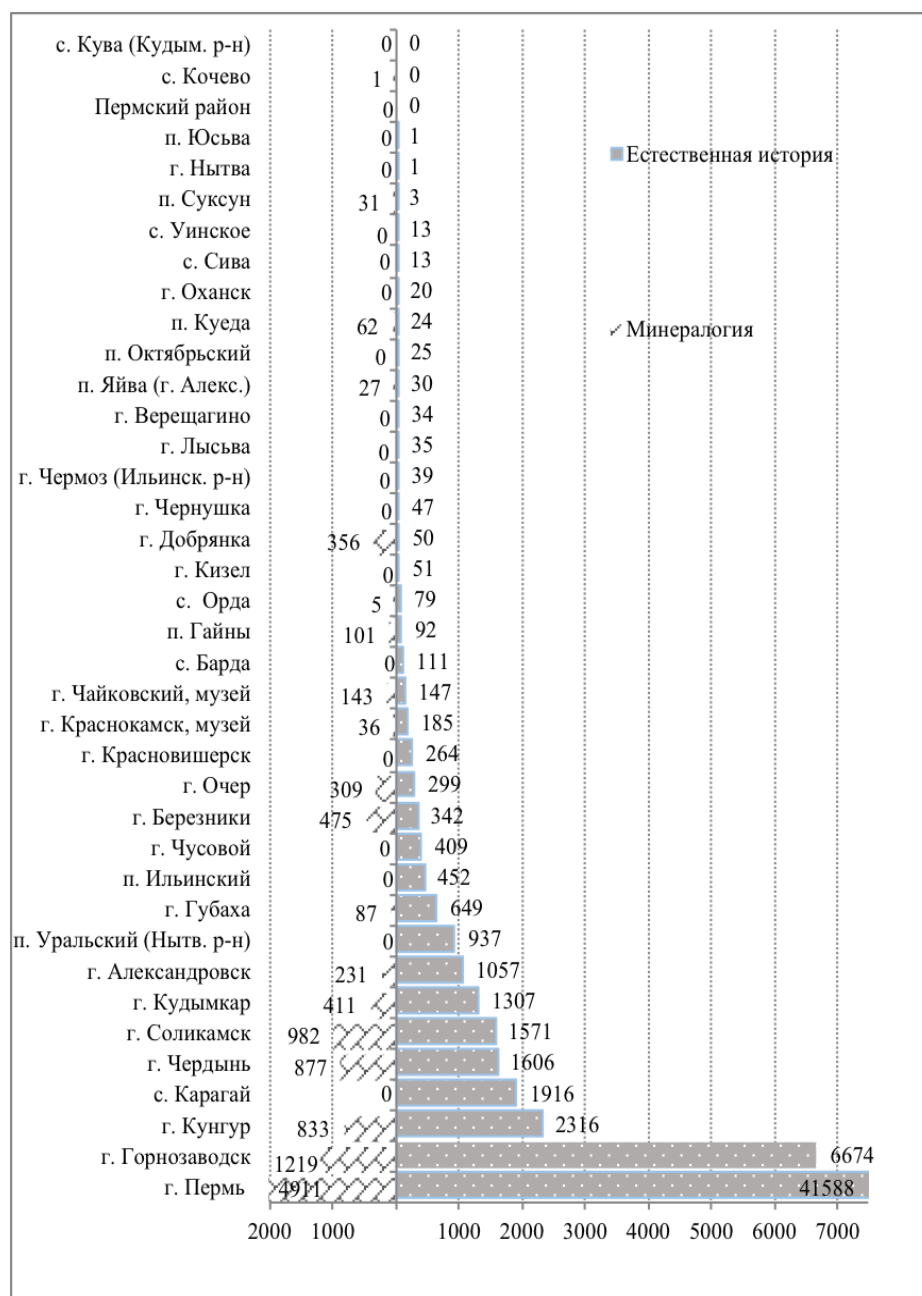


Рис. 4. Естественнонаучные коллекции в собраниях краеведческих музеев Пермского края, единиц хранения

Fig. 4. Natural science collections of regional museums of Perm Krai, items

Анализ музейного фонда за 2016–2018 гг. позволяет выявить, что в 92 % краеведческих музеев хранятся естественноисторические коллекции (ботанические, энтомологические, зоологические), и только в каждом втором музее (47 %) – минералогические коллекции (геологические, палеонтологические). Биологические коллекции формируются через приобретение музеем, по запросу сферы образования и т. п. Минералогические коллекции имеют типологический характер, а распространенные полезные ископаемые не комплектуются.

3.4. Оценка географической репрезентативности в музейных коллекциях. Принцип географической репрезентативности предполагает не только покомпонентное или типологическое отражение природных особенностей территории в музейных коллекциях и экспозициях, но и формирование единого представления о географическом пространстве, природных комплексах и ландшафтах. Коллекция может характеризовать природный район через создание ландшафтных диорам или био групп.

Следует рассмотреть сеть краеведческих музеев относительно схем физико-географического районирования Пермского края (рис. 5, 6). Пермский край расположен в пределах двух физико-географических стран – Русской равнины и Урала, между ними проходит зона сочленения Восточной окраины Русской платформы и Уральской складчатой области; важная в широтном направлении граница проходит между природными зонами тайги и подтаежной зоны (хвойно-широколиственных лесов). В равнинной части региона выделяется Кунгурская лесостепь. Горы разделены либо на Северный Урал и Средний Урал, либо на Западный и Центральный Урал. Представляется целесообразным выделение районов: средней тайги, южной тайги, подтаежной зоны (хвойно-широколиственных лесов), Кунгурской лесостепи, Западного Урала и Центрального Урала [Большаков, Горчаковский, 1997; Бузмаков, Зайцев, 2011; Зайцев, 2012].

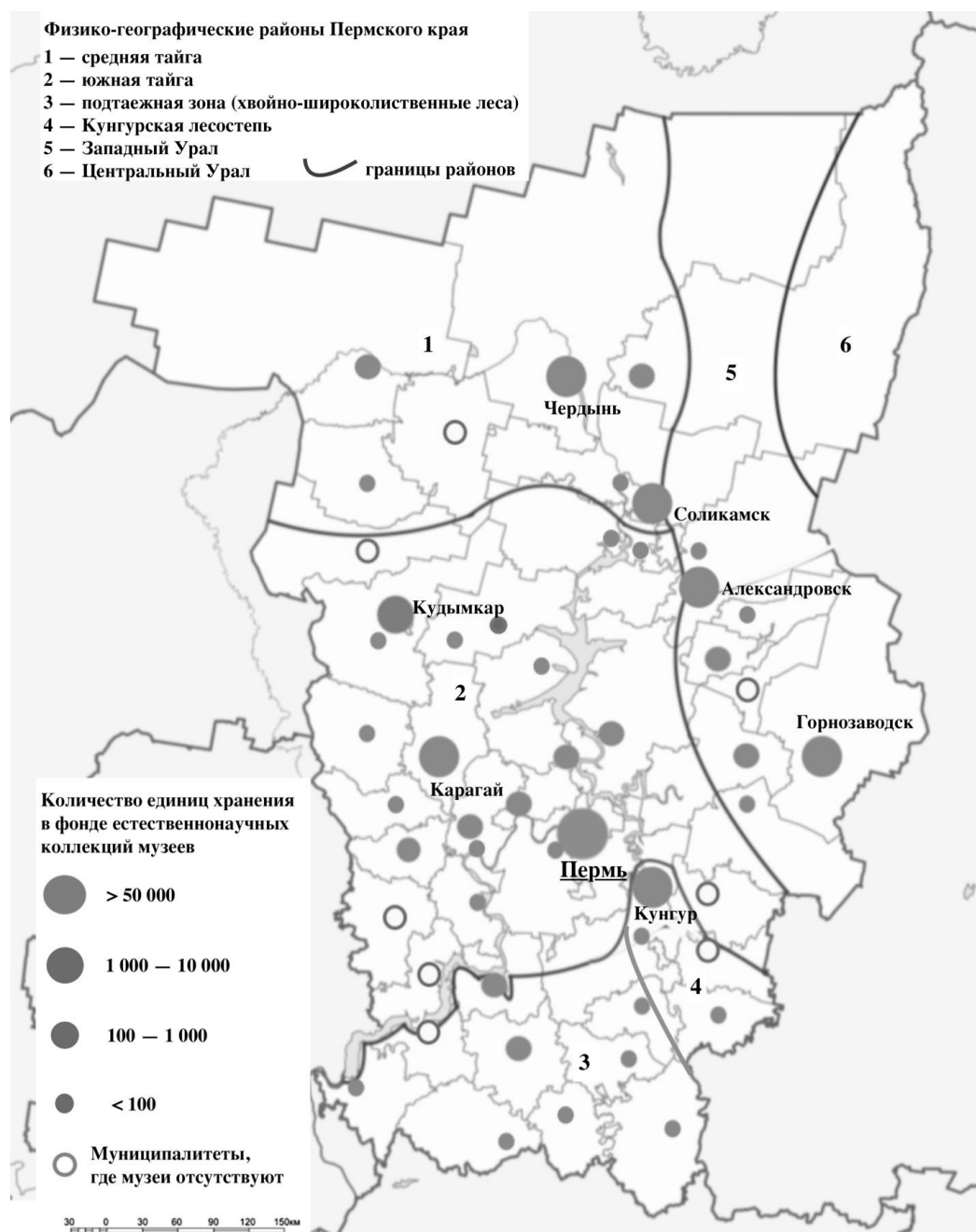


Рис. 5. Сеть краеведческих музеев на карте физико-географического районирования Пермского края

Fig. 5. Network of regional and local history museums on the map of physical-geographical division of Perm Krai

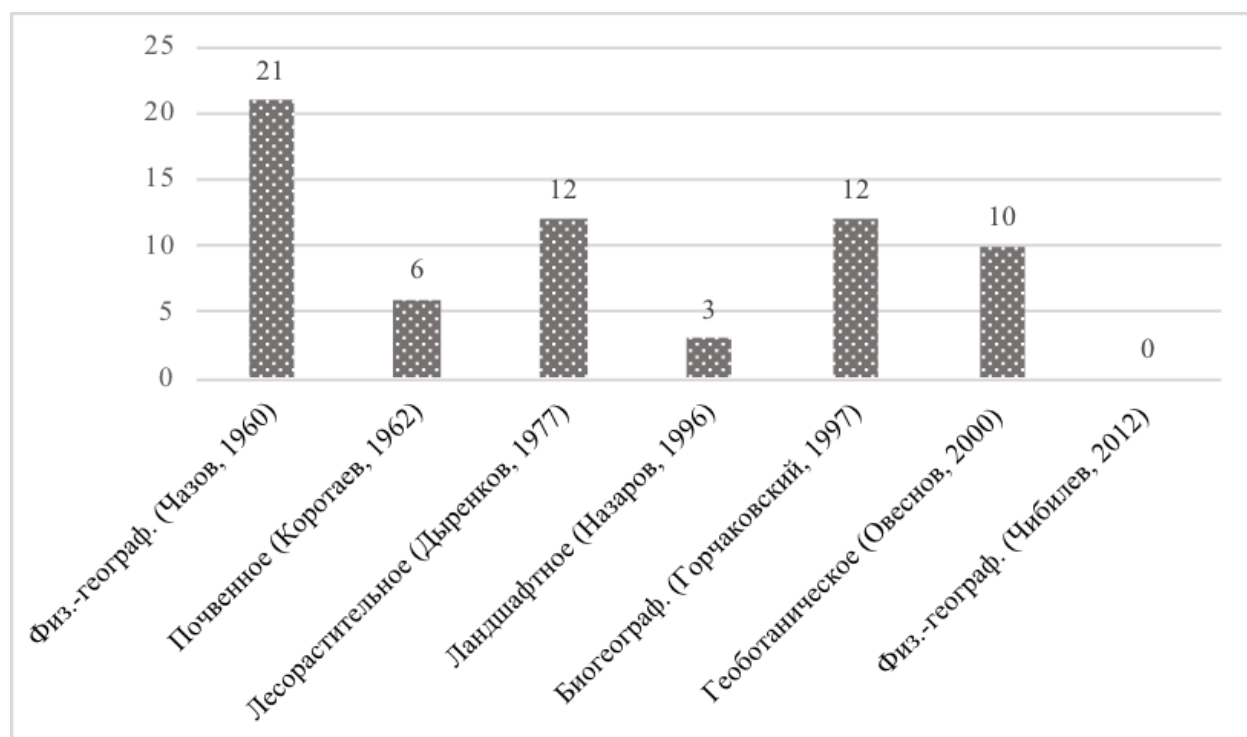


Рис. 6. Репрезентативность территории в музейных экспозициях по физико-географическим районированиям Пермского края

Fig. 6. Representation of the territory in museum exhibitions on physical-geographical division of Perm Krai

В 55 % экспозиций отражено физико-географическое районирование по Б.А. Чазову, в 10 % – по Н.Н. Назарову. Музеи определяют себя по отношению к физико-географическим категориям через карты, диорамы, этикетаж. 9 из 10 музеев определяют себя в границах муниципального образования, отмечают принадлежность к физико-географическим странам, природным зонам.

Ботанико-географическое районирование по С.Д. Дыренкову, С.А. Овеснову и био-географическое районирование по В.Н. Большакову, П.Л. Горчаковскому присутствует в 90 % музеев, имеющих зоологические коллекции, биогруппы и диорамы. Почвенное районирование по Н.Я. Коротаеву упоминается в шести музеях (15 %), имеющих почвенные коллекции, монолиты в экспозиции. Районирования, разработанные в 1990–2000 гг., представлены существенно меньше, т. к. 60 % естественнонаучных экспозиций были открыты до начала 1990-х и не обновлялись.

В пятнадцати краеведческих музеях Пермского края представлены диорамы, отражающие ландшафтное разнообразие территории (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Диорамы в краеведческих музеях, представляющие природные зоны и ООПТ
Dioramas representing natural areas and protected areas in regional museums

Статус краеведческого музея	Количество краеведческих музеев	В том числе, музеи, имеющие диорамы природы	В том числе, музеи, представляющие в диорамах ООПТ
Региональный	2	2	2
Муниципальный	36	13	5
Итого	38	15	7

Музеи регионального подчинения характеризуют более крупные территориально-природные комплексы. Природные зоны могут быть представлены диорамами (например, диорама «Южная тайга», Пермский краеведческий музей, демонтирована в 2007 г.), а муниципальные музеи предъявляют природные комплексы: ландшафты, урочища (например, «Урочище "Ореховая гора"» в диораме «Природа Осинского Прикамья», Осинский краеведческий музей, 1989 г.). Диорамный способ показа является наиболее ресурсоемким на этапе комплектования коллекции.

3.5. *Представленность объектов пермского геологического периода в музейных коллекциях.* Принцип географической идентичности основан на комплектовании материалов, представляющих исключительную ценность в исследовании и репрезентации природного наследия территории в локальном, региональном, национальном или глобальном масштабе. Для Пермского края ключевым элементом коллекции в глобальном масштабе является палеогеографическое наследие пермского геологического периода [Коротаяев, 1962; Назаров, 2000; Kossovaya et al., 2015], представленного *in situ* на особо охраняемых природных территориях [Атлас, 2017], и *ex situ* в коллекциях (табл. 4).

Таблица 4

Table 4

Представленность объектов пермского периода в коллекциях и на ООПТ
Representation of Permian sites and museum items in collections and protected areas

Представленность объектов пермского периода	Общее количество	Из них представляют пермский период	Процент от существующей сети музеев / ООПТ
Краеведческие музеи (геологические, палеонтологические коллекции)	38	14	37 %
ООПТ регионального значения (палеонтологические, карстологические, стратиграфические, геоморфологические, минералогические)	257	27	10 %

Экологический принцип предполагает комплексное системное динамическое исследование природного наследия территории *in situ*, на ООПТ, и *ex situ*, в музеях. В системе исследования, охраны и презентации природного наследия «музеи – ООПТ» музеи содержат ретроспективную документацию географического разнообразия территории (естественнонаучные коллекции, фото- и видеофонды, звуковые архивы, материалы научных экспедиций и др.). В коллекциях музеев находятся типовые экземпляры видов (голотипы).

ООПТ региона «ответственны» за сохранение географического разнообразия *in situ*, в природной среде, в перспективном аспекте (рис. 7). Информационной основой для подготовки карты особо охраняемых природных территорий Пермского края послужили материалы многолетних исследований ООПТ коллективом кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета [Овеснов, 2000; Санников, Бузмаков, 2015]. Взаимосвязь системы краеведческих музеев, хранящих и предъявляющих географическое разнообразие региона через коллекции *ex situ* и системы ООПТ, сохраняющих географическое разнообразие *in situ*, представляет интерес и требует дальнейшего исследования.

3.6. *Наличие музейных предметов из других природных зон, физико-географических областей.* Принцип «географического казуса» предполагает комплектование – системное или эпизодическое – коллекций или музейных предметов, нехарактерных для данной местности, которые получены музеями в результате дарения или приобретения. Этот принцип отсылает к стратегии комплектования, принятой кабинетами редкостей (кунсткамерами) до появления естественноисторических музеев. Коллекции этого типа свидетельствуют о географии научных связей музея, географических «казусах», например, изменении маршрутов мигрирующих птиц.

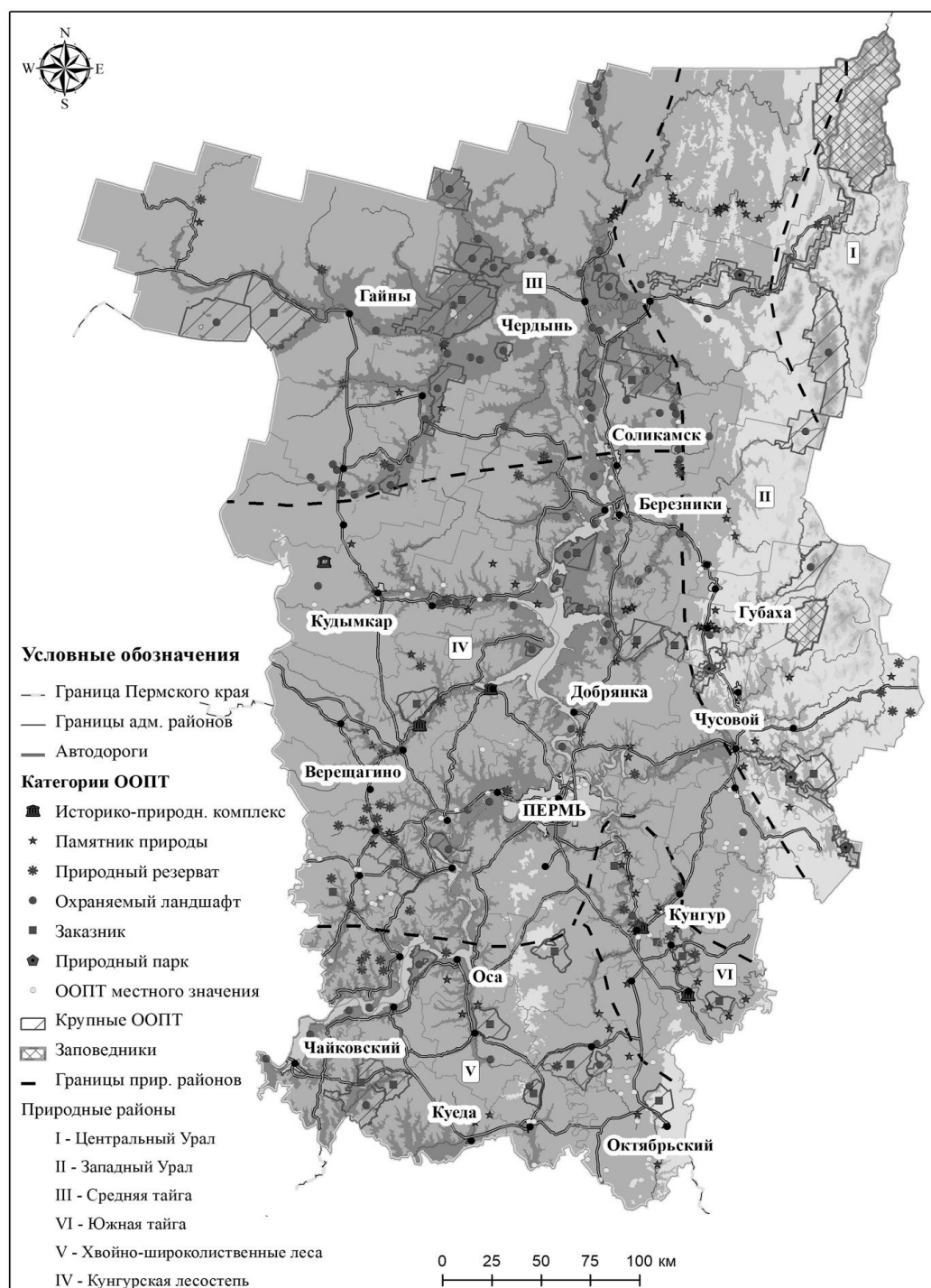


Рис. 7. Особо охраняемые природные территории Пермского края на карте физико-географического районирования региона

Fig. 7. Nature reserved areas on the physical-geographical division of Perm Krai

3.7. *Наличие опубликованных программ комплектования.* Принцип открытости данных. В государственное задание музея входит пункт «Формирование, учёт, изучение, обеспечение физического сохранения и безопасности музейных предметов, музейных коллекций», выраженный в количественных показателях. Качественная сторона определяется музеем и зависит от профессиональных компетенций сотрудников, организации научных экспедиций (географических, палеонтологических, геоботанических, орнитологических, этнографических и т. д.).

Анализ сайтов краеведческих музеев Пермского края позволяет сделать вывод, что ни в одном нет опубликованной программы комплектования коллекций.

Заключение

В Пермском крае насчитывается 38 краеведческих музеев. Из 1.6 млн предметов, хранящихся в краеведческих музеях региона, только 4.3 % приходится на долю естественнонаучных коллекций. Из них 1 % предметов относится к минералогическим коллекциям (геология, палеонтология, минералогия), 3.3 % составляют естественнонаучные коллекции (ботаника, энтомология, зоология). Минералогические коллекции представлены в 1/2 музеев региона, естественноисторические – в 9/10 музеев. Видовое разнообразие «живой природы» представлено в музеях более полно, чем геологическое. При этом более 1/3 музеев региона комплектуется и представляет предметы пермского геологического периода.

Этапы формирования естественнонаучных коллекций связаны с историческими процессами. Восемь крупнейших краеведческих музеев региона были основаны обществами изучения местного края с 1890 по 1929 г. для исследования территории в естественноисторическом и историко-культурном отношении, их естественнонаучные коллекции наиболее многочисленны и разнообразны.

Коллекции по численности распределены крайне неравномерно. На долю Пермского краеведческого музея приходится 63 % всех естественнонаучных предметов. В половине музеев хранятся от 100 до 10 000 предметов, что говорит о некоторой системности комплектования и относительной полноте репрезентации географического разнообразия территории. 1/2 музеев имеет менее 100 предметов в фонде естественнонаучных коллекций, что можно расценивать как случайные поступления или эпизодическое комплектование.

Географическая репрезентативность включает покомпонентное отражение особенностей территории в коллекциях и экспозициях музеев разного уровня, комплексное отражение геосистем и ландшафтов. В 65 % музеев отражено физико-географическое районирование региона, в 90 % – геоботаническое и биогеографическое, менее чем в 10 % – почвенное районирование. В 15 из 38 музеев представлены ландшафтные диорамы, дающие образное представление о географическом разнообразии.

Анализ аспектов географической репрезентативности естественнонаучных коллекций музеев позволяет сформулировать рекомендации музеям при комплектовании:

1. Разработать программы комплектования естественнонаучных коллекций, сформировать обменный фонд предметами между музеями, расположенными в разных природных районах.
2. Использовать кластерный подход при комплектовании биологических коллекций, в природных районах определить музей-методический центр, имеющий наиболее значимые коллекции и профильных специалистов.
3. Музеям, расположенным в пределах географической области отложений пермского периода, усилить представленность палеогеографического аспекта в коллекциях.
4. Всем музеям комплектовать типологические предметы геологических коллекций, в т. ч. общераспространенные полезные ископаемые.
5. Целесообразно разработать для региона системный подход к сохранению природного наследия через взаимосвязь музеев и ООПТ (*ex situ* и *in situ*).

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта ГММ 06-17 конкурса программы «Меняющийся музей в меняющемся мире» Благотворительного фонда В. Потанина. Выражаю благодарность за рекомендации при подготовке статьи д. г. н., профессору кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского университета С.А. Бузмакову, к. г. н., доценту кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского университета А.А. Зайцеву, заведующей сектором естественноисторических коллекций Пермского краеведческого музея Л.В. Жужговой.



Список литературы

1. Атлас особо охраняемых природных территорий Пермского края. 2017. Пермь, 512 с.
2. Богучарсков В.Т. 2004. Хорологическая концепция А. Геттнера и современная ее интерпретация. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки, (S8): 74–79.
3. Большаков В.Н., Горчаковский П.Л. 1997. Биота горного Урала: антропогенные изменения и мониторинг. Экол. млекопитающих горных территорий: популяционные аспекты: материалы Всерос. совещ. Нальчик, 21–35.
4. Бузмаков С.А., Зайцев А.А. 2011. Состояние региональных особо охраняемых природных территорий Пермского края. Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле», 3: 3–12.
5. Бузмаков С.А., Санников П.Ю. 2015. Развитие сети особо охраняемых природных территорий для сохранения географического разнообразия Пермского края. Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о земле», 4: 22–34.
6. Дыренков С.Д., Шергольд О.Э., Воронова О.И. 1977. Лесорастительное и лесотаксационное районирование Пермской области. Л., Ленуприздат., 35 с.
7. Зайцев А.А. 2012. Современное состояние особо охраняемых природных территорий регионального значения в Пермском крае. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Пермь, 20 с.
8. Клюкина А.И. 2010. К истории создания естественнонаучных музеев в России. Вестник МГУКИ, 1 (33): 76–82.
9. Коротаев Н.Я. 1962. Почвы Пермской области. Пермь, 279 с.
10. Назаров Н.Н. 2000. Физико-географическое районирование Пермского Прикамья. Вопросы физической географии и геоэкологии Урала: сб. науч. тр. Пермь, 12–21.
11. Овеснов С.А. 2000. Ботанико-географическое районирование Пермской области. Вестн. Перм. ун-та. Сер. Биология, 2: 13–21.
12. Санников П.Ю., Бузмаков С.А. 2015. Перспективы развития сети особо охраняемых природных территорий Пермского края. Пермь, Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 173 с.
13. Смирнов Н. 2018. Диаспора объектов. Центр экспериментальной музеологии. Электронный ресурс. URL: <http://redmuseum.church/blog> (дата обращения: 29 сентября 2018).
14. Сотникова С.И. 2011. Естественноисторическая музеология. Учебное пособие. Томск, Изд. ТГУ, 304 с.
15. Чазов Б.А. 1961. Физико-географическое районирование Пермской области. Природное и сельскохозяйственное районирование СССР. Вопросы географии, 55–67.
16. Dorfman E. 2016. Ethical issues and standards for natural history museums. Museums, Ethics and Cultural Heritage, 76–82.
17. Horie C.V. 1989. Conservation of natural history specimens: spirit collections. Manchester Museum and Department of Environmental Biology, University of Manchester, 114 p.
18. Kossovaya O.L., Ponomareva G.Yu., Khopta I.S. 2015. Middle Urals. Carboniferous and Permian marine and continental successions: Field trip guidebook of XVIII International Congress of the Carboniferous and Permian (ICCP 2015). Perm, 112 p.
19. Legrand M., Chlous F. 2016. Citizen science, participatory research, and naturalistic knowledge production: Opening spaces for epistemic plurality (an interdisciplinary comparative workshop in France at the Muséum national d'Histoire naturelle). Environmental Development, 59–67.
20. Norris A. 2006. Working Group on the Art of Taxidermy and its Cultural Heritage Importance. Natural Sciences Collections Association News, 8: 11.
21. Norris C. 2016. The future of natural history collections. The Future of Natural History Museums, 13–28.

References

1. Atlas of specially protected natural areas of the Perm Krai. 2017. Perm, 512 p. (in Russian).
2. Bogucharskov V.T. 2004. Chorological Concept of A. Gettner and Its Modern Interpretation. News from higher educational institutions. North Caucasian region. Natural sciences, (S8): 74–79 (in Russian).
3. Bolshakov V.N., Gorchakovskiy P.L. 1997. Mountainous Urals' biota: anthropogenic changes and monitoring. Ecological aspects of mountainous areas: population aspects: materials of All-Russian Council of Ministers. Nalchik, 21–35 (in Russian).

4. Buzmakov S.A., Zaitsev A.A. 2011. State of the regional specially protected natural areas of the Perm Territory. Bulletin of the Udmurt University. Series «Biology. Earth Sciences», 3: 3–12 (in Russian).
5. Busmakov S.A., Sannikov P.Yu. 2015. Development of a network of specially protected natural areas for the preservation of the geographical diversity of the Perm Territory. Vestnik Udmurt University. Series «Biology. Land sciences», 4: 22–34 (in Russian).
6. Dyrenkov S.D., Shergold O.E., Voronova O.I. 1977. Lesorastitelnoye i lesotaksatsionnoye rayonirovaniye Permskoiy oblasti [Forestry and forest taxation zoning of the Perm region]. Leningrad, Lenuprizdat, 35 p. (in Russian).
7. Zaitsev A.A. 2012. Sovremennoye sostoyaniye osobo okhranyayemykh prirodnykh territoriy regionalnogo znacheniya v Permskom kraye [Current state of specially protected natural areas of regional importance in the Perm Territory]. Autoref. dis. ...cand. geogr. sciences. Perm, 20 p.
8. Klyukina A.I. 2010. To the history of creation of natural science museums in Russia. MGUKI Bulletin, 1 (33): 76–82 (in Russian).
9. Korotaev N.Ya. 1962. Pochvy Permskoiy oblasti [Soils of the Perm region]. Perm, 279 p.
10. Nazarov N.N. 2000. Physico-geographical zoning of the Perm Kama region. Voprosy fizicheskoy geografii i geojekologii Urala, 12–21 (in Russian).
11. Ovesnov S.A. 2000. Botanical-geographical zoning of the Perm region. Vestn. Perm. un-ta. Ser. Biologiya, 2: 13–21 (in Russian).
12. Sannikov P.Y., Buzmakov S.A. 2015. Prospects of development of the network of specially protected natural territories of the Perm Territory. Perm, Perm State National Research University, 173 p. (in Russian).
13. Smirnov N. 2018. Diaspora of objects. Center of experimental museology. Electronic resource. Available at: <http://redmuseum.church/blog> (accessed: 29 September 2018) (in Russian).
14. Sotnikova S.I. 2011. Natural-historical museology. Tomsk, TSU, 304 p. (in Russian).
15. Chazov B.A. 1961. Fiziko-geograficheskoye rayonirovaniye Permskoiy oblasti. Prirodnoye i selskokhozyaiystvennoye rayonirovaniye SSSR [Physical-geographical zoning of the Perm region. Natural and agricultural zoning of the USSR]. Voprosy geografii, 55–67 (in Russian).
16. Dorfman E. 2016. Ethical issues and standards for natural history museums. Museums, Ethics and Cultural Heritage, 76–82.
17. Horie C.V. 1989. Conservation of natural history specimens: spirit collections. Manchester Museum and Department of Environmental Biology, University of Manchester, 114 p.
18. Kossovaya O.L., Ponomareva G.Yu., Khopta I.S. 2015. Middle Urals. Carboniferous and Permian marine and continental successions: Field trip guidebook of XVIII International Congress of the Carboniferous and Permian (ICCP 2015). Perm, 112 p.
19. Legrand M., Chlous F. 2016. Citizen science, participatory research, and naturalistic knowledge production: Opening spaces for epistemic plurality (an interdisciplinary comparative workshop in France at the Muséum national d'Histoire naturelle). Environmental Development, 59–67.
20. Norris A. 2006. Working Group on the Art of Taxidermy and its Cultural Heritage Importance. Natural Sciences Collections Association News, 8: 11.
21. Norris C. 2016. The future of natural history collections. The Future of Natural History Museums, 13–28.

Ссылка для цитирования статьи **Link for article citation**

Глазырина Ю.В. 2019. Аспекты географической репрезентативности при комплектовании естественнонаучных коллекций краеведческого музея. Серия: Естественные науки. 43(4): 348–361. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-348-361

Glazyrina Yu.V. 2019. Aspects of geographical representativeness to the acquisition of the natural science collections of the regional museum. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series. 43(4): 348–361 (in Russian). DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-348-361



УДК 338.433; 348.48

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-362-374

КУРОРТНО-РЕКРЕАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПЕРМСКОГО КРАЯ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА

RESORT AND RECREATIONAL SYSTEM OF PERM REGION AS AN EFFECTIVE MECHANISM FOR CONSUMER MARKET DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES OF THE REGION

М.С. Оборин
M.S. Oborin

Пермский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова»,
Россия, 614070, г. Пермь, ул. бульвар Гагарина, 57;
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15;
ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет
им. ак. Д.Н. Прянишникова»,
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петropавловская, д. 23;
ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет»,
Россия, 354000, г. Сочи, ул. Советская, 26-А

Plekhanov Russian University of Economics, Perm branch,
57 Gagarin Boulevard St, Perm, 614070, Russia;
Perm State National Research University,
15 Bukireva St, Perm, 614990, Russia;
State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov,
23 Petropavlovskaya St, Perm, 614990, Russia;
Sochi State University,
26-A Sovetskaya St, Sochi, 354000, Russia

E-mail: recreachin@rambler.ru

Аннотация

В статье рассматриваются особенности региональных курортно-рекреационных систем и их влияние на преобразование социально-экономического пространства сельских территорий на основе развития потребительского рынка. Курортная специализация положительно влияет на повышение качества жизни населения сельских территорий, способствует решению социально-демографических проблем и привлекает дополнительные финансовые ресурсы. Целью исследования является выявление влияния курортно-рекреационной системы на развитие потребительского рынка. Положительный эффект может быть связан с расширением предложения в сфере услуг, которое будет оказывать влияние на рост их количества и разнообразия в сфере санаторно-курортного комплекса, транспорта, питания, досуга. Оптимизация использования природно-ресурсного потенциала курортно-рекреационных систем должна учитывать уровень развития санаторно-курортного комплекса отдельной территории и его способность удовлетворить растущие запросы потребителей. В исследовании показана значимость соотношения цены и качества лечебно-оздоровительных услуг для потребителя, необходимость учета параметров спроса при развитии рынка лечебно-оздоровительных услуг сельских территорий региона.

Abstract

The article discusses the features of regional resort and recreational systems and their impact on the transformation of socio-economic space of rural areas based on the development of the consumer market.

Resort specialization has a positive impact on improving the quality of life of the population of rural areas, contributes to the solution of socio-demographic problems and attracts additional financial resources. The aim of the study is to identify the impact of the resort and recreational system on the development of the consumer market. The positive effect may be associated with the expansion of the supply of services, which will have an impact on the growth of their number and diversity in the sphere of sanatorium-resort complex, transport, food, leisure. Optimization of the use of natural resource potential of resort and recreational systems should take into account the level of development of the Spa complex of a particular territory and its ability to meet the growing demands of consumers. The resort and recreation system is an effective mechanism for the development of the consumer market, as it influences the formation of proposals for services in various activities: catering, excursions, transport and logistics. The study shows the importance of the ratio of price and quality of health services for the consumer, the need to take into account the parameters of demand in the development of the market of health services in rural areas of the region. The assessment of resort and recreational systems of rural territories of Perm Krai promotes the choice of strategic directions of application of natural medical resources in activity of the profile enterprises taking into account tendencies of consumer demand. An important technology for assessing and stimulating demand for health services is to conduct systematic studies of customer satisfaction and loyalty. The reasons that affect these parameters are studied. One of the main reasons for tourism is the desire to get quality rest and entertainment services at the resort. Impressions, positive emotions and feelings affect the final assessment of the quality of rest. The study showed that the most preferred is a long-term treatment, some services do not correspond, in the opinion of the consumer price policy resorts.

Ключевые слова: Пермский край, курортно-рекреационная система, сельские территории, лечебно-оздоровительная услуга, потребительский рынок, санаторно-курортный комплекс, потребительский спрос.

Key words: Perm region, resort and recreational system, rural areas, medical and health service, consumer market, sanatorium and resort complex, consumer demand.

Введение

Сельские территории являются объектом государственного управления, поскольку обладают разнообразным природно-ресурсным потенциалом, позволяющим развивать не только сельскохозяйственную специализацию, но и альтернативные виды деятельности. В некоторых нормативно-правовых документах понятие «сельская территория» рассматривается как территория сельских поселений и соответствующих межселенных территорий [Концепция устойчивого развития ..., 2010]. Проблема развития сельских территорий затрагивается в законах, посвященных устойчивому росту и модернизации сельского хозяйства [О мерах ..., 2016; Федеральная научно-техническая программа ..., 2017]. В данных нормативно-правовых актах акцент сделан на инновационную и кадровую политику, решение социально-экономических проблем, инфраструктурное развитие.

Несмотря на значимость стратегического управления развитием сельских территорий, в отечественной и зарубежной практике выявлены объективные проблемы и ограничения их устойчивого роста, которые связаны с деградацией или отсутствием материально-технической производственной базы, сложной социально-экономической ситуацией, низким уровнем жизни населения. В связи с этим необходима последовательная реализация системных мер по улучшению инвестиционного климата и оптимизации использования ресурсного потенциала. Значимым направлением улучшения сложившейся ситуации в сельских территориях является развитие потребительского рынка и сферы услуг.

Основным содержанием определения потребительского рынка является территориальная основа взаимодействия продавцов и покупателей, качество развития товарно-денежного обмена, уровень удовлетворенности населения в приобретаемых услугах, товарах. Механизмы развития потребительского рынка основываются на преимуществах территорий и формировании специализации, имеющей положительный социальный и коммерческий эффект.



Сфера услуг становится важным фактором стратегического развития государства и в настоящее время испытывает влияние макроэкономических и геополитических факторов. Ряд преимуществ нематериальных видов экономической деятельности позволяет ей более успешно адаптироваться к кризисным явлениям внешней среды: низкие затраты на диверсификацию, универсальность компетенций основного персонала, гибкая оптимизация основных видов деятельности с учетом сокращения объема продаж. Стратегические ориентиры экономики и социальной политики сельских территорий опираются на различные виды услуг, поскольку это позволяет повысить привлекательность региона, привлечь дополнительные финансовые ресурсы и обеспечить занятость трудоспособной части населения.

Важным элементом потребительского рынка является сфера услуг, направленность которых формируется с учетом природно-ресурсного и инфраструктурного потенциала. Природные лечебные ресурсы способствуют развитию курортно-рекреационных систем и услуг лечебно-оздоровительного туризма. Рассмотрим влияние курортно-рекреационных систем на преобразование социально-экономического пространства и рынка сельских территорий.

Территории с курортно-рекреационной специализацией выполняют разнообразные функции, связанные с повышением качества здоровья, улучшением социально-демографических показателей населения, положительно влияют на организацию досуга и отдыха различных групп населения. Выполнение экономических функций способствует инфраструктурному развитию и росту занятости, повышению налоговых платежей в местные и региональный бюджеты.

Влияние лечебно-оздоровительных услуг на медико-демографические характеристики местного населения и отдыхающих подтверждено результатами исследований. Использование в процессе лечения природных лечебных факторов дает возможность значительно усилить результативность оздоровления граждан и уменьшить расходы на оплату больничных на 15 % [Оборин, 2015]. Значение лечебно-оздоровительного туризма в улучшении качества жизни населения отражено в многочисленных научных публикациях.

Услуги предприятий санаторно-курортного комплекса способствуют укреплению здоровья населения путем предоставления лечебно-оздоровительных и рекреационных процедур, направленных на улучшение здоровья, восстановление, реабилитацию и отдых человека на основе применения природных лечебных ресурсов. В российской науке в исследовании эффективности санаторно-курортных услуг выделим ряд научных направлений. В работе Д.И. Асланова [2012] охарактеризованы особенности и содержание санаторно-курортной деятельности, А.М. Ветитнев и А.А. Торгашева [2013] определили основные свойства и характеристики СКУ, закономерности формирования санаторно-курортного продукта, сервисный характер деятельности здравниц. Ученые А.Н. Разумов [2015], Н.Б. Коржачкина [2012], О.А. Никитина [2012] считают, что санаторно-курортная услуга – это современный и доступный способ для населения получить высокотехнологичную медицинскую помощь. Научный анализ показателей восстановительной медицины свидетельствует о том, что санаторно-курортное лечение вносит значительный вклад в решение главных задач здравоохранения по уменьшению заболеваемости и ранней смертности, профилактике болезней, сохранению и укреплению здоровья, медико-социального восстановления больных и инвалидов.

Развитие рынка санаторно-курортных услуг обеспечивает значительный синергетический эффект в экономике и социальной сфере, способствует качественному улучшению социально-демографических показателей. Потребительский рынок развивается в нескольких направлениях: расширяется туристско-рекреационное предложение, становится разнообразным перечень лечебно-оздоровительных и диагностических процедур, формируется многофункциональная инфраструктура сельских территорий, связанная с услугами размещения, питания, досуга.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является Пермский край как регион с большим количеством сельских территорий, обладающих разнообразными курортно-рекреационными ресурсами и развитым санаторно-курортным комплексом.

Рынок санаторно-курортных услуг сельских территорий Пермского края в качестве объекта изучения выбран по нескольким причинам. Пермский край знаменит традициями в сфере санаторно-курортной деятельности, основывающимися на комплексном подходе к применению природных лечебных ресурсов Прикамья и различных рекреационных ресурсов, а также использованием современных медицинских технологий.

Приволжский федеральный округ в 2018 году занимал третье место в Российской Федерации по рейтингу санаторно-курортного комплекса, Пермский край уступает Республикам Башкортостан и Татарстан в регионе [Пермский край в цифрах, 2018]. Следует отметить разнонаправленные тенденции рынка лечебно-оздоровительных услуг и санаторно-курортного комплекса Пермского края. В первую очередь сложилась устойчивая тенденция сокращения количества здравниц, которая сопровождается положительным финансовым результатом. Санаторно-курортный комплекс региона является прибыльным в период 2016–2018 гг., занимая по данному показателю одну из лидирующих позиций в Приволжском федеральном округе (ПФО).

Исследование курортно-рекреационных систем опирается на труды таких авторов, как Д.И. Асланов, А.М. Ветитнев, А.Н. Разумов, Н.Б. Коржачкина, О.А. Никитина, Л.Ю. Мажар, М.С. Оборин, А.И. Чистобаев, М.Д. Шарыгин.

В статье в качестве основного метода используется социологический опрос, а также анализ данных статистики деятельности санаторно-курортного комплекса Пермского края.

Результаты и их обсуждение

Развитие рынка курортно-рекреационных услуг и санаторно-курортного комплекса в России и Пермском крае имеет важное стратегическое значение. Промышленная специализация региона способствует ухудшению условий жизни населения, негативно влияет на экологическую обстановку и деградацию окружающей природной среды. Сельские территории Пермского края являются потенциально привлекательными для отдыха и лечения в связи с отсутствием промышленного загрязнения и урбанизированной застройки, возможностью вести активный образ жизни на природе. Улучшение психофизиологического состояния рекреантов связано с качеством лечебно-оздоровительных услуг в условиях санаторно-курортного комплекса и временным изменением привычной среды, способствующим реабилитации и восстановлению сил.

Результативность санаторно-курортного лечения высока как у взрослых, так и у детей [Разумов, 2015], а именно: снижается в 3–5 раз число обострений разных болезней; в 2.5 раза снижается необходимость в госпитализации; в 2.7–3 раза уменьшаются затраты на лечение в поликлиниках и стационарах; в 1.9–2.7 раза снижаются льготы по временной нетрудоспособности.

Нестабильность показателей рынка лечебно-оздоровительных услуг региона связана с экономическими и природными факторами. Падение спроса и недоступность приобретения путевок для некоторых категорий населения способствует низкой инвестиционной активности в развитии курортной инфраструктуры, материальной и технологической модернизации предприятий санаторно-курортного комплекса, низком уровне освоения и использования природных лечебных ресурсов, потенциал которых является значительным и представляет коммерческий интерес.

Рассмотренные причины могут привести к деградации курортно-рекреационных систем на территории Пермского края и снизить потребительский интерес к лечебно-оздоровительным услугам. Рассмотрим роль курортно-рекреационной системы в социаль-



но-экономическом пространстве региона, ее особенности как элемента более сложных территориальных образований.

В основе социального и экономического развития общества в науке рассматривают территориальные социальные системы – пространственные ячейки жизни людей, в которые включены все сферы человеческой жизнедеятельности, поэтому человек является центральным элементом системы. Как считает М.Д. Шарыгин [2006], центром территориальной социальной системы является человек и территориальные общности людей. В трудах известных авторов [Шарыгин, 2006; Чистобаев, Шарыгин, 2007] охарактеризованы элементы и взаимосвязи территориальной социальной системы.

Территориальная социальная система состоит из элементов, к основным из которых относится рекреационная система, в основе функционирования которой – рынок санаторно-курортных услуг. Важность исследования рекреационных систем в пределах территорий, а также структурирование и описание элементов территориальной рекреационной системы стало предметом изучения Л.Ю. Мажар [2014], которая, исследуя территориальную рекреационную систему, в качестве стержневого звена определила человека, его потребности в отдыхе, реабилитации, оздоровлении. Концептуальная модель территориальной туристско-рекреационной системы (ТРС), разработанная Л.Ю. Мажар, содержит качественные внутренние и внешние характеристики и взаимосвязи.

Ю.В. Поросенков и Т.М. Худякова [2009] анализировали территориальную рекреационную систему как один из видов социально-экономических систем, отмечали сложность ее рекреационно-географического исследования. Научно-теоретические представления о ТРС были положены в основу описания рыночных условий туристско-рекреационной деятельности [Александрова, 2014].

Иерархическая модель пространственной организации с учетом ТРС рассматривается во многих научных работах [Ветитнев и др., 2007; Матющенко, 2012; Александрова, 2014]. Курортно-рекреационные системы – это сложные полифункциональные территориальные социальные геосистемы, осуществляющие значительные лечебно-оздоровительные и социально-экономические функции в составе территориальной общественной системы. Субъектами, которые предоставляют услуги, являются санаторно-курортные организации и комплексы – это основная составляющая рынка санаторно-курортных услуг.

Санаторно-курортный комплекс охватывает не только санаторно-курортные организации в качестве основного компонента, но и институциональные и инфраструктурные объекты. Курортная инфраструктура включает в себя объекты лечебной, оздоровительной и профилактической деятельности.

Лечебные объекты – это поликлиники, специализированные отделения, бальнеологические лечебницы. В снабжающую инфраструктуру входят объекты технической, коммунальной, транспортной, торговой сферы и объекты общественного питания. Объекты инфраструктуры способствуют расширению функций рынка санаторно-курортных услуг, ориентированных на рост требований потребителей. Связи рынка с институциональной средой являются условием, которое гарантирует стабильный рост сферы услуг.

Потребителями услуг являются физические лица, покупателями могут быть организации и учреждения системы здравоохранения и социального страхования.

Стратегия развития санаторно-курортного комплекса – важная часть государственной экономической политики, направленной на решение социально-экономических проблем в регионах. Поэтому ключевыми направлениями достижения устойчивого роста региональных рынков лечебно-оздоровительных услуг являются удовлетворение потребительского спроса и рациональное использование ресурсного потенциала курортно-рекреационных систем в соответствии с политикой повышения качества обслуживания.

Качество лечебно-оздоровительных услуг является важным параметром спроса. Эту проблему рассматривал в своих работах А.М. Ветитнев. Он оценивает качество услуг с разных точек зрения, в частности влияние квалификации персонала на уровень обслу-

живания [Ветитнев и др., 2007]. Разработана модель оценки качества детских лечебно-оздоровительных услуг [Ветитнев, Оргина, 2010], оцениваются результаты ее применения. Выявлена прямая взаимосвязь выбора отдыха с доходами семьи, социально-экономического статуса родителей и качества информации о курорте. Высокая лояльность к здравнице в целом одинаково сформирована у детей и родителей одной семьи. Автором проведены исследования различных показателей оценки качества услуг предприятий санаторно-курортного комплекса потребителями в зависимости от демографических и социальных характеристик [Ветитнев, Волинец, 2007].

Сфера лечебно-оздоровительного туризма характеризуется достаточно высокими ценами за услуги, которые в нее входят. Процесс ценообразования и ценовые стратегии являются неотъемлемой частью развития рассматриваемого вида услуг.

Разработка эффективной ценовой политики и стратегии на рынке санаторно-курортных услуг является одним из направлений общей стратегии развития здравниц [Романова, Набарян, 2007]. Итоговая цена для потребителя складывается не только исходя из желаемого уровня рентабельности санаторно-курортного учреждения, но и лечебного профиля, востребованности данных услуг, цифровизации основных процессов, связанных с диагностикой и лечением. Значимыми условиями ценообразования является система распределения путевок и качество сетевого взаимодействия на рынке, которое характеризуется количеством прямых партнеров и посредников.

Пермский край кроме развитых курортно-рекреационных территорий располагает редкими природными, историко-культурными объектами, на его территории развит событийный туризм. Формирование единого бренда обеспечит необходимую идентификацию у потребителей лечебно-оздоровительного туризма региона и повысит уровень конкурентоспособности СКК [Оборин, 2013]. В России, к примеру, для популяризации направлений внутреннего лечебно-оздоровительного туризма удачно действует бренд «Курорты Краснодарского края» (с 2002 г.). Проектным названием бренда Пермского края может стать «Курорты Пермского края».

Санаторно-курортный комплекс Пермского края представлен 44 здравницами, имеющими широкий лечебный профиль. Основные показатели предприятий санаторно-курортного комплекса региона представлены в табл. 1 [Мингазинова и др., 2015].

Таблица 1
Table 1

Показатели деятельности санаторно-курортного комплекса Пермского края
Performance indicators of the health resort complex of the Perm region

Показатель	2010	2013	2014	2015	2018	Темп роста, %
Численность предприятий санаторно-курортного комплекса, ед.	48	45	43	38	44	91.7
Количество койко-мест в санаторно-курортных организациях, ед.	8538	7934	7905	6920	6875	80.5
Численность размещенных лиц в санаторно-курортных организациях, чел.	123771	131757	130517	123947	147110	115.6

Количество здравниц сохраняет тенденцию к снижению, так же как и количество койко-мест, однако рост численности размещенных лиц показывает устойчивый спрос на лечебно-оздоровительные услуги в регионе [Оборин, 2018а; Оборин, 2018б].

На рис. 1 указаны населенные пункты, специализация которых сформирована в зависимости от природно-ресурсного потенциала, транспортной и производственной инфраструктуры.

качеству услуг. При выборе СКО для лечения и реабилитации, согласно соответствующим исследованиям, туристов чаще интересуют возможности курортов по организации отдыха, различные виды экскурсионного обслуживания.

Исследование проводилось путем опроса потребителей санаторно-курортных услуг в количестве 1200 человек. Опрос проводился по разработанной анкете, которую предлагалось заполнить по окончании лечения респондентам, входящим в различные возрастные и социальные группы. Целью исследования было соотношение удовлетворенности основными параметрами лечебно-оздоровительных услуг в зависимости от социально-демографических характеристик респондентов.

Большая часть респондентов приобретает путевки на санаторно-курортное лечение за счет собственных средств (56 %), также полностью или частично отдых и лечение оплачивается работодателями (в совокупности 25.1 %). Незначительная доля приходится на финансирование профсоюзами и различными фондами.

Путевки за счет собственных средств (рис. 2) приобретают люди, занятые в сфере услуг, торговле, промышленном производстве и медицине (в совокупности 51.8 %). За счет средств работодателей полностью или частично путевки оплачиваются людям, занятым в сфере промышленного производства, медицины и образования (в совокупности 59.5 %).



Рис. 2. Источники финансирования путевок, %

Fig. 2. Sources of financing of vouchers, %

Собственные средства на приобретение путевок расходуют люди с высшим или средним профессиональным образованием, являющиеся в своей профессиональной деятельности специалистами (37.3 %), руководителями (17.7 %) и служащими (15.2 %). Доход данной категории респондентов больше всего от 11 до 25 тыс. рублей (в совокупности 63.3 %).

Частично или за счет собственных средств приобретают путевку люди с высшим и средним профессиональным образованием, являющиеся в своей профессиональной деятельности специалистами (свыше 43 %), с более низким доходом – от 10 до 20 тыс. рублей (в совокупности 62.2 %).

Полностью или частично финансируется лечение и отдых из фондов профсоюзов людям, занятым в сфере медицины, строительства и промышленного производства (в совокупности 53.9 %). Финансирование из фондов социального страхования осуществляется так же редко для людей, занятых в сфере промышленного производства (32.7 %), примерно в равных долях – по 10–12 % – медицина, образование и строительство.

Основными целями приобретения путевок на курорты Пермского края является лечение (53 %) и оздоровление (24 %). При выборе курорта или санатория в будущем согласно рис. 3 значение лечения возрастает. Также респонденты выделяют отдых (17 %) и

общение (5 %). Целью воспользоваться рекреационными услугами ставят себе всего 1 % респондентов.



Рис. 3. Основные цели приобретения санаторно-курортной путевки, %

Fig. 3. The main objectives of the acquisition of sanatorium vouchers, %

Самыми популярными по продолжительности путевками являются путевки от 11 до 14 дней (60.7%), а также отдых и лечение на 10, 11–15 дней, так как они позволяют оптимально применить полный комплекс санаторно-профилактического лечения, являются оптимальными по стоимости и оптимально укладываются в стандартные оплачиваемые отпуска. Низким спросом пользуются краткосрочные путевки и путевки более чем на 21 день (рис. 4).

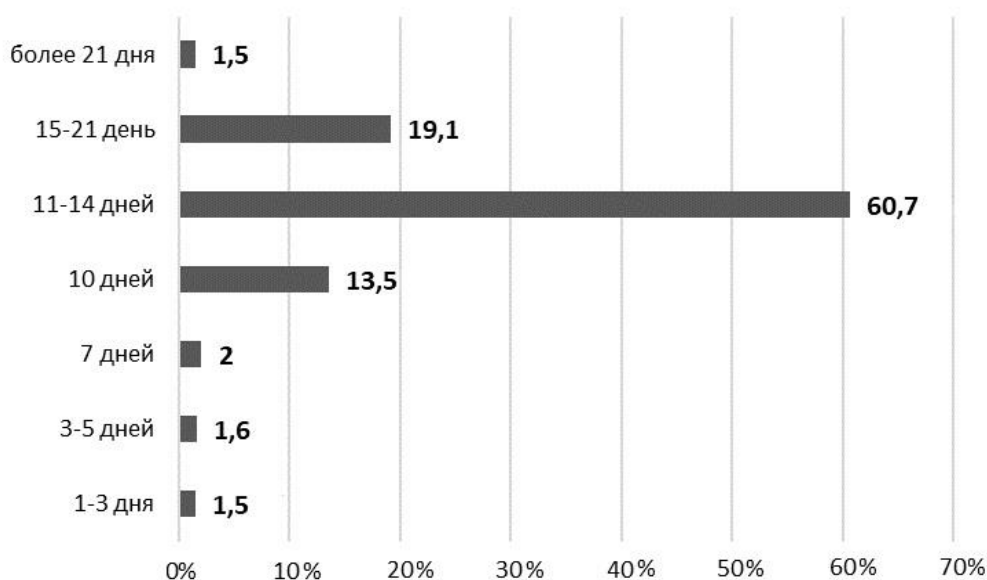


Рис. 4. Продолжительность санаторно-курортного отдыха, %

Fig. 4. The duration of the Spa holiday, %

К главным факторам, по которым потребители выбирают конкретный курорт можно отнести возможность употребления минеральной воды (36.1 %), принимать лечебные грязи (16.5 %), а также качество и разнообразие оказываемых медицинских услуг (в совокупности 27.2 %) (рис. 5).

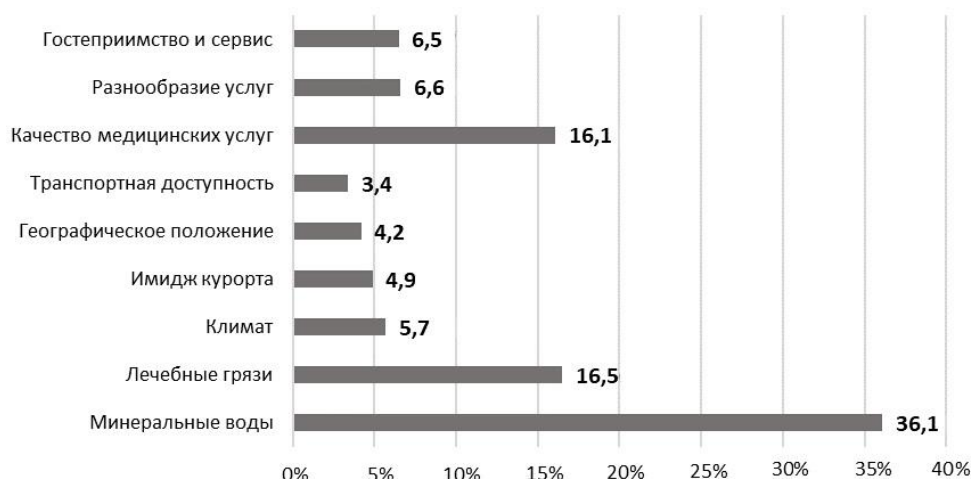


Рис. 5. Причины выбора курорта или санатория в Пермском крае, %
Fig. 5. Reasons for choosing a resort or sanatorium in the Perm region, %

К менее важным факторам можно отнести географическое положение курортов, транспортную доступность, климат и имидж, скорее всего, потому, что при выборе курорта многие руководствуются собственным опытом (рис. 6).



Рис. 6. Причины выбора курорта или санатория в будущем, %
Fig. 6. Reasons for choosing a resort or sanatorium in the future, %

При выборе курорта в будущем большая часть потребителей отмечают, что для них так же будут важны лечение и отдых. Однако имеют место SPA-услуги, посещение спорткомплекса, экскурсии, деловые встречи и возможность семейного отдыха. При этом лечение выбирают люди старшего возраста. Для молодых людей и людей среднего возраста более важным является отдых и другие виды услуг.

Заключение

Курортно-рекреационные системы, являясь элементом в структуре более сложных территориальных образований, оказывают влияние на формирование специализации региона и развитие санаторно-курортного комплекса, устойчивый рост потребительского рынка сельских территорий. Пермский край характеризуется уникальным местоположением, отраслевой структурой экономики, генерацией инноваций, рекреационным сервисом, возможностью культурного обогащения, информационной поддержки. Сельские территории



региона обладают необходимыми ресурсами для оптимизации развития курортно-рекреационных систем в целях решения актуальных социально-экономических задач. Развитие потребительского рынка является важным направлением удовлетворения потребительского спроса в качественных и разнообразных продуктах и услугах. Санаторно-курортные услуги способствуют синергетическому эффекту на уровне отрасли и территории, связанному с повышением доходов бизнес-среды и населения, ростом качества жизни.

Санаторно-курортный комплекс Пермского края представлен по состоянию на 2018 год 44 здравницами, обладающими широким лечебным профилем. Значительная часть профильных предприятий расположена в сельской местности, являясь потенциалом социально-экономического развития территорий с аграрной и туристско-рекреационной специализацией. Потребительский рынок сельских территорий формируется на основе предложения товаров и услуг, которые создаются в сферах деятельности, пользующихся спросом, являющихся перспективными с точки зрения привлечения доходов.

Оценка курортно-рекреационных систем сельских территорий Пермского края способствует выбору стратегических направлений применения природных лечебных ресурсов в деятельности профильных предприятий с учетом тенденций потребительского спроса. Важной технологией оценки и стимулирования спроса на лечебно-оздоровительные услуги является проведение систематических исследований потребительских предпочтений. Проведенное исследование показало, что наиболее предпочтительным является длительное лечение, некоторые услуги не соответствуют, по мнению потребителя, ценовой политике курортов.

Сбалансированная ценовая политика и выбор наиболее перспективных направлений применения ресурсов курортно-рекреационных систем сельских территорий Пермского края будет способствовать развитию потребительского рынка в сфере торговли, транспорта, экскурсионного обслуживания.

Список литературы

1. Асланов Д.И. 2012. Системная диагностика деятельности санаторно-курортного комплекса. Современные проблемы науки и образования, 3: 122–129.
2. Александрова А.Ю. 2014. Новейшее представление о сфере туризма как системе. Современные проблемы сервиса и туризма, 1: 24–38.
3. Ветитнев А.М., Торгашева А.А. 2013. Определение влияния лечебно-оздоровительного туризма на экономику региона. Проблемы современной экономики, 4: 352–355.
4. Ветитнев А.М., Волюнец Е.А. 2007. Оценка имиджа и качества услуг персоналом санаторно-курортной организации. Вестник Национальной академии туризма, 3: 40–42.
5. Ветитнев А.М., Оргина Е.В. 2010. Изучение совместной удовлетворенности взрослых и детей качеством санаторно-курортного лечения. Вестник Национальной академии туризма, 2: 32–35.
6. Ветитнев А.М., Селищева Е.В., Волюнец Е.А. 2007. Концептуальные подходы к потребительской оценке качества санаторно-курортных услуг. Курортное дело, туризм и рекреация, 1 (2): 50–55.
7. Концепция устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 30.11.2010 № 2136-Р // СПС Консультант-Плюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_107793/ (дата обращения: 10 сентября 2019).
8. Коржачкина Н.Б. 2012. Современное состояние и пути дальнейшего развития санаторно-курортного лечения в Российской Федерации. Кремлевская медицина: клинический вестник, 4: 63–69.
9. Мингазинова Е.Р., Фролова Н.В., Оборин М.С. 2015. Анализ позиции Пермского края на рынке санаторно-курортных услуг Приволжского федерального округа. Фундаментальные исследования, 2 (1): 83–88.

10. Матющенко Н.С. 2012. Качество обслуживания туристов организациями индустрии досуга и развлечений в туристских дестинациях Краснодарского края. Вестник Поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика, 24: 57–63.
11. Мажар Л.Ю. 2014. Туризм в пространстве и времени: взгляд географа. Современные проблемы сервиса и туризма, 1: 16–23.
12. Никитина О.А. 2012. Управление формированием интегрированных санаторно-курортных комплексов в регионе. СПб., СПбГИЭУ, 290 с.
13. О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства: указ Президента Российской Федерации от 21.07.2016 № 350 // СПС КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_202183/ (дата обращения: 10 сентября 2019).
14. Оборин М.С. 2015. Социально-экономические условия и функции санаторно-курортной системы региона как фактор создания маркетинговой стратегии развития рынка санаторно-курортных услуг. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика, 2: 49–56.
15. Оборин М.С. 2013. Региональный анализ изучения рекреационных систем. Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки, 2: 35–42.
16. Оборин М.С. 2018а. Влияние санаторно-курортных услуг на социально-демографическую ситуацию в регионе. Вестник НГИЭИ, 3 (82): 120–130.
17. Оборин М.С. 2018б. Оценка возможности использования потенциальных природных лечебных ресурсов в курортно-рекреационной деятельности региона. Вестник ЗабГУ. Науки о Земле, 24 (3): 4–14.
18. Пермский край в цифрах. 2018. Краткий статистический сборник. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. Пермь, 181 с.
19. Поросенков Ю.В., Худякова Т.М. 2009. Формирование отечественной рекреационной географии и проблемы социально-экономико-географических исследований рекреационной деятельности. Вестник ВГУ. Серия: География, Геоэкология, 2: 5–11.
20. Разумов А.Н. 2015. Концептуально-стратегические аспекты развития санаторно-курортного комплекса. Кремлевская медицина: клинический вестник, 1: 35–48.
21. Романова Г.М., Набарян Г.Д. 2007. Показатели туристского центра мирового уровня. Вестник СГУТиКД, 1 (2): 13–24.
22. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 // СПС КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_223631/ (дата обращения: 10 сентября 2019).
23. Чистобаев А.И., Шарыгин М.Д. 2007. Объектно-предметная и функциональная сущность общественной географии. Вестник СПбГУ. Серия 7: Геология. География, 1: 88–92.
24. Шарыгин М.Д. 2006. Эволюция учения о территориальных общественных системах. Географический вестник, 1: 4–13.

References

1. Aslanov D.I. 2012. System diagnostics of the health resort complex. Modern problems of science and education, 3: 122–129 (in Russian).
2. Alexandrova A.Yu. 2014. The latest understanding of the tourism industry as a system. Service and Tourism: Current Challenges, 1: 24–38 (in Russian).
3. Vetitnev A.M., Torgasheva A.A. 2013. Determination of the impact of health tourism on the economy of the region. Problems of the modern economy, 4: 352–355 (in Russian).
4. Vetitnev A.M., Volynets E.A. 2007. Assessment of the image and quality of services by the staff of the sanatorium organization. Bulletin of the National Academy of tourism, 3: 40–42 (in Russian).
5. Vetitnev A.M., Orgina E.V. 2010. To study the joint satisfaction of adults and children with the quality of Spa treatment. Bulletin of the National Academy of tourism, 2: 32–35 (in Russian).
6. Vetitnev M.A., Selishcheva E.V., Volynets E.A. 2007. Conceptual approaches to consumer assessment of the quality of Spa services. Resort business, tourism and recreation, 1 (2): 50–55 (in Russian).
7. The concept of sustainable development of rural areas of the Russian Federation for the period up to 2020: Order of the Government of the Russian Federation by 30.11.2010 № 2136-R. Reference Le-



gal System Consultant Plus. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_107793/ (date of application: 10 September 2019) (in Russian).

8. Korzhachkina N.B. 2012. Current state and ways of further development of sanatorium treatment in the Russian Federation. *Kremlin medicine: clinical Bulletin*, 4: 63–69 (in Russian).

9. Mingazinova E.R., Frolova N.V., Oborin M.S. 2015. Analysis of the position of the Perm region in the market of Spa services of the Volga Federal district. *Basic research*, 2 (1): 83–88 (in Russian).

10. Matyushchenko N.S. 2012. Quality of service of tourists by the organizations of the industry of leisure and entertainments in tourist destinations of Krasnodar Krai. *Bulletin of the Volga state University of service. Series: Economics*, 24: 57–63 (in Russian).

11. Mazhar L.Yu. 2014. Tourism in space and time: a geographer's view. *Modern problems of service and tourism*, 1: 16–23 (in Russian).

12. Nikitina O.A. 2012. Management of the formation of integrated health resorts in the region. St. Petersburg, SPBGIEU, 290 p.

13. On measures to implement the state science and technology policy for the development of agriculture: Presidential decree by 21.07.2016 № 350. Reference Legal System Consultant Plus. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_202183/ (date of application: 10 September 2019) (in Russian).

14. Oborin M.S. 2015. Socio-economic conditions and functions of the health resort system of the region as a factor in creating a marketing strategy for the development of the market of health resort services. *Bulletin of Astrakhan state technical University. Series: Economics*, 2: 49–56 (in Russian).

15. Oborin M.S. 2013. Regional analysis of the study of recreational systems. *Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Natural Sciences*, 2: 35–42 (in Russian).

16. Oborin M.S. 2018a. The impact of Spa services on the socio-demographic situation in the region. *Bulletin of NGIEI*, 3 (82): 120–130 (in Russian).

17. Oborin M.S. 2018b. Assessment of the possibility of using potential natural healing resources in the resort and recreational activities of the region. *Bulletin Of ZabGU. Earth science*, 24 (3): 4–14 (in Russian).

18. Perm region in numbers. 2018. Statistical digest. Territorial body of the Federal state statistics service for the Perm region. Perm, 181 p.

19. Porosenkov Yu.V., Khudyakova T.M. 2009. Formation of domestic recreational geography and problems of socio-economic-geographical research of recreational activities. *Bulletin of VSU. Series: Geography, Geoecology*, 2: 5–11 (in Russian).

20. Razumov A.N. 2015. Conceptual and strategic aspects of the development of the Spa complex. *Kremlin medicine: clinical Bulletin*, 1: 35–48 (in Russian).

21. Romanova G.M., Nubarian G.D. 2007. Indicators of the world-class tourist center. *Bulleti SGUTiKD*, 1 (2): 13–24 (in Russian).

22. The Federal scientific and technical program for the development of agriculture for 2017–2025: Decree of the Government of the Russian Federation by 25.08.2017 № 996. Reference Legal System Consultant Plus. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_223631/ (date of application: 10 September 2019) (in Russian).

23. Chistobaev A.I., Sharygin M.D. 2007. Object-subject and functional essence of social geography. *Bulletin Of St. Petersburg State University. Series 7: Geology. Geography*, 1: 88–92 (in Russian).

24. Sharygin M.D. 2006. Evolution of the doctrine of territorial social systems. *Geographical Bulletin*, 1: 4–13 (in Russian).

Ссылка для цитирования статьи

Link for article citation

Оборин М.С. 2019. Курортно-рекреационная система Пермского края как эффективный механизм развития потребительского рынка сельских территорий региона. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 43(4): 362–374. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-362-374

Oborin M.S. 2019. Resort and recreational system of Perm region as an effective mechanism for consumer market development of rural territories of the region. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*. 43(4): 362–374 (in Russian). DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-362-374

УДК 551.43

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-375-385

**МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО РЕЛЬЕФА
В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ ЧУЙСКОЙ И КУРАЙСКОЙ ВНУТРИГОРНЫХ ВПАДИН
(ГОРНЫЙ АЛТАЙ)**

**MORPHOGENETIC MODEL OF DEVELOPMENT OF MODERN RELIEF
IN THE JOINING AREA OF THE CHUYA AND KURAI INTERMOUNTAIN
DEPRESSIONS (MOUNTAIN ALTAI)**

П.С. Лапин**P.S. Lapin**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения
Российской академии наук,
Россия, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3

Trofimuk Institute of Petroleum-Gas Geology and Geophysics
of the Siberian Branch of the RAS,
3 Ac. Koptuyga Ave., Novosibirsk, 630090, Russia

Email: LapinPS@ipgg.sbras.ru

Аннотация

В работе представлены результаты исследования морфогенетических особенностей развития современного рельефа в зоне сочленения Чуйской и Курайской внутригорных впадин (Горный Алтай). Исследования проведены в рамках развиваемого в геоморфологии направления – генетической морфологии и морфометрии. Моделирование осуществлено с привлечением системно-формационного анализа, что позволило создать модель развития рельефа земной поверхности в зоне сочленения Чуйской и Курайской межгорных впадин. Разработанная методика основана на совместном анализе морфологической триады (водораздел – склон – днище оврага) и значениях общего показателя эрозионно-денудационного расчленения рельефа, который отражает взаимодействие эндогенных и экзогенных процессов. Морфогенетические особенности в развитии рельефа отдельных районов выделены на основе преобладания двух групп процессов: склоновых или флювиальных. На основе синтеза районов различной генетической направленности предложена полигенетическая модель развития оврагов. Результаты моделирования позволили выявить область интенсивного развития современных рельефообразующих процессов, которая соответствует области геоморфологического риска.

Abstract

The paper presents the results of a study of the morphogenetic features of the development of modern relief in the junction zone of the Chuya and Kurai intramontane depressions (Altai Mountains). The studies were carried out in the framework of the direction developed in geomorphology – genetic morphology and morphometry. Modeling was carried out with the use of system-formation analysis, which allowed us to create a model for the development of the relief of the earth's surface in the junction zone of the Chuy and Kurai intermontane depressions. The developed methodology is based on a joint analysis of the morphological triad (watershed-slope-bottom of the ravine) and the values of the total indicator of erosion-denudation dissection of the relief, which reflects the interaction of endogenous and exogenous processes. Morphogenetic features in the development of the relief of certain regions are identified on the basis of the predominance of two groups of processes: slope or fluvial. This approach made it possible to establish the history of the development of the modern relief of the earth's surface both at the regional and local levels. As a result of regionalization according to the intensity of manifestations of the processes of bottom erosion, noted within the ravines on the watershed of the Chagan-Uzun and



Chuya Rivers, three areas were identified. The boundaries of these areas are consistent with the previously identified boundaries that were laid down at an earlier stage in the development of the relief. According to the results of morphogenetic zoning carried out at the local level, morphogenetic features of the development of the modern relief are established for both each separately identified area and between the areas. Based on the synthesis of regions of various genetic orientations, a polygenetic model of ravine development is proposed. The simulation results allowed us to identify the area of intensive development of modern relief-forming processes, which corresponds to the area of geomorphological risk.

Ключевые слова: Горный Алтай, общий показатель денудации и эрозии рельефа, морфотип, морфогенетический ряд, современный морфогенез, модель.

Keywords: Mountain Altai, general indicator of denudation and erosion of the relief, morphotype, morphogenetic series, modern morphogenesis, model.

Введение

Особый интерес при изучении истории развития рельефа Горного Алтая представляет область сочленения Чуйской и Курайской внутригорных впадин, поскольку последние приурочены к области высокой сейсмичности [Новиков, 2004]. Эта область характеризуется резким возрастанием интенсивности рельефообразующих процессов, которые приводят к катастрофическим изменениям в рельефе (оползни, сели).

Актуальность работы определяется необходимостью выделения районов интенсивного проявления современных рельефообразующих процессов и связанных с ними областей геоморфологического риска. Для решения поставленной задачи используются различные методы, основанные как на историко-генетическом подходе – метод оценки кайнозойских движений [Новиков, 2004] или четвертичных отложений [Деев, 2016], так и на непосредственном картографировании в рельефе земной поверхности следов проявления современных процессов и в дальнейшем – выявление среди них ведущего [Ивановский, 1989]. Эти подходы привносят субъективизм в исследования, и для его исключения требуется построение моделей морфогенетического развития рельефа земной поверхности.

Анализ взаимодействия процессов морфогенеза – одна из наиболее интересных и ещё недостаточно изученных областей геоморфологии, что заставляет исследователей периодически к ней обращаться [Тимофеев, 1972; Ласточкин, 1991; Тимофеев, 2004]. Теоретические работы [Поздняков, 1988; Уфимцев, 1994] и ряд других исследований позволили по-иному отнестись к применению в геоморфологии морфологических и морфометрических методов. Симонов Ю.Г. и Спиридонов А.И. [1998] отмечали, что «... не следует отказываться и от тех исследований, которые опираются на геометризацию рельефа. В геометрии форм рельефа любого ранга хранится огромный объём генетической информации. И можно только приветствовать развитие генетической морфологии и морфометрии».

В работе моделирование осуществлено в рамках системно-формационного подхода, интерес к его применению в геоморфологии в последнее время возрос [Лихачева, Тимофеев, 2008]. Системно-формационный подход как один из геоморфологических методов исследования сформировался к середине 80-х годов прошлого столетия (работы О.В. Кашменской и З.М. Хворостовой [1986] и др.), но, в силу разных обстоятельств, не получил широкого распространения. В наших исследованиях данный подход реализован для выделения ведущего современного рельефообразующего процесса [Лапин, 2015], который позволяет выявлять районы и области с преобладанием как флювиальных, так и склоновых процессов. Его моделирование имеет давнюю историю, и она связана с определением общего показателя эрозионно-денудационного расчленения [Волков, 1950; Николаевская, 1966; Берлянт, 1984; Якименко, 1990; Симонов, 1998]. Отличия наших разработок [Лапин, 2015] от исследований Э.Л. Якименко [1990] и Ю.Г. Симонова [1998], уже реализованных на ряде геологических объектов, состоят в выборе необходимого и достаточного числа признаков, участвующих в анализе. Полученные результаты дают возможность не просто оценивать преобразование

форм рельефа, но и подойти к выяснению причин, вызывающих эти изменения. Цель исследования – осуществить морфогенетическое районирование рельефа земной поверхности водораздела рек Чаган-Узун – Чуя и на его основании на региональном уровне выявить полигенетический ряд и область геоморфологического риска.

Объект и методы исследования

Рельеф земной поверхности может быть представлен его цифровой моделью. В лицензионном пакете Surfer версии 10 построена ЦМР с использованием информации, полученной по результатам выполненной радарной съемки SRMT-3 с сайта <http://www.gisa.ru>. Вычисления, необходимые для выделения морфогенетических рядов, проведены по ранее разработанной методике [Лапин, Красавчиков, 1990].

Ниже приведены основные термины, которые нами используются при проведении морфогенетических исследований. Для изучения особенностей в развитии рельефа земной поверхности выделяются морфогенетические ряды, которые характеризуют отдельные районы и области. В их пределах в неразрывном единстве рассматриваются процессы рельефо- и осадкообразования, где последние еще не перешли в отложения. Так, морфогенетический ряд – закономерная последовательность морфотипов, которая характеризует изменение элементов основной морфологической триады и значения показателя общего эрозионно-денудационного расчленения под действием ведущего процесса. Таким образом, для выделения районов и областей применяется балансовый метод изучения массо- и энергообмена, который позволяет выявлять единственный для них ряд. Один морфогенетический ряд соответствует одному району. Морфотип – комплексная характеристика локального представительного участка исследуемой территории, которая характеризуется определенным соотношением элементов основной морфологической триады и показателем общего эрозионно-денудационного расчленения рельефа и отражает в его пределах соотношение эндогенных и экзогенных сил.

Правила выделения морфогенетических рядов на уровне как района, так и области едины. На уровне района ряд характеризует изменение ведущего процесса по латерали, по земной поверхности. На уровне области происходят изменения по вертикали, изменяются соотношения выбранных элементов в пределах морфотипа, которые обусловлены общими тенденциями в развитии рельефа земной поверхности. Выделение рядов и на их основании – районов позволяет осуществлять морфогенетическое районирование.

В настоящей работе на региональном уровне выделен полигенетический ряд, который, являясь интегральной характеристикой для выявленных морфогенетических рядов на уровне районов, задает различные стадии развития рельефа земной поверхности. Полигенетический ряд описывает развитие отрицательных форм рельефа – овражно-балочной сети, долин рек и др. Из натурных наблюдений известно, что стремительное развитие оврага происходит за счет интенсивного развития его вершины. Если вершинная часть оврага перестает быстро развиваться, то овраг постепенно перерождается в балку. На основе выделения морфогенетических рядов и соответствующих им районов, которые описывают развитие вершинной части оврага, выделяются области геоморфологического риска. С этой целью оценка генетического разнообразия территории осуществлена по трем критериям. Первый критерий оценивания, который уже использовался нами ранее [Лапин, Красавчиков, 1990], опирался на количество морфотипов в цепи морфогенетического ряда: чем большее их число присутствует в ряду, тем разнообразнее история развития района или области. Второй критерий позволяет оценивать генетическое разнообразие области по числу расположенных в её пределах районов с различной историей развития рельефа. Так, если область описывается районами с единым для них морфогенетическим рядом, то можно предположить, что в её пределах развитие рельефа происходит менее разнообразно, чем для области, в пределах которой выделяются районы различного генезиса. Третий критерий оценивания заключается в выяснении соотношения площадей генетически единых районов в пределах области: чем большая площадь

в пределах области занята одним или несколькими районами одного генезиса, тем менее разнообразно и устойчиво в его пределах развитие рельефа. Эти критерии и послужили основой для выделения области геоморфологического риска.

Результаты и их обсуждение

Основная задача, решаемая в настоящей работе, состояла в выявлении областей геоморфологического риска как областей наибольшей интенсивности проявления современных рельефообразующих процессов.

На первом этапе осуществлено районирование водораздельного пространства рек Чаган-Узун – Чуя по интенсивности проявления донной эрозии, отмечающейся в пределах оврагов. В пределах объекта исследования широко развита овражно-балочная сеть, которая в нашем случае явилась основой для районирования и выделения областей. Основной движущей силой возникновения и развития оврагов является водная эрозия. Овраг растет вершиной вверх по склону (попятная эрозия) и порой достигает линии водораздела. В процессе роста происходит его углубление и расширение за счет размыва склонов. Развитие оврага затухает тогда, когда его вершина достигает водораздельной линии, а устье – местного базиса эрозии, и он со временем превращается в балку. По результатам проведенного анализа выделено три области (рис. 1).

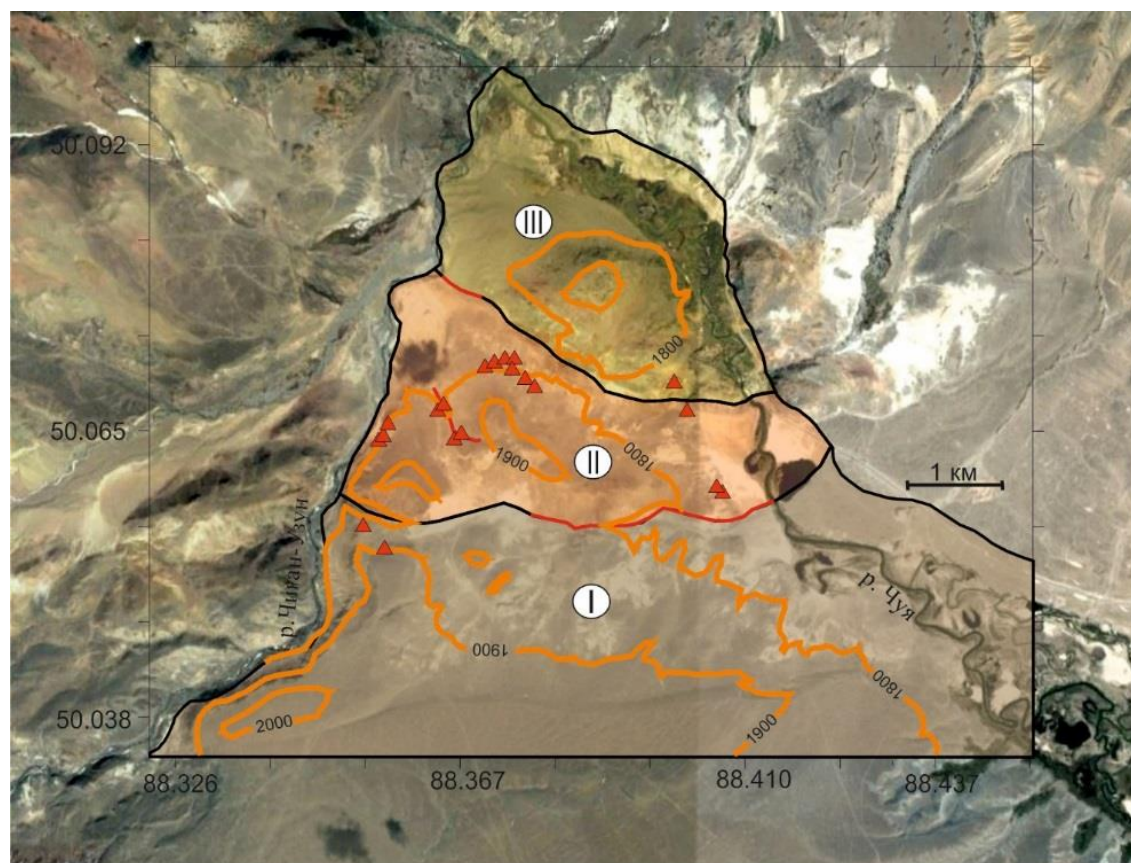


Рис. 1. Интенсивность оврагообразования как критерий районирования территории в зоне сочленения Чуйской и Курайской межгорных впадин:

1 – изолинии рельефа земной поверхности, 2 – границы областей, 3 – эрозионная борозда на дне оврага, 4 – выявленные оползни, 5 – номера областей

Fig. 1. Intensity of ravine formation as a criterion for the regionalization of the territory in the junction area of the Chuya and Kurai intermountain depressions:

1 – isolines of the relief of the earth's surface, 2 – boundaries of the areas, 3 – erosion furrow at the bottom of the ravine, 4 – identified landslides, 5 – numbers of areas

Часть выделенных границ совпадает с местными базисами эрозии – урезами вод рек Чаган-Узун и Чуя. Граница между областями II и III проведена по дну двух балок, по которым проложена автомобильная дорога через водораздел. Вершины двух балок фактически сомкнулись в приводораздельном пространстве рек, что свидетельствует о незначительной интенсивности современных рельефообразующих процессов. Граница между областями I и II проведена по оврагу. Овраг интенсивно развивается, о чем свидетельствует эрозионная борозда, фиксирующаяся почти по всей его длине. Таким образом, выделено три области, которые соответствуют результатам геологической съёмки изучаемой территории (рис. 2).

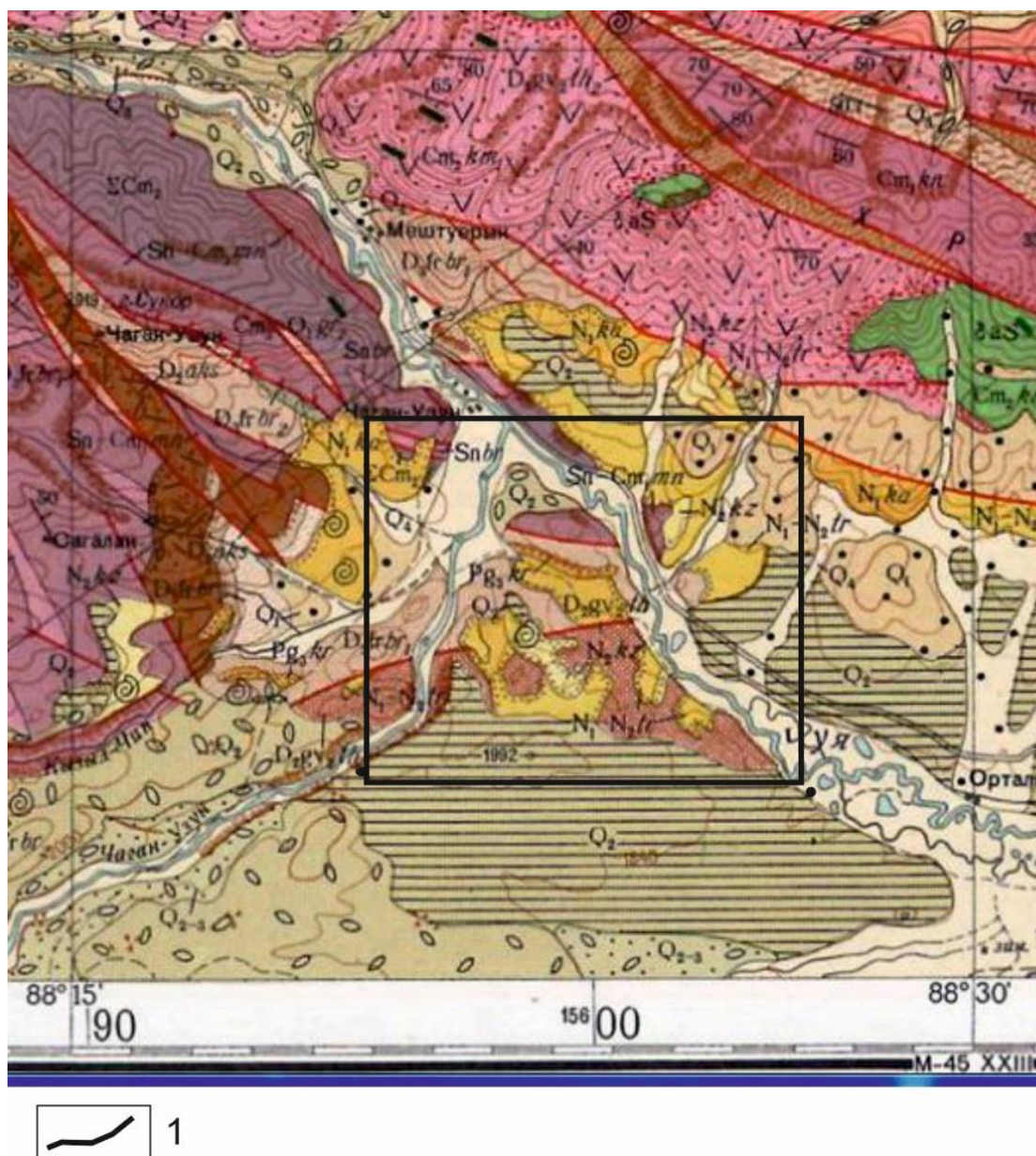


Рис. 2. Фрагмент геологической карты (М-45–XI):

1 – границы объекта исследования – зоны сочленения Чуйской и Курайской межгорных впадин
Fig. 2. Detail of the geological map (M-45–XI): 1 – the boundaries of the research object – the area of junction of the Chuya and Kurai intermountain depressions

На следующем этапе для выявления особенностей в развитии изучаемого водораздела нами выполнена оценка достоверности полученных результатов. Верификация данных осуществлена на основе известного факта – унаследованного развития современного рельефа от древнего [Окишев, Петкевич, 1988]. Полученные данные хорошо согласуются



с результатами геологического картирования (см. рис. 2). На геологической карте трех-членное деление связано с двумя выделенными разломами и, вероятно, тремя блоками разной тектонической активизации. Следовательно, три области соответствуют трем блокам, что свидетельствует об унаследованном развитии современных процессов от более древних процессов.

Детальные исследования развития рельефа земной поверхности водораздела уже в пределах выделенных областей проведены на основе морфогенетического моделирования. По ранее разработанной методике выделены морфотипы и морфогенетические ряды. Напомним, что ряд состоит из последовательности морфотипов, изменения которых происходят под действием ведущего современного рельефообразующего процесса. Это основное условие, которое позволяет отличить морфогенетический ряд от морфологического. Морфотип (например, 122) представлен тремя кодами, которые характеризуют изменения значений показателей: первая цифра – показатель густоты, вторая цифра – глубины эрозионно-денудационного расчленения, а третья – максимального угла наклона склона. В свою очередь, диапазон значений каждого показателя делится на три части (градации): значения меньше типичных, типичные и значения больше типичных. Первые кодируются нулем, вторые – единицей, третьи – двойкой. Таким образом, каждый морфотип характеризуется одной из 27 возможных комбинаций кодов 0, 1, 2. Например, если морфотип характеризуется комбинацией 122, то у него значения густоты эрозионно-денудационного расчленения типичны (первый код), а значения глубины (второй код) эрозионно-денудационного расчленения и значения угла наклона склона (третий код) больше фонового (см. таблицу).

Таблица
Table

Группы районов по единству их морфогенетического развития
Groups of region on unity of their morphogenetic development

Группа районов	Номера районов	Ведущий морфогенетический ряд	Морфогенетические особенности развития рельефа
А	20, 24–27	022–122–112	Флювиальные процессы, приводящие к параллельному отступанию склона и накоплению обломочного материала в пределах района
Б	1–9, 11, 12	122–112–111	Склоновые процессы, характеризующие преобладание глубинной эрозии
В	15, 23	111–110–100	Склоновые процессы, приводящие к накоплению влекомого материала внутри района
Г	14, 16, 18, 19, 21, 22	211–111	Флювиальные процессы, приводящие к параллельному отступанию склона
Д	10, 13, 17, 28, 29	200–201–211	Склоновые процессы, характеризующие преобладание регрессивной (попятной) эрозии

В морфогенетическом ряду происходит закономерная смена морфотипов, которая осуществляется под действием одного из ведущих процессов: преобладание склоновых или флювиальных процессов. Например, если район характеризуется морфогенетическим рядом 122–112–111, то в его пределах при типичных значениях показателя густоты эрозионно-денудационного происходит закономерное изменение значений показателей величины вреза гидросети относительно водораздела и угла наклона склона, что свидетельствует о преобладании склоновых процессов в пределах контролируемого данным морфогенетическим рядом районе. По результатам проведенного исследования для изучаемой территории выявлено 5 ведущих процессов (см. таблицу) и осуществлено её морфогенетическое районирование (рис. 3).

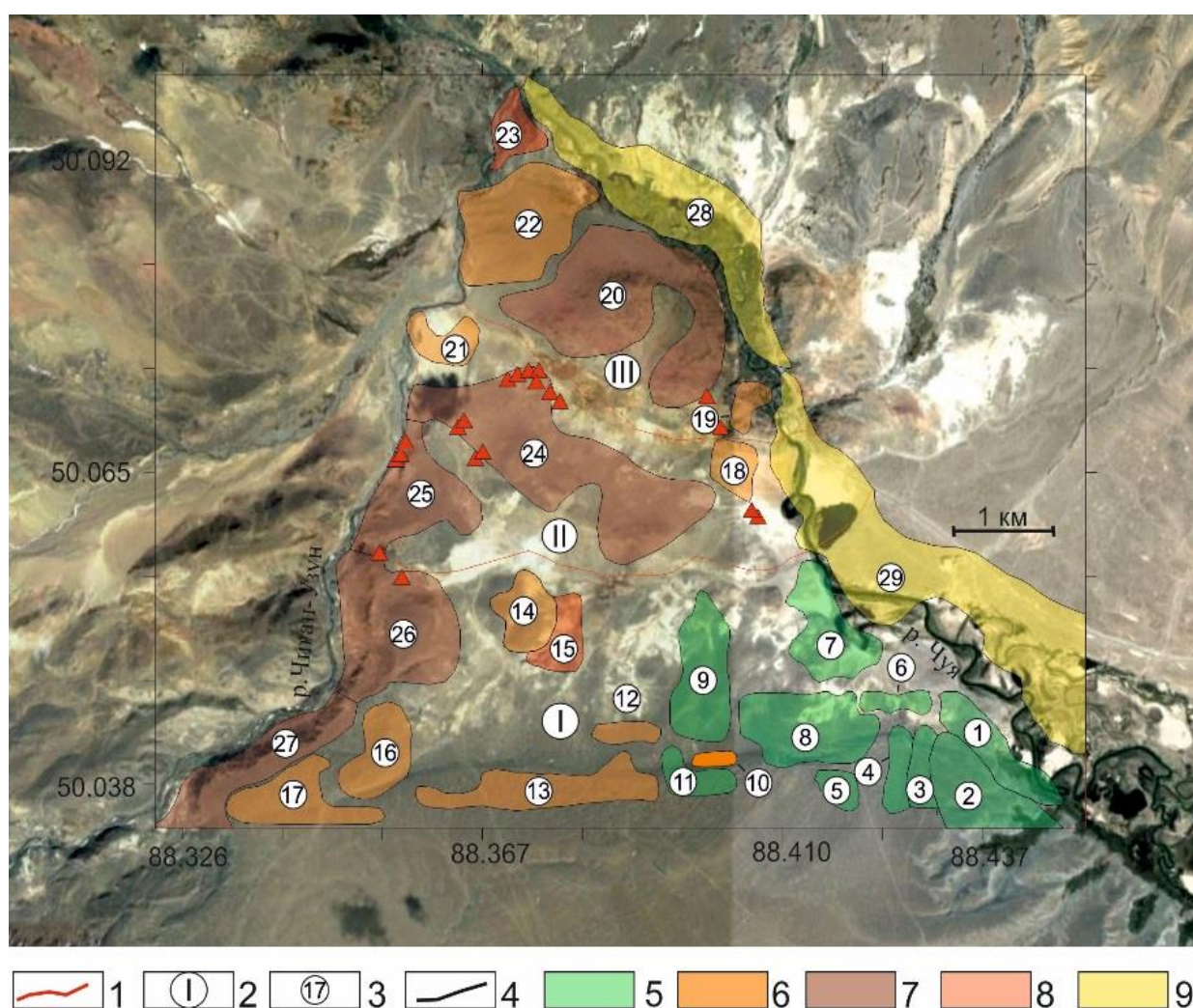


Рис. 3. Схема морфогенетического районирования водораздела рек Чаган-Узун и Чуя:
 1 – границы областей, 2 – номера областей, 3 – номера районов, 4 – границы районов;
 5 – районы с преобладанием: склоновых процессов и линейной эрозии, 6 – районы с преобладанием склоновых процессов и попятной эрозии, 7 – районы с преобладанием флювиальных процессов и параллельного отступания склонов, 8 – районы с преобладанием склоновых процессов и типичными значениями горизонтальной расчлененности рельефа, 9 – районы с преобладанием склоновых процессов и уменьшения углов наклона склонов
 Fig. 3. Scheme of morphogenetic division (zoning) into districts of a watershed of the Chagan-Uzun and Chuya Rivers: 1 – borders of areas, 2 – numbers of areas, 3 – numbers of regions, 4 – borders of regions.
 5 – areas with prevalence of slope processes and a linear erosion, 6 – areas with prevalence of slope processes and a up erosion, 7 – areas with prevalence of fluvial processes and parallel retreat of slopes, 8 – areas with prevalence of slope processes with typical values of a horizontal dissection of a relief, 9 – areas with prevalence of slope processes and decrease of the inclination angles of the slopes

Теоретически для любой территории для выбранных нами трех показателей, каждый из которых, в свою очередь, разделен на три группы, по типичности можно выделить 27 морфотипов (рис. 4а). Однако в пределах объекта исследования выявлено всего 9 морфотипов, что свидетельствует о незначительном генетическом разнообразии в развитии рельефа земной поверхности. Выделенные морфотипы описывают 29 районов, которые нами объединены в 5 различных по генезису групп (см. рис. 1, рис. 4б). Анализ этих групп позволил оценить региональную составляющую в развитии рельефа земной поверхности изучаемой территории.

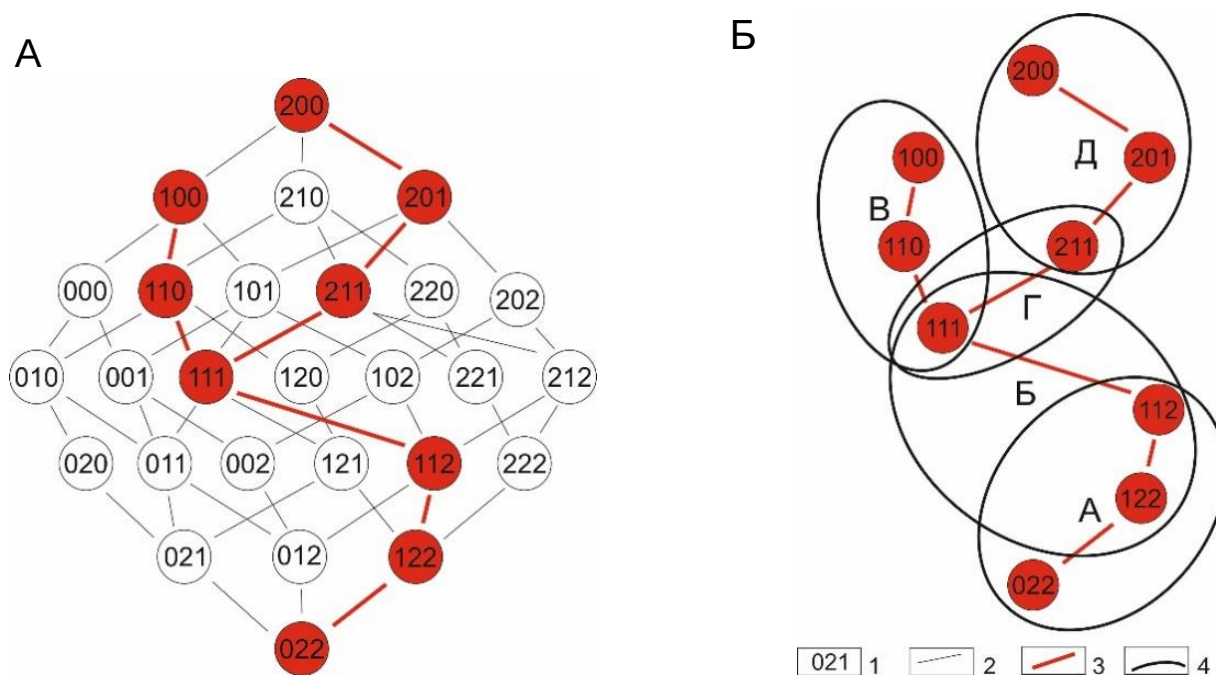


Рис. 4. Полигенетическая модель развития рельефа земной поверхности (А) и её детализация (Б): 1 – код морфотипа, 2 – теоретически возможные связи между морфотипами, 3 – реально существующие связи в модели, 4 – контуры групп районов А, Б, В, Г и Д (см. таблицу)

Fig. 4. Polygenetic model of the earth's surface relief development (A) and its detail (B): 1 – morphotype code, 2 – theoretically possible connections between morphotypes, 3 – actually existing connections in the model, 4 – contour of groups of region A, B, C, D and E (see table)

Установлены общие тенденции в развитии рельефа земной поверхности водораздела, которые на региональном уровне предопределялись внешними воздействиями. На региональном уровне выделено два морфогенетических ряда: 022–122–112–111–110–100 и 022–122–112–111–211–201–200 (см. рис. 4). Первый морфогенетический ряд состоит из трех групп: 022–122–112, 122–112–111 и 111–110–100. Следует отметить, что морфогенетический ряд 111–110–100 характеризует два района, которые соответствуют отвершкам основного оврага. Второй морфогенетический ряд состоит из четырех групп: 022–122–112, 122–112–111, 111–211 и 211–201–200. Первые две совпадают с ранее выявленным региональным рядом (022–122–112 и 122–112–111), а две других группы характеризуют уменьшение угла наклона склонов.

Региональный морфогенетический ряд 022–122–112–111–211–201–200 является полигенетическим рядом и полностью описывает развитие оврагов в пределах исследуемой территории. Действительно, выделено несколько стадий развития: 1) при переходе 022–122 происходит параллельное отступление склона (попятная эрозия) и расширение дна оврага; 2) при переходах 122–112–111 преобладают склоновые процессы, приводящие к уменьшению угла наклона склонов и накоплению обломочного материала на дне оврага; 3) при переходе 111–211 происходит очередной этап расширения дна оврага или образование его отвершек; 4) на заключительной стадии – 211–201–200 – происходит формирование как конуса выноса обломочного материала, так и устья оврага. Выделенный морфогенетический ряд характеризует модель развития рельефа земной поверхности в целом для всей исследуемой территории.

На основе многоступенчатого анализа построенной модели развития оврага и разработанных критериев оценки генетического разнообразия территорий была выявлена область геоморфологического риска.

На первом этапе по единому генетическому признаку в соответствии с моделью развития оврага удалось установить пространственные закономерности размещения райо-

нов. В рамках построенной модели морфогенетический ряд 022–122–112 характеризует развитие верховьев оврага под действием интенсивно проявляющейся регрессивной (попятной) эрозии. Эти районы объединяются в генетически однородную зону (см. рис. 3), вытянувшуюся в северо-восточном направлении, которая пересекает все ранее выделенные нами области. Одной из основных задач было выделение областей по степени проявления рельефообразующих процессов, а не по генетическому признаку.

На втором этапе в пределах выделенных областей осуществлена оценка пространственного расположения районов и их морфогенетических особенностей развития рельефа. В области I выделено 5, а в области III – 4 различных по генезису групп районов (см. рис. 3). Это морфогенетическое разнообразие внутри области свидетельствует о разной реакции современных рельефообразующих процессов на влияние внешних факторов.

На завершающем этапе на основе соотношения площадей области и генетически однородных районов выделена область, которая характеризуется минимальным морфологическим разнообразием. Это область II. В пределах этой области, как наиболее однородной в генетическом отношении, любые внешние воздействия (сейсмичность, неравномерность неотектонических движений) реализуются с большей интенсивностью рельефообразующих процессов. Именно эту область можно считать областью геоморфологического риска.

Выводы

В зоне сочленения Чуйской и Курайской межгорных впадин на основе проведенного морфогенетического анализа была установлена история развития современного рельефа земной поверхности, как на региональном, так и локальном уровнях и определена область геоморфологического риска.

В результате районирования по интенсивности проявления процессов донной эрозии, отмеченной в пределах оврагов на водоразделе рек Чаган-Узун – Чуя, выявлено три области, границы которых согласуются с особенностями предшествовавшего современному тектонического этапа развития рельефа.

По результатам морфогенетического районирования, проведенного на локальном уровне, установлены морфогенетические особенности развития современного рельефа как для каждой отдельно выделенной области, так и между областями. При моделировании на уровне областей исходили из предположения: чем меньше в границах каждой из них выделено районов разного генезиса, тем в большей степени она соответствует области геоморфологического риска. Установлено, что наименьшее разнообразие морфогенетического развития рельефа земной поверхности отмечено в области II. Область характеризуется одним районом.

При моделировании на уровне районов наибольшее их соответствие областям геоморфологического риска связано с морфогенетическими рядами, в пределах которых присутствуют морфотипы с максимальными значениями кодов. В наших исследованиях их выделено три из пяти. Только один из них соответствует области II.

Таким образом, по результатам исследования можно выделить область геоморфологического риска, которая по результатам моделирования соответствует области II и морфогенетическому ряду, который характеризует преобладание флювиальных процессов, приводящих к параллельному отступанию склона и накоплению обломочного материала в пределах района.

Список литературы

1. Берлянт А.М. 1984. Морфометрические исследования рельефа в СССР: состояние, проблемы, перспективы. Геоморфология, 2: 15–24.
2. Волков Н.М. 1950. Принципы и методы картометрии. М., Изд-во АН СССР, 328 с.



3. Деев Е.В. 2016. Первичные палеосейсмодислокации сильных позднеголоценовых землетрясений в зоне сочленения Чуйской внутригорной впадины и Курайского хребта (Горный Алтай). Материалы докладов научной конференции. Москва, Изд-во ИФЗ: 403–409.
4. Ивановский Л.Н. 1989. Структура экзогенных процессов долин Северного Алтая. Материалы научной конференции. Иркутск, Изд-во ИЗК: 30–31.
5. Кашменская О.В., Хворостова З.М. 1986. Место системного подхода в геоморфологической теории. Геоморфология, 2: 30–38.
6. Лапин П.С. 2015. Выявление литодинамических потоков как один из критериев нефтегазоносности зоны контакта доюрского фундамента и осадочного чехла в Широком Приобье. Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 21 (1): 29–39.
7. Лапин П.С., Красавчиков В.О. 1990. Морфометрические показатели при анализе направленности эрозионного расчленения рельефа. Геология и геофизика, 10: 105–114.
8. Ласточкин А.Н. 1991. Рельеф земной поверхности (принципы и методы статической геоморфологии). Л., Недра, 340 с.
9. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. 2008. Анализ геоморфологических систем: основные понятия. Геоморфология, 4: 14–21.
10. Николаевская Е.М. 1966. Морфометрические карты рельефа. М., Изд-во МГУ, 28 с.
11. Новиков И.С. 2004. Морфотектоника Алтая. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 313 с.
12. Окишев П.А., Петкевич М.В. 1988. Горный Алтай. В кн.: Рельеф Алтае-Саянской горной области. Новосибирск, Наука: 6–40.
13. Поздняков А.В. 1988. Динамическое равновесие в рельефообразовании. М., Наука, 207 с.
14. Симонов Ю.Г. 1998. Морфометрический анализ рельефа. Смоленск, Изд-во СГУ, 272 с.
15. Симонов Ю.Г., Спиридонов А.И. 1998. Структура и содержание понятия о генезисе рельефа. В кн.: Генезис рельефа. Новосибирск, Наука: 14–23.
16. Тимофеев Д.А. 1972. О некоторых геоморфологических законах. Геоморфология, 2: 3–12.
17. Тимофеев Д.А. 2004. Принципы типизации геоморфологических процессов. Геоморфология, 4: 16–20.
18. Уфимцев Г.Ф. 1994. Очерки теоретической геоморфологии. Новосибирск, Наука, 123 с.
19. Якименко Э.Л. 1990. Морфометрия рельефа и геология. Новосибирск, Наука, 201 с.

References

1. Berlyant A.M. 1984. Morfometricheskie issledovaniya rel'efa v SSSR: sostoyanie, problemy, perspektivy [Morphometric studies of the relief in the USSR: state, problems, prospects]. Geomorfologiya, 2: 15–24.
2. Volkov N.M. 1950. Principy i metody kartometrii [Principles and methods of cartometry]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 328 p.
3. Deev E.V. 2016. Primary paleoseismic dislocations of strong Late Holocene earthquakes in the junction zone of the Chuy mountain basin and the Kurai ridge (Gorny Altai). Materials of reports of a scientific conference. Moscow, IFZ Publishing House: 403–409 (in Russian).
4. Ivanovskij L.N. 1989. Struktura ehkzogennyh processov dolin Severnogo Altaya [The structure of exogenous processes in the valleys of the Northern Altai]. Materials of the scientific conference. Irkutsk, IZR Publishing House: 30–31.
5. Kashmenskaya O.V., Hvorostova Z.M. 1986. Mesto sistemnogo podkhoda v geomorfologicheskoy teorii [The place of the systems approach in geomorphological theory]. Geomorfologiya, 2: 30–38.
6. Lapin P.S. 2015. Revealing of lithodynamic flows as one of petroleum potential criteria of the Pre-Jurassic basement and sedimentary cover contact zone in the Shirotnoye Priobye. Geology and mineral resources of Siberia, 21 (1): 29–39 (in Russian).
7. Lapin P.S., Krasavchikov V.O. 1990. Morfometricheskie pokazateli pri analize napravlenosti ehrozionnogo raschleneniya rel'efa [Morphometric indicators in the analysis of the direction of erosive dissection of the relief]. Geologiya i Geofizika, 10: 105–114.
8. Lastochkin A.N. 1991. Rel'yef zemnoy poverkhnosti (printsipy i metody staticheskoy geomorfologii) [Terrain relief (principles and methods of static geomorphology)]. Leningrad, Nedra, 340 p.
9. Likhacheva E.A., Timofeev D.A. 2008. Analysis of geomorphological systems: basic concepts. Geomorphology, 4: 14–21 (in Russian).

10. Nikolayevskaya Ye.M. 1966. Morfometricheskiye karty rel'yefa [Morphometric relief maps]. Moscow, Izd-vo MGU, 28 p.
11. Novikov I.S. 2004. Morphotectonics of Altai. Novosibirsk, Publishing House of the SB RAS, Geo branch, 313 p. (in Russian).
12. Okishev P.A., Petkevich M.V. 1988. Mountain Altai. In: Rel'ef Altae-Sayanskoj gornoj oblasti [Relief of the Altai-Sayan mountain region]. Novosibirsk, Nauka: 6–40.
13. Pozdnyakov A.V. 1988. Dinamicheskoye ravnovesiye v relefoobrazovanii [Dynamic equilibrium in the formation of relief]. Moscow, Nauka, 207 p.
14. Simonov Yu.G. 1998. Morfometricheskij analiz rel'efa [Morphometric analysis of the relief]. Smolensk, Izd-vo SGU, 272 p.
15. Simonov Yu.G., Spiridonov A.I. 1998. The structure and content of the concept of the relief genesis In: Relief genesis. Novosibirsk, Nauka: 14–23 (in Russian).
16. Timofeyev D.A. 1972. O nekotorykh geomorfologicheskikh zakonakh [About some geomorphological laws]. Geomorfologiya, 2: 3–12.
17. Timofeev D.A. 2004. Principles of typification of geomorphological processes. Geomorphology, 4: 16–20 (in Russian).
18. Ufimtsev G.F. 1994. Ocherki teoreticheskoy geomorfologii [Essays on Theoretical Geomorphology]. Novosibirsk, Nauka, 123 p.
19. Yakimenko E.L. 1990. Morfometriya rel'efa i geologiya [Terrain morphometry and geology]. Novosibirsk, Nauka, 201 p.

Ссылка для цитирования статьи

Link for article citation

Лапин П.С. 2019. Морфогенетическая модель развития современного рельефа в зоне сочленения Чуйской и Курайской внутригорных впадин (Горный Алтай). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 43(4): 375–385. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-375-385

Lapin P.S. 2019. Morphogenetic model of development of modern relief in the joining area of the Chuya and Kurai intermountain depressions (Mountain Altai). Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series. 43(4): 375–385 (in Russian). DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-375-385



УДК 551.4.042

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-386-399

**СКОРОСТЬ ПОДЗЕМНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДЕНУДАЦИИ
И АКТИВНОСТЬ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ МРАССКОГО И КУЗНЕЦКОГО
КАРСТОВЫХ РАЙОНОВ (АЛАТАУСКО-ШОРСКОЕ НАГОРЬЕ)
НА ПРИМЕРЕ КЛЮЧЕВЫХ КАРСТОВЫХ УЧАСТКОВ**

**SPEED OF THE UNDERGROUND CHEMICAL DENUDATION
AND ACTIVITY OF KARST PROCESSES OF MRASSKY AND KUZNETSK KARST
DISTRICTS (ALATAUSKO-SHORSKOE UPLANDS)
ON THE EXAMPLE OF KEY KARST SITES**

Р.А. Ковалёв**R.A. Kovalev**

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
Новокузнецкий филиал-институт Кемеровского государственного университета,
Россия, 654041, г. Новокузнецк, ул. Циолковского, 23

National Research Tomsk State University,
36 Lenina Av, Tomsk, 634050, Russia
Novokuznetsk Branch Institute Kemerovo State University,
23 Tsiolkovsky St, Novokuznetsk, 654041, Russia

E-mail: razors26@rambler.ru

Аннотация

В данной работе приведены результаты исследований скоростей и активности карстовых процессов на территории Мрасского и Кузнецкого карстовых районов Алатауско-Шорского нагорья. Впервые рассчитаны показатели подземной химической денудации для данной территории на примере ключевых карстовых участков, а также определена степень активности карстовых процессов. Полученные значения от 49.92 до 73.75 м³/год × км² или мм/1000 лет вполне характерны для данной физико-географической и геологической обстановки. Малая активность карстовых процессов позволяет судить об устойчивости к названным процессам изучаемых закарстованных территорий. Полученные данные являются отправной точкой для исследования скоростей карстовых процессов Алатауско-Шорского нагорья, последующего сравнительного анализа и выявления динамики процесса.

Abstract

New data on speed and activity of karst processes in the territory of Mrassky and Kuznetsk karst districts of Alatausko-Shorsky uplands are provided in this work. Indexes of an underground chemical denudation, for this territory which is one of the key quantitative indices of speed of karst process, on the example of key karst sites are for the first time calculated, and the degree of activity of karst processes as a percentage in a millennium is also defined. Chemical denudation is a conditional calculated value showing how much mm the earth's surface would decrease if these processes developed evenly over 1000 years. This is the meaning of denudation as a comparative value. Therefore, chemical denudation indicators reflect the intensity of karst processes only at the present stage. The received values from 49.92 to 73.75 m³/year × km² or mm/1000 are quite characteristic years of this physiographic and geological situation. It indirectly is confirmed in comparison with the data obtained by other researchers (J. Korbelt, M. Pulina) in other karst areas of the temperate climatic zone. The small activity of karst processes allows to judge resistance to the called processes of the studied karstified territories. The obtained data are a starting point for a research of speeds of karst processes of Alatausko-Shorsky uplands, the subsequent comparative analysis and identification of dynamics of process.

Ключевые слова: Горная Шория, карст, химическая денудация, известняк, карстовые источники.
Keywords: Gornaya Shoriya, karst, chemical denudation, limestone, karst springs.

Введение

Большую часть своей истории геоморфология ставила перед собой задачу – изучение рельефа для познания земных недр. В последние годы возникло экологическое направление в геоморфологии – науке, изучающей рельеф, его происхождение, возраст и эволюцию с целью определения его роли в системе «природа – население – хозяйство». Такой взгляд на рельеф оказался возможен в связи с тем, что к началу 1980-х гг. произошел коренной переход от описательного подхода к изучению геоморфологических объектов к их динамическому анализу, от форм рельефа к рельефообразующим процессам, которые можно выразить триадой «форма – процесс – следствие». Одной из главных задач экологической геоморфологии является изучение опасных рельефообразующих процессов [Кузьмин, Плюснин, 2009; Евсеева, Осинцева, 2013].

Карст является одним из наиболее сложных и трудно прогнозируемых опасных геоморфологических и инженерно-геологических процессов. Развиваясь сотни миллионов лет (при соответствующих структурно-геологических и гидрогеологических условиях), он опасно проявиться может за считанные минуты, особенно при непредсказуемом провоцирующем техногенном воздействии. Каждый из основных литологических (карбонатный, сульфатный, хлоридный) типов карста, несмотря на значительную разницу в скорости растворения пород, эволюционирует, как правило, скрытно, вне пристального внимания человека, но нередко приводит к неблагоприятным последствиям, несущим ущерб [Костарев, 2015].

Для прогнозирования развития карста, особенно быстротекущего, чрезвычайно важно знать скорости химической денудации карстующихся пород. Химическая (карстовая) денудация является одним из основных количественных показателей скорости карстового процесса. Применение количественных методов определения скорости карстовой денудации важно для целей прогноза и практики. Анализируя количественные методы, отражающие скорость карстового процесса, Н.А. Гвоздецкий и другие исследователи отмечают их большое значение в гидротехническом строительстве и других прикладных областях [Гвоздецкий, 1970; Трофимова, 2006].

Количественной мерой денудации земной поверхности в карстовых регионах является величина, характеризующая скорость ее снижения в единицу времени (мкм/год, мм/1000 лет, $\text{м}^3/\text{км}^2 \times \text{год}$). Эта величина используется для региональной оценки интенсивности карстовых процессов, выявления их широтной зональности, высотной поясности и локальных особенностей, установления связей между скоростью карстового процесса и морфологии карстовых форм. Для оценки устойчивости закарстованных территорий рекомендуется использовать показатель активности карстовых процессов [Дублянский и др., 1984].

Впервые оценку величины карстовой денудации в горах Южной Сибири для нескольких речных бассейнов осуществил французский карстолог Корбел [Corbel, 1957]. Затем в 1968 г. величину химической денудации для долины р. Агаты (Солгонский кряж) рассчитал В.И. Беляк [1968], а М. Пулина [Pulina, 1968] провел подробные исследования для речных бассейнов Иркутского амфитеатра. Исследователь карста Горного Алтая А.М. Маринин в 1973 г., обобщая свои данные, рассчитал карстовую денудацию для бассейнов рек Горного Алтая, таких как Катунь, Чуя, Майма, Иша, Песчаная, Ануй [Маринин, 1990].

Наиболее современные данные представлены в работе Е.В. Трофимовой [2006], где использовалась методика Ж. Корбеля и М. Пулины для расчета показателей для 127 речных бассейнов Восточной Сибири и Дальнего Востока с выявленным карбонатным карстом.



Как видно из приведенного выше списка исследователей, большинство полученных данных отражают общую химическую денудацию по целым речным бассейнам. В 2017 г. автором была предпринята попытка расчета скорости подземной химической денудации для карстового участка горы Кокуя (хр. Алтын-Ту) Восточно-Алтайской карстовой области. Полученные показатели ($78.68 \text{ м}^3/\text{км}^2 \times \text{год}$ или $\text{мм}/1000 \text{ лет}$) увязываются с физико-географическими и геологическими условиями, которые характерны для данной территории [Ковалёв, 2018].

Объекты и методы исследования

К сожалению, четкие рекомендации по методике определения химической (карстовой) денудации и активности карстового процесса в современной литературе отсутствуют. Для их расчета предложено более десятка формул, в которых для обозначения одних и тех же величин применяются разные символы. Полученные величины именуются показателями активности карстового процесса, показателями скорости карстовой денудации [Corbel, 1959], карстовой коррозии, климатической коррозии, внутренней абляции [Pulina, 1974], карстовой эрозии. Наиболее целесообразно применение термина «химическая денудация» [Дублянский и др., 1984].

Наиболее наглядные и важные практические результаты, на наш взгляд, дают формулы, предложенные Ж. Корбелем и М. Пулиной, которые выражают количество вынесенного вещества из карстового массива за определенный срок времени в кубических метрах на квадратный километр или в миллиметрах за 1000 лет. Эти абсолютные величины обладают определенной размерностью, что даёт вполне сравнимые и наглядные результаты [Гвоздецкий, 1988].

Цель настоящего исследования: продолжить изучение химической денудации карстовых районов гор Южной Сибири, применяя гидрометрические методы расчетов, предложенные Ж. Корбелем и М. Пулиной, на основе которых выявить их широтную зональность, высотную поясность и локальные особенности, выявить связь между скоростью карстового процесса и морфологией карстовых форм, а также установить корреляционные связи между полученными результатами и уже известными. На основе полученных данных о скорости подземной химической денудации рассчитать активность карстового процесса для изучаемой территории, на основе которой установить устойчивость к данным процессам закарстованной территории. При исследовании скоростей карста автором были использованы следующие методы: полевые, геологические, геоморфологические, картографические, использование данных ДЗЗ, гидролого-гидрохимические, гидрологические, сравнительно-географические.

Физико-географическая и геологическая обстановка, определяющая развитие карста

Кузнецкий и Мрасский карстовые районы входят в состав горных сооружений северных отрогов Абаканского хребта и юго-восточной части Горной Шории, которые в свою очередь входят в состав Алатауско-Шорского нагорья Салаиро-Кузнецкой горной провинции [Чернов и др., 1988].

Согласно схеме карстолого-спелеологического районирования, разработанной в рамках проекта РГО в 2015 г. по кадастровому учету всех карстовых и подземных объектов, Кузнецкий и Мрасский карстовые районы относятся к карстовой области Кузнецкого Алатау и Горной Шории Салаиро-Кузнецкой карстовой провинции, которая входит в состав Алтае-Саянской карстовой страны. Ключевыми участками, на территории которых проводились исследования, являлись: Портал-Хабзасский карстовый участок (Аскизский подрайон Кузнецкого карстового района), Карчитский карстовый участок и Патынский подрайон (Мрасского карстового района). Магистральными водными артериями, которые одновременно служат базисом эрозии и зоной разгрузки карстовых вод для изучаемых карстовых массивов, явля-

ются р. Мрассу (Карчитский участок), р. Аскиз (Портал-Хабзасский участок) и р. Кызлас (Патынский подрайон) (рис. 1) [Салаиро-Кузнецкая ..., 2019].

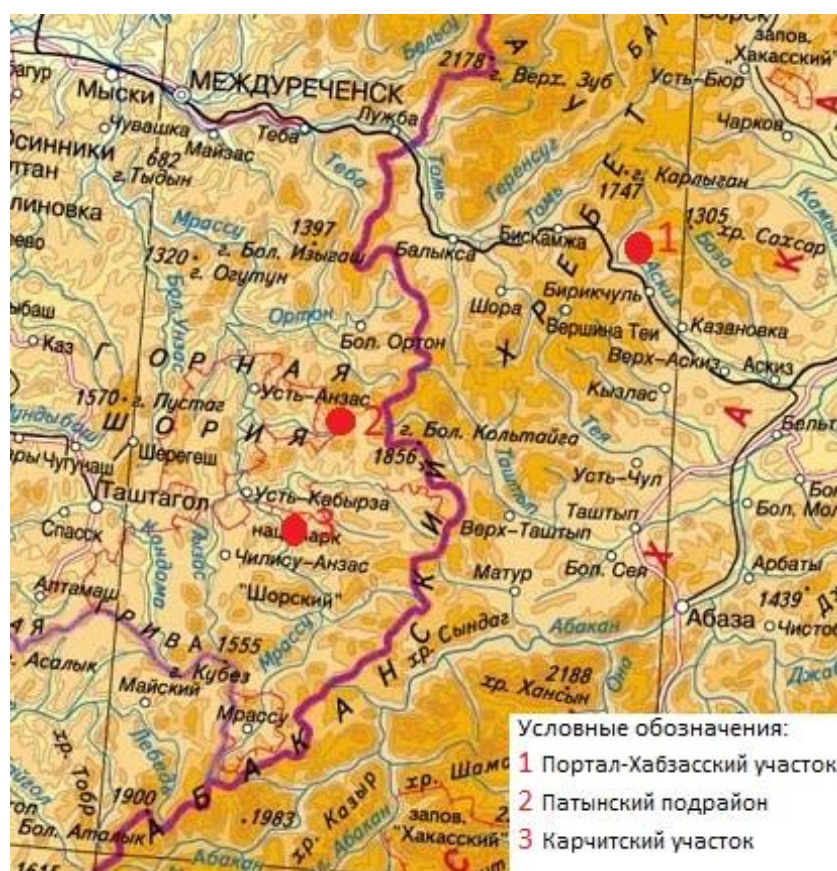


Рис. 1. Схема расположения карстовых участков, в пределах которых проводились исследования.
М: в 1 см 25 км

Fig. 1. The card location of karst sites within which researches were conducted. M: 1 cm 25 km

Карстующиеся породы изучаемых карстовых массивов представлены интенсивно закарстованными и дислоцированными карбонатами Синийского комплекса Енисейской свиты (известняки, мраморы, доломиты) и нижнекембрийскими тонкослоистыми, массивными, брекчевидными известняками Усинской свиты. Мощность карбонатных пород от зоны питания карстовых массивов до урезом магистральных рек (базисов эрозии) достигает 450 м (Патынский подрайон), средняя мощность — 150 м [Геологическая карта..., 2019; Государственная геологическая карта..., 2019].

Карстовый рельеф представлен преимущественно в низкогорной части районов (400–900 м), для которой характерен денудационно-эрозионный рельеф, созданный эрозией, переработанный склоновыми процессами [Геоморфологическая схема..., 2019]. В данном диапазоне высот созданы благоприятные условия для протекания карстовой денудации, которая выражена в рельефе, согласно классификации Г.А. Максимовича [1963], многочисленными эрозионно-коррозионными, провальными и суффозионными карстовыми воронками и понорами. Поверхностные карстовые формы локализованы в основном по ложбинам стока в так называемых сухих логах, а также на слабонаклонных платообразных поверхностях.

В соответствии со схемой биоклиматических подразделений территории гор Южной Сибири Горная Шория и северные отроги Абаканского хребта относятся к избыточно-влажной климатической фации. Среднегодовое количество осадков составляет 950 мм, в теплое время года – в среднем 670 мм, в холодное – 270 мм. Среднегодовая температура составляет – 0.5 °С. Для данной территории характерен мощный снеговой покров – 1 м и

более, а в логах он достигает 2–3 м, благодаря которому почва не промерзает и коррозионная деятельность идет круглый год [Крапивкина, 2009]. При таких условиях создается усиленный водообмен в трещинах и значительно повышается выщелачивание карбонатной породы.

Широкое развитие карстового рельефа предопределило большую роль подземного питания многих рек, в том числе главных магистральных, таких как Аскиз, Кызас, Мрасу, протекающих в пределах изучаемых карстовых участков. Многочисленные ручьи, берущие своё начало в пределах карстовой водосборной площади, достигая зоны контакта интрузивных и карбонатных пород либо свободно протекая по зоне карстующихся пород, переводят свой сток под землю, выходя в виде денудационных или трещинных (в местах развития дизъюнктивных нарушений в долинах главных транзитных рек) карстовых источников (включая) [Максимович, 1969].

Наиболее обширные площади в районе заняты черневой тайгой, которая с подъемом в горы сменяется темнохвойной. Черневая тайга является реликтовым типом растительности. На местах рубок и пожаров в прошлом сформировались вторичные березовые и осиновые леса. Территория, занятая черневой тайгой и вторичными березово-осиновыми лесами, характеризуется господством подзолистых и дерново-подзолистых почв. Кислая реакция подзолистых почв повышает агрессивность инфильтрующихся вод, что способствует растворению подстилающих карбонатных пород [Ковалев, Волковинцер, 1968]. При затяжных дождях, характерных для западного макросклона Алатауско-Шорского нагорья, проникновение воды через кислые почвы стабилизируется, и агрессивные атмосферные осадки проникают на большую глубину карстующихся толщ. Горно-лесные ландшафты с данным типом почв создают весьма благоприятные условия для развития карста.

Результаты и их обсуждение

Ключевыми карстовыми массивами, на территории которых проводились исследования по определению скоростей подземной химической денудации, стали юго-западный склон горы Патын (Патынский подрайон) (рис. 2), карстовый массив над пещерой Грандиозная (Карчитский участок) (рис. 3), плато Чизень (Портал-Хабзасский участок) (рис. 4), которые были определены автором на основе материалов [Государственная геологическая карта ..., 2019] поисковых маршрутов и анализа данных ДДЗ.

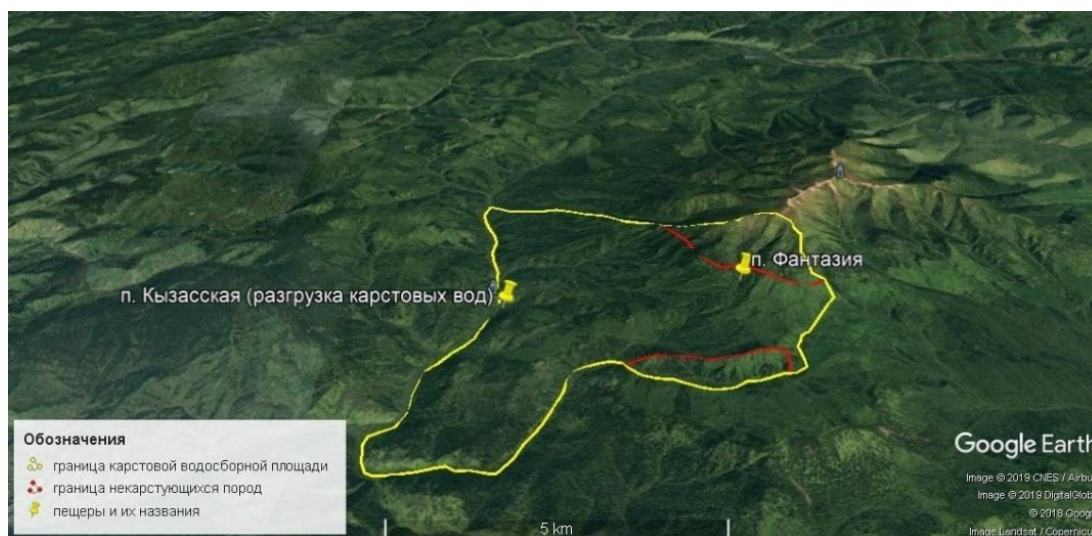


Рис. 2. Карстовая водосборная площадь юго-западного сектора горы Патын (Патынский подрайон)

Fig. 2. The karst catchment area of the southwest sector of Mount Patyn (the Patynsky subdistrict)

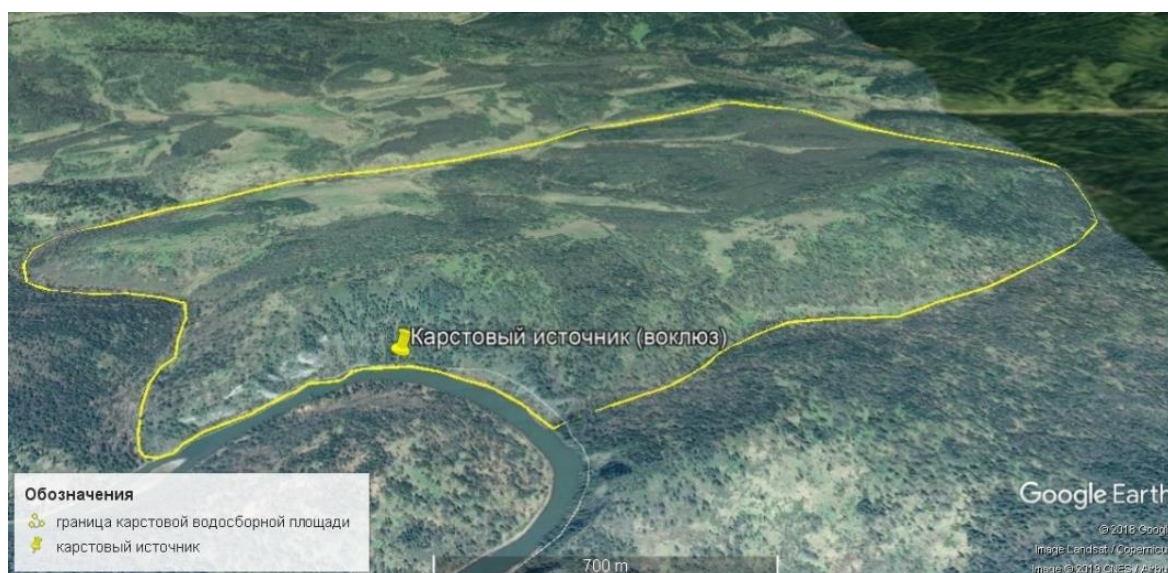


Рис. 3. Карстовая водосборная площадь массива над пещерой Грандиозная (Карчитский участок)

Fig. 3. The karst catchment area of the massif over a cave Grandiose (the Karchitsky site)



Рис. 4. Карстовая водосборная площадь плато Чизень (Портал-Хабзасский участок)

Fig. 4. The karst catchment area of the plateau Chizen (The Portal-Habzassky site)

При количественных расчетах скорости подземной карстовой денудации по формулам Ж. Корбеля и М. Пулины необходимо располагать данными о высоте слоя подземного стока воды в дм, модуле подземного стока в л/с·км² и содержании CaCO₃ в весовых единицах на объем (мг/дм³).

Данные о расходе питающегося подземными карстовыми водами поверхностного водотока (включая) и содержании CaCO₃ могут быть получены путем замеров расхода в полевых условиях и отбора проб воды на анализ. Необходимые полевые работы были проведены автором и его коллегами спелеологами (Величко С.В.) во время исследовательских экспедиций на территории изучаемых карстовых массивов летом-осенью 2017 г. во время межени (табл. 1). Как видно из табл. 1, расход карстовых источников характеризует их по дебиту как «большие» (0.1–1 м³/с) и «очень большие» (1–100 м³/с), согласно классификации О.А. Мейнцера и Г.А. Максимовича [1963].

Таблица 1
Table 1Данные о расходе карстовых источников
Data on an expense of karst springs

Карстовый источник	Карстовый массив (участок)	Расход, м ³ /с
Пещера Кызасская	Юго-западный сектор г. Патын (Патынский подрайон)	1.47
Воклюз из под п. Грандиозная	Карстовый массив над п. Грандиозная (Карчитский участок)	0.15
Воклюз из под г. Паук	Плато Чизень (Портал-Хабзасский участок)	1.05

Во время камеральной обработки результатов в химико-аналитической лаборатории ИМКЭС СО РАН (г. Томск) определена общая жесткость и водородный показатель в отобранных пробах (табл. 2). Общая жесткость определялась на основе суммы жесткости ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . На основании показателей жесткости воды автором рассчитано содержание CaCO_3 в растворенном виде в исследуемых пробах. Для этого необходимо перевести российские градусы жесткости (Ж°) в миллионные доли (ppm).

Таблица 2
Table 2Минерализация и кислотность карстовых источников
Mineralization and acidity of karst springs

Карстовый источник	Карстовый массив	Жесткость, градусы	Жесткость, ppm	Содержание CaCO_3 , мг/дм ³	Водородный показатель, pH
Пещера Кызасская	Юго-западный сектор г. Патын (Патынский подрайон)	2.6	130.1	130.1	7.53
Воклюз из под п. Грандиозная	Карстовый массив над п. Грандиозная (Карчитский участок)	4.6	230.2	230.2	8.19
Воклюз из под г. Паук	Плато Чизень (Портал-Хабзасский участок)	3.42	170.1	170.1	7.81

Анализируя полученные данные (см. табл. 2), мы видим, что для всех источников характерны слабощелочные растворы [Бейтс, 1972]. Данный факт может говорить о том, что поверхностные инфильтрационные воды, проходя через подзолистые и дерново-подзолистые почвы, дают кислую реакцию с повышенной агрессивностью, что способствует растворению подстилающих карбонатов. Непосредственно в самих расчетах химической денудации водородный показатель не участвует.

Согласно полевым и лабораторным исследованиям, самая низкая минерализация наблюдается у карстового источника Патынского подрайона. В пользу этого может говорить тот факт, что большинство карстующихся пород участка представлены мраморами и мраморизованными известняками Синийского комплекса Енисейской свиты. Исходя из этого скорость растворения мраморов намного ниже, чем у массивных тонкослоистых нижнекембрийских известняков Усинской свиты, которые характерны для Карчитского участка, показатель содержания CaCO_3 (мг/дм³) которого более чем в 1.5 раза выше. Благодаря более высокой растворимости, водородный показатель, соответственно, будет выше, чем у пород Синийского комплекса. Таким образом, высокая минерализация и водородный показатель находятся в близкой зависимости друг от друга. Промежуточное значение занимает Портал-Хабзасский карстовый участок, частично сложенный Синийскими карбонатами. [Геологическая карта ..., 2019; Государственная геологическая карта ..., 2019].

Для расчета модуля подземного стока необходимо установить площадь карстового водосбора исследуемого участка. Прежде чем рассчитать площадь водосбора, необходимо определить тип подземного стока по направлению, который может быть однонаправленным (карстовые воды выходят на поверхность на периферии массива строго с одной стороны), двунаправленным (воды выходят в противоположные стороны) и центробежным (воды выходят по всей периферии массива) [Максимович, 1963]. Это можно установить непосредственно путем поисковых маршрутов по долинам, которые пройдены автором и его коллегами спелеологами (С.В. Величко, А.В. Данилов), ограничивающих изучаемые карстовые массивы, а также при помощи поиска и анализа данных ДЗЗ. При хорошем разрешении на зимних снимках карстовые источники могут проявляться в виде участков незамерзающей воды в русле магистральных рек, на летних снимках карстовые источники могут быть идентифицированы визуально при хорошем разрешении. Определение типа подземного стока важно в связи с тем, что если карстовые воды разгружаются в разных точках периферии массива, то мы можем говорить о присутствии подземного водораздела, который не совпадает с поверхностным, поскольку потоки карстовых вод контролируются местной тектоникой. Таким образом, площадь карстового водосбора будет для каждого источника своя. Четкая методика для установления точной границы подземного карстового водораздела в литературе отсутствует. В связи с этим данный вопрос остаётся открытым и не решенным в инженерном карстоведении. Используя поисковые методы по долинам магистральных рек, ограничивающих массив, и метод анализа данных ДЗЗ, автором было установлено, что для всех трех исследуемых карстовых массивов характерен односторонний тип стока.

При помощи цифровых 3D-моделей рельефа программы Google Earth Pro подсчитана карстовая водосборная площадь для изучаемых массивов (см. рис. 2–4, табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Площадь карстовых водосборов
Area of karst reservoirs

Карстовый массив (участок)	Площадь карстового водосбора, км ²
Юго-западный сектор г. Патын (Патынский подрайон)	35.58
Карстовый массив над п. Грандиозная (Карчитский участок)	5.90
Плато Чизень (Портал-Хабзасский участок)	41.94

Полученные значения площадей карстовых водосборов позволяют судить об отношении к площади всего карстового участка. Для Портал-Хабзасского участка это значение равно 1/4, для карчитского – 1/17, площадь карстового участка юго-западного сектора горы Патын составляет 1/3 от площади всего Патынского подрайона.

Используя формулы Л.К. Давыдова и др. [1973], мы рассчитываем модуль подземного стока для каждого района по формуле (1):

$$M = 10^3 \frac{Q}{F} \quad (1)$$

где Q – расход воды в м³/с, F – площадь водосбора в км², M – модуль стока л/с×км².

Показатель модуля стока в дальнейшем необходим для определения слоя подземного стока за год по формуле (2) Л.К. Давыдова и др. [1973]:

$$Y = 31.54 \times M \quad (2)$$

где M – модуль стока в л/с×км², Y – слой стока в мм. Получаем следующие результаты (табл. 4).

Таблица 4
Table 4Модуль и слой подземного стока
Module and layer of an underground drain

Карстовый массив (участок)	Модуль подземного стока (л/с × км ²)	Слой подземного стока за год (дм)
Юго-западный сектор г. Патын (Патынский подрайон)	41.31	13.02
Карстовый массив над п. Грандиозная (Карчитский участок)	25.42	8.01
Плато Чизень (Портал-Хабзасский участок)	25.03	7.89

Высокие показатели модуля и слоя подземного стока для всех трех карстовых массивов позволяют судить о существовании в пределах каждого развитой сети карстовых каналов и пустот.

Определив все необходимые показатели для расчета подземной химической денудации, мы можем рассчитать ее по формулам, которые предложили Ж. Корбель и М. Пулина. Расчет по формуле (3) Ж. Корбеля [Corbel, 1959]:

$$X = 4 \times E \times T \times n / 100 \quad (3)$$

где E – высота слоя стекающей воды, дм; T – минерализация карстового источника в пересчете на CaCO_3 в мг/дм³; n – отношение площади карстующихся пород ко всей площади; X – величина денудации в м³/год×км², что соответствует толщине слоя снесенного вещества, в мм за тысячелетие. Коэффициент 4/100 необходим для пересчета весовых единиц, в которых выражено T , в объемные через величину удельного веса CaCO_3 (2.5) и для согласования всех остальных метрических единиц измерения.

Польский исследователь М. Пулина модифицировал формулу Корбеля, введя значение модуля стока вместо слоя стока стекающей воды. После преобразования формула (4) получила следующий вид [Pulina, 1968]:

$$D = 0.0126 \times T \times V \quad (4)$$

где T – минерализация карстового источника в пересчете на CaCO_3 , мг/дм³, V – модуль стока в л/с×км², D – химическая денудация м³/год×км² или мм/1000 лет, коэффициент 0.0126 учитывает удельный вес CaCO_3 (2.5) для перевода весовых единиц (T , мг/дм³) в объемные (как и 4/100 в формуле Ж. Корбеля).

Подводя итог по всем расчетам, мы имеем следующие показатели подземной химической денудации (табл. 5).

Таблица 5
Table 5Показатели скорости подземной химической денудации
Indexes of speed of an underground chemical denudation

Карстовый массив	По Корбелю (м ³ /год × км ² или мм/1000 лет)	По Пулине (м ³ /год × км ² или мм/1000 лет)
Юго-западный сектор г. Патын (Патынский подрайон)	58.94	58.91
Карстовый массив над п. Грандиозная (Карчитский участок)	73.75	73.73
Плато Чизень (Портал-Хабзасский участок)	49.92	49.89

Анализ показывает (см. табл. 5), что полученные скорости подземной химической денудации имеют близкие друг к другу значения, что обуславливается схожей физико-географической и геологической обстановкой.

Рассчитав количество растворенной породы, выносимой подземными водами, мы можем определить активность карстового процесса изучаемой территории по формуле (5) Н.В. Родионова [Трофимов, Калинин, 2013]:

$$A = \frac{v}{V} \times 100 \quad (5)$$

где v – объём растворенной горной породы в $\text{м}^3/\text{год} \times \text{км}^2$ или $\text{мм}/1000$ лет, V – средняя величина объема породы в м^3 , A – активность карстового процесса за 1000 лет в %. Прежде чем произвести расчеты по формуле Н.В. Родионова, необходимо выяснить среднюю величину объёма карстующихся пород, слагающих исследуемой участок по формуле (6):

$$V = S \times H \quad (6)$$

где S – водосборная площадь карстующегося массива, в м^2 , H – средняя мощность карстующихся пород относительно базиса эрозии, в м. Последнюю величину мы получаем исходя из анализа высоты карстового массива, в пределах которой карстовые процессы протекают наиболее интенсивно, выражаясь в виде типичных поверхностных форм карстового рельефа (воронки, поноры, сухие лога и т. д.). Таким образом, мы определяем среднее превышение карстового массива над базисом эрозии, которое отражает среднюю мощность карстующихся пород (табл. 6).

Таблица 6
Table 6

Активность карстовых процессов изучаемых районов
Activity of karst processes of the studied areas

Карстовый массив	Объём растворенной горной породы (v), в $\text{м}^3/\text{год} \times \text{км}^2$ или $\text{мм}/1000$ лет (по Корбелю)	Средняя величина объема (V) карстующихся пород в м^3	Активность карстового процесса (A) за 1000 лет в %
Юго-западный сектор г. Патын (Патынский подрайон)	58.94	9291000	0.0006
Карстовый массив над п. Грандиозная (Карчитский участок)	73.75	767000	0.009
Плато Чизень (Портал-Хабзасский участок)	49.92	9780000	0.0005

По величине активности карста (в процентах за тысячелетие) Г.А. Максимович делит карстовые районы на следующие классы (табл. 7). Исходя из данной классификации было определено, что для Патынского карстового подрайона и Портал-Хабзасского карстового участка характерна «очень малая» степень активности карстовых процессов. Для Карчитского участка активность карстовых процессов на порядок выше и находится в пограничном состоянии между классами активности «малая» и «значительная».

Таблица 7
Table 7

Классификация карстовых районов по степени активности карстового процесса по Г.А. Максимовичу [1963]
Classification of karst areas by a degree of activity of karst process by G.A. Maksimovich [1963]

Класс активности карста	Показатель современной активности карста, A
1 – Чрезвычайная	> 10
2 – Очень большая	$10-1$
3 – Большая	$1-0.1$
4 – Значительная	$0.1-0.01$
5 – Малая	$0.01-0.001$
6 – Очень малая	$0.001-0.0001$
7 – Незначительная	< 0.0001



Выводы

Интенсивность карстового процесса является прямым индикатором физико-географической и геологической обстановки в районе. Анализируя полученные скорости подземной химической денудации для трех ключевых карстовых участков, мы видим, что показатели денудации изменяются в небольших пределах. Это, прежде всего, связано с тем, что все 3 участка сложены Синийскими и нижнекембрийскими карбонатами, которые находятся на одном и том же гипсометрическом уровне (400–900 м), для которого характерна избыточно-влажная климатическая фация, где господствует черневая и темнохвойная тайга с подстилающими подзолистыми и дерново-подзолистыми почвами.

Полученные значения от 49.92 до $73.75 \text{ м}^3/\text{год} \times \text{км}^2$ или $\text{мм}/1000$ лет вполне характерны для данного типа климата. Это косвенно подтверждается в сравнении с данными, полученными Ж. Корбелем в других карстовых областях умеренного климатического пояса, таких как Аляска, Канадские Кордильеры, Скандинавия и др. Сравнивая полученные показатели карбонатного карста с тропическими областями, где скорости карстовой денудации могут быть более $100 \text{ м}^3/\text{год} \times \text{км}^2$ или $\text{мм}/1000$ лет, мы можем сделать вывод, что скорости химической денудации, которые во многом являются отражением температуры и влажности климата, также контролируются законом широтной зональности. Одновременно с этим скорость карстовых процессов во многом зависит от высотного пояса, в котором они развиваются. Для Алатауско-Шорского нагорья наиболее высокие скорости карстовой денудации характерны для зоны тайги на высотах до 1000 м. Хотя опыты по определению скоростей химической денудации для более высоких высотных поясов Кузнецкого Алатау и Горной Шории не проводились, учитывая физико-географические условия, в которых здесь развивается карст, мы можем предполагать, что интенсивность карстовой денудации на высотах более 1000 м будет намного ниже благодаря более низким температурам и преобладающим типом твердых осадков.

Многочисленные мезоформы (диаметр и глубина от 5 до 50 м) карстового рельефа, выраженные эрозионно-коррозионными, провальными, суффозионными карстовыми воронками, понорами и сухими логами, наиболее характерны для диапазонов скоростей химической денудации от 20 до $80 \text{ м}^3/\text{год} \times \text{км}^2$ или $\text{мм}/1000$ лет. Данный факт подтверждается исследованиями по определению скоростей карста в других карстовых районах гор Южной Сибири со схожими физико-географическими и геологическими условиями, где скорость карстовых процессов находится в аналогичных пределах (Горный Алтай, Восточные Саяны, Хамар-Дабан). Более низкие показатели выщелачивания карбонатной породы (меньше $20 \text{ м}^3/\text{год} \times \text{км}^2$ или $\text{мм}/1000$ лет) будут выражаться в рельефе преимущественно микроформами (диаметр и глубина менее 5 м).

Выявляя локальные особенности для трех исследуемых районов, мы можем отметить, что наиболее высокие скорости подземной химической денудации характерны для Карчитского карстового участка ($73.75 \text{ м}^3/\text{год} \times \text{км}^2$ или $\text{мм}/1000$ лет). Это может быть обусловлено тем, что участок сложен более растворимыми, массивными нижнекембрийскими известняками Усинской свиты в сравнении с Синийскими мраморами Енисейской свиты, которыми преимущественно сложен Патынский подрайон и частично Портал-Хабзасский участок. Высокий показатель скорости денудации Карчитского участка также обусловлен наименьшей (в 6–7 раз) в сравнении с остальными двумя участками площадью карстового водосбора и крупным для такой площади карстовым источником (расход $0.15 \text{ м}^3/\text{с}$).

Исходя из анализа, проведенного автором во время полевых исследований морфологии форм подземного карстового рельефа изучаемых районов, можно установить, что подземный карст на данной территории, вероятно, образовался в раннечетвертичное время, но высокие скорости химической денудации на современном этапе позволяют судить, что карст имеет «омоложенный» характер благодаря активным неотектоническим движе-

ниям в современный период, свидетельством этого могут служить карстовые источники подвешенного типа, отстающие от глубинной эрозии базисных рек.

Низкие показатели активности карстового процесса (табл. 6, 7), которые, согласно классификации Г.А. Максимовича, имеют значение как «очень малая» (Патынский, Портал-Хабзасский участки) и «малая» (Карчитский участок), могут говорить о том, что данные закарстованные территории достаточно устойчивы для ведения хозяйственной деятельности.

В заключение необходимо отметить, что химическая денудация – это условная расчетная величина, показывающая, на сколько мм снизилась земная поверхность, если бы эти процессы развивались равномерно в течение 1000 лет. В этом и состоит значение показателей денудации как сравнительной величины. В связи с этим показатели химической денудации отражают интенсивность карстовых процессов только на современном этапе. В природе химическая денудация развивается неравномерно, поэтому нельзя строго судить о результатах сравнительного анализа скоростей карстовых процессов, которые были получены разными методами. Между данными величинами можно установить более или менее тесные корреляционные связи.

Список литературы

1. Бейтс Р. 1972. Определение pH. Теория и практика. Изд. 2. Л., Изд-во Химия, 400 с.
2. Беляк В.И. 1968. Количественная оценка карстовой денудации известняков Восточного Саяна. Тр. Забайк. фл-а ГО СССР, 3: 247–249.
3. Гвоздецкий Н.А. 1988. Карстовые ландшафты. М., Изд-во МГУ, 112 с.
4. Гвоздецкий Н.А. 1970. Применение количественных методов для определения скорости карстовой денудации. Вестник Московского Университета. Серия: География, 4: 19–23.
5. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000, серия Минусинская, лист N-45 XXIV. База данных государственных геологических карт. Электронный ресурс. URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (дата обращения: 18 марта 2019).
6. Геоморфологическая схема участка N-45-XXIX. База данных государственных геологических карт. Электронный ресурс. URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (дата обращения: 25 марта 2019).
7. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:20000, Кузбасская серия, N-45-XXIX (Усть-Кабырза). База данных государственных геологических карт. Электронный ресурс. URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (дата обращения: 19 марта 2019).
8. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. 1973. Общая гидрология. Л., Гидрометиздат, 463 с.
9. Дублянский В.Н., Печеркин А.И., Кожевников В.Н., Кутепов В.Н. 1984. Химическая денудация карстовых регионов и методы ее определения. В кн.: О передовом опыте в изучении карстовых процессов. М., ЦПНТГО: 6.
10. Евсеева Н.С., Осинцева Н.В. 2013. Экологическая геоморфология: учебное пособие. Томск, Издательство Томского государственного университета, 230 с.
12. Ковалёв Р.А. 2018. Скорость и активность карстовых процессов на территории Горного Алтая на примере карстового участка горы Кокуя. Труды шестой международной научно-практической конференции. М., Буки-Веди: 154–161.
13. Ковалев Р.В., Волковинцер В.И. 1968. Почвенный покров Горно-Алтайской автономной области и пути его рационального использования. В кн.: Вопросы развития сельского хозяйства Горного Алтая. Новосибирск: 73–74.
14. Костарев В.П. 2015. Это нужно знать, приступая к инженерно-геологическим изысканиям на закарстованных территориях. Материалы Международного Симпозиума. Пермь, 336 с.
15. Крапивкина Э.Д. 2009. Неморальные реликты во флоре черневой тайги Горной Шории. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 229 с.
16. Кузьмин С.Б., Плюснин В.М. 2009. Опасные геоморфологические процессы и риск природопользования. Новосибирск, Академическое изд-во «Гео», 195 с.
17. Максимович Г.А. 1963. Основы карстоведения: Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста. Пермь, Пермское книжное издательство, 445 с.



18. Максимович Г.А. 1969. Основы карстоведения: Вопросы гидрогеологии карста, реки и озёра карстовых районов, карст мела, гидротермокарст. Пермь, Пермское книжное издательство, 525 с.
19. Маринин А.М. 1990. Карст и пещеры Алтая. Новосибирск, Изд-во НГПИ, 148 с.
21. Салаиро-Кузнецкая спелеологическая провинция. Информационно-поисковая система «Пещеры». Электронный ресурс. URL: <https://speleoatlas.ru/caves/> (дата обращения: 10 апреля 2019).
11. Трофимов В.Т., Калинин Э.В. 2013. Инженерная геология России. Инженерная геодинамика территории России. М., Издательский дом КДУ, 2, 816 с.
22. Трофимова Е.В. 2006. Карстовая денудация на территории Сибири и Дальнего Востока: особенности современного развития. Геоморфология, 3: 78–84.
20. Чернов Г.А., Вдовин В.В., Окишев П.А., Петкевич М.В., Мистрюков А.А., Зяткова Л.К., Миляева Л.С. 1988. Рельеф Алтае-Саянской горной области. Новосибирск, Наука, 206 с.
23. Corbel J. 1959. Erosion en terrain calcaire. Annales de geographie, 366: 97–120.
24. Corbel J. 1957. Les karsts du nord-ouest de l'Europe et de quelques regions de comparasion. E'tude sur le role du climat dans l'erosion des calcaires. Revue Geogr. Lyon, publ. Hors serie., 541 p.
25. Pulina M. 1968. The Eastern Siberian Karst. Geographia Polonica, 14: 109–116.

References

1. Bates R. 1972. Definition pH. Theory and practice. Prod. 2. Leningrad, Chemistry Publishing house, 400 p. (in Russian).
2. Belyak V.I. 1968. Kolichestvennaya otsenka karstovoy denudatsii izvestnyakov Vostochnogo Sayana [Quantitative assessment of a karst denudation of limestones of East Sayan]. Tr. Zabayk. fl. GO USSR, 3: 247–249.
3. Gvozdetsky N.A. 1988. Karstovyye landshafty [Karst landscapes]. Moscow, MSU Publishing house, 112 p.
4. Gvozdetsky N.A. 1970. Application of the quantitative methods for determination of speed of a karst denudation. Moscow University Bulletin. Geography, 4: 19–23 (in Russian).
5. Geological map of the USSR mashtaba 1:200000, Minusinsk series, sheet N-45 XXIV. Database of the state geological maps. Electronic resource. Available at: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (accessed: 18 March 2019).
6. Geomorphological scheme of the site N-45-XXIX. Database of the state geological maps. Electronic resource. Available at: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (accessed: 25 March 2019).
7. State geological map of the Russian Federation of scale 1:20000, Kuzbass series, N-45-XXIX (Ust-Kabyrz). Database of the state geological maps. Electronic resource. Available at: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (accessed: 19 March 2019).
8. Davydov L.K., Dmitriyeva A.A., Konkina N.G. 1973. Obshchaya gidrologiya [General hydrology]. Leningrad, Gidrometizdat, 463 p.
9. Dublyanskiy V.N., Pecherkin A.I., Kozhevnikov V.N., Kutepov V.N. 1984. Khimicheskaya denudatsiya karstovykh regionov i metody ee opredeleniya [Chemical denudation of karst regions and methods of its definition]. V kn.: O peredovom opyte v izuchenii karstovykh protsessov [About the best practices in studying of karst processes]. Moscow, ZPNTGO: 6.
10. Evseeva N.S., Osintseva N.V. 2013. Ecological geomorphology: manual. Tomsk, Publishing house Tomskiy state university, 230 p. (in Russian).
12. Kovalev R.A. 2018. Speed and activity of karst processes in the territory of Mountain Altai on the example of the karst site of the mountain Kokuya. Proceedings of the Sixth International Scientific and Practical Conference. Moscow, Buki-Vedi: 154–161 (in Russian).
13. Kovalev R.V., Volkovintser V.I. 1968. Pochvennyy pokrov Gorno-Altayskoy avtonomnoy oblasti i puti ego ratsionalnogo ispolzovaniya [Soil cover of the Gorno-Altaysk autonomous region and way of its rational use]. V kn.: Voprosy razvitiya selskogo khozyaystva Gornogo Altaya [Issues of development of agriculture of Mountain Altai]. Novosibirsk: 73–74.
14. Kostarev V.P. 2015. It needs to be known, starting engineering-geological researches in carstified territories. Materials of the International Symposium. Perm, 336 p. (in Russian).
15. Krapivkina E.D. 2009. Not moral relicts in flora of a dark taiga of Gornaya Shoriya. Novosibirsk, Siberian Branch of the Russian Academy of Science Publishing house, 229 p. (in Russian).

16. Kuzmin S.B., Plyusnin V.M. 2009. Dangerous geomorphological processes and risk of environmental management. Novosibirsk, Academic publishing house "Geo", 195 p. (in Russian).
17. Maksimovich G.A. 1963. Osnovy karstovedeniya: Voprosy morfologii karsta. speleologii i gidrogeologii karsta [Karst bases: Questions of morphology of a karst, speleology and hydrogeology of a karst]. Perm, Perm book publishing house, 445 p.
18. Maksimovich G.A. 1969. Osnovy karstovedeniya. Voprosy gidrogeologii karsta. reki i ozera karstovykh rayonov. karst mela. gidrotermokarst [Karst bases. Questions of hydrogeology of a karst, river and lakes of karst areas, chalk karst, hydrothermokarst]. Perm, Perm book publishing house, 525 p.
19. Marinin A.M. 1990. Karst i peshchery Altaya [Karst and caves of Altai]. Novosibirsk, NGPI Publishing house, 148 p.
21. Salairo-Kuznetsky speleological province. Caves information retrieval system. Electronic resource. Available at: <https://speleoatlas.ru/caves/> (accessed: 19 April 2019).
11. Trofimov V.T., Kalinin E.V. 2013. Engineering geology of Russia. Engineering geodynamics of the territory of Russia. Moscow, Prod. house of KDU, 2, 816 p. (in Russian).
22. Trofimova E.V. 2006. A karst denudation in the territory of Siberia and the Far East: features of the modern development. *Geomorphology*, 3: 78–84 (in Russian).
20. Chernov G.A., Vdovin V.V., Okishev P.A., Petkevich M.V., Mistryukov A.A., Zyatko-va L.K., Milyayeva L.S. 1988. Relyef Altaye-Sayanskoy gornoy oblasti [Relief of the Altai-Sayansk mountain region]. Novosibirsk, Nauka, 206 p.
23. Corbel J. 1959. Erosion en terrain calcaire. *Annales de geographie*, 366: 97–120.
24. Corbel J. 1957. Les karsts du nord-ouest de l'Europe et de quelques regions de comparasion. E'tude sur le role du climat dans l'erosion des calcaries. *Revue Geogr. Lyon, publ. Hors serie.*, 541 p.
25. Pulina M. 1968. The Eastern Siberian Karst. *Geographia Polonica*, 14: 109–116.

Ссылка для цитирования статьи

Reference to article

- Ковалёв Р.А. 2019. Скорость подземной химической денудации и активность карстовых процессов Мрасского и Кузнецкого карстовых районов (Алатауско-Шорское нагорье) на примере ключевых карстовых участков. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 43(4): 386–399. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-386-399
- Kovalev R.A. 2019. Speed of the underground chemical denudation and activity of karst processes of Mrassky and Kuznetsk karst districts (Alatausko-Shorskoe uplands) on the example of key karst sites. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*. 43(4): 386–399 (in Russian). DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-386-399



УДК 631.95(574)

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-400-411

**ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ
ОСВОЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ****LANDSCAPE AND ECOLOGICAL BASICS OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT
OF THE TERRITORY OF THE NORTH KAZAKHSTAN REGION****С.В. Пашков****S.V. Pashkov**

Северо-Казакхстанский государственный университет им. М. Козыбаева,
Казахстан, 150000, г. Петропавловск, ул. Пушкина, 86

North Kazakhstan State University named after M. Kozhybayev,
86 Pushkin St, Petropavlovsk, 150000, Kazakhstan

E-mail: sergp2001@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются принципы ландшафтно-географической организации земледелия для староосвоенных земледельческих районов Северного Казахстана (на примере Северо-Казакхстанской области). Масштабное целинное освоение комплексных (с солонцами) почв умеренно-засушливой и сухой степи, в совокупности с их фронтальной распашкой, обусловило ряд экологических и экономических проблем. На основе и в связи с территориальными исследованиями определена динамика земледельческой освоенности всех типов ландшафтов за период 1953–2019 гг. Сделано предположение, что единственным экологоприемлемым сценарием развития отрасли должна стать ее диверсификация – отход от монозернового инварианта, а также переход на контурно-мелиоративное земледелие в сочетании с ландшафтным планированием.

Abstract

The author regards the principles of landscape and geographical organization of agriculture in the old developed regions of the country on the example of the North Kazakhstan region. The history of agriculture in the region dates back to the middle of the 18th century – plowing of meadow steppes of forest and steppe landscapes and continuous land use with varying degrees of intensity. Wide scale virgin development of complex (with saline) soils of moderately arid and dry steppes, together with their frontal plowing, caused a number of environmental and economic problems. Based on territory studies and in connection with them, the dynamics of agricultural development of all types of landscapes for 1953–2019 was determined. Currently, the potential of arable land is exceeded in all forest and steppe landscapes, which poses a threat to the environmental sustainability of agriculture. The author made the assumption that the only environmentally acceptable scenario for the development of the industry should be its diversification – a departure from the monogramming invariant, as well as a transition to contour and reclamation agriculture in combination with landscape planning.

Ключевые слова: адаптивно-ландшафтное земледелие, земледельческая освоенность, категории пахотопригодности, ландшафтное планирование, потенциал ландшафта, Северо-Казакхстанская область.

Keywords: adaptive landscape agriculture, agricultural development, arable land category, landscape planning, landscape potential, North Kazakhstan region.

Введение

Северный Казахстан – крупный природно-хозяйственный район, обладающий лучшими в стране массивами черноземных и каштановых почв в сочетании с удовлетво-

рительными агроэкологическими ресурсами (приемлемой продолжительностью безморозного периода и летним максимумом атмосферных осадков), представляет собой территорию, благоприятную для развития богарного земледелия.

Для почв Северного Казахстана и, в частности, Северо-Казахстанской области, характерна исключительная комплексность структуры почвенного покрова, проявляющаяся в том, что зональные почвы расположены не однотипными массивами, а в сложных комплексах с солонцами. Известный советский почвовед К.П. Горшенин [1955], проведя обследование указанного региона, отмечал: «...лесостепные и степные районы Западно-Сибирской низменности в пределах Северного Казахстана по составу и комплексности почвенного и растительного покрова совершенно оригинальны и неповторимы ни в какой другой части территории СССР». Именно исключительная пестрота почвенного покрова, объясняющаяся особенностями развития территории в геологическом прошлом, становится главным сдерживающим фактором активного развития земледелия. Помимо этого, для почв региона характерна небольшая мощность гумусового горизонта.

Несмотря на все указанные особенности, сельскохозяйственное землепользование является фоновым видом природопользования области на протяжении всей истории развития со значительной пространственно-временной динамикой в разрезе конкретных ландшафтов.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования выбрана Северо-Казахстанская область (далее – область) – старейший район богарного земледелия в стране. Первые очаги земледелия, появившиеся в середине XVIII в. на севере области, оставались единственными на протяжении 150 лет до тех пор, пока переселенческая политика Российской империи по крестьянской колонизации края не повлекла экспоненциальный рост площади пашни, преимущественно в северных и центральных районах лесостепной зоны с наиболее плодородными черноземными почвами и благоприятными агроэкологическими ресурсами для земледелия.

Методическая сторона исследования основывалась на эколого-ландшафтном, геосистемном (ландшафтно-географическом) и агроэкологическом научных подходах с использованием сравнительно-географического, картографического, ландшафтного и геоинформационного методов исследования. Методология базировалась на основополагающих трудах отечественных и зарубежных ученых по адаптивно-ландшафтному земледелию [Кирюшин, 1993, 2018; Система оценки ..., 2013] и ландшафтному планированию [Steinitz, 1995; Steiner, 2000; Хорошев и др., 2019]. Материалами исследования выступили ландшафтная и почвенная карты Северного Казахстана, почвенная карта Северо-Казахстанской области, а также официальные данные Комитета по статистике Министерства национальной экономики, Управлений сельского хозяйства и земельных отношений акимата Северо-Казахстанской области.

Для определения степени и динамики земледельческой освоенности ландшафтов области использовали карты землеустройства области и административных районов.

Результаты и их обсуждение

После присоединения казахов Среднего жуза к Российской империи в результате строительства линии военных поселений и закладки в 1752 г. крепости Св. Петра (с 1807 г. – г. Петропавловск) сельскохозяйственное освоение лесостепных и степных пространств Tobol-Иртышского междуречья в нынешних границах области происходило волнообразно. Первоначально оно сводилось лишь к использованию переселившимися казаками и «отставными людьми» войсковых пастбищных угодий южнолесостепных ландшафтов, неуклонно расширявшихся за счет отчуждаемых и изымаемых у местного (казахского) населения земель. Ни коренные жители (казахи), ни казаки земледелием не



занимались, хлеб и фураж поставлялись извне. Первое земледельческое освоение ландшафтов области датируется 50-ми годами XVIII в., когда северо-западнее линии укреплений возникают поселения Мавлютово, Долматово, Красноярка, Дубровное, Налобино, основанные переселенцами Ишимского уезда Тобольской губернии. Отмена «десятинной пашни» и замена на оброк стимулировали развитие земледелия: среди 11 уездов Ишимский лидировал по площади пашни – 48 078 десятин из 103 376 по всей Западной Сибири [Северо-Казахстанская область, 2004]. Небольшие площади «казенной пашни», возникшие в округе г. Петропавловска лишь в начале XIX в., в силу нерентабельности были заброшены через 10–15 лет и распаханы вновь крестьянами-переселенцами спустя 70 лет.

Формирование казачьего хозяйства еще долгое время сдерживалось отсутствием земельных наделов в личном пользовании, однако и последовавший в 1773 г. Указ «... о наделении казаков земельными паями в 6 десятин на душу мужского пола» и постепенное увеличение размера надела к 1846 г. до 30 десятин не возымели ожидаемых последствий. Поскольку земледелие среди казачества было по-прежнему явлением крайне редким, то и сколько-нибудь значимых колебаний структуры сельскохозяйственных угодий не наблюдалось. Статистические архивные данные Сибирского линейного казачьего войска зафиксировали на тот момент мизерное количество хозяйств, имевших полевою запашку: ни одного – в Становом, от 3 до 5 – в Кладбинском, Дубровном и Сенжарке, 6–10 – в Бишкеле, Лебяжьем и Полуденском, при этом средние размеры пашни на одно сеющее хозяйство колебались в районе 0.5–1.5 десятины [Ведомость Сибирского линейного..., 1767]. О ничтожно малой площади пашни в хозяйстве казаков Тоболо-Ишимской (Горькой) линии свидетельствует тот факт, что даже спустя 100 лет после начала строительства укрепительных сооружений и создания линии поселений ее доля в общей структуре сельскохозяйственных угодий не превышала 5 % с колебаниями по отдельным станицам от 0.2 до 17 %. Спустя 130 лет (1882 г.) посевная площадь едва превысила 18 тысяч десятин, из которых казачья пашня составила 15 035 десятин, остальные 3 000 десятин засевали жители единственного поселения Явленское [Россия. Полное географическое..., 1903]. Однако затем, вследствие введения в действие «Временных правил по переселению в киргизские степи сельских обывателей» от 1881 г., крестьянской колонизации края и масштабного земледельческого освоения, наблюдался резкий рост посевных площадей. По ним («Временным правилам...») на каждого переселившегося из европейской части страны (прежде всего, Полтавской и Черниговской губерний) крестьянина-переселенца мужского пола полагалось 30 десятин земли.

Крестьянская колонизация 1880–1900 гг. оказала прогрессивное влияние на социально-экономическое развитие региона: при росте населения Петропавловского уезда с 99 934 до 175 210 человек (1.75 раз) увеличение площади посева зерновых превысило 5.5 раз – с 19 200 до 107 272 десятин, а валовой сбор зерна вырос в 7.85 раз – с 688 833 до 5 407 152 пудов [Материалы по киргизскому..., 1908]. Хотя местное население и рецептировало опыт земледелия засушливых районов Европейской России, в силу резко континентального климата, а главное, примитивной технологии обработки почвы, дальнейшее развитие получила существовавшая до этого экстенсивная залежная система земледелия, когда после 6–12-летней распашки надел переводился в залежь на такой же период, благо, целинных земель было предостаточно. Последовавшая затем столыпинская реформа укрепила статус региона как крупного земледельческого района, охватив распашкой центральные колючнолесостепные районы и северную богаторазнотравную степь.

Итогом наиболее масштабной трансформации ландшафтов региона в агроландшафты – целинной эпопеи – стал рост пашни на 2.63 млн га, из которых около 2 млн га пришлось на земли I и II категорий пахотнопригодности (выщелоченные черноземы и лугово-черноземные почвы южной лесостепи, обыкновенные черноземы колючной лесостепи и умеренно-засушливой степи). Остальная площадь поднятой целины – земли III категории, почвы легкогранулометрического состава, бедные органическими веществами или с включением солонцов до 25 % (южные черноземы засушливой степи). Если в лесостепных районах площадь пашни увеличилась на 10–15 %, то в степных – выросла на 40 % (рис. 1).



Рис. 1. Территориальная динамика сельскохозяйственного освоения территории Северо-Казахстанской области по историко-географическим этапам (1752–1963 гг.)

Fig. 1. Territorial dynamics of agricultural development of the territory of North Kazakhstan region according to historical and geographical stages (1752–1963)

Адаптация сельскохозяйственного землепользования и конструирования агроландшафтов области к ландшафтно-экологическим особенностям местности имеют ряд особенностей. Прежде всего это касается формирования крупных сельскохозяйственных предприятий степной зоны в целинные годы: высокий процент (≥ 25) солонцов от общей площади земельных массивов целинных и залежных земель рассматривался в то время как основной, если не главный показатель непригодности под строительство нового зернового совхоза [Природное районирование Северного..., 1960].

Наиболее ощутимыми геоэкологическими последствиями закладывания 400-гектарных клеток целинной пашни и укрупнения земельных (прежде всего, пахотных) контуров агроландшафтов, особенно зерновых совхозов степной зоны области, явились активизация эрозионных процессов (прежде всего, овражной эрозии), ухудшение микроклимата пашенных геосистем, спрямление малых рек и ручьев и т. д. Но после перехода на адаптивно-ландшафтное земледелие противоэрозионные и почвозащитные мероприятия включали отказ от традиционной целинной прямоугольно-прямолинейной организации территории в пользу контурно-мелиоративного обустройства агроландшафтов с оптимальной конфигурацией для каждого контура пашни на основе природных возможностей и особенностей конкретных ландшафтов.

Сиюминутные экономические выгоды использования мощной и широкозахватной сельскохозяйственной техники для обработки крупноконтурных полей прямоугольно-прямолинейной конфигурации сбили с толку с ухудшением водного, воздушного и теплового режимов пахотных земель, подплужным уплотнением, и, как следствие, общим недобором урожая в ближней перспективе. Холистический принцип целинного земледелия показал свою несостоятельность уже в следующей пятилетке. Лишь в благоприятном



для земледельцев 1956 г. был получен высокий по тем временам урожай (в среднем по области – 13 ц/га), и то исключительно благодаря обильным осадкам в вегетационный период. Вопросы сплошной (фронтальной) распашки стали подниматься учеными сразу, но критически освещаться – лишь с середины 70-х гг., когда «наверху» стала очевидна бессмысленность и провальная ставка на «быстрый» хлеб.

Первое природно-сельскохозяйственное районирование территории Северного Казахстана было проведено по итогам работы Кустанайской и Целинной экспедиций географического факультета МГУ (1955–1966 гг.) и включало ландшафтно-типологическую съемку по результатам ключевых и маршрутных исследований. Рассматриваемая область расположена в зоне сочленения Западно-Сибирской равнины и Казахского мелкосопочника, что предопределило разнообразие и сложность ландшафтного пространства. Такими авторами, как В.А. Николаев и И.И. Мамай [Атлас Целинного края..., 1964], ландшафты региона с точки зрения сельскохозяйственной ценности дифференцированы на мелкосопочники и низкие горы, междуречные равнины, речные равнины и озерные впадины, с расчетом (впервые) доли пахотнопригодных земель от площади каждого ландшафта в целом. Помимо этого, для кормовых угодий ландшафтов определена пригодность для выпаса и урожайность в сухой массе (ц/га). Результирующая часть исследования положена в основу карты сельскохозяйственной оценки ландшафтов Целинного края (масштаб 1:3000000) с выделением 45 природно-земледельческих районов. Солонцовая комплексность ландшафтов, по расчетам указанных авторов, колеблется от 30 до 50 %, тогда как С.А. Николаева определяет диапазон еще шире: от 5–10 % на севере до 60–70 % на юге [География производительных сил..., 1972].

Основу районирования составили обобщенные данные агропроизводственной группировки и бонитировочной оценки пахотнопригодных земель и кормовых угодий. Важнейшим критериальным свойством данного районирования выступили почвенно-биоклиматические показатели, обуславливающие биоэкологический потенциал и продуктивность ландшафтов. В разрезе области отмечается высокое природно-технологическое и культуртехническое состояние лесостепных ландшафтов (так называемые «чистые» угодья) и постепенное его понижение к югу, достигающее минимума в сухостепной зоне, на юго-востоке области. Там, особенно в Уалихановском районе, пашня и пастбища осложнены прежде всего обилием солонцов и солончаков (почвы озерных впадин-грабен), а также выходом коренных пород Казахского мелкосопочника, кочковатостью и закустаренностью.

Наиболее действенным инструментом управления землепользованием на сегодняшний день выступает ландшафтное планирование. Ландшафтное планирование имеет множество определений, но большинство авторов дефинируют им пространственно-временную организацию хозяйственной деятельности в пределах конкретных ландшафтов при условии поддержания и(или) улучшения их способностей к ресурсо- и средовоспроизводству. Первые исследования отечественных ученых в этой области носили ярко выраженный практико-ориентированный характер [Зворыкин и др., 1958; Видина, Цесельчук, 1961]. По итогам работ вышеупомянутых экспедиций В.А. Николаевым впервые для территории Северного Казахстана и области, в частности при составлении картографических произведений, реализован полимасштабный подход, при котором в агроландшафтном районировании территории были учтены локальные единицы ранга урочища [Атлас Целинного края, 1964]. Актуализация данного районирования является приоритетным направлением развития адаптивно-ландшафтного земледелия, особенно в староосвоенных районах области.

С агрохозяйственной точки зрения наиболее ценными в области считаются плакорные ландшафты – суглинистые древнеозерные равнины с разнотравно-красноковыльными степями на черноземах обыкновенных, с высшей долей пахотнопригодных земель от площади ландшафта – 50–60 % в лесостепной зоне и ≥ 90 % – в степной (табл. 1).

Table 1

Динамика земледельческой освоенности ландшафтов Северо-Казахстанской области
Dynamics of agricultural development of landscapes of the North Kazakhstan region

Подтипы ландшафта*	Доля от площади области (%)**	Площадь пашни в % от ландшафта в целом				
		Потенциал ландшафта*	1953 год**	1963 год **	1995 год	2019 год
Лесостепные						
Возвышенно-равнинный с ковыльно-разнотравными луговыми степями на черноземах обыкновенных и березовыми колками на серых лесных почвах и солодах	2.6	50–60	30–35	50–65	40–45	55–60
Низменно-равнинный со злаково-разнотравными луговыми степями на черноземах обыкновенных и осиново-березовыми колками на солодах, часто в комплексе с лугово-степными солонцами	4.2	40–50	30–40	40–55	30–40	40–50
Равнинный с разнотравно-красноковыльными степями на черноземах обыкновенных и осиново-березовыми колками на солодах	19.2	50–70	50–60	60–70	40–50	65–70
Гривисто-равнинный с разнотравно-красноковыльными степями на черноземах обыкновенных и осиново-березовыми колками на солодах	4.3	40–50	20–30	40–50	30–40	45–50
Цокольно-равнинный с разнотравно-ковыльными степями на черноземах южных солонцеватых в комплексе со степными солонцами	0.6	30–40	10–15	20–30	20–30	25–35
Степные						
Древнеозерный равнинный с разнотравно-красноковыльными степями на черноземах обыкновенных	34.9	≥ 90	30–50	75–85	45–55	80–90
Озерно-равнинный с разнотравно-ковыльными степями на черноземах южных, часто солонцеватых	3.2	40–60	20–25	40–50	15–25	35–50
Цокольно-равнинный с разнотравно-красноковыльными степями на черноземах южных, часто солонцеватых	4.0	60–80	10–15	50–70	40–60	55–70
Древнеозерно-равнинный с разнотравно-ковыльными степями на черноземах южных солонцеватых в комплексе со степными солонцами	4.2	30–40	0–10	40–50	10–20	15–30
Равнинный с разнотравно-ковыльными степями на черноземах южных, карбонатных	5.8	70–90	20–30	60–80	30–50	40–60
Луговой и лиманно-озерный с разнотравно-злаковыми солончаковыми лугами	3.1	10–20	0–10	10–15	0–5	5–10
Солонцово-лугово-степной с комплексом солонцов, черноземов солонцеватых и лугово-черноземных почв под полынно-типчаковой и разнотравно-злаковой растительностью	1.5	≤ 10	0	15–20	0	0
Солонцово-лугово-степной с комплексом пустынно-степных солонцов, каштановых солонцеватых и лугово-каштановых почв под полынной, полынно-типчаковой и типчаково-ковыльной растительностью	0.6	10–20	0	20–30	0	0
Солончаково-солонцовый с полынно-типчаковыми, полынными и солянково-полынными группировками	6.0	–	0	0	0	0

* Подтипы и потенциал ландшафтов взяты из пояснительной записки к ландшафтной карте [Атлас Целинного края, 1964].

** Доля каждого подтипа от площади области и пахотнопригодных земель от ландшафта в целом в 1953 г. (до начала освоения целинных земель) и 1963 г. (официального завершения освоения) рассчитаны на основе карты освоения целинных земель [Атлас Целинного края, 1964].

Проанализировав потенциал пашни лесостепных и степных ландшафтов области, степень их сельскохозяйственной освоенности в разные периоды социально-экономического развития (1953–2019 гг.), целесообразно отметить следующие особенности:

1. Освоение пахотнопригодных земель лесостепных ландшафтов области было максимальным на момент начала целинной кампании (~ 60 %) в связи с преобладающим заселением этих районов по сравнению с остальной территорией.

2. В ходе освоения целинных земель абсолютный рост пашни зафиксирован на древнеозерных равнинных ландшафтах с разнотравно-красноковыльными степями на черноземах обыкновенных на востоке области, тогда как в центральной части и на западе земли этого подтипа ландшафтов были освоены ранее. В относительном выражении – цокольно-равнинные ландшафты с разнотравно-красноковыльными степями на черноземах южных, часто солонцеватых, показали 4–5-кратный рост сельскохозяйственной освоенности.

3. В период социально-экономического кризиса 1992–1998 гг. произошел резкий спад площади пашни, лишь за год (с 1995 по 1996 г.) площадь сократилась на 760 тыс. га, а всего залежи за эти годы расширились до 1.1 млн га. Почти или полностью было прекращено земледелие на землях III категории, а также было выведено из оборота 20–30 % земель II категории пахотнопригодности на востоке области в пределах разнотравно-злаковых солончаковых лугов, солонцово-лугово-степных и солонцово-солончаковых почв.

4. В настоящее время потенциал пашни максимально использован во всех подтипах лесостепных ландшафтов, более того, наблюдается конфликтная ландшафтно-планировочная ситуация превышения потенциала за счет парцеллярной распашки урочищ наиболее плодородных лугово-черноземных степей (рис. 2) и охранной зоны меж- и околоколочных пространств. В данном случае из-за расширения продуктивного ядра агроландшафтов работает приоритет экономической целесообразности над экологической устойчивостью.



Рис. 2. Распаханное урочище целинной луговой степи южнолесостепных ландшафтов (Кызылжарский район, май 2018 г.)

Fig. 2. Plowed tract of virgin meadow steppe of south forest and steppe landscapes (Kyzylzharsky district, May 2018)

Низкая экологическая устойчивость постцелинного землепользования носила полигенетический характер, однако детерминирующими факторами являлись: водная эрозия на склоновых землях, склоновая и сплошная (фронтальная) целинная распашка с несоблюдением агроэкологических норм степного земледелия, дегумификация почв и сильный вынос биогенов.

Внедрение современных агротехнологий (по объему инвестиций на 1 га богарной пашни агроформирования лесостепной зоны области в 3–5 раз превосходят остальные регионы страны) позволяет активизировать мощный ресурсный потенциал региона в целях достижения (пропорционально затратам) максимальной продуктивности пашни, минимизировав экологические риски земледелия.

Для достижения экологического баланса в агроландшафтах важно соблюдение соотношения пашня/кормовые угодья. До 1881 г., как было указано выше, доля пахотных земель не превышала 5 % от всех сельскохозяйственных угодий, однако затем, к моменту завершения столыпинской реформы (1916 г.), она составляла уже 23 %, а перед освоением целинных земель была максимальной в Казахской ССР – 30 %. В 1963 г. область лидировала по доли пашни к остальным сельскохозяйственным угодьям – 65.7 % (абсолютный максимум), в дальнейшем происходила незначительная понижающая динамика. В настоящее время соотношение основных элементов агроландшафтов лесостепной и степной зон области выглядит следующим образом (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Усредненная структура агроландшафтов Северо-Казахстанской области
в разрезе природных зон (в %)
Averaged structure of agrarian landscapes of North Kazakhstan region by natural zones (%)

Компоненты агроландшафта	Лесостепь	Степь
Лесные	14–16	2–4
Лесокультурные	5–7	3–5
Сенокосные	4–6	2–3
Пастбищные	30–35	40–45
Полевые	35–40	35–45
Водные	6–9	4–6

При сравнении удельного веса и доли компонентов в общей структуре агроландшафтов намного предпочтительнее в плане экологической устойчивости выглядят агроландшафты лесостепной зоны за счет большей зональной лесистости, облесенности, обводненности и других средостабилизирующих угодий, а главное, меньшей доли пашни.

Земледелие области являлось до недавнего времени исторически сложившимся монузерновым инвариантом, претерпевавшим незначительные изменения в связи с пространственно-временными колебаниями площади и структуры посевов. После объявления в 2015 г. курса на диверсификацию посевных площадей происходят масштабные структурные изменения, призванные в итоге сократить зерновой клин с 68 % до 40 % к 2023 г. в пользу масличных культур (яровой рапс). Весьма показательное сравнение среднемноголетней урожайности зерновых культур в хозяйствах лесостепной и степной зон в разные периоды социально-экономического развития (доцелинный, целинный, постцелинный (советский), кризисный, посткризисный). Несмотря на староосвоенность и высокую выпашанность почв агроландшафтов лесостепной зоны уже до начала освоения целинных земель, на всем протяжении наблюдений здесь отмечается более высокая урожайность зерновых (прежде всего пшеницы) за счет меньшей доли пашни и положительной роли средостабилизирующих угодий в формировании мезоклимата и характере увлажнения (рис. 3).

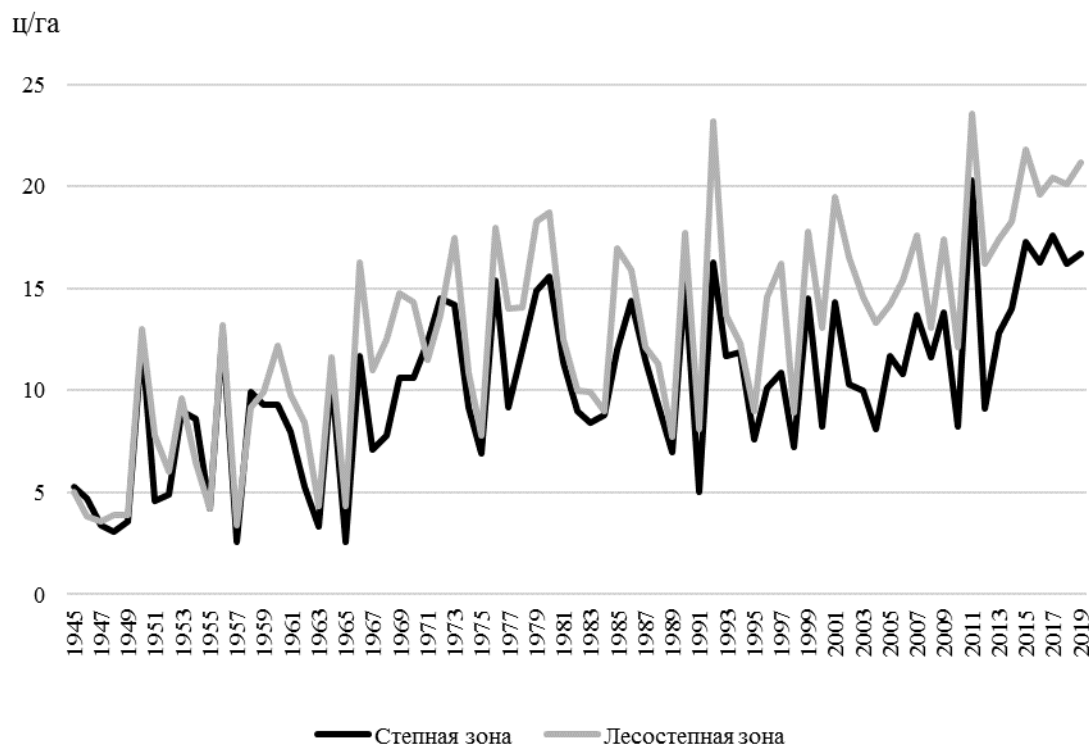


Рис. 3. Динамика урожайности зерновых культур в агроландшафтах лесостепной и степной зон Северо-Казахстанской области за 1945–2019 гг. [Средняя урожайность зерновых..., 2019]

Fig. 3. The dynamics of crop yields in agrarian landscapes of the forest and steppe and steppe zones of the North Kazakhstan region for 1945–2019 [The average yield ..., 2019]

Расхожим аргументом низкой среднемноголетней урожайности зерновых в советском прошлом служило утверждение о резко континентальном засушливом климате. Однако повышение среднемноголетней урожайности в агроландшафтах обеих природных зон, особенно в посткризисный период (в сравнении с доцелинными показателями среднемноголетняя урожайность в лесостепных агроландшафтах повысилась в 3.2 раза, в степных – 2.4 раза) объясняется переходом на контурно-мелиоративное землеустройство полевых выделов (прежде всего за счет снижения средней площади контура пашни), внедрением передовых технологий возделывания сельскохозяйственных культур и высоким уровнем информационно-технологического обеспечения земледелия области (смарт-земледелие). В разрезе хозяйств области (с примерно равным бонитировочным баллом почв) средняя урожайность зерновых в агроформированиях, внедривших адаптивно-ландшафтную систему земледелия, выше до 20–25 % в лесостепной и на 30–40 % – в степной зонах [Шаяхметова, 2017], что соответствует литературным данным [Линкина и др., 2016]. Абсолютный максимум урожайности яровой пшеницы в Северном Казахстане зафиксирован на полях лесостепных равнинно-мелкосопочных ландшафтов на черноземах обыкновенных (Айыртауский район) в 2018 г.: в ТОО «Бабык-Бурлук» – 62.5 ц/га, годом ранее – в соседнем хозяйстве ТОО «Тукум» – 55 ц/га, тогда как в советское время средняя урожайность колебалась в пределах 14–15 ц/га, а максимальная едва достигала 25 ц/га. Вытекающая отсюда проблема экологической устойчивости агроландшафтов, а именно положительного баланса гумуса и биогенов, связана с возросшей интенсивностью круговорота (прежде всего выноса) веществ и энергии в агроэкосистемах области в связи с культивированием новых почвоистощающих культур, что подтверждают данные геомониторинга на стационарных и полустационарных экологических площадках.

В связи с этим конструирование севооборотов и выстраивание сбалансированного механизма внесения удобрений призваны достичь положительного баланса гумуса и

биогенов. Исследованиями доказано, что единого рецепта сохранения и воспроизводства плодородия почв в агроландшафтах области не существует. Не только для каждой природной зоны, но даже для агроландшафтов соседних агроформирований необходимы тщательно выверенная органоминеральная система удобрений из местного сырья, дифференцированный подход с учетом геоморфологических особенностей к обработке почвы, применение различных типов плодосмен с сидеральными парами.

Помимо этого, для формирования положительного баланса гумуса важную роль играют способы и системы обработки почвы. Производственные опыты Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции и многих хозяйств области показали, что наиболее оптимальным вариантом для всех типов почв является отвальная обработка пашни до 25 см, при которой равномерно запахиваются органические остатки по всему профилю обрабатываемого слоя (с формированием там очага активности почвенных микроорганизмов). Набирающая обороты в области безотвальная обработка почв в целостном сберегающем земледелии хотя радикальным образом и увеличивает накопление влаги, однако затрудняет процесс гумусообразования в подпахотном слое (в связи с тяжелым гранулометрическим составом суглинистых черноземов), что неизбежно приводит к недобору урожая в средне- и долгосрочной перспективах.

Экологическая устойчивость агроландшафта напрямую зависит от его экологической емкости. Экологическая емкость агроландшафта – это предельная величина агрогенной нагрузки, которую способен выдерживать агроландшафт при сохранении экологической и агрономической устойчивости. Данное понятие – многомерное, несмотря на ключевую роль почвы как основного элемента агроландшафта, и определяется разными видами нагрузок на все элементы системы. Соответствие антропогенной (агрогенной) нагрузки экологической емкости агроландшафта должно достигаться для каждой природно-сельскохозяйственной провинции путем производственных опытов на имеющихся стационарных и полустационарных экологических площадках.

Заключение

Внедрение адаптивно-ландшафтной системы земледелия в Северо-Казахстанской области успешно реализуется путем оптимизации (диверсификации) структуры посевных площадей, выведения малопродуктивной пашни умеренно-засушливой и сухой степи из оборота, конструирования контура пашни на ландшафтной основе и освоения зональной структуры научно обоснованных севооборотов. Это подтверждается максимальными абсолютными и среднегодовыми урожаями зерновых культур в Северном Казахстане при сохраняющемся положительном балансе гумуса и биогенов. В системе земледелия области впервые в стране (зона богарного земледелия) экологически гармонизирована структура посевных площадей и культур с учетом их агроэкологических особенностей возделывания под зональные ландшафтные условия. Одним из важнейших факторов успешного развития адаптивно-ландшафтного земледелия является определение допустимой нормы пашни в структуре агроландшафта. В результате агрохозяйственного освоения и континуального землепользования с середины XVIII в. потенциал пашни плакорных ландшафтов южно- и колючестепной подзон оказался превышен, что таит угрозу сохранения биологического, почвенного и ландшафтного разнообразия. Систему адаптивно-ландшафтного земледелия целесообразно разрабатывать и внедрять с эколого-экономической точки зрения на внутрихозяйственном уровне, где по результатам почвенного обследования элементарных ареалов агроландшафтов выделяются агроэкологические типы земель. Трансляция опыта на другие агроформирования области и природно-земледельческие районы в целом возможна только после верификационных работ в реперных (маркерных) хозяйствах.



Список литературы

1. Атлас Целинного края. 1964. М., ГУГК, 49 с.
2. Ведомость Сибирского линейного казачьего войска о состоянии земледелия на Горькой линии. 1767. ГАСКО. Ф.158. Оп. 2. Д. 11. Л. 61–62.
3. Видина А.А., Цесельчук Ю.Н. 1961. Ландшафтные исследования для целей сельского хозяйства и возможности использования ландшафтных карт. Материалы к V Всесоюзному совещанию по вопросам ландшафтоведения. М., Геогр. ф-т МГУ: 160–169.
4. География производительных сил Северного Казахстана. Природные условия и ресурсы. 1972. М., Московский Университет, 369 с.
5. Горшенин К.П. 1955. Почвы Западной Сибири (от Урала до Байкала). М., Изд-во АН СССР, 590 с.
6. Зворыкин К.В., Перцева А.А., Цедлер Е.Э. 1958. Из опыта работ по типологии и качественной оценке пахотных земель. Вопросы географии, 43: 83–108.
7. Кирюшин В.И. 1993. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. М., Пушкино, 64 с.
8. Кирюшин В.И. 2018. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов. СПб, КВАДРО, 568 с.
9. Линкина А.В., Лопырев М.И., Недикова Е.В. 2016. Влияние соотношения средостабилизирующих и дестабилизирующих земельных угодий на порогуустойчивость ландшафтов и плодородие почв. Вестник Воронежского государственного аграрного университета. Сельскохозяйственные науки, 32 (49): 60–65.
10. Материалы по киргизскому землепользованию. Акмолинская область. Петропавловский уезд. 1908. Чернигов, 746 с.
11. Природное районирование Северного Казахстана. 1960. М.-Л., Изд-во АН СССР, 468 с.
12. Россия. Полное географическое описание нашего отечества: настольная и дорожная книга для русских людей. 1903. СПб, 18, 229.
13. Северо-Казахстанская область. Энциклопедия. 2004. Алматы, Арыс, 672 с.
14. Система оценки устойчивости агроландшафтов для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов. 2013. Курск, ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 50 с.
15. Средняя урожайность зерновых культур в Северо-Казахстанской области в 1945–2019 гг. 2019. Справка Управления сельского хозяйства акимата Северо-Казахстанской области.
16. Хорошев А.В., Авессаломова И.А., Дьяконов К.Н., Иванов А.Н., Калущков В.Н., Мата-сов В.М., Низовцев В.А., Сысуев В.В., Харитонов Т.И., Чижова В.П., Эрман Н.М., Лошин-ская Е.С. 2019. Теория и методология ландшафтного планирования. М., Тов-во научных изданий КМК, 444 с.
17. Шаяхметова А.С. 2017. Агроландшафтная система земледелия Северо-Казахстанской области. Петропавловск, Изд-во СКГУ им. М. Козыбаева, 150 с.
18. Steiner F. 2000. The living landscape: an ecological approach to landscape planning. 2nd ed. New York, McGraw-Hill, 477 p.
19. Steinitz C. 1995. A framework for planning practice and education. Ecological landscape planning, 42–54.

References

1. Atlas Celinnogo kraja [Atlas of the virgin land]. 1964. M., MOGC, 49 p.
2. Vedomost' Sibirskogo linejnogo kazach'ego vojska o sostojanii zemledelija na Gor'koj linii [Statement of the Siberian linear Cossack army on the state of agriculture on the Gorky line]. 1767. GASCO. F.158. Op. 2. D.11. L.61–62.
3. Vidina A.A., Tseselchuk Yu.N. 1961. Landshaftnyye issledovaniya dlya tseley selskogo kho-zyaystva i vozmozhnosti ispolzovaniya landshaftnykh kart. Materialy k V Vsesoyuznomu soveshchaniyu po voprosam landshaftovedeniya. [Landscape research for agricultural purposes and the possibility of using landscape maps. Materials for the V All-Union meeting on landscape science]. Moscow, Geogr. Faculty of Moscow State University: 160–169.

4. Geografija proizvoditel'nyh sil Severnogo Kazakhstana. Prirodnye uslovija i resursy [Geography of the productive forces of Northern Kazakhstan. Natural conditions and resources]. 1972. Moscow, Moscow University, 369 p.
5. Gorshenin K.P. 1955. Pochvy Zapadnoy Sibiri (ot Urala do Baykala) [Soils of Western Siberia (from the Urals to Lake Baikal)]. Moscow, Academy of Sciences of the USSR, 590 p.
6. Zvorykin K.V., Perceva A.A., Cedeler E.Je. 1958. Iz opyta rabot po tipologii i kachestvennoy otsenke pakhotnykh zemel [From experience in typology and qualitative assessment of arable land]. Questions of Geography, 43: 86–108.
7. Kiryushin V.I. 1993. Kontseptsiya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya [The concept of adaptive landscape farming]. Moscow, Pushchino, 64 p.
8. Kiryushin V.I. 2018. Ecological basis for the design of agricultural landscapes. St. Petersburg, Quadro, 568 p. (in Russian).
9. Linkina A.V., Lopyrev M.I., Nedikova E.V. 2016. The effect of the ratio of medium stabilizing and destabilizing land on the threshold stability of landscapes and soil fertility. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. Agricultural Sciences, 32 (49): 60–65 (in Russian).
10. Materialy po kirgizskomu zemlepol'zovaniju. Akmolinskaja oblast'. Petropavlovskij uezd [Materials on Kyrgyz land use. Akmola region. Petropavlovsk County]. 1908. Chernigov, 746 p.
11. Prirodnoe rajonirovanie Severnogo Kazakhstana [Natural zoning of Northern Kazakhstan]. 1960. Moscow-Leningrad, Academy of Sciences of the USSR, 468 p.
12. Rossiya. Polnoe geograficheskoe opisanie nashego otechestva: nastol'naja i dorozhnaja kniga dlja russkikh ljudej [Russia. A complete geographical description of our country: a handbook and a travel book for Russian people]. 1903. St. Petersburg, 18, 229.
13. Severo-Kazhastanskaja oblast'. Jenciklopedija [North Kazakhstan region. Encyclopedia]. 2004. Almaty, Arys, 672 p.
14. Sistema ocenki ustojchivosti agrolandshaftov dlja formirovanija jekologicheskij sbalansirovannyh agrolandshaftov [A system for assessing the stability of agrolandscapes for the formation of ecologically balanced of agrolandscapes]. 2013. Kursk, ARRIVSHE RAAS, 50 p.
15. Srednjaja urozhajnost' zernovykh kul'tur v Severo-Kazhastanskij oblasti v 1945–2019 gg. [The average yield of grain crops in the North Kazakhstan region in 1945–2019]. 2019. Certificate of the Department of Agriculture of the Akimat of the North Kazakhstan Region.
16. Khoroshev A.V., Absalomova I.A., Dyakonov K.N., Ivanov A.N., Kaluckov V.N., Matasov V.M., Nizovcev V.A., Sysuev V.V., Haritonova T.I., Chizhova V.P., Jerman N.M., Loshhinskaja E.S. 2019. Theory and methodology of landscape planning. M., Commodity of scientific publications of KMK, 444 p. (in Russian).
17. Shayakhmetova A.S. 2017. Agrolandscape farming system of the North Kazakhstan region. Petropavlovsk, NKSU named after M. Kozybayev, 150 p. (in Russian).
18. Steiner F. 2000. The living landscape: an ecological approach to landscape planning. 2nd ed. New York, McGraw-Hill, 477 p.
19. Steinitz C. 1995. A framework for planning practice and education. Ecological landscape planning, 42–54.

Ссылка для цитирования статьи **Link for article citation**

Пашков С.В. 2019. Ландшафтно-экологические основы земледельческой освоенности территории Северо-Казахстанской области. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 43(4): 400–411. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-400-411

Pashkov S.V. 2019. Landscape and ecological basics of agricultural development of the territory of the North Kazakhstan region. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series. 43(4): 400–411 (in Russian). DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-400-411



УДК 502/504:551.583

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-412-424

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОГО ЯМАЛА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА**FORMATION OF GEOECOLOGICAL CONDITIONS OF THE COASTAL MARINE REGION OF THE WESTERN YAMAL UNDER CLIMATE CHANGE****Р.С. Широков**
R.S. ShirokovГосударственный университет по землеустройству,
Россия, 105064, г. Москва, ул. Казакова, 15State University of Land Use Planning,
15 Kazakova St, Moscow, 105064, Russia

E-mail: shirocov@gmail.com

Аннотация

Результаты длительного мониторинга и криолитозоны однозначно демонстрируют деградацию мерзлых пород, как в континентальных, так и в субаквальных условиях западного сектора Российской Арктики. Прибрежно-морская область Западного Ямала – наиболее показательная и уязвимая территория при климатических изменениях. Оценка изменений геоэкологических условий в Арктике при потеплении климата и промышленном освоении в последние десятилетия выдвинулась в ряд приоритетных проблем. На фоне наблюдаемой динамики климата изучение геоэкологических процессов становится особенно актуальным при составлении перспективных планов развития климатозависимых отраслей хозяйственной деятельности. Изменение климатических условий влияет на социально-экономическую деятельность регионов, условия проживания людей и здоровье населения. Также приводит к изменениям в природной среде и отражается на видовом составе флоры и фауны, уровне рек, погодных условиях, сезонной ритмике, таянии многолетнемерзлых пород, распространении ареалов природно-очаговых заболеваний и т. д. влечет за собой создание пожароопасной обстановки, провоцирует экологические катастрофы.

Abstract

The coastal-marine region of Western Yamal is the most model and vulnerable area under climatic changes. Against the background of the observed climate dynamics, the study of geoeological processes becomes especially relevant when drawing up long-term plans for the development of climate-dependent branches of economic activity. Changes in climatic conditions affecting permafrost, sea hydrology, as well as the potential increase in negative anthropogenic pressures associated with growth, oil and gas production in the Arctic and the development of related infrastructure, sharply increase the level of geoeological risks. Climate warming and changing environmental conditions are changing the geo-ecological and land-use conditions. Climate change: affects the socio-economic activity of the regions, living conditions of people and public health; leads to changes in the natural environment and is reflected in the species composition of flora and fauna, river levels, weather conditions, seasonal rhythm, thawing of permafrost, the distribution of areas of natural focal diseases, etc.; may entail the creation of a fire hazard, the possibility of environmental disasters. Estimated climate change can have both positive and negative impacts.

Ключевые слова: геоэкология, деградация криолитозоны, изменение климата, термическое состояние мерзлоты, природопользование, Западный Ямал.

Keywords: geoeology, cryolithozone degradation, climate change, thermal state of permafrost, nature management, West Yamal.

Введение

Оценка изменений геоэкологических условий в Арктике при потеплении климата и промышленном освоении в последние десятилетия выдвинулась в ряд приоритетных проблем. Изменения климатических условий, влияющих на многолетнемерзлые породы, гидрологию моря, а также потенциальное увеличение негативной антропогенной нагрузки, связанной с ростом добычи нефти и газа в Арктике и развитием сопутствующей инфраструктуры, резко повышают уровень геоэкологических рисков. Потепление климата и изменение природной обстановки меняют геоэкологические условия и условия землепользования.

Комплекс исследований, включающих климатические, морские, гидрологические наблюдения, изучение морфологии и ландшафтной структуры, динамики мерзлоты и неблагоприятных криогенных процессов, проводится на западном побережье Ямала в районе полярной станции Марре-Сале (рис. 1). Территория была выбрана в качестве модельной, поскольку здесь присутствуют и проявляются все особенности природной обстановки. В районе Марре-Сале представлены основные морфологические уровни: третья морская терраса, низкие и высокие речные поймы, современные низкие аккумулятивные образования (морские лайды). Территория относится к типичным тундрам с полным набором характерных растительных сообществ. Повсеместно распространены сплошные многолетнемерзлые породы. Характерными особенностями землепользования являются сочетание на одной территории традиционного образа жизни коренных народов и промышленного нефтегазового освоения.

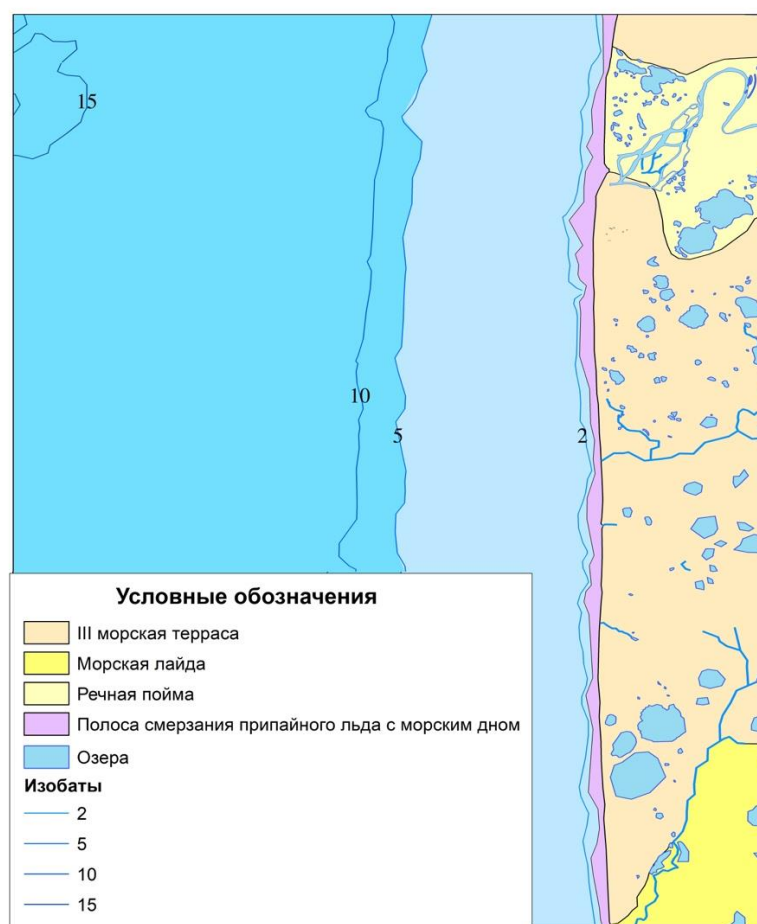


Рис. 1. Модельный участок изучения геоэкологических условий в прибрежно-морской области Западного Ямала

Fig. 1. A model site for the study of geoecological conditions in the coastal marine region of Western Yamal



На фоне наблюдаемой динамики климата изучение геоэкологических условий становится особенно актуальным при составлении перспективных планов развития климатозависимых отраслей хозяйственной деятельности.

Изменение климатических условий:

- влияет на социально-экономическую деятельность регионов, условия проживания коренных народов и здоровье населения;
- ведет к изменениям в природной среде и отражается на видовом составе флоры и фауны, уровне рек, погодных условиях, сезонной ритмике, оттаиванию многолетнемерзлых пород, распространению ареалов природно-очаговых заболеваний и т. д.;
- ведет к пожароопасной обстановке, чем повышает вероятность возникновения экологических катастроф.

Предполагаемые изменения климата могут оказать как позитивное, так и негативное воздействие [Кочуров др., 2009; Шац, 2010; Широков, 2019].

Объекты исследования

Тренды изменения природной обстановки в прибрежно-морской области. Климат

Температура воздуха. На основании многолетних данных метеонаблюдений установлено, что начиная с 1970-х гг. в Арктике в целом и на Западном Ямале в частности наблюдается ярко выраженное потепление. Оно происходит синхронно для всего региона Западной Арктики, при этом не монотонно, а с некоторыми кратковременными флуктуациями как в сторону повышения, так и в сторону понижения среднегодовой температуры. В целом градиент повышения среднегодовой температуры за 1970–2018 гг. составил около $2.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, т. е. $0.04\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год}$ (рис. 2). Это высокие значения градиента повышения температуры. При этом следует понимать, что не существует никаких подтверждений того, что такие темпы потепления климата сохранятся и в дальнейшем.

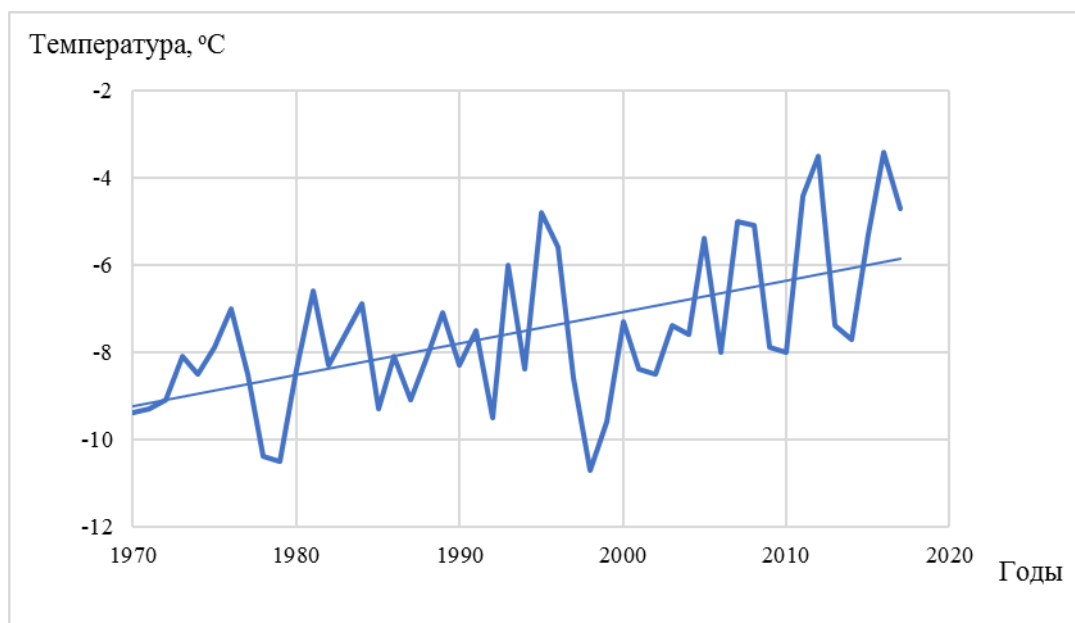


Рис. 2. Изменение среднегодовой температуры воздуха во времени и линейный тренд по данным полярной станции Марре-Сале

Fig. 2. The change in the average annual air temperature over time and a linear trend according to the polar station Marre-Sale

В последние десятилетия принято прогнозировать климатические изменения на основании семейства (ансамбля) климатических моделей [Анисимов и др., 2003; IPCC..., 2013; IPCC..., 2014], каждая из которых обладает собственным набором достоинств и не-

достатков. Анализ данных с использованием семейства моделей позволяет в какой-то мере сгладить их индивидуальные недостатки и получить более достоверные оценки. Полученные нами данные по трендам среднегодовой температуры воздуха показывают, что в течение последних 50 лет на Западном Ямале реализуется умеренный, но приближающийся к «жесткому» сценарий потепления климата с ростом среднегодовых температур до 4.0–5.5 °C/100 лет. Катастрофический сценарий предусматривает рост температуры на 6 °C/100 лет и более. Приемлемым, не вызывающим необратимых изменений считается уровень потепления в 2 °C/100 лет [IPCC..., 2018]. Не установлено возрастания числа аномалий температуры воздуха при потеплении климата.

Продолжительность теплого периода. Анализ климатических данных по полярной станции Марре-Сале показывает, что для Западного Ямала наблюдается увеличение продолжительности теплого периода (рис. 3).

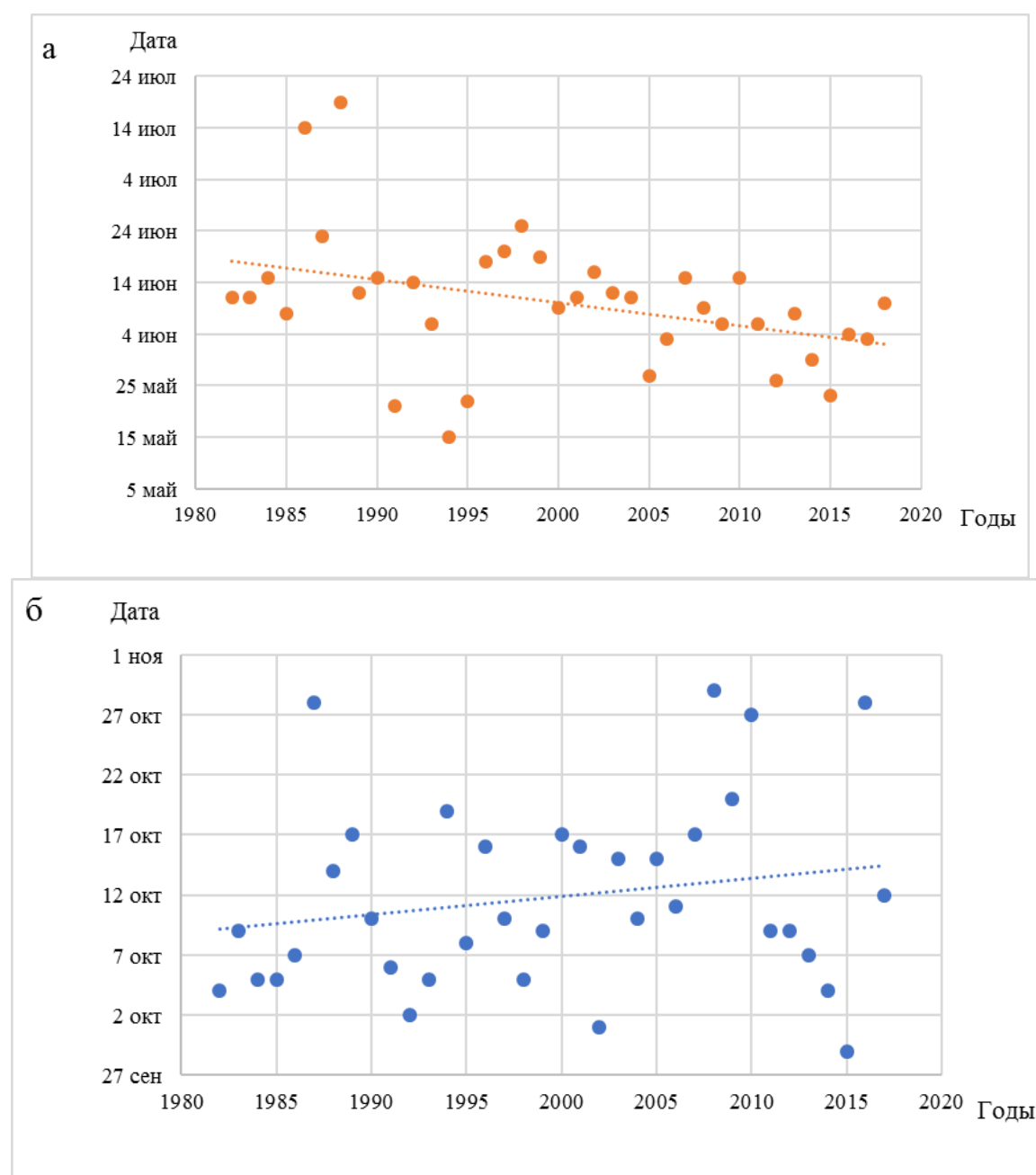


Рис. 3. Изменение дат весеннего (а) и осеннего (б) устойчивого перехода дневной температуры через ноль
 Fig. 3. Change in the dates of spring (a) and autumn (b) steady transition of daytime temperature through zero



Переход суточной температуры через «0» весной смещается к все более ранним датам, с 19 июня ко 2 июня (по линейному тренду). Осенний переход температуры через «0», напротив, смещается к все более поздним срокам. За последние годы эта дата сместилась с 9 октября (1980) к 15 октября (2017). Таким образом, продолжительность теплого периода возросла примерно на три недели за последние 30–35 лет.

Осадки. Западный Ямал относится к зоне избыточного увлажнения. Потепление климата сопровождается увеличением годовой суммы осадков, при этом сумма зимних осадков возрастает в несколько меньшей степени, чем летних. Количество летних осадков выросло заметно. В конце 1960 – начале 1970 гг. сумма летних осадков составляла 110–130 мм, а к 2015 г. выросла до 150–170 мм.

Снежный покров. По имеющимся данным, наблюдается увеличение максимальной высоты снежного покрова. С 16 см (статистически) в 1960 г. высота снежного покрова возросла до 37 см при некотором снижении его плотности. Таким образом, существенно возросла теплоизолирующая роль снега.

Гидрология моря

Придонная температура воды в открытом море. Анализ полученных наблюдений показал, что на фоне общего потепления Мирового океана, оцениваемого примерно в $0.02 - 0.04\text{ }^{\circ}\text{C}$ в год [Willis et al., 2004], температура придонного слоя воды в Карском море за последние 100 лет, в зависимости от морфоструктурных особенностей морского дна и условий теплообмена, в т. ч. поступления теплых атлантических вод через проливы Карские ворота и Маточкин Шар, повышается со скоростью $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ в год (Северо-Таймырский шельф) до $0.028\text{ }^{\circ}\text{C}$ в год (Байдарацкая губа). Это приводит к ускоренной деградации субаквальной мерзлоты, дополнительной эмиссии метана из мерзлых пород в водную толщу и ускорению биогеохимических процессов.

Температура воды на мелководье. Повышение температуры воздуха, увеличение продолжительности безледного периода вызывает повышение среднегодовой температуры воды в мелководной области. На основе наших наблюдений скорость повышения температуры воды здесь оценивается в $0.03 - 0.035\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год}$, что превышает максимально наблюдавшееся повышение температуры придонного слоя воды в открытом море. Другими словами, реакция мелководной зоны Карского моря на климатические изменения оказывается более острой, чем на больших глубинах. Инструментальные измерения на мелководье позволили установить, что быстрые изменения (часы и первые сутки) придонной температуры воды в условиях преобладающего волнения моря до 0.5 м происходят только при глубинах моря, меньших 6 м. На больших глубинах температура придонного слоя воды меняется за счет более долговременных изменений температуры воздуха – сезонных и межгодовых изменений. Исходя из общих представлений о закономерностях перемешивания водных масс в море при ветровом волнении [Шулейкин, 1968] и преобладающей высоте волн 0.5–1 м, можно констатировать, что для Карского моря внешняя граница мелководья ограничена изобатой 6–10 м. Интересно отметить, что на этих же глубинах расположена внешняя граница вдольберегового талика в субаквальных мерзлых породах.

Ветровое волнение и штормы. Анализ имеющихся данных показывает неизменность параметров ветрового волнения, частоты и силы штормов во времени на фоне меняющегося климата. В литературе приведены данные спутниковой альтиметрии, согласно которым за 23 года наблюдается незначительный, но устойчивый рост высоты ветровых волн и частоты штормов [Young et al., 2011]. Величины прироста столь невелики, что на масштабе времени 10–100 лет параметры волнения и штормы можно считать не меняющимися.

Сезонный ледовый покров (припайный лед) и полоса смерзания. На основании результатов измерения толщины сезонного (припайного) льда за 1998–2018 гг. можно сделать вывод, что потепление климата в наибольшей мере сказывается на ледовом покрове. На Западном Ямале максимальная толщина сезонного льда за последние 20 лет уменьшилась (статистически) со 150 до 115 см. Ширина полосы смерзания (зоны сезонного обитания морской биоты) у аккумулятивных берегов снизилась со 150–170 м до 90–120 м. У

термоабразионных берегов это снижение составило с 80–130 м до 60–90 м. Еще более разительные изменения наблюдаются в изменении площади морских льдов, но они здесь не рассматриваются.

Геологическая среда

Климатические изменения не влияют на состав мерзлых отложений, поэтому здесь они не рассматриваются.

Температура мерзлых пород на третьей морской террасе. Температура многолетнемерзлых пород (ММП) в континентальной области повышается на фоне потепления климата. С 1978 по 2018 гг. в среднем по району исследований среднегодовая температуры повысилась с -6.8 до -4.6 °C. Во всех зональных ландшафтах типичной тундры возрастание среднегодовой температуры примерно одинаково. В азональных ландшафтах – болотах и торфяниках – повышение температуры неодинаково: болота характеризуются максимальным изменением среднегодовой температуры, торфяники – минимальным. То есть различные ландшафты обладают разной реакцией на климатические изменения.

Температура мерзлых пород в переходной области зависит от типа литодинамических процессов. На пляжах у термоабразионных берегов наблюдается столь высокое повышение среднегодовой температуры, что здесь можно говорить о переходе верхней толщи мерзлых пород в сезонно-мерзлое состояние. Наблюдения в скважинах, расположенных в этом типе переходной области, показали, что среднегодовая температура изменяется в пределах от -0.9 до -2.0 °C, т. е. чаще всего она выше температуры фазовых переходов (-1.4 °C) [Васильев и др., 2018]. Таким образом, при переходе от континентального типа криогенных толщ к транзитному наблюдается резкий скачок среднегодовой температуры от -4.5 до -6.5 °C к -0.9 до -2.1 °C. В области морской аккумуляции наблюдается образование низких аккумулятивных островов и происходит новообразование мерзлоты по сингенетическому типу. Среднегодовая температура пород повысилась с -4.4 до -3.5 °C. Из-за потепления климата в этой зоне наблюдается затруднение новообразования мерзлоты и нарушается ее стабильность [Васильев и др., 2017]. В пределах речной поймы повышение температуры многолетнемерзлых пород привело к оттаиванию мерзлоты сверху и формированию несквозных таликов глубиной до 2.7 м, которые ранее не образовывались. Среднегодовая температуры мерзлых пород на таких ландшафтах повысилась до $-0.25 \dots +0.5$ °C.

Температура почвы играет очень важную роль в развитии почвенных процессов и растительности. Наши наблюдения показали, что в последние десятилетия формируется отчетливый тренд повышения среднегодовой температуры корнеобитаемого слоя почвы (до глубины 1.0 м) с -7.5 до $-5.5 \dots -6.0$ °C. Таким образом формируются более благоприятные условия для развития растительного покрова и прироста биомассы.

Глубина сезонного оттаивания. Глубина сезонного оттаивания является важнейшим индикатором реакции мерзлотных ландшафтов на климатические изменения и показателем, определяющим развитие почвенных процессов и условий корнеобитания растительного покрова. За период с 1978 по 2018 г. в среднем по всем доминантным ландшафтам глубина сезонного оттаивания увеличилась всего на 5–15 % (рис. 4). На этом основании некоторые исследователи считают глубину сезонного оттаивания ненадежным индикатором реакции многолетнемерзлых пород на изменения климата. ММП, как криогенная геосистема, обладает собственными механизмами защиты от прогрессирующего оттаивания на основе обратной связи с факторами внешнего воздействия. Таким образом, с одной стороны, потепление климата должно вызывать увеличение глубины сезонного оттаивания, с другой – одновременно срабатывают механизмы защиты. В итоге наблюдается заниженная реакция глубины сезонного оттаивания на рост средней летней температуры воздуха. Все это относится к естественным условиям. При любых техногенных нарушениях компенсации дополнительного притока тепла нет и наблюдается прогрессирующее оттаивание верхнего горизонта мерзлых пород и развитие деструктивных процессов, в первую очередь, термокарста.

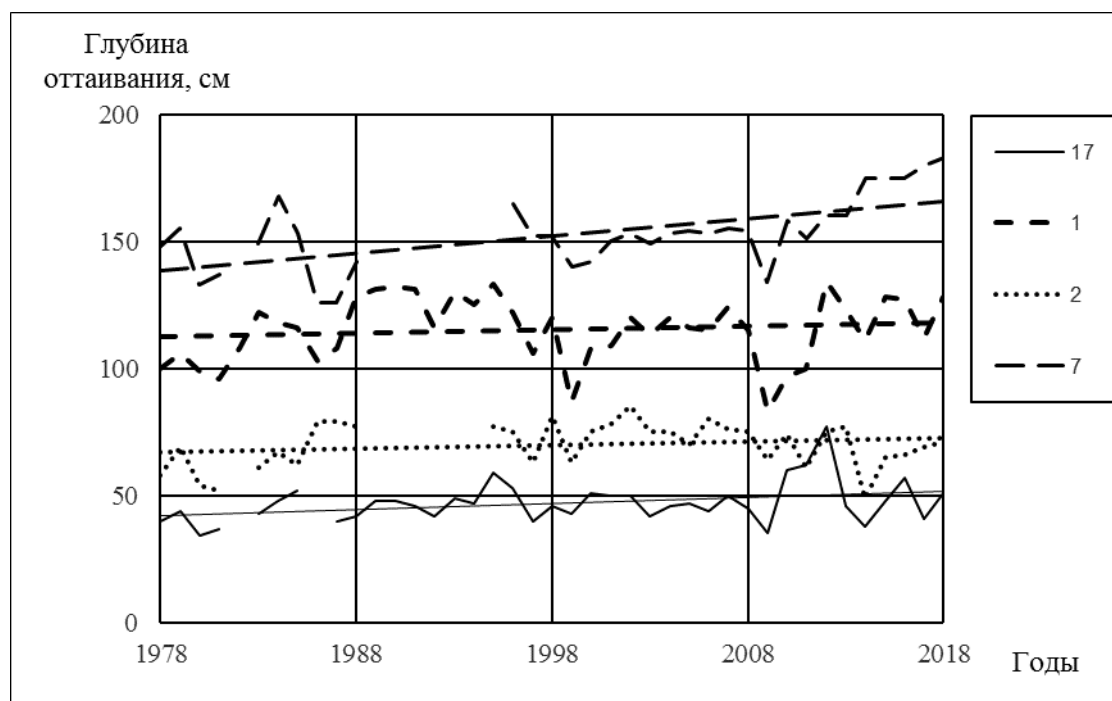


Рис. 4. Изменение глубины сезонного оттаивания во времени (номера в легенде соответствуют номерам наблюдательных площадок)

Fig. 4. Change in the depth of seasonal thawing over time (numbers in the legend correspond to numbers of observation sites)

Криогенные процессы. В прибрежно-морской области основная роль в формировании геоэкологических условий принадлежит береговым процессам – разрушению морских берегов или термоабразии, переформированию примыкающей части подводного берегового склона, процессам аккумуляции морских наносов и образованию морских аккумулятивных форм, в значительно меньшей степени – ветровой дефляции. На основании многолетнего мониторинга динамики морских берегов установлено, что скорость отступления термоабразионных берегов не связана непосредственно с показателями климатических изменений, но определяется более сложными связями с характеристиками атмосферных процессов – барико-циркуляционными процессами в Арктике в целом. Скорость отступления берега характеризуется крайне высокой пространственной изменчивостью. Разрушение морских берегов не постоянно во времени, но изменяется циклически с периодом порядка 21–23 лет. Средняя многолетняя скорость отступления берегов в районе исследований составляет около 1.7 м/год, изменяясь от 0.4 м/год до 3.2 м/год в разные периоды. Эти величины и должны использоваться при выработке инженерных решений при промышленном освоении прибрежно-морской области Западного Ямала.

В естественных условиях деформации пляжей и подводного берегового склона характеризуются умеренными величинами – до 0.7 м, обычно даже до 0.10–0.15 м. По нашим наблюдениям деформация пляжей и примыкающей части подводного берегового склона могут иметь разный знак. Но проведение технических работ в полосе примыкания подводного берегового склона, искусственное перемещение или отбор наносов резко повышают активность береговых процессов. На примере соседнего района м. Харасовой известно, что отбор песчаных наносов в береговой зоне [Камалов и др., 2002] привел к увеличению скорости разрушения берега более чем в два раза [Vasiliev et al., 2011]. Отступление морских берегов сопровождается развитием процессов термоденудации и линейной эрозии. По полигонально-жильным льдам формируются короткие овраги со скоростью движения вершин оврагов до 10 м/год. На участках развития массивов пластовых льдов формируются термоденудационные цирки протяженностью до 300 м и более и глубиной вреза в сторону берега до 200 м. Дефляционные процессы поражают полосу берега шириной до 200–400 м.

Таким образом, ширина полосы риска прибрежно-морской области, обусловленная интенсивным развитием криогенных процессов, составляет около 400 м от береговой полосы вглубь берега [Vasiliev et al., 2013].

Результаты и их обсуждение

Анализ полученных данных, их интерпретация дают возможность оценить изменения геоэкологической обстановки прибрежно-морской области Западного Ямала в условиях меняющегося климата. Климатические изменения влекут за собой изменение в гидрологии Карского моря и ключевых показателей мерзлотной обстановки. Все эти характеристики природной среды вызывают изменения геоэкологических условий специфичной прибрежно-морской области, одновременно испытывающей влияние и моря, и континента. Изменения происходят во всех компонентах геоэкологической обстановки, но здесь рассматриваются те из них, которые поддаются оценке на основании полученных данных. В большинстве случаев оценки носят качественный характер.

Растительный покров и почвы. Поскольку растительные сообщества в области типичной тундры обитают на пределе выживания (толерантности по Д.В. Карелину [2007]), повышение среднегодовой и среднелетней температуры непосредственно сказывается на видовом составе и росте биопродуктивности растительного покрова. Смещение сроков перехода температуры воздуха через «0» увеличивает продолжительность вегетационного периода. Увеличение количества летних осадков в условиях и так избыточного увлажнения приводит к заболачиванию территории, увеличению доли болотных растительных сообществ и сокращению ареалов растительности дренированных тундр. Приращение мощности снежного покрова благоприятно сказывается на тундровых кустарниках ивы (*Salix polaris*, *S. glauca*) и карликовой березки (*Betula nana*), поскольку снежный покров является естественным протектором веток кустарников от обморожения. За последние 30 лет высота куртин ивы возросла с 20–30 до 40–50 см. Повышение температуры мерзлоты и почвенного покрова вызывает увеличение корнеобитаемого слоя и изменение структуры растительности, адаптированной к мерзлому коренному субстрату.

Повышение температуры воздуха и удлинение продолжительности теплого периода благоприятно сказывается на скорости биогеохимических процессов. Увеличение количества летних осадков вызывает переувлажнение, заболачивание территории и формирование болотных почв. Доля дренированных почв снижается. Повышение температуры мерзлоты сопровождается и повышением температуры почв. Они становятся более «теплыми», нарастает мощность почвенного покрова. Почвы типичной тундры в прибрежно-морской области Западного Ямала подвержены ветровой эрозии. Продолжительность и сила ветров при потеплении климата не изменяется, поэтому следует ожидать, что интенсивность ветровой эрозии почв не увеличится.

Традиционный уклад жизни коренного населения. Потепление климата самым непосредственным образом сказывается на традиционном укладе жизни коренных народов, происходит их адаптация к новым условиям. Перестройка растительного покрова, смещение границы леса к северу вызывают изменение структуры пастбищных угодий и традиционных кочевых маршрутов. Изменение сроков и продолжительности теплого периода приводит и к смещению сроков перегона оленьих стад, а в некоторых случаях – к трансформации границ пастбищ, закрепленных за отдельными семьями и хозяйствами. Рост максимальной высоты снежного покрова несколько затрудняет добывание корма оленями, но эти препятствия относительно невелики.

Потепление климата и вызванное им увеличение глубины сезонного оттаивания может вызвать ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки. Примером может служить 2016 г., когда из-за угрозы распространения сибирской язвы был объявлен карантин и приняты соответствующие меры на всей территории Ямала. Кроме того, наши оцен-



ки показывают, что отступление морских берегов приводит к потере земель пастбищного качества в Ямало-Ненецком автономном округе площадью около 140 га ежегодно.

Промышленное (нефтегазовое) освоение. Потепление климата и вызванные им изменения геоэкологических условий наибольшим образом сказываются на принципах промышленного освоения, в основном нефтегазового комплекса. При этом изменение геоэкологических условий, даже без учета техногенной нагрузки, необходимо учитывать при проектировании и на стадии строительства и эксплуатации промышленных объектов. Потепление климата улучшает строительно-климатические характеристики, в т. ч. происходит увеличение продолжительности теплого периода для проведения строительных работ, но одновременно сокращаются сроки пользования зимними дорогами (зимниками) примерно на две недели. Увеличение летних осадков может осложнять промышленное освоение за счет подтопления и заболачивания, а возрастание мощности максимального снежного покрова приводит к увеличению объемов снегоуборочных работ.

Установленное повышение температуры придонного слоя воды на 1–2.8 °C за 100 лет вызывает деградацию субаквальной мерзлоты и образование неравномерных просадок морского дна с амплитудой до 3 м, которые осложняют строительство портовых сооружений, морских каналов и т. п. Как показали результаты изучения рельефа морского дна Карского моря, на глубинах до 10 м плановый размер просадочных ареалов может достигать первых сотен метров. В прибрежной области вследствие сокращения ширины полосы смерзания припайного льда и повышения температуры воды в береговой зоне наблюдается активная деградация и ускоренное опускание кровли мерзлоты, и вследствие этого возможны и ожидаемы деформации оснований береговых сооружений. Повышение температуры мерзлых пород на 2 °C с 1978 по 2018 гг. привело к потере несущей способности свайных фундаментов примерно на 20–25 % [Дубровин, 2003; Shiklomanov et al., 2016].

В обобщенном виде влияние факторов природной обстановки на формирование геоэкологических условий приведено в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Изменение геоэкологических условий прибрежно-морской области
Западного Ямала при потеплении климата
Changes in the geoecological conditions of the coastal-marine region
of Western Yamal during climate warming

Факторы природной среды, влияющие на геоэкологическую обстановку	Реципиенты			
	Растительный покров	Почвы	Традиционный уклад жизни коренного населения	Промышленное (нефтегазовое) освоение
Климат				
Температура воздуха	Изменение видового состава растительности. Смещение границ биоклиматических зон к северу. Рост биопродуктивности	Ускорение биогеохимических процессов	Изменение структуры пастбищных угодий. Изменение традиционных кочевых маршрутов	Улучшение строительно- климатических показателей
Изменение продолжительности теплого периода	Увеличение продолжительности вегетационного периода	—	Смещение сроков перегона оленьих стад	Увеличение продолжительности теплого периода. Сокращение сроков использования зимних дорог

Окончание табл. 1

Летние осадки	Увеличение доли болотных ландшафтов	Переувлажнение и заболачивание	—	Возможность подтопления строительных объектов
Снег	Увеличение прироста кустарников	—	Затруднения в добывании корма оленями	Увеличение объемов снегоочистки
Гидрология моря				
Придонная температура воды в открытом море	—	—	—	Образование просадок морского дна за счет деградации мерзлоты с пластовыми льдами
Температура воды в прибрежной области	—	—	—	Деформации оснований за счет ускоренной деградации мерзлоты
Сезонный (припайный) лед	—	—	—	Сужение полосы смерзания морского льда и морского дна
Геологическая среда				
Температура ММП	Изменение структуры растительного покрова на мерзлом субстрате	Повышение температуры почв	—	Снижение несущей способности свайных фундаментов
Глубина сезонного оттаивания	Увеличение слоя корнеобитания	Повышение мощности почвенного покрова	Возможное ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки	Ускоренное криогенное разрушение оголовков свай
Криогенные процессы	—	Ветровая эрозия почв	Утрата пастбищных земель	Развитие опасных процессов при техногенном воздействии на мерзлоту

Выводы

Современное нестабильное состояние геосистем Ямала обусловлено геолого-структурными и геодинамическими особенностями территории, историей её формирования и развития в плейстоцен-голоценовое время и современными тенденциями изменения природно-климатических условий. На основании многолетних данных метеонаблюдений установлено, что начиная с 1970-х гг. в Арктике в целом и на Западном Ямале в частности наблюдается ярко выраженное потепление. Оно происходит синхронно для всего региона Западной Арктики, при этом не монотонно, а с некоторыми кратковременными флуктуациями, как в сторону повышения, так и в сторону понижения среднегодовой температуры. Из-за потепления климата в этой зоне наблюдается затруднение новообразования мерзлоты и нарушается ее стабильность. Температура почвы играет очень важную роль в развитии почвенных процессов и растительности. Наблюдается прогрессирующее оттаивание верхнего горизонта мерзлых пород и развитие деструктивных процессов, в первую оче-



редь, термокарста. На основании многолетнего мониторинга (30 лет) динамики морских берегов установлено, что скорость отступления термоабразионных берегов не связана непосредственно с показателями климатических изменений, но определяется более сложными связями с характеристиками атмосферных процессов – барико-циркуляционными процессами в Арктике в целом.

Анализ данных длительного мониторинга позволяет заключить, что в пределах прибрежно-морской области Западного Ямала на коротком пространстве в ее разных природных зонах одновременно наблюдаются реверсивные реакции (тренды) компонентов природной среды на климатические изменения, определяющие динамику геоэкологических условий этих зон.

В целом же геоэкологические условия области можно пока считать достаточно устойчивыми, за исключением случаев промышленного освоения, при котором антропогенная нагрузка может превысить адаптивные возможности природной среды.

В дальнейшем исследовании будет произведена геоэкологическая бально-рейтинговая оценка деградирующей криолитозоны – географическое распространение, термический режим, новые свойства мерзлых и оттаивающих пород, как в континентальных условиях, так и в области субаквальной мерзлоты Карского моря. Предполагается составить оценочные мелкомасштабные карты, включая прогнозные оценки на основе климатических и океанографических баз данных, многолетних полевых измерений и математического моделирования.

Благодарности

Исследование условий и параметров деградации многолетнемерзлых пород выполнено при поддержке РФФИ, грант № 18-05-60004, оценка изменения геоэкологических условий проведена при поддержке гранта РФФИ 19-35-90049.

Список литературы

1. Анисимов О.А., Белолуцкая М.А., Лобанов В.А. 2003. Современные изменения климата и природной среды в области высоких широт Северного полушария. Метеорология и гидрология, 1: 18–30.
2. Васильев А.А., Мельников В.П., Стрелецкая И.Д., Облогов Г.Е. 2017. Новообразование мерзлоты и продуцирование метана на низких аккумулятивных лайдах Карского моря. Доклады Академии Наук, 2 (476): 213–216.
3. Васильев А.А., Облогов Г.Е., Стрелецкая И.Д., Широков Р.С. 2018. Новообразование многолетнемерзлых пород на низких лайдах Карского моря. Криосфера Земли, 5 (12): 36–46.
4. Дубровин В.А. 2003. Оценка современного состояния криолитозоны Ямала. Материалы Международной конференции. Пушино, ЗАО «Олита»: 166 с.
5. Камалов А.М., Огородов С.А., Архипов В.В. 2002. Динамика берегов Западного Ямала. Материалы Международной конференции. Пушино: 63–64.
6. Карелин Д.В. 2007. Функционирование криогенных экосистем северной Евразии и Аляски. Автореф. дис. ... док. биол. наук. Москва, МГУ, 42 с.
7. Кочуров Б.И., Шишкина Д.Ю., Антипова А.В., Костовская С.К. 2009. Геоэкологическое картографирование: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. Москва, Издательский центр «Академия», 192 с.
8. Шац М.М. 2010. Динамика современного климата и ее роль в оценке территориального потенциала Севера. Территория и планирование, 5 (29): 84–93.
9. Широков Р.С. 2019. Геоэкологические аспекты функционирования прибрежно-морской области Западного Ямала. XXVI Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2019». Москва, МГУ: 1–2.
10. Шулейкин В.В. 1968. Физика моря. Москва, Наука, 1083 с.
11. IPCC. 2013. Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press, 1535 p.

12. IPCC. 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate. Cambridge, Cambridge University Press, 1435 p.

13. IPCC. 2018: Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva, Switzerland, World Meteorological Organization, 32 p.

14. Shiklomanov N.I., Streletskiy D.A., Swales T. B., Kokorev V. 2016. Climate Change and Stability of Urban Infrastructure in Russian Permafrost Regions: Prognostic Assessment based on GCM Climate Projections. *Geographical Review*, 1 (107): 125–142.

15. Vasiliev A.A., Rekant P.V., Oblogov G.E., Shirokov R.S. 2013. Submarine Permafrost of Kara Sea. Modern View. *Earth Cryology: XXI Century*, Tyumen, ANO «Gubernskaya Academiya»: 35–36.

16. Vasiliev A.A., Shirokov R.S., Oblogov G.E., Streletskaya I.D. 2011. Coastal dynamics of the Western Yamal. *Kriosfera Zemli*, 4 (15): 63–65.

17. Willis J.K., Roemmich D., Cornuelle B. 2004. Interannual variability in upper ocean heat content, temperature, and thermosteric expansion on global scales. *Journal of Geophysical Research*, 109: 1–13.

18. Young R., Zieger S., Babanin A.V. 2011. Global trends in wind speed and wave height. *Science*, 6028 (332): 451–455.

References

1. Anisimov O.A., Belolutsкая M.A., Lobanov V.A. 2003. Modern changes in climate and the environment in the high latitudes of the Northern Hemisphere. *Meteorology and Hydrology*, 1: 18–30 (in Russian).

2. Vasiliev A.A., Melnikov V.P., Streletskaya I.D., Oblogov G.E. 2017. Permafrost and methane production on low accumulative floods of the Kara Sea. *Doklady Akademii Nauk*, 2 (476): 213–216 (in Russian).

3. Vasiliev A.A., Oblogov G.E., Streletskaya I.D., Shirokov R.S. 2018. Permafrost neoplasm on low floods of the Kara Sea. *Cryosphere of the Earth*, 5 (12): 36–46 (in Russian).

4. Dubrovin V.A. 2003. Assessment of the current state of the permafrost zone of Yamal. *Materials of the International Conference. Pushchino, ZAO «Olita»*: 166 p. (in Russian).

5. Kamalov A.M., Ogorodov S.A., Arkhipov V.V. 2002. The dynamics of the coast of Western Yamal. *Materials of the International Conference. Pushchino*: 63–64 (in Russian).

6. Karelin D.V. 2007. *Funktsionirovaniye kriogennykh ekosistem severnoy Evrazii i Alyaski* [The functioning of cryogenic ecosystems of northern Eurasia and Alaska]. Abstract dis. ... doc. biol. sciences. Moscow, MSU, 42 p.

7. Kochurov B.I., Shishkina D.Yu., Antipova A.V., Kostovska S.K. 2009. *Geoecological mapping: a study guide for students. higher textbook. institutions*. Moscow, Publishing Center «Academy», 192 p. (in Russian).

8. Shatz M.M. 2010. The dynamics of the modern climate and its role in assessing the territorial potential of the North. *Territory and planning*, 5 (29): 84–93 (in Russian).

9. Shirokov R.S. 2019. Geoecological aspects of the functioning of the coastal-marine region of Western Yamal. XXVI International conference of students, graduate students and young scientists «Lomonosov-2019». Moscow, MSU: 1–2 (in Russian).

10. Shuleikin V.V. 1968. *Fizika morya* [Physics of the sea]. Moscow, Science, 1083 p.

11. IPCC. 2013. Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press, 1535 p.

12. IPCC. 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate. Cambridge, Cambridge University Press, 1435 p.

13. IPCC. 2018: Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change,



sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva, Switzerland, World Meteorological Organization, 32 p.

14. Shiklomanov N.I., Streletskiy D.A., Swales T. B., Kokorev V. 2016. Climate Change and Stability of Urban Infrastructure in Russian Permafrost Regions: Prognostic Assessment based on GCM Climate Projections. *Geographical Review*, 1 (107): 125–142.

15. Vasiliev A.A., Rekant P.V., Oblogov G.E., Shirokov R.S. 2013. Submarine Permafrost of Kara Sea. *Modern View. Earth Cryology: XXI Century*, Tyumen, ANO «Gubernskaya Academiya»: 35–36.

16. Vasiliev A.A., Shirokov R.S., Oblogov G.E., Streletskaya I.D. 2011. Coastal dynamics of the Western Yamal. *Kriosfera Zemli*, 4 (15): 63–65.

17. Willis J.K., Roemmich D., Cornuelle B. 2004. Interannual variability in upper ocean heat content, temperature, and thermosteric expansion on global scales. *Journal of Geophysical Research*, 109: 1–13.

18. Young R., Zieger S., Babanin A.V. 2011. Global trends in wind speed and wave height. *Science*, 6028 (332): 451–455.

Ссылка для цитирования статьи

Link for article citation

Широков Р.С. 2019. Формирование геоэкологических условий прибрежно-морской области Западного Ямала при изменении климата. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 43(4): 412–424. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-412-424

Shirokov R.S. 2019. Formation of geoecological conditions of the coastal marine region of the Western Yamal under climate change. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*. 43(4): 412–424 (in Russian). DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-412-424

УДК 504.504

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-425-437

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА НА ТЕРРИТОРИИ АЛЕКСЕЕВСКОГО И КРАСНОГВАРДЕЙСКОГО РАЙОНОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

GEOECOLOGICAL ASPECTS OF DEVELOPMENT OF MODERN LIVESTOCK ON THE TERRITORY OF ALEKSEEVSKY AND KRASNOGVARDEYSKY AREA OF BELGOROD REGION

В.А. Курепина, В.В. Киселев, А.Г. Корнилов
V.A. Kourepina, V.V. Kiselev, A.G. Kornilov

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Belgorod State University,
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: kiselev_v@bsu.edu.ru, kornilov@bsu.edu.ru

Аннотация

Рассматривается область распространения животноводческих комплексов в Красногвардейском и Алексеевском районах Белгородской области, а также на участке водосборного бассейна реки Тихая Сосна, расположенного на их территории. Дается количественная характеристика навозных стоков от животноводческих комплексов на территории исследуемых районов, а также обусловливаемая животноводческими комплексами удельная геохимическая нагрузка на водосборный бассейн реки Тихая Сосна по показателям содержания соединений азота, фосфора и др. Проведен статистический анализ показателей содержания загрязняющих веществ в реке Тихая Сосна по данным Росгидромета. Выявлено 2 основных фактора формирования геоэкологической ситуации в пределах исследуемых районов и территории водосборного участка бассейна реки Тихая Сосна. Рассмотрена динамика изменения численности сельского населения на территории Алексеевского и Красногвардейского районов, что наряду с активным развитием животноводства является одним из ключевых аспектов формирования геоэкологической ситуации в районе исследования.

Abstract

The article discusses the area of distribution of livestock complexes in Krasnogvardeysky and Alekseevsky districts of Belgorod region, as well as in the catchment area of the Tikhaya Sosna river, located on their territory. A map of the studied areas, as well as a section of the river basin with the location of livestock complexes on them, is constructed. Calculations of indicators of formation of daily and annual waste from livestock complexes on the territory of the districts, as well as the amount of waste per the area of the catchment basin of the Tikhaya Sosna river within them, including solid and gaseous waste, are made. The quantitative characteristic of manure runoff from livestock complexes on the territory of the studied areas, as well as specific geochemical load caused by livestock complexes on the studied areas and the catchment area of the Tikhaya Sosna river, which includes such indicators as nitrogen (N), phosphorus (P) and others, is given. It is noted that large amounts of waste organic matter can create a potentially high module of anthropogenic load on the territory of Krasnogvardeisky and Alekseevsky district, as well as in the catchment area of the Tikhaya Sosna river. The dynamics of Roshydromet on the content of pollutants in the studied river is also presented. Correlation relationship of indicators of the content of polluting substances in relation to indicators of the content of the same substances in the previous sites is revealed. 2 tendencies of formation of a geoecological situation within the investigated areas and the territory of a catchment area of the basin of the Silent Pine river are



revealed. The dynamics of changes in the number of rural population in the territory of Alekseevsky and Krasnogvardeysky districts is considered, which along with the active development of animal husbandry is one of the key aspects of the formation of the geoecological situation in the study area.

Ключевые слова: геоэкологическая ситуация, животноводческие комплексы, антропогенная нагрузка, речной бассейн, экология животноводческих отходов, Белгородская область.

Keywords: geoecological situation, livestock complexes, anthropogenic load, river basin, ecology of animal waste, Belgorod region.

Введение

Белгородская область занимает первое место по поголовью свиней в Российской Федерации [Экспертно-аналитический ..., 2019], а Алексеевский район (с 2018 года преобразован в муниципальное образование Алексеевский городской округ) – один из лидирующих районов в Белгородской области по развитию животноводства [ООО «Бекон...», 2019].

Ведущую позицию в продуктивном животноводстве Алексеевского и Красногвардейского районов занимает свиноводство с общим поголовьем около 720 тыс. голов [Департамент агропромышленного..., 2019]. Отходы со свинокомплексов оказывают негативное влияние на водные объекты области и могут попадать в реки различными путями: а) с ливневыми и тальными стоками с территорий предприятий, захламленных навозом, б) с полей, удобренных навозом, в) сбросом производственных сточных вод на рельеф местности. Попадая в водные объекты, отходы с животноводческих комплексов повышают содержание в воде соединений азота, фосфора и органических веществ [Колмыков, 2005; Марыныч и др., 2016; Водные ресурсы..., 2017]. Таким образом, очевиден потенциальный риск деградации геоэкологической ситуации в связи с интенсивным развитием животноводства на фоне малой водной обеспеченности территории Белгородской области, что требует организации мониторинга воздействия животноводческих комплексов на территорию их интенсивного распространения, а также малых рек в непосредственной близости (в частности, р. Тихая Сосна). Задачи исследования:

1. Изучение сельскохозяйственной нагрузки на территорию Алексеевского и Красногвардейского районов, а также на участок водосборной территории реки Тихая Сосна, что включает в себя выявление мест расположения животноводческих комплексов на исследуемой территории, подсчёт количества скота на территории сельхозпредприятий.

2. Расчёт выхода отходов с предприятий КРС, свиноводческих комплексов и птицефабрик, расположенных на исследуемой территории, а также территориальной геохимической нагрузки навозных стоков свиней, птиц и крупного рогатого скота в Красногвардейском и Алексеевском районах и на участке водосборного бассейна реки Тихая Сосна.

3. На основе статистических данных охарактеризовать динамику изменения гидрохимических показателей в р. Тихая Сосна за период 1987–1993, а также 2008–2018 (период активного развития животноводческой отрасли).

4. Сделать вывод о динамике геоэкологической ситуации в районах исследования за выбранный период.

Объекты и методы исследования

На рис. 1 представлен космоснимок типового животноводческого комплекса, расположенного в Алексеевском районе Белгородской области. Стандартные навозохранилища на свиноводческих комплексах имеют площадь от 12 000 до 12 300 м². По мере обеззараживания навоза его вывозят на поля сельскохозяйственных угодий для использования в качестве органического удобрения, либо на специализированные предприятия по переработке органических отходов.



Рис. 1. Схема животноводческого комплекса в Алексеевском районе Белгородской области «Пирогово-2». 1 – лагуны для жидкой фракции навоза, 2 – помещения для содержания животных, 3 – подсобные помещения, 4 – вольер для выгула животных

Fig. 1. Diagram of a livestock breeding complex in Alekseevsky region Belgorod region «Pirogovo-2». 1 – lagoons for liquid fraction of manure, 2 – rooms for keeping animals, 3 – utility rooms, 4 – aviary for walking animals

С помощью космических снимков были идентифицированы места размещения производственных площадок животноводческих комплексов и ферм. На их основе была построена карта, представленная на рис. 2, где было отображено размещение площадок свинокомплексов, коровников и птицефабрик в пределах Красногвардейского и Алексеевского районов, а также на участке водосборного бассейна р. Тихая Сосна, относящегося к рассматриваемым районам.

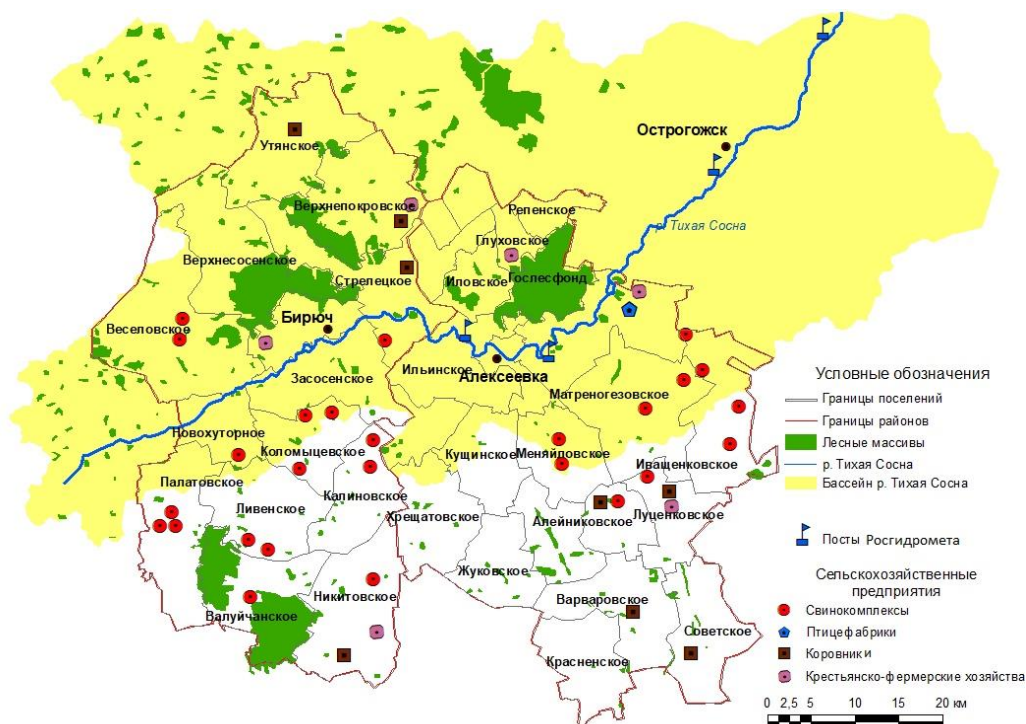


Рис. 2. Размещение животноводческих площадок на территории Алексеевского и Красногвардейского районов

Fig. 2. Placement of livestock sites on the territory Alekseevsky and Krasnogvardeisky districts



Методы исследования, используемые при написании данной статьи: описательно-географический, картографический, сравнительно-географический, ГИС-анализ данных космической съемки и статистический.

Результаты и их обсуждение

На территории Алексеевского района с 2008 года и по настоящий день расположено 4 хозяйства по развитию молочного животноводства с общим поголовьем 4 000 голов и 3 К(Ф)Х с общим поголовьем около 900 голов (1 января 2019 г.). Работают десять свинокомплексов, принадлежащих ЗАО «Алексеевский Бекон», с общим поголовьем 380 000 голов свиней. На территории Мухомудеровского сельского поселения работает птицефабрика ООО «Бизнес Фуд Сфера» (производство инкубационного яйца), имеющая 120 тысяч голов птицы [ООО «Бекон...», 2019].

На территории Красногвардейского района расположено 4 крупных хозяйства по развитию молочного животноводства с общим поголовьем 8 000 голов и 3 К(Ф)Х с общим поголовьем 920 голов (1 января 2019 г.), а также работает 16 площадок свинокомплексов, принадлежащих ООО «Возрождение» и ООО «ГК Агро-Белогорье», с общим поголовьем 340 000 голов свиней. Информация о наличии скота в сельхозпредприятиях на территории двух районов приведена в таблице 1 [Статистический бюллетень..., 2019].

На водосборной территории бассейна р. Тихая Сосна в пределах Острогожского района Воронежской области по данным космической съемки наблюдается ориентировочно такое же количество животноводческих комплексов и ферм, что позволяет предположить сравнимый порядок по численности поголовья скота.

Таблица 1
Table 1

Наличие скота в сельхозпредприятиях на территории Алексеевского
и Красногвардейского районов
Availability of cattle in agricultural enterprises in the territory of Alekseevsky
and Krasnogvardeysky areas

Наименование района	КРС (гол)	Свиньи (гол)	Птица (тыс./гол)
Алексеевский	7718	380 000	120
Красногвардейский	10680	340 000	–
Участок водосборного бассейна р. Тихая Сосна на территории Алексеевского и Красногвардейского районов	6746	327 543	120

Высокая концентрация животноводческих комплексов и ферм, а также значительное количество поголовья скота на территории Алексеевского и Красногвардейского районов приводит к образованию большого количества навоза, затем выносимого на поля сельскохозяйственных угодий [Ворошилов и др., 1984; Васютин, 2013; Гостищев, 2016].

В среднем для типового свиноводческого комплекса Белгородской области в пересчёте на одну условную голову выход навоза составляет 4.8 кг, твёрдых отходов – 0.48 кг, летучих – 0.34 кг [Киселев, Корнилов, 2019]. Для КРС выход навоза на одну условную голову составляет 16.8 кг, твёрдых отходов – 1.7 кг, летучих отходов – 1.1 кг. Для птиц выход помёта на одну условную голову составляет 140 г, твёрдых отходов – 14 г, летучих отходов – 9.8 г [Колмыков, 2006]. В табл. 2 представлены количественные показатели отходов на животноводческих комплексах в пределах Алексеевского и Красногвардейского районов.

Таблица 2
Table 2

Выход отходов с животноводческих комплексов Алексеевского и Красногвардейского районов (в сутки) и в расчёте на площадь территорий районов, а так же участка водосборного бассейна реки Тихая Сосна
Output of waste from livestock complexes of Alekseevsky and Krasnogvardeysky districts (per day) and based on the area of the territories of the districts, as well as the site of the catchment basin of the Tikhaya Sosna river

Наименование района, площадь	Отходы	Свинокомплексы	КРС	Птицефабрики
Алексеевский район (1765 км ²)	Суточный выход навоза (помёта)	1 824 т/сут (1.03 т/км ²)	129.7 т/сут (0.07 т/км ²)	16.8 т/сут (0.01 т/км ²)
	Твёрдые отходы	182.4 т/сут (0.1 т/км ²)	13.1 т/сут (0.007 т/км ²)	1.68 т/сут (0.001 т/км ²)
	Летучие отходы	129.2 т/сут (0.07 т/км ²)	8.5 т/сут (0.005 т/км ²)	1.17 т/сут (0.001 т/км ²)
Красногвардейский район (1762 км ²)	Суточный выход навоза	1 632 т/сут (0.9 т/км ²)	179 т/сут (0.1 т/км ²)	–
	Твёрдые отходы	163.2 т/сут (0.09 т/км ²)	18.2 т/сут (0.01 т/км ²)	–
	Летучие отходы	115.6 т/сут (0.007 т/км ²)	11.7 т/сут (0.007 т/км ²)	–
Участок водосборного бассейна р. Тихая Сосна на территории Алексеевского и Красногвардейского районов (1 295.7 км ²)	Суточный выход навоза	1 572 т/сут (1.2 т/км ²)	113.3 т/сут (0.09 т/км ²)	16.8 т/сут (0.013 т/км ²)
	Твёрдые отходы	157.2 т/сут (0.12 т/км ²)	11.5 т/сут (0.009 т/км ²)	1.68 т/сут (0.0012 т/км ²)
	Летучие отходы	111.4 т/сут (0.08 т/км ²)	7.4 т/сут (0.006 т/км ²)	1.17 т/сут (0.001 т/км ²)

В табл. 3, 4 и 5 представлены нормативные данные (%) [Отраслевой стандарт..., 1996] по содержанию загрязняющих веществ в навозных стоках на животноводческих комплексах. Также нами рассчитаны данные по содержанию загрязняющих веществ в навозных стоках (кг) на территории Красногвардейского и Алексеевского районов, а также – на участке бассейна реки Тихая Сосна.

Таблица 3
Table 3

Территориальная геохимическая нагрузка навозных стоков свиней в Красногвардейском и Алексеевском районах, а также на участке бассейна реки Тихая Сосна
Territorial geochemical load of pig manure runoff in Krasnogvardeysky and Alekseevsky districts, as well as in the area of the Tikhaya Sosna river basin

Показатель	Состав (%)	Количество свиней и выход загрязняющих веществ, кг/сут				Водосбор бассейна, кг/км ²
		1 голова	Исследуемая территория водосборного бассейна р. Тихая Сосна (327 543 голов)	Алексеевский район (380 000 голов)	Красногвардейский район (340 000 голов)	
Органические вещества	25	1.2	393 052	456 000	408 000	303.4
Азот аммиачный	0.2	0.01	3275	3800	3400	2.5
Азот общий	0.45	0.02	6550	7600	6800	5.1
Калий	0.6	0.03	9826	11 400	20200	7.6
Кальций	0.18	0.009	2947	3420	3060	2.6
Фосфор	0.19	0.01	3275	3800	3400	2.5
Магний	0.09	0.004	1310	1520	1280	1.0
Сера	0.08	0.004	1310	1520	1280	1.0



Таблица 4
Table 4

Территориальная геохимическая нагрузка навозных стоков КРС в Красногвардейском и Алексеевском районах, а также на участке бассейна реки Тихая Сосна
Territorial geochemical load of cattle manure runoff in Krasnogvardeysky and Alekseevsky districts, as well as in the area of the Tikhaya Sosna river basin

Показатель	Состав (%)	Количество КРС и выход загрязняющих веществ, кг/сут				Нагрузка на водосбор бассейна, кг/км ²
		1 голова	Исследуемая территория водосборного бассейна р. Тихая Сосна (6746 голов)	Алексеевский район (7718 голов)	Красногвардейский район (10680 голов)	
Органические вещества	25	2.6	17539	20 066	27 768	13.5
Азот аммиачный	0.3	0.03	202.4	231.54	320.4	0.16
Азот общий	0.41	0.042	283.3	324.2	448.6	0.2
Калий	0.9	0.093	627.4	717.8	993.24	0.5
Кальций	0.26	0.027	182.1	208.4	288.4	0.14
Фосфор	0.25	0.026	175.4	200.7	277.7	0.13
Магний	0.07	0.007	47.2	54	74.8	0.36
Сера	0.08	0.008	54	61.7	85.4	0.04

Таблица 5
Table 5

Территориальная геохимическая нагрузка помёта птиц в Алексеевском районе, а также на участке бассейна реки Тихая Сосна
Territorial geochemical load of bird droppings in Alekseevsky district, as well as in the area of the Tikhaya Sosna river basin

Показатель	Состав (%)	1 голова (г/сут)	Количество птиц и выход загрязняющих веществ, кг/сут		Нагрузка на водосбор бассейна, кг/км ²
			Исследуемая территория водосборного бассейна р. Тихая Сосна (120 000 голов)	Алексеевский район (120 000 голов)	
Вода	56	78.4	9 408	9 408	7.3
Азот общий	1.25	1.75	210	210	0.2
Калий	0.55	0.77	92.4	92.4	0.07
Кальций	2.4	3.36	403.2	403.2	0.3
Фосфор	0.65	0.91	109.2	109.2	0.8
Магний	0.7	0.98	117.6	117.6	0.09
Сера	0.4	0.56	67.2	67.2	0.05

Большие количества органических отходов создают потенциально высокий модуль антропогенной нагрузки на близлежащие территории районов, а также водосборный бассейн реки Тихая Сосна, поскольку вследствие наблюдающихся на территории области процессов эрозии и сопутствующих смылов ливнями органических удобрений с полей сельскохозяйственных угодий повышается степень загрязнения малых рек [Коронкевич и др., 2017; Барабанов и др., 2018].

На гидрологическую ситуацию водосбора реки р. Тихая Сосна, помимо животноводческих стоков, оказывают значительное влияние сточные воды г. Алексеевка с объемом 15 тыс. м³/сут и в г. Бирюч с объемом сточных вод 70 тыс. м³/сут.

На р. Тихая Сосна общей протяженностью 161 км расположено 4 гидрологических поста «Росгидромета», 2 из которых находятся на территории Белгородской области, и 2 – на территории Воронежской области.

Полученные данные с постов Росгидромета [Ежегодники качества..., 2018] мы разделили на 3 периода:

- 1 период (1987–1993 гг.) отражает показатели загрязнения рек в отсутствие интенсивного животноводства на территории Белгородской области;
- 2 период (2008–2012 гг.) охватывает промежуток времени активного строительства свиноводческих комплексов и развития животноводческой отрасли в целом на фоне продолжающегося сокращения сельского населения в малых населённых пунктах;
- 3 период (2013–2018 гг.) относится к непосредственной деятельности новых свиноводческих комплексов и объектов животноводства близ речной сети.

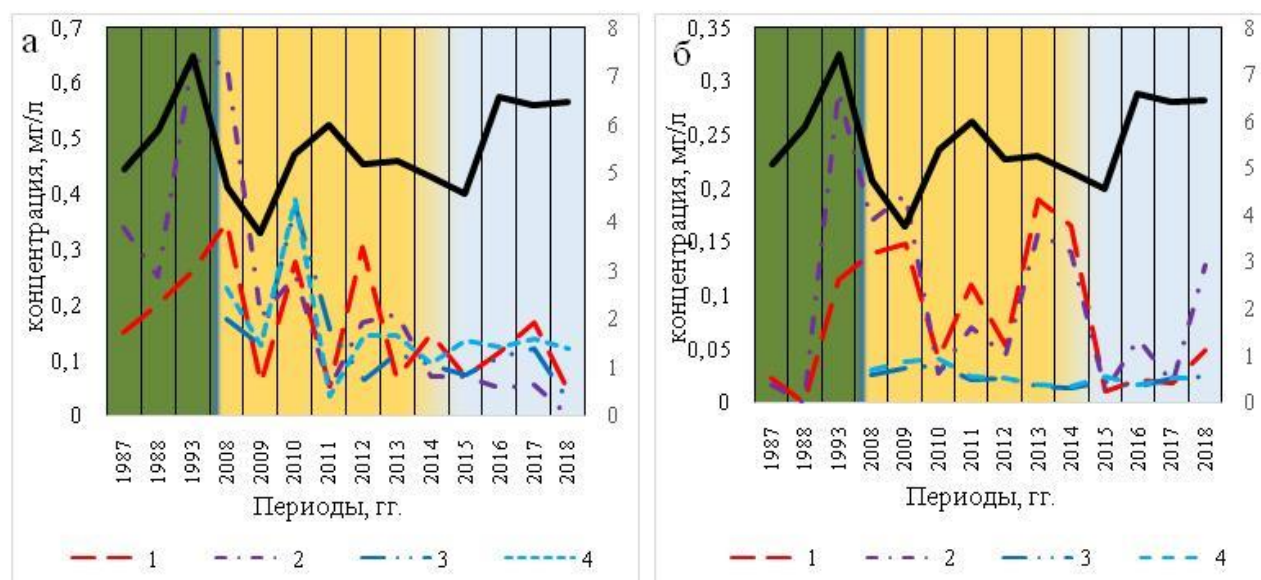


Рис. 3. Динамика изменения гидрохимических показателей р. Тихая Сосна: а – содержание солей аммония; б – содержание нитрит-ионов; в – содержание нитрат-ионов; г – содержание фосфатов; д – БПК₅; е – содержание цинка; ж – содержание железа; з – содержание меди. Расположение контрольных створов: 1 – 1 км выше по течению от г. Алексеевка; 2 – 0.5 км ниже г. Алексеевка; 3 – 2 км ниже по течению от г. Острогожск, 4 – 6.3 км выше от г. Острогожск

Fig. 3. The dynamics of changes in hydrochemical indicators r. Tikhaya Sosna: а – the content of ammonium salts; б – the content of nitrite ions; в – the content of nitrate ions; г – the phosphate content; д – БПК₅; е – Zinc content; ж – Iron content; з – Copper content. Location of control points: 1 – 1 km upstream from Alekseevka; 2 – 0.5 km downstream from Alekseevka; 3 – 2 km downstream from Ostrogozhsk, 4 – 6.3 km upstream from Ostrogozhsk (начало)

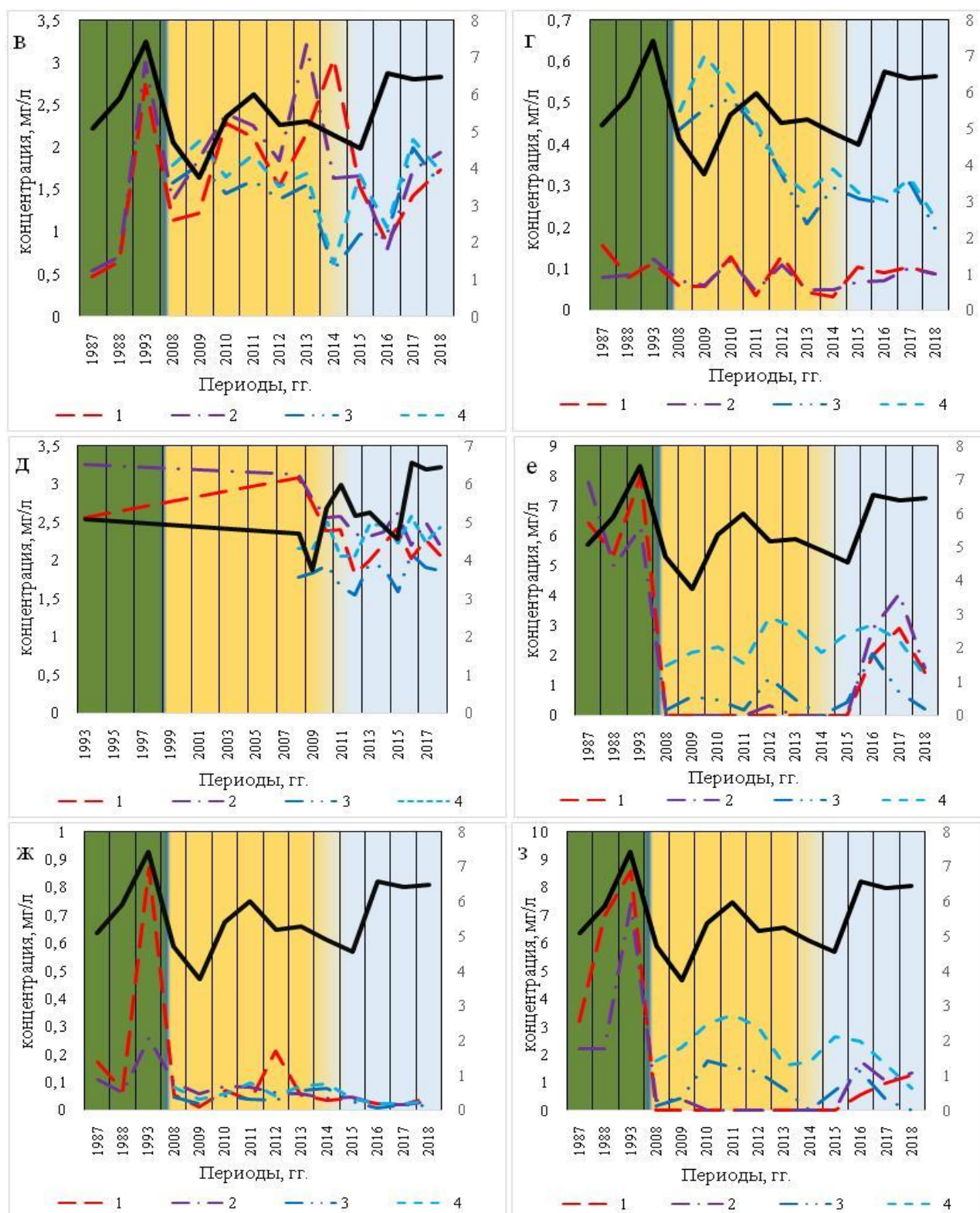


Рис. 3. Динамика изменения гидрохимических показателей р. Тихая Сосна: а – содержание солей аммония; б – содержание нитрит-ионов; в – содержание нитрат-ионов; г – содержание фосфатов; д – БПК₅; е – содержание цинка; ж – содержание железа; з – содержание меди. Расположение контрольных створов: 1 – 1 км выше по течению от г. Алексеевка; 2 – 0.5 км ниже г. Алексеевка; 3 – 2 км ниже по течению от г. Острогжск, 4 – 6.3 км выше от г. Острогжск

Fig. 3. The dynamics of changes in hydrochemical indicators r. Tikhaya Sosna: a – the content of ammonium salts; b – the content of nitrite ions; c – the content of nitrate ions; d – the phosphate content; e – BPK₅; f – Zinc content; g – Iron content; h – Copper content. Location of control points: 1 – 1 km upstream from Alekseevka; 2 – 0.5 km downstream from Alekseevka; 3 – 2 km downstream from Ostrogzhsk, 4 – 6.3 km upstream from Ostrogzhsk (окончание)

На основе полученных данных были построены графики, которые характеризуют динамику изменения гидрохимических показателей в р. Тихая Сосна (рис. 3), а также изучена динамика расхода воды на р. Тихая Сосна, в ходе чего было выявлено 2 тенденции формирования геоэкологической ситуации в районе исследования:

1. Тенденция, связанная с постепенным, но заметным сокращением численности населения в сельских населённых пунктах (на 3 176 человек в Алексеевском районе и на 3 954 человек в Красногвардейском районе) [Статистический бюллетень..., 2018], в первую очередь в малых, не канализованных сельских поселениях. Это сопровождается снижением не канализованного стока от населения и существенным сокращением большого выпаса скота на пастбищах и в водоохранных зонах.

2. Тенденция, связанная с широкомасштабным развитием животноводства, в первую очередь со строительством свиноводческих комплексов на территории Белгородской области и соседних областей.

Графики иллюстрируют наличие двух разнонаправленных тенденций формирования гидроэкологической ситуации в р. Тихая Сосна. В частности, индикаторами селитебной нагрузки выступают такие показатели, как соединения солей аммония, фосфатов, БПК₅, концентрации которых закономерно сокращаются в пределах всех наблюдаемых периодов.

С 1987 по 1993 и с 2008 по 2012 годы наблюдается общая тенденция к снижению уровня загрязнения нитратами, несмотря на отдельные пиковые значения (1988, 2013 гг.) в эти периоды. Затем наблюдается тенденция роста концентрации нитрат-ионов в третьем периоде (2014–2018), которая связана с активной эксплуатацией свиноводческих комплексов.

Загрязнение р. Тихой Сосны тяжелыми металлами, такими как железо, медь и цинк, связано со сбросом недостаточно очищенных сточных вод МУП «Горводоканал» г. Алексеевка. За весь период исследования наблюдается превышение ПДК по загрязнению меди. Наблюдаются разовые превышения концентраций ПДК по железу и цинку, предположительно это также может быть связано со сбросом недостаточно очищенных сточных вод.

Таким образом, общая динамика загрязняющих элементов в р. Тихая Сосна в последние 3 года связана с развитием сельскохозяйственной инфраструктуры (интенсивным строительством животноводческих комплексов), что выражается в увеличении концентрации нитратов, а также с городской инфраструктурой г. Бирюч и г. Алексеевка (увеличение содержания цинка и меди).

В табл. 6 представлены корреляционные соотношения концентраций загрязняющих веществ между разными створами пунктов наблюдения.

Таблица 6
Table 6

Коэффициенты корреляции показателей содержания загрязняющих веществ по отношению к показателям содержания этих же веществ в предыдущих створах
Correlation coefficients of indicators of pollutants content in relation to indicators of the same substances content in the previous sites

№№ створов	Si	БПК ₅	NH ₄	NO ₂	NO ₃	PO ₄	Fe	Cu	Zn
2/1	0.99*	0.95*	-0.39	0.84*	0.53	0.92*	0.27	0.79*	0.99*
3/1	0.26	-0.11	0.45	-0.17	-0.38	-0.003	0.11	-0.35	0.44
4/1	0.21	-0.36	0.64*	-0.07	-0.42	-0.14	0.04	-0.62	0.07
3/2	0.83*	-0.31	0.37	-0.006	0.35	0.14	0.43	-0.12	0.51
4/2	0.88*	-0.55	0.54	0.04	0.34	-0.004	0.64*	-0.42	0.16
4/3	0.98*	0.82*	0.80*	0.97*	0.91*	0.96*	0.85*	0.85*	0.72*

* Прим.: зависимые и сильно зависимые соотношения



Как видно из табл. 6, большое количество зависимых и сильно зависимых соотношений имеют створы 2/1 (близ г. Алексеевка) и 4/3 (близ г. Острогжска), что даёт основание условно выделить два самостоятельных участка с дифференцированной экологической ситуацией на рассматриваемых створах Росгидромета. Соотношения створов 3/1, 4/1, 3/2 и 4/2 имеют в основном слабые связи, что объясняется большим расстоянием между этими створами и различными условиями воздействия на них окружающей среды. Также стоит отметить, что в соотношении створов 2/1, где 66 % показателей имеют зависимые и сильно зависимые связи, элементы NH_4 , NO_3 и Fe имеют слабую связь, несмотря на небольшое расстояние между ними, что объясняется антропогенным воздействием г. Алексеевка, находящимся между данными створами.

Выводы

1. На территории Алексеевского района в сельхозпредприятиях находится: 7 718 голов КРС, 380 000 голов свиней, 120 000 голов птиц. В Красногвардейском районе: 10 680 голов КРС, 340 000 голов свиней. На территории исследуемого участка водосборного бассейна р. Тихая Сосна: 6 746 голов КРС, 327 543 голов свиней, 120 000 голов птиц.

2. Животноводство на территории Красногвардейского и Алексеевского районов создаёт большие объёмы органических веществ, которые тем или иным образом размещаются в первую очередь на сельскохозяйственных угодьях. На территорию Алексеевского района ежегодно попадает 719 232 т навоза (405 т/км^2). На территорию Красногвардейского района ежегодно выносятся 661 015 т навоза (364.5 т/км^2). Водосборная территория бассейна реки Тихая Сосна ежегодно испытывает нагрузку 621 266 т навоза (515 т/км^2). При этом с навозом свиней вносятся: на территории Алексеевского района – 2 774 т/год соединений азота (1.571 т/км^2), 1 387 т/год соединений фосфора (786 кг/км^2); на территории Красногвардейского района – 2 482 т/год соединений азота (1.4 т/км^2), 1 241 т/год фосфора (704 кг/км^2); на участок водосборного бассейна реки Тихая Сосна – 2 390 т/год соединений азота (1.8 т/км^2), 1 195 т/год соединений фосфора (922 кг/км^2). Навоз с предприятий КРС несёт с собой: на территории Алексеевского района – 118.3 т/год соединений азота (67 кг/км^2), 73.3 т/год соединений фосфора (41.5 кг/км^2); на территории Красногвардейского района – 163.7 т/год соединений азота (93 кг/км^2), 101.4 т/год фосфора (57.5 кг/км^2); на участок водосборного бассейна реки Тихая Сосна – 103.4 т/год соединений азота (79.8 кг/км^2), 64 т/год соединений фосфора (49 кг/км^2). Помёт с птицефабрики Алексеевского района несёт с собой 76.7 т/год соединений азота, (43.4 кг/км^2), 39.8 т/год фосфора (22.5 кг/км^2), такой же показатель относится и к водосборной территории реки Тихая Сосна.

Стоит отметить, что данные показатели составляют 10–15 % относительно нормативного уровня внесения удобрений под сельскохозяйственные культуры. Т. е. образование органических отходов от животноводческой отрасли можно считать положительным экологическим фактором при условии нормативного и равномерного распределения массы отходов по площадям с соблюдением установленных правил, что выполняется не всегда. Бывают случаи, когда в целях экономии топлива органические отходы от комплексов выносятся преимущественно на близлежащие поля, что ведёт к передозировке. В таких случаях органические отходы и содержащиеся в них азот и фосфор создают негативные последствия антропогенной нагрузки, в первую очередь связанные с риском попадания эрозийных смывов в водные объекты.

3. Наблюдается две тенденции формирования гидроэкологической ситуации в районе исследования. Первая связана с постепенным, но заметным сокращением численности населения в сельских поселениях Красногвардейского и Алексеевского районов за исследуемый период на 12 %. Вторая – с широкомасштабным развитием животноводства, в

первую очередь со строительством свиноводческих комплексов на территории Белгородской области, что находит своё отражение в динамике загрязнителей на реке Тихая Сосна. Индикаторами селитебной нагрузки выступают такие показатели, как соединения солей аммония и БПК₅, концентрации которых закономерно сокращаются на 55 % и 25 % соответственно в пределах наблюдаемых периодов. Так же к этой тенденции стоит отнести и сокращение содержания фосфатов, однако нужно отметить, что на территории Белгородской области за все наблюдаемые периоды их динамика к сокращению невелика (3–4 %), а на постах Воронежской области сокращение достигает 30 %. Динамика по нитритам имеет обратную тенденцию, где в пределах постов Воронежской области за все наблюдаемые периоды их сокращение не превышает 5 %, а на постах Белгородской области находится в пределах 25–30 %.

Содержание нитрат-ионов зависит не только от антропогенной нагрузки сельских поселений, но и от уровня азотной нагрузки на сельскохозяйственные угодья в пределах водосборной территории реки, что отражается в уменьшении их содержания на 20–30 % до строительства свиноводческих комплексов и в периодических пиковых концентрациях в период первых лет эксплуатации животноводческих комплексов, а также некоторой тенденции роста концентраций в последние 3 года. Загрязнение тяжелыми металлами за исследуемый период, такими как железо (увеличение на 3 %), медь (динамика стабильна) и цинк (не более 10 %) связано со сбросом сточных вод МУП «Горводоканал» городов Бирюч и Алексеевка. Так же наблюдаются разовые превышения ПДК по железу и цинку. Предположительно это также может быть связано со сбросом недостаточно очищенных коммунальных сточных вод.

4. Реализация программы интенсивного развития животноводства на территории Красногвардейского и Алексеевского районов становится значимым фактором формирования геоэкологической ситуации, в первую очередь в водосборном бассейне р. Тихая Сосна, что требует организации экологически безопасной утилизации и использования отходов животноводства, а также строгого ведомственного и подведомственного контроля.

Список литературы

1. Барабанов А.Т., Долгов С.В., Коронкевич Н.И. 2018. Влияние современных изменений климата и сельскохозяйственной деятельности на весенний поверхностный склоновый сток в лесостепных и степных районах русской равнины. Водные ресурсы, 45 (4): 332–340.
2. Васюкин О.С. 2013. Прогрессивное развитие свинокомплексов Белгородской области. М., Россельхозиздат, 41 с.
3. Ворошилов Ю.И., Житков В.С., Ковалев Н.Г. 1984. Современная технология обработки отходов животноводства и охране природы. Высшая школа, 15–18.
4. Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения. 2017. Сборник научных трудов, посвященный году экологии в России и 50-летию Института водных проблем РАН. Институт водных проблем Российской академии наук и научно-исследовательский водохозяйственный центр: 78–84.
5. Гостищев Д.П. 2016. Утилизация сточных вод и животноводческих стоков на полях орошения. Евразийский союз ученых, 16: 7–12.
6. Департамент Агропромышленного Комплекса Белгородского района. Электронный ресурс. URL: <https://www.belark.ru/> (дата обращения: 13 октября 2019).
7. Ежегодники качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории деятельности ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» за 1987–1993, 2008–2018 гг. Курск. Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).
8. Киселев В.В., Корнилов А.Г. 2019. Геоэкологические аспекты развития современного интенсивного свиноводства на территории Белгородской области. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 43 (1): 98–108.



9. Колмыков С.Н. 2006. Краткий анализ воздействия животноводческих комплексов на речные бассейны Белгородской области. Материалы международной научно-практической конференции. Харьков, ИРО Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина: 214–216.
10. Колмыков С.Н. 2005. Экологическое состояние малых рек Белгородской области. В кн.: География и регион: актуальные вопросы исследований. Чебоксары, Изд-во Чувашского университета: 446–449.
11. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Долгов С.В. 2017. Гидрология антропогенного направления: становление, методы, результаты. Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2: 8–23.
12. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Георгиади А.Г., Долгов С.В., Зайцева И.С., Кашутин Е.А., Мельник К.С. 2017. Антропогенные воздействия на водные ресурсы. В кн.: Водные ресурсы, гидротехнические сооружения и окружающая среда. М., Наука: 130–141.
13. Марынич С.Н., Курепина В.А., Корнилов А.Г., Колмыков С.Н. 2016. Азотное загрязнение водных объектов юго-западных районов Белгородской области на пике раннего половодья в 2016 году. В кн.: Современные тенденции развития аграрного комплекса: с. Соленое Займище. ФГБНУ «ПНИИАЗ», Соленое Займище: 55–56.
14. ООО «Бекон Алексеевский район». Электронный ресурс. URL: <http://apkdon.ru> (дата обращения: 10 апреля 2019).
15. Отраслевой стандарт. Удобрения органические. Стоки навозные, пометные. Технические условия Минсельхоз России, 1996.
16. Статистический бюллетень. 2018. Численность и миграция населения Белгородской области за 2017 год. Белгород, Белгородстат.
17. Статистический бюллетень № 08-29/11. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Белгородской области. Белгород. Белгородстат.
18. Экспертно-аналитический центр агробизнеса. Электронный ресурс. URL: <http://www.ab-centre.ru> (дата обращения: 10 октября 2019).

Referens

1. Barabanov A.T., Dolgov S.V., Koronkevich N.I. 2018. Influence of modern climate changes and agricultural activity on spring surface slope runoff in forest-steppe and steppe regions of the Russian plain. Water resources management, 45 (4): 332–340 (in Russian).
2. Vasykin O.S. 2013. Progressive development of pig farms of the Belgorod region. Moscow, Rosselkhozizdat, 41 p. (in Russian).
3. Voroshilov Y.I., Zhitkov V.S., Kovalev N.G. 1984. Modern technology of livestock waste treatment and nature protection. High school, 15–18 (in Russian).
4. Water resources: new challenges and solutions. 2017. Collection of scientific papers on the year of ecology in Russia and the 50th anniversary of the Institute of water problems. Institute of water problems of the Russian Academy of Sciences and research water management center: 78–84 (in Russian).
5. Gostishchev D.P. 2016. Waste water and animal waste disposal in irrigation fields. Eurasian Union of scientists, 16: 7–12 (in Russian).
6. Departament Agropromyshlennogo Kompleksa Belgorodskogo rajona. [Department of agro-Industrial Complex of Belgorod region]. Electronic resource. URL: <https://www.belapk.ru/> (date accessed: 13 October 2019).
7. Yearbooks of surface water quality and efficiency of water protection measures on the territory of the FGBU «Central Chernozem UGMS» for 1987–1993, 2008–2018 Kursk. Ministry of natural resources of the Russian Federation Federal service for Hydrometeorology and environmental monitoring (Roshydromet) (in Russian).
8. Kiselev V.V., Kornilov A.G. 2019. Geoecological aspects of development of modern intensive pig farming in the Belgorod region. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 43 (1): 98–108 (in Russian).
9. Kalmykov S.N. 2006. A brief analysis of the impact of livestock complexes on the river basins of the Belgorod region. Materials of the international scientific-practical conference. Kharkov, IRO of Kharkiv National University. V.N. Karazin: 214–216 (in Russian).
10. Kalmykov S.N. 2005. Ecological status of small rivers of the Belgorod region. In: Geography and region: current research issues. Cheboksary, Chuvash University Publ.: 446–449 (in Russian).

11. Koronkevich N.I., Barabanova E.A., Dolgov S.V. 2017. Hydrology of anthropogenic direction: formation, methods, results. News of the Russian Academy of Sciences. Series geographical, 2: 8–23 (in Russian).
12. Koronkevich N.I., Barabanova E.A., Georgiadi A.G., Dolgov S.V., Zaitseva I.S., Kashutina E.A., Melnik K.S. 2017. Anthropogenic impacts on water resources. In: Water resources, hydraulic structures and environment. Moscow, Nauka: 130–141 (in Russian).
13. Marinich S.N., Kurepina V.A., Kornilov A.G., Kalmykov S.N. 2016. Nitrogen pollution of water bodies in the South-Western regions of the Belgorod region at the peak of the early flood in 2016. In: Modern trends in the development of the agricultural complex: Salty zaymishche. SSI «PNIIS», Salty Loan: 55–56 (in Russian).
14. LLC «Bacon Alekseevsky district». Electronic resource. URL: <http://apkdon.ru> (date accessed: April 10, 2019) (in Russian).
15. Industry standard. Fertilizers are organic. Runoff of manure, the manure. Technical conditions Ministry of agriculture of Russia, 1996 (in Russian).
16. Statistical Bulletin. 2018 The number and migration of the population of the Belgorod region in 2017. Belgorod, Belgorodstat (in Russian).
17. Statistical Bulletin № 08-29/11. Territorial authority of the Federal State Statistics Service for the Belgorod Region. Belgorod. Belgorodstat (in Russian).
18. Expert-analytical center of agribusiness. Electronic resource. URL: <http://www.ab-centre.ru> (accessed 10 October 2019) (in Russian).

Ссылка для цитирования статьи

Link for article citation

Курепина В.А., Киселев В.В., Корнилов А.Г. 2019. Геоэкологические аспекты развития современного животноводства на территории Алексеевского городского округа и Красногвардейского района Белгородской области. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 43(4): 425–437. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-425-437

Kourepina V.A., Kiselev V.V., Kornilov A.G. 2019. Geoeological aspects of development of modern livestock on the territory of Alekseevsky and Krasnogvardeysky area of Belgorod region. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series. 43(4): 425–437 (in Russian). DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-425-437



УДК 911.2:631.47

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-438-447

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ЗАУРАЛЬЯ И ИХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

THE CURRENT STATE OF HAPLIC KASTANOZEMS OF THE TRANS-URAL REGION AND THEIR AGRICULTURAL TRANSFORMATION

Д.Г. Поляков**D.G. Polyakov**

Институт степи УрО РАН – обособленное структурное подразделение
ФГБУН ОФИЦ УрО РАН,
Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11

Institute of the steppe UrO RAN – Independent Structural Unit
FGBUN OFITS UrO RAN,
11 Pionerskaya St, Orenburg, 460000, Russia

E-mail: electropismo@yandex.ru

Аннотация

Динамика свойств темно-каштановых почв Зауралья определена методом ретроспективного мониторинга. В качестве нулевой отметки приняты данные первого тура почвенных исследований, выполненных в период с 1968 по 1971 годы. Современное состояние почв определено по материалам второго тура почвенного обследования и собственным исследованиям, проведенным с 2002 по 2019 годы. К настоящему времени мощность гумусового горизонта снизилась на 13 %, содержание физической глины на 14 %, ила – 32 %, гумуса – 25 %, pH – 6 %. Содержание подвижного фосфора не изменилось, обменного калия увеличилось в 1.3 раза. Тяжелый гранулометрический состав почв способствует проявлению земледельческой дефляции, она обусловлена потерей прежде всего наиболее мелких, в основном илистых частиц. Выявленные процессы и скорость их протекания свидетельствуют о невозможности эксплуатации темно-каштановых почв в текущем режиме.

Abstract

Dynamics of properties of haplic kastanozems of the Trans-Ural region is determined by method of retrospective monitoring. As a zero mark data of the first round of the soil researches executed during the period from 1968 to 1971 are accepted. The current state of soils is determined by data of the second round of soil inspection and own researches conducted from 2002 to 2019. Agricultural use of soils leads to the transformation of soil properties of arable land. Processes of a decrease in a share of organic matter, deflation and acidifying of the arable horizon are noted. The organic matter content in the haplic kastanozems of the study region decreased by 25 % compared with the 1st round. Its reserves decreased by 45.4 t/ha. Moreover, deflationary losses account for 35–40 % of the total losses. High content of clay in soil promotes manifestation agricultural (arable) deflation as it is caused by loss, first of all the most shallow particles. The complex of described trends indicates a gradual degradation of arable land soils. The main measure of protection is transition to nature similar technologies of agriculture the providing minimization of processing of the soil and replenishment of stocks of a organic matter.

Ключевые слова: Зауралье, ретроспективный мониторинг, дефляция, гумус, илистая фракция, земледелие.

Keywords: Trans-Ural region, retrospective monitoring, deflation, organic matter, clay, agriculture.

Введение

Усиление антропогенного влияния на естественный почвообразовательный процесс – одна из главных особенностей современного этапа почвообразования. Земледельческое использование почв и обусловленное им изменение условий почвообразования приводит к трансформации свойств почв пахотных угодий. Снижение плодородия на земледельческих территориях является одной из самых острых экологических проблем степной зоны [Абаимов и др., 2005]. Исследование динамики свойств почв пахотных угодий актуально в связи с необходимостью контроля их состояния и корректировки технологий возделывания сельскохозяйственных культур [Климентьев, 2000].

Исследуемые темно-каштановые почвы характеризуются сравнительно небольшим периодом земледельческой эксплуатации, который начался после поднятия целины. Последние данные по динамике темно-каштановых почв Зауралья касаются гумусного состояния, плотности и почвенной структуры. Отмечается ухудшение этих параметров на пахотных угодьях. Оно вызвано трансформацией условий почвообразования – распашкой и снижением поступающей фитомассы, что, в свою очередь, сказывается на других свойствах почвы [Саблина, 2011; 2015].

Цель данного исследования состоит в описании современного состояния темно-каштановых почв Зауралья, выявлении динамики их основных свойств в условиях земледелия и предложении пути их дальнейшего использования.

Объект и методы исследования

В основу научной работы положены результаты многолетних исследований темно-каштановых почв Зауралья, сформировавшихся на территории Жетыкольско-Буруктадьского озерно-равнинного района Тургайской столовой страны [Географический атлас..., 1999]. Площадь исследуемой территории составляет около 4.6 тыс. км². В геоморфологическом отношении район представлен слабоволнистой бессточной равниной, представляющей обширную аккумулятивную чашу с большим количеством озер. По исследуемой территории проходит Зауральский ветровой коридор с большой напряженностью дефляционных процессов, где в 1965, 1967–1969, 1974 и 1984 годах зарегистрированы сильно пыльные бури, вызвавшие гибель свыше 25 % площади зерновых культур [Климентьев, Павлейчик, 2013]. Природные условия имеют следующие характерные черты: сглаженность рельефа, полное отсутствие древесной растительности, засоленность почвообразующих пород, засушливый резко континентальный климат с повышенным ветровым режимом. Почвенный покров территории отличается комплексностью и разнообразным составом, что связано с эволюцией и пространственной организацией ландшафта [Рысков, Демкин, 1997]. Особенностью территории является практически полное доминирование почвообразующих пород тяжелого гранулометрического состава, что отмечалось в пионерных исследованиях почв Оренбургского Зауралья: «...Подобные же покровные желто-бурые глины (с содержанием физической глины при анализах по способу проф. Сабанина не менее 70 % – примечание автора) покрывают очень пологие склоны и плоские высокие междуречья второстепенного типа в восточной части района в верховьях Киимбая и на Тобольском водоразделе» [Рожанец, 1926].

Пахотное использование темно-каштановых почв Зауралья началось с момента проведения целинной кампании, а сформированная структура земельных угодий практически не изменилась до настоящего времени. Доля пашни составляет 51 %, сенокосов – 1 %, пастбищ – 39 % от общей площади. Темно-каштановые почвы распаханы на 80 %. В первые десятилетия после поднятия целины основная обработка почвы основывалась на отвальной вспашке, и только в 70–80-х годах стали переходить на плоскорезную и минимальную обработку почв.

Исследование выполнено методом ретроспективного мониторинга, основанного на соотнесении ранее проведенных и современных почвенных исследований [Хитров, 2008;

Брызжев и др., 2013; Рухович и др., 2015]. Для этого составлено два массива данных, включающих пахотные темно-каштановые почвы по периодам почвенных исследований. Первый ряд – по материалам I тура почвенного обследования, проведенного в период с 1968 по 1971 годы, принят в качестве нулевой отметки. Второй ряд – по материалам, полученным в период с 2002 по 2019 годы. Временной разбег между рядами колеблется в основном в пределах 35–45 лет и условно принят за 40-летний. Для составления второго ряда выбрано 47 разрезов из материалов II тура крупномасштабного почвенного обследования и дополнительно заложены 62 полуюмы. Общий счет повторно исследованных разрезов насчитывает 109 шт. Разрезы из ряда 2 тура почвенного обследования и собственных исследований закладывались на месте предположительного нахождения разреза при I туре. Поэтому для исследования выбраны разрезы, для которых с высокой вероятностью удалось определить места их заложения. При определении местоположения разрезов проводилось сопоставление характерных участков местности на картографических материалах для выявления и учета изменений и правильного определения места закладки повторных точек.

Полученные данные статистически обработаны в Microsoft Excel, рассчитаны средние показатели ($\bar{X}$) по турам исследований, наименьшая существенная разность (НСР) средних при $p=0.95$ и коэффициент вариации (V). Плотность почвы определена расчетным методом [Post, Kwon, 2000]. Коэффициент дифференциации по илу (КД) рассчитан как отношение содержания ила в почвообразующей породе к его содержанию в горизонте: $КД=A:A_{п}$.

Результаты и их обсуждение

В пределах исследуемой территории темно-каштановые почвы занимают доминирующее положение. Они формируются на обширных пространствах плакоров и их пологих склонов, сложенных делювиальными желто-бурыми карбонатными отложениями плейстоценового возраста. Морфологическое строение целинных темно-каштановых почв можно охарактеризовать на примере разреза № 8–2019, 50.78529° с. ш., 60.22911° в. д.



Ад	0–2 см	сухой, серый, рыхлый, слабо связный;
A	2–11 см	сухой, серый, среднеглинистый, комковатый, уплотнен, много корней, переход заметный по цвету, граница ровная;
B ₁	11–28 см	сухой, буровато-серый однородной окраски, среднеглинистый, комковато-ореховатый, уплотнен, корней меньше, переход заметный, граница волнистая;
B ₂	28–55 см	свежий, неоднородный темно-бурый с вкраплениями более светлого материала, среднеглинистый, ореховатый, плотный, единичные корни, переход постепенный, граница языковатая;
BC	55–99 см	свежий, желто-бурый с узкими темно-бурыми затеками, среднеглинистый, ореховато-крупноореховатый, плотный, единичные корни, переход постепенный, граница затечная;
C	99–132 см	свежий, желто-бурый, среднеглинистый, бесструктурный, плотный, со скоплениями легкорастворимых солей и гипса.

Почва темно-каштановая, карбонатная, солончаковатая, слабозасоленная, мало-мощная, среднеглинистая, на делювиальных карбонатных засоленных желто-бурых глинах. Растительность ксерофитно-разнотравно-ковыльковая. Вскипание от 10 % соляной кислоты с поверхности. Видимые скопления карбонатов, гипса и легкорастворимых солей со 100 см не обнаружены. Глубина залегания грунтовых вод более 15 м.

Морфологическое строение приведенного разреза является типичным для темно-каштановых почв исследуемого региона. Для них характерно вскипание с поверхности, комковатость и серый цвет гумусового горизонта. Равномерное убывание гумусовой про-краски с глубиной переходит в широкие затеки, которые в горизонте ВС равномерно сужаются до изогнутых нитевидных, но иногда уходят в бесструктурную почвообразую-щую породу. В переходных горизонтах преобладает ореховатая структура с матовой по-верхностью. Видимые выделения карбонатов встречаются не всегда, но в случае их нали-чия, чаще всего, представлены дисперсными формами по типу пропиточных пятен и при-урочены к переходным горизонтам. Солевые выделения встречаются всегда в основном в почвообразующей породе на глубине 90–120 см в виде светлого рыхлого слоя смеси водо-растворимых солей с мелкокристаллическим гипсом. Отмечается слабая дифференциация профиля по илу. Минимальное содержание находится в горизонте А, максимальное – в ВС, коэффициент дифференциации (КД) колеблется от 1.2 до 1.5.

Содержание гумуса в горизонте А составляет 3.1 %. Показатель рН (водн.) нараста-ет вниз по профилю с 8.3 в гумусовом горизонте до 8.8 в ВС, вместе с содержанием сво-бодных карбонатов – с 8.6 до 13.4 % в пересчете на CaCO_3 . Доля поглощенного натрия в V_1 составляет 1.5 %. Содержание гипса в слое его максимального скопления на глубине 100–110 см достигает 2.1 %. Водорастворимые соли в токсичных концентрациях встреча-ются на глубине 70–80 см, где их содержание составляет 0.155 % – засоление хлоридное с участием соды. В горизонте на глубине 100–110 см содержание водорастворимых солей составляет 0.421 %, тип засоления – сульфатный.

В настоящее время практически все темно-каштановые почвы распаханы. Их ха-рактеристику приведем на примере разреза № 12–2011, 50.78351° с. ш., 60.22496° в. д. Почва темно-каштановая, карбонатная, глубокосолончаковатая, средnezасоленная, мало-мощная, легкоглинистая, на делювиальных карбонатных засоленных желто-бурых глинах.



Ап	0–12 см	Сухой, серый, легкоглинистый, глыбисто-комковато-пылеватый, рыхлый с плотными глыбами, корни, пе-реход резкий по плотности и структуре, граница ров-ная;
В ₁	12–28 см	Сухой, буровато-серый однородной окраски, средне-глинистый, ореховато-глыбистый, уплотнен, корней меньше, переход постепенный, граница слабоволни-стая;
В ₂	28–59 см	Сухой, неоднородный темно-бурый с вкраплениями более светлого материала, среднеглинистый, комкова-то-ореховатый, плотный, единичные корни, карбона-ты, переход постепенный, граница языковатая;
ВС	59–98 см	Свежий, желто-бурый с узкими темно-бурыми затека-ми, среднеглинистый, ореховатый, плотный, карбона-ты, переход постепенный, граница затечная;
С	98–125 см	Свежий, желто-бурый, легкоглинистый, бесструктур-ный, уплотнен, соли, гипс.



Угодье – пашня, заброшена 1–2 года. Растительность рудеральная с преобладанием молочая лозного. Вскипание с поверхности. Выделения карбонатов в виде пропиточных пятен с 53 см. Выделения гипса и легкорастворимых солей со 110 см. Глубина залегания грунтовых вод более 15 м.

Морфологическое строение пахотных темно-каштановых почв в целом сходно с целинными, но имеет ряд отличительных особенностей, связанных с их возделыванием и изменением условий почвообразования. Во-первых, это распыленность пахотного горизонта, содержащего неровные глыбистые отделимости и его более светлый оттенок. Изменениям подвергается горизонт В₁, также приобретающий глыбистость. Кроме того, в пахотных почвах обычно более хорошо оформлены карбонатные новообразования и четче проявляется иллювиальная дифференциация профиля с КД в пределах 1.5–1.8.

Содержание гумуса в пахотном горизонте ниже, чем на целине, и составляет 2.4 %. Отмечается подкисление почвы по всему профилю, но рН (водн.) нарастает вниз с 7.8 в гумусовом горизонте до 8.6 в ВС. Максимум свободных карбонатов смещается в горизонт В₂, где их содержание в пересчете на СаСО₃ достигает 13.6 %, в пахотном горизонте его содержание равняется 10.9 %. Доля поглощенного натрия в В₁ – 1.2 %. Содержание гипса в слое его максимального скопления на глубине 100–110 см составляет 2.6 %. Водорастворимые соли в токсичных концентрациях отмечены с глубины 110–120 см, где их содержание составляет 1.154 %, тип засоления сульфатный, степень средняя. Ретроспективный мониторинг показал, что в условиях региона за исследуемый период земледельческого использования темно-каштановых почв произошли изменения их основных свойств (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Изменение свойств пахотного слоя темно-каштановых почв после 40 летнего
земледельческого использования
Change in the properties of the arable layer of haplic kastanozems after 40 years of agricultural use

Показатели	Объем выборки	II тур		I тур		Разность средних	НСР
		X	V, %	X	V, %		
Мощность А+В ₁ , см	109	28.1	12	32.2	11	–4.1	1.0
Содержание физической глины, %	90	56.5	15	66.0	14	–9.5	2.6
Содержание илистых частиц, %	17	29.1	29	42.7	15	–13.6	5.2
Содержание гумуса, %	102	2.4	21	3.2	22	–0.8	0.2
рН (водный)	35	7.9	5	8.4	8	–0.5	0.3
Подвижный Р ₂ О ₅ , мг/кг	97	9.2	73	10.6	52	–1.4	1.7
Обменный К ₂ О, мг/кг	97	605.0	40	476.9	38	+128.07	60.7

В процессе земледельческого использования снижается мощность наиболее гумусированной толщи при неизменно низком уровне варьирования признака. Подобная тенденция отмечается и для содержания гумуса в пахотном горизонте, где оно снижается на 25 % от первоначального уровня.

Динамика показателей гранулометрического состава показывает снижение содержания частиц физической глины и ила. Доля физической глины сократилась на 14 %, ила – 32 % по сравнению с I туром. Потеря глинистых частиц происходит в основном за счет

илистой фракции, так как доля ила во фракции физической глины сократилась с 64.7 до 51.5 %. Среднее значение pH (водн.) снизилось на 7 % от первоначального уровня без изменения варьирования. Среднее содержание подвижного фосфора в исследованных вариационных рядах уменьшилось на 13.2 % от первоначального, однако изменение не достоверно из-за высокого и увеличивающегося варьирования признака. Доля обменного калия за исследуемый период увеличилась в 1.3 раза при широком варьировании признака.

Результаты и их обсуждение

Полученные результаты в целом подтверждают установленные ранее тенденции трансформации темно-каштановых почв в условиях земледелия, заключающиеся в изменении почвенной структуры и снижении основных параметров плодородия [Buschiazzo et al., 1991; Жандаров, Жандарова, 2003; Ряховский и др., 2008; Левина, 2010; Морковкин и др., 2013; Саблина, 2015]. Полученные результаты дополняют имеющиеся выводы определением комплекса показателей и их статистических характеристик.

Совокупное снижение мощности гумусового горизонта, содержания гумуса, ила и физической глины в пахотном слое являются признаками дефляционных процессов. Известно, что скорость ветра и влажность почвы влияют на размер выдуваемых частиц и дальность их переноса. Чем меньше частица, тем легче и на большие расстояния она уносится. Применяемая система земледелия основывается на большом количестве рыхлящих операций: основная обработка, боронование, культивация, посев – все это приводит к вздыманию верхнего подсохшего слоя почвы, наиболее тонкие частицы которого подхватываются и легко уносятся ветром. Тем самым обеспечиваются условия возникновения дефляции при скоростях ветра ниже пороговых. Проявление такого рода дефляции наблюдается визуально, когда при проведении обработок почвы образуется пылевой шлейф, разделяется на два рукава, один из которых постепенно оседает, а другой вздымается вверх и уносится ветром. Чем выше содержание глинистых и илистых частиц, тем большее их количество уносится ветром.

Наличие земледельческой дефляции объясняются большим количеством илистых частиц в составе почвы и их способностью к дальнему переносу с воздушными массами при напряженном ветровом режиме. До распашки темно-каштановые почвы данного региона не были подвержены дефляции в виду постоянного наличия травостоя и дернины на их поверхности. Это подтверждается увеличением КД в современных темно-каштановых почвах пашни и большей долей фракций ила и физической глины в верхнем слое исследуемых почв на начальном периоде их освоения. Распашка целины оказалась фактором развития дефляции. Можно предположить, что почвы тяжелого гранулометрического состава более дефляционно опасны из-за подверженности илистых частиц к выдуванию и дальнему переносу. Данные, свидетельствующие об устойчивости каштановых почв легкого гранулометрического состава к дефляции при длительном использовании в пашне [Михеева, 2010], подтверждают наше предположение о том, что скорость эрозионных потерь зависит от содержания тонких гранулометрических фракций.

В работе А.И. Климентьева и Е.В. Павлейчик показано, что в пределах исследуемой территории сильно пыльные бури зафиксированы в основном в 60-х годах, а также в 1974 и 1984 гг. Этот временной отрезок согласуется с периодом наиболее интенсивного роста бугристых песков в семиаридной климатической зоне северной части КНР. Этот рост в пахотных и пастбищных районах наблюдается в 60-е годы наиболее интенсивно, затем затухает к середине 80-х. Дюны состоят из материала местных пахотных земель и лугов [Wang et al., 2006]. Следовательно, имеются периоды повышенного ветрового режима, проявляющиеся в глобальном масштабе, приводящие к повышению эрозионных потерь почвы вне зависимости от хозяйственной деятельности. Однако интенсивность процесса на пашне и лугах различна, так как высота дюн в пахотных районах выше, чем в пастбищных, а почва пахотных земель более легкого гранулометрического состава, чем



дюн или пастбищ [Wang et al., 2006]. Это также подтверждает предположение о том, что в условиях напряженного ветрового режима возделывание темно-каштановых почв приводит к снижению доли легких гранулометрических фракций и может иметь далеко идущие последствия из-за перестройки гранулометрического состава пахотного слоя.

Если предположить, что снижение мощности гумусового горизонта является следствием эрозионных процессов, то можно оценить роль дефляции в снижении содержания гумуса. Запасы гумуса в гумусовом горизонте при 1 туре обследования составляют 142.4 т/га, при втором – 97.0 т/га, разница = 45.4 т/га. За сорокалетний период земледельческого использования темно-каштановые почвы потеряли 4 см и 45.4 т/га гумуса. Если принять, что в 1 мм теряемой почвы содержалось 3.2 % гумуса, то потери за год составят 0.44 т/га, а за весь период – 17.6 т/га. Следовательно, доля эрозионных потерь составляет 39 %. Это значит, что для предотвращения дегумификации агроландшафтов необходимо применение почвозащитных технологий совместно с обеспечением положительного баланса гумуса. Высокие показатели потерь гумуса могут быть объяснены его разложением при паровании [Бельков, Максютков, 2014; Куришбаев и др., 2016; Maillard et al. 2018], доля которых составляет около 30 % от площади пашни [Климентьев, 2000]. Для сохранения плодородия почв пахотных угодий необходима корректировка системы земледелия, а именно отказ от чистых паров, минимизация обработки и учет ветрового режима при их проведении.

Согласно данным М.И. Рожанец [1926], в целинных темно-каштановых почвах исследуемого региона до момента интенсивного освоения территории содержание гумуса в горизонте А колебалось от 4.93 до 3.62 %. На момент 1 тура почвенного обследования его содержание в пахотных почвах составляло 3.2 %, к настоящему времени оно равняется 2.4 %. При сохранении тенденции к снижению содержания гумуса к 40–50 гг. текущего столетия его содержание составит 1.4 %, что существенно ниже значений, свойственных темно-каштановым почвам. Для пополнения запасов гумуса необходимо оставление всей незерновой части урожая на поле с равномерным распределением в виде мульчи, а также насыщение севооборотов культурами с большей вегетативной массой. Это также позволит сократить эрозионные потери почвы.

Выводы

Полученные результаты в целом соответствуют установленным ранее тенденциям трансформации темно-каштановых почв в условиях земледелия, заключающимся в снижении основных параметров плодородия. В темно-каштановых почвах Зауралья наблюдается снижение мощности гумусового горизонта, содержания гумуса, ила и физической глины.

Положительная динамика подвижного фосфора и стабильное содержание обменного калия подтверждает возможность технологического регулирования данных параметров темно-каштановых почв в земледелии. Что касается обработки темно-каштановых почв, то она определяет развитие земледельческой (пахотной) дефляции, заключающейся в выдувании наиболее мелких гранулометрических фракций: физической глины и особенно илестых частиц. Это приводит к обеднению ими пахотного слоя и увеличению степени дифференциации профиля по илу.

В настоящее время содержание гумуса в темно-каштановых почвах исследуемого региона снизилось на 25 % по сравнению с 1 туром. Его запасы сократились на 45.4 т/га. При этом дефляционные потери составляют 35–40 % от общих потерь.

Комплекс описываемых тенденций свидетельствует о постепенной деградации почв пахотных угодий, что ставит задачу их защиты и корректировки системы земледелия темно-каштановых почв Зауралья с целью снижения интенсивности эрозионных потерь и пополнения запасов гумуса. Предлагается отказ от чистых паров, минимизация обработок

и учет ветрового режима при их проведении, насыщение севооборотов культурами с большей вегетативной массой и оставление незерновой части в виде мульчи.

Благодарности

Статья подготовлена по теме НИР Института степи УрО РАН: «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды», № ГР АААА-А17-117012610022-5.

Список литературы

1. Абаимов В.Ф., Соболин Г.В., Сатункин И.В., Гулянов Ю.А., Коровин Ю.И. 2005. Экологические проблемы России и Оренбургской области. Известия ОГАУ, 4 (8): 7–10.
2. Бельков Г.И., Максюттов Н.А. 2014. Сохранение и повышение плодородия почв в современных условиях Оренбургской области. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 6 (50): 8–10.
3. Брызжев А.В., Рухович Д.И., Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Долинина Е.А., Рухович С.В. 2013. Организация ретроспективного мониторинга почвенного покрова и земель Азовского района Ростовской области. Почвоведение, 11: 1294–1315.
4. Географический атлас Оренбургской области. М., ДИК, 1999.
5. Жандаров Б.В., Жандарова С.В. 2003. Изменение мощности гумусового горизонта и содержания гумуса в каштановых почвах сухой степи Алтайского края. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2: 77–79.
6. Куришбаев А.К., Звягин Г.А., Ярославцева Н.В., Когут Б.М. 2016. Агрогенная трансформация органического вещества черноземов Казахстана. Самарский научный вестник, 3: 35–39.
7. Климентьев А.И. 2000. Почвы степного Зауралья: ландшафтно-генетическая и экологическая оценка. Екатеринбург, УрО РАН, 436 с.
8. Климентьев А.И., Павлейчик Е.В. 2013. Дефляция почв и опустынивание степей Урало-Каспийского субрегиона. Аридные экосистемы, 19 (2): 47–57.
9. Левина В.С. 2010. Изменение агрохимических свойств каштановых почв Саратовского Заволжья при сельскохозяйственном использовании и внесении удобрений. Автореф. канд. дис. ... с-х. наук. Саратов, 21 с.
10. Михеева И.В. 2010. Изменение вероятностных распределений фракций гранулометрического состава каштановых почв Кулундинской степи под воздействием природных и антропогенных факторов. Почвоведение, 12 (43): 1456–1467.
11. Морковкин Г.Г., Байкалова Т.В., Максимова Н.Б., Овцинов В.И., Литвиненко Е.А., Дёмина И.В., Дёмин В.А. 2013. Современное состояние и динамика некоторых свойств почв сухой и засушливой степи Алтайского края. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 12: 47–52.
12. Рожанец М.И. 1926. Почвы юго-восточной части Орского уезда Оренбургской губернии. Оренбург, 9-я Гос. тип. Оренполиграфа, 90 с.
13. Рухович Д.И., Симкова М.С., Куляница А.Л., Брызжев А.В., Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Долинина Е.А., Рухович С.В. 2015. Анализ применения почвенных карт в системе ретроспективного мониторинга состояния земель и почвенного покрова. Почвоведение, 5: 605–625.
14. Рысков Я.Г., Демкин В.А. 1997. Развитие почв и природной среды степей Южного Урала в голоцене (опыт реконструкции с использованием методов геохимии стабильных изотопов). Пушино, 159 с.
15. Ряховский А.В., Батулин И.А., Березнев А.П., Болотин А.Н., Голодников В.П. 2008. Плодородие почв Оренбургской области. Использование и эффективность удобрений при возделывании полевых культур. Оренбург, Южный Урал, 252 с.
16. Саблина О.А. 2011. Фракционно-групповой состав гумуса степных почв Южного Зауралья. Вестник Оренбургского государственного университета, 12: 138–139.
17. Саблина О.А. 2015. Агрогенная трансформация и гумусное состояние почв сельскохозяйственных угодий Оренбургского Зауралья. Живые и биокосные системы, 14: 1–1.



18. Хитров Н.Б. 2008. Подход к ретроспективной оценке изменения состояния почв во времени. Почвоведение, 8: 899–912.
19. Buschiazzo D.E., Quiroga A.R., Stahr K. 1991. Patterns of Organic Matter Accumulation in Soils of the Semiarid Argentinian Pampas. Zeitschrift Für Pflanzenernährung Und Bodenkunde, 154 (6): 437–441.
20. Maillard E., McConkey B.G., St. Luce M., Angers D.A., Fan J. 2018. Crop rotation, tillage system, and precipitation regime effects on soil carbon stocks over 1 to 30 years in Saskatchewan, Canada. Soil and Tillage Research, 177: 97–104.
21. Post W.M., Kwon K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. Global Change Biology, 6 (3): 317–327.
22. Wang X., Wang T., Dong Z., Liu X., Qian G. 2006. Nebkha development and its significance to wind erosion and land degradation in semi-arid northern China. Journal of Arid Environments, 65 (1): 129–141.

References

1. Abaimov V.F., Sobolin G.V., Satunkin I.V., Gulyanov Yu.A., Korovin Yu.I. 2005. Ecological problems of Russia and the Orenburg region. Izvestiya OGAU, 4 (8): 7–10 (in Russian).
2. Bel'kov G.I., Maksyutov N.A. 2014. Preservation and increase of soil fertility in modern conditions of the Orenburg region. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 6 (50): 8–10 (in Russian).
3. Bryzzhev A.V., Rukhovich D.I., Koroleva P.V., Kalinina N.V., Vil'chevskaya E.V., Dolinina E.A., Rukhovich S.V. 2013. Organization of retrospective monitoring of soil cover and lands of the Azov region of the Rostov region. Pochvovedenie, 11: 1294–1315 (in Russian).
4. Geograficheskiy atlas Orenburgskoy oblasti [Geographical Atlas of the Orenburg Region]. Moscow, DIK, 1999.
5. Zhandarov B.V., Zhandarova S.V. 2003. Change in the thickness of the humus horizon and humus content in chestnut soils of the dry steppe of Altai Krai. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2: 77–79 (in Russian).
6. Kurishbaev A.K., Zvyagin G.A., Yaroslavtseva N.V., Kogut B.M. 2016. Agrogenic transformation of the organic matter of black soil of Kazakhstan. Samarskiy nauchnyy vestnik, 3: 35–39 (in Russian).
7. Kliment'ev A.I. 2000. Soil of the steppe Trans-Urals: landscape genetic and environmental assessment. Ekaterinburg, UrO RAN, 436 p. (in Russian).
8. Kliment'ev A.I., Pavleichik E.V. 2013. Soil deflation and desertization of steppes in Ural-Caspian subregion. Arid Ecosystems, 19 (2): 92–100 (in Russian).
9. Levina V.S. 2010. Izmenenie agrokhimicheskikh svoystv kashtanovykh pochv Saratovskogo Zavolzh'ya pri sel'skokhozyaystvennom ispol'zovanii i vnesenii udobreniy [Change in the agrochemical properties of chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region during agricultural use and fertilizer application]. Abstract. dis. ... cand. agric. sciences. Saratov, 21 p.
10. Mikheeva I.V. 2010. Changes in the probability distributions of particle size fractions in chestnut soils of the Kulunda Steppe under the effect of natural and anthropogenic factors. Eurasian Soil Science, 12 (43): 1351–1361 (in Russian).
11. Morkovkin G.G., Baykalova T.V., Maksimova N.B., Ovtsinov V.I., Litvinenko E.A., Demina I.V., Demin V.A. 2013. The current state and dynamics of some soil properties in the dry and arid steppes of the Altai. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 12: 47–52 (in Russian).
12. Rozhanets M.I. 1926. Pochvy yugo-vostochnoy chasti Orskogo uyezda Orenburgskoy gubernii [Soils of the southeastern part of the Orsk district of the Orenburg province]. Orenburg, 9-ya Gos. tip. Orenpoligrafa, 90 p.
13. Rukhovich D.I., Simkova M.S., Kulyanitsa A.L., Bryzzhev A.V., Koroleva P.V., Kalinina N.V., Vil'chevskaya E.V., Dolinina E.A., Rukhovich S.V. 2015. Analysis of the use of soil maps in the system of retrospective monitoring of the state of land and soil cover. Pochvovedenie, 5: 605–625 (in Russian).
14. Ryskov Ya.G., Demkin V.A. 1997. Razvitiye pochv i prirodnoy sredy stepey Yuzhnogo Urala v golotsene (opyt rekonstruktsii s ispol'zovaniyem metodov geokhimii stabilnykh izotopov) [Soil and environmental development of the steppes of the Southern Urals in the Holocene (reconstruction experience using stable isotope geochemistry methods)]. Pushchino, 159 p.

15. Ryakhovskiy A.V., Baturin I.A., Bereznev A.P., Bolotin A.N., Golodnikov V.P. 2008. Soil fertility of the Orenburg region. The use and effectiveness of fertilizers in the cultivation of field crops. Orenburg, Yuzhnyy Ural, 252 p. (in Russian).
16. Sablina O.A. 2011. Fractional group composition of humus of steppe soils of the South Trans-Urals. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 12: 138–139 (in Russian).
17. Sablina O.A. 2015. Agrogenic transformation and humus state of soils of agricultural lands of the Orenburg Trans-Urals. Zhivye i biokosnye sistemy, 14: 1–1 (in Russian).
18. Khitrov N.B. 2008. An approach for a retrospective assessment of soil changes. Eurasian Soil Science, 8 (41): 793–804.
19. Buschiazzo D.E., Quiroga A.R., Stahr K. 1991. Patterns of Organic Matter Accumulation in Soils of the Semiarid Argentinian Pampas. Zeitschrift Für Pflanzenernährung Und Bodenkunde, 154 (6): 437–441.
20. Maillard E., McConkey B.G., St. Luce M., Angers D.A., Fan J. 2018. Crop rotation, tillage system, and precipitation regime effects on soil carbon stocks over 1 to 30 years in Saskatchewan, Canada. Soil and Tillage Research, 177: 97–104.
21. Post W.M., Kwon K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. Global Change Biology, 6 (3): 317–327.
22. Wang X., Wang T., Dong Z., Liu X., Qian G. 2006. Nebkha development and its significance to wind erosion and land degradation in semi-arid northern China. Journal of Arid Environments, 65 (1): 129–141.

Ссылка для цитирования статьи
Link for article citation

Поляков Д.Г. 2019. Современное состояние темно-каштановых почв Зауралья и их земледельческая трансформация. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 43(4): 438–447. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-438-447

Polyakov D.G. 2019. The current state of haplic kastanozems of the Trans-Ural region and their agricultural transformation. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series. 43(4): 438–447 (in Russian). DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-438-447



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

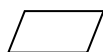
- Бажина Н.Л.** – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биогеоценологии Института почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия
- Глазырина Ю.В.** – заведующая отделом природы Пермского краеведческого музея, аспирант кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь, Россия
- Дергачева М.И.** – профессор, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории биогеоценологии Института почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия
- Захарова Е.Г.** – младший научный сотрудник лаборатории биогеоценологии Института почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия
- Киселев В.В.** – аспирант кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Ковалёв Р.А.** – ассистент кафедры геоэкологии и географии Новокузнецкого филиал-института Кемеровского государственного университета, г. Новокузнецк, аспирант кафедры географии Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск, Россия
- Корнилов А.Г.** – доктор географических наук, заведующий кафедрой географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Косинова И.И.** – профессор, доктор геолого-минералогических наук, заведующая кафедрой экологической геологии Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Россия
- Курепина В.А.** – магистрант кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Лапин П.С.** – кандидат географических наук лаборатории математического моделирования нефтегазовых систем Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия
- Нгуен Тхань Хунг** – аспирант геологического факультета Вьетнамского национального лесного университета, г. Ханой, Вьетнам
- Оборин М.С.** – доктор экономических наук, профессор кафедры экономического анализа и статистики Пермского института (филиала) «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»; профессор кафедры мировой и региональной экономики, экономической теории Пермского государственного национального исследовательского университета, профессор кафедры менеджмента Пермского государственного аграрно-технологического университета им. ак. Д.Н. Прянишникова, г. Пермь; профессор кафедры управления и технологий в туризме и сервисе Сочинского государственного университета, г. Сочи, Россия
- Пашков С.В.** – кандидат географических наук, доцент, декан факультета математики и естественных наук Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан
- Поляков Д.Г.** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института степи УрО РАН – обособленное структурное подразделение, г. Оренбург, Россия
- Широков Р.С.** – аспирант кафедры почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству, г. Москва, Россия

Подписной купон

Прошу оформить подписку на журнал «Научные ведомости Белгородского государственного университета» Серия _____ на следующие номера за 201_ год

1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал

(Отметьте, пожалуйста, требуемые номера в таблице)



комплект(ов)

Стоимость редакционной подписки в 2017 г.

(включает стоимость почтовой доставки заказной бандеролью по России):

на 1 месяц (1 номер) – 1100 руб.; на 12 месяцев (4 номера) – 3800 руб.;

ФИО _____

Индекс _____

Республика/Край/Область _____

Город/Село _____

Улица _____ дом _____ кв. _____

Телефон _____ E-mail _____

Дата _____

Квитанция

ИЗВЕЩЕНИЕ Кассир	Форма № ПД-4		
	НИУ «БелГУ»		
	Наименование получателя платежа ИНН 3123035312; КПП 312301001; ОКАТО 14401365000; Р/с 40503810207004000002 в Белгородском отделении № 8592 ПАО Сбербанк БИК 041403633 К/счет 30101810100000000633 Вид платежа КОД 07430201010010000130 за что Подписку на журнал «Научные ведомости БелГУ. Серия _____» (наименование банка, другие банковские реквизиты)		
	(Фамилия, И., О., адрес плательщика)		
	Вид платежа	Дата	Сумма
	Подписка на журнал «Научные ведомости БелГУ» Серия _____		
	на _____ 20__ года		
	Плательщик		

КВИТАНЦИЯ Кассир	Форма № ПД-4		
	НИУ «БелГУ»		
	Наименование получателя платежа ИНН 3123035312; КПП 312301001; ОКАТО 14401365000; Р/с 40503810207004000002 в Белгородском отделении № 8592 ПАО Сбербанк БИК 041403633 К/счет 30101810100000000633 Вид платежа КОД 07430201010010000130 за что Подписку на журнал «Научные ведомости БелГУ. Серия _____» (наименование банка, другие банковские реквизиты)		
	(Фамилия, И., О., адрес плательщика)		
	Вид платежа	Дата	Сумма
	Подписка на журнал «Научные ведомости БелГУ» Серия _____		
	на _____ 20__ года		
	Плательщик		