УСПЕХИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

№ 1 2022

ISSN 1681-7494

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,791

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,380

Журнал издается с 2001 г.

Электронная версия: http://www.natural-sciences.ru

Правила для авторов: http://www.natural-sciences.ru/ru/rules/index Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – П7816

Главный редактор Ледванов Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор

Зам. главного редактора Курзанов Анатолий Николаевич, д.м.н., профессор

Ответственный секретарь редакции Бизенкова Мария Николаевна, к.м.н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.с.-х.н., доцент Абдулвалеев Р.Р. (Уфа); д.г.-м.н., проф., Абилхасимов Х.Б. (Астатна); д.т.н., проф. Айдосов А. (Алматы); д.г.-м.н., проф., Алексеев С.В. (Иркутск); д.х.н., проф., Алоев В.З. (Нальчик); д.г.н., проф. Андреев С.С. (Ростов-на-Дону); д.г.н., доцент, Андреев Е.С. (Ростов-на-Дону); д.г.н., доцент, Андреев Е.С. (Ростов-на-Дону); д.г.-м.н., доцент Анищенко Л.Н. (Брянск); д.с.-х.н., проф. Байрамбеков Ш.Б. (Камызяк); д.т.н., проф. Бейсембаев К.М. (Караганда); д.т.н., проф. Белозеров В.В. (Ростов-на-Дону); д.б.н., доцент Белоус О.Г. (Сочи); д.с.-х.н., проф. Берсон Г.З. (Великий Новгород); д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Бондарев В.И. (Скатеринбург); д.т.н., проф. Бондарев В.И. (Скатеринбург); д.т.н., проф. Долятовский В.А. (Ростов-на-Дону); д.с.-х.н., Горянин О.И. (Самара); д.г.-м.н., проф. Гусев А.И. (Бийск); д.с.-х.н., проф. Данилин И.М. (Красноярск); д.б.н., доцент Долгов А.В. (Мурманск); д.э.н., проф. Долятовский В.А. (Ростов-на-Дону); д.х.н., проф. Долятовский В.А. (Ростов-на-Дону); д.х.н., проф. Долятовский В.А. (Ростов-на-Дону); д.х.н., проф. Долятовский В.Л. (Волгоград); д.х.н., проф. Ивашкевич В.А. (Исто-Каменогорск); д.т.н., проф. Егорина А.В. (Томск); д.с.-х.н., проф. Залесов С.В. (Екатеринбург); д.с.-х.н., доцент Захарченко А.В. (Томск); д.с.-х.н., проф. Караев М.К. (Махачкала); д.г.-м.н., проф. Караев А.А. (Иркутск); д.ф.-м.н., проф. Кобрунов А.И. (Ухта); д.г.-м.н., доцент Копылов И.С. (Пермь); д.г.-м.н., проф. Костицыв В.И. (Пермь); д.г.-м.н., проф. Костицыв В.И. (Караев А.В. (Катиз); д.с.-х.н., коцарев А.В. (Белгород); д.т.н., доцент Кузяков О.Н. (Тюмень); д.г.-м.н., проф. Костицыв В.И. (Кызыл); д.ф.-м.н., проф. Лереор А.М. (Ростов-на-Дону); д.г.н., проф. Луговской А.М. (Москва); д.г.-м.н., проф. Кереор В.И. (Кызыл); д.ф.-м.н., проф. Переов М.Н. (Красноярск); д.г.-м.н., проф. Переов М.Н. (Красноярск); д.г.-м.н., проф. Пирумян Г.П. (Ереван); д.с.-х.н., проф. Проездов П.Н. (Саратов); д.г.-м.н., проф. Парионов В.В. (Санкт-Петербург); д.т.н., проф. Титов В.Н. (Сара

Журнал «УСПЕХИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство – ПИ № ФС 77-63398.

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,791.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,380.

Журнал зарегистрирован в Centre International de l'ISSN. ISSN 1681-7494.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

Учредитель, издательство и редакция: ООО ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя: 440026, Пензенская область, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

Ответственный секретарь редакции Бизенкова Мария Николаевна +7 (499) 705-72-30 E-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать -31.01.2022 Дата выхода номера -28.02.2022

Формат 60х90 1/8
Типография
ООО «Научно-издательский центр
Академия Естествознания»,
410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Техническая редакция и верстка Доронкина Е.Н.

Корректор

Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.

Подписной индекс П7816

Способ печати — оперативный. Распространение по свободной цене. Усл. п.л. 8 Тираж — 1000 экз. Заказ. УСЕ/1-2022

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле (25.00.00)

СТАТЬИ	
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПЛОЩАДЕЙ КОСЬЮ-РОГОВСКОЙ ВПАДИНЫ ПРЕДУРАЛЬСКОГО КРАЕВОГО ПРОГИБА	
Вельтистова О.М., Мотрюк Е.Н.	5
К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ И СУЩНОСТИ ЛИТЕРАТУРНОЙ ГЕОГРАФИИ: АНАЛИЗ ТЕРМИНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ БИБЛИОГРАФИИ	
Волкова Т.А., Сидоренко В.В., Климов Н.Н.	12
ОЦЕНКА БАЗИСОВ ЭРОЗИИ, СФОРМИРОВАННЫХ В НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ – КУЗБАССЕ	
Горн А.А., Фрибус И.В., Легощин К.В., Лешукова М.К., Орозбаев Б.З., Конончук Ф.О., Лешуков Т.В.	17
О ПОДХОДАХ К РАЗРАБОТКЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ИНДЕКСОВ И ИНДИКАТОРОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	
Дудина Т.Н., Тарасова О.С.	23
ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКИЕ СВЯЗИ РЕГИОНОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КОРИДОРА КИТАЙ – МОНГОЛИЯ – РОССИЯ	
Осодоев П.В.	30
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЗАБАЙКАЛЬЯ	
Серебренников С.П., Джурик В.И., Брыжак Е.В.	36
К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ В ФОРМИРОВАНИИ, ПОДДЕРЖАНИИ И СОХРАНЕНИИ ЗДОРОВЬЯ ЖЕНЩИН КОРЕННЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ НАРОДОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ	
Суховеева А.Б.	44
КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СЕЗОННЫХ СЛОЯХ ЛЕДНИКА ГАРАБАШИ НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ ЭЛЬБРУСА	
Татаренко Н.В.	49
СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИ В ЦИФРОВЫХ ИНФРАСТРУКТУРАХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ	И
Ямашкин А.А., Ямашкин С.А., Ямашкина Е.О., Мучкаева Н.С., Лямзина И.С.	56

CONTENTS

Earth sciences (25.00.00)

ARTICLES	
FEATURES OF FORMATION OF PHYSICO-GEOLOGICAL MODELS ON THE EXAMPLE OF AREAS OF THE KOSYU-ROGOVSKAYA VPADYNA OF THE PREDURALSKY BOUNDARY DOWN	
Veltistova O.M., Motryuk E.N.	5
TO THE QUESTION OF GENESIS AND ESSENCE OF LITERARY GEOGRAPHY: ANALYSIS OF TERMINOLOGY IN MODERN DOMESTIC BIBLIOGRAPHY	
Volkova T.A., Sidorenko V.V., Klimov N.N.	12
EROSION BASINS ASSESMENT OF NEOTECTONICS IN THE KEMEROVO REGION-KUZBASS	
Gorn A.A., Fribus I.V., Legoshchin K.V., Leshukova M.K., Orozbaev B.Z., Kononchuk F.O., Leshukov T.V.	17
THE APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF REGIONAL FRAMEWORKS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICES AND INDICATORS	
Dudina T.N., Tarasova O.S.	23
FOREIGN ECONOMIC RELATIONS IN THE REGIONS OF THE ECONOMIC CORRIDOR CHINA – MONGOLIA – RUSSIA	
Osodoev P.V.	30
BASIC PARAMETERS OF SEISMIC GROUND PROPERTIES FOR SEISMIC HAZARD PREDICTION IN TRANSBAIKALIA	
Serebrennikov S.P., Dzhurik V.I., Bryzhak E.V.	36
TO THE QUESTION OF THE INFLUENCE OF THE QUALITY OF LIFE IN THE FORMATION, MAINTENANCE AND PRESERVATION OF THE HEALTH OF WOMEN OF THE INDIGENOUS SMALL PEOPLES OF THE FAR EAST OF RUSSIA	
Sukhoveeva A.B.	44
CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN SEASONAL LAYERS OF THE GARABASHI GLACIER ON THE SOUTHERN SLOPE OF ELBRUS	
Tatarenko N.V.	49
SYSTEM ASPECTS OF THE ANALYSIS OF GEOSPATIAL INFORMATION IN DIGITAL INFRASTRUCTURES OF SPATIAL DATA FOR ASSESSING THE POTENTIAL OF THE MINERAL RESOURCE BASE	
Vamashkin 4.4. Vamashkin S.4. Vamashkina F.O. Muchkaeva N.S. Ivamzina I.S.	56

СТАТЬИ

УДК 550.3:550.8

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПЛОЩАДЕЙ КОСЬЮ-РОГОВСКОЙ ВПАДИНЫ ПРЕДУРАЛЬСКОГО КРАЕВОГО ПРОГИБА

Вельтистова О.М., Мотрюк Е.Н.

ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, e-mail: kmotryuk@yandex.ru.

В работе описаны основные типы моделей, используемых при интерпретации геолого-геофизических данных для получения дополнительной информации о геологической среде, ее свойствах. Дается определение физико-геологической модели (ФГМ), приведены ее виды. Изложены принципы моделирования на основе решения обратных задач. При решении обратных задач вводится критерий оптимальности, представлены следующие варианты выбора критерия оптимальности: в квадратичной, в равномерной метриках; интегральный критерий; критерий, сформированный на основе нечетких множеств для плотностной задачи, а также с учетом эволюционно-динамических принципов. Из них наиболее рациональными являются интегральный критерий и критерий на основе использования теории нечетких множеств. В результате геологическая модель должна удовлетворять априорной информации с заданной степенью точности. Указаны основные программные продукты, разработанные и используемые в УГТУ для комплексной интерпретации данных гравиразведки и сейсморазведки: PlayGround, EvDynInversion, GCIS – для обработки данных по профилям; GCIS, GeoVIP - по площади. Описано отличие пассивной постановки совместного решения обратных задач от активной. В качестве примера приведены результаты моделирования геологического строения Косью-Роговской впадины по серии профилей, пересекающих Кочмесское поднятие, Романьельскую структуру и Инта-Кожимские дислокации. В частности, подтвердилась Кожимская взбросо-надвиговая структура и Кочмесская карбонатная платформа с рифами в нижнепермских породах. Аномальной плотностной зоной отмечается участок нижнепермских отложений между южным окончанием гряды Чернышева и Интинской складчато-чешуйчатой зоной, что связано с развитием взбросов и взбросо-надвигов. Полученные структурно-плотностные модели и геоплотностные срезы позволяют уточнять строение территории и определять области и зоны плотностных неоднородностей, влияющие на формирование залежей углеводородов.

Ключевые слова: моделирование, физико-геологическая модель, структурно-плотностная модель, интерпретация, гравиразведка, сейсморазведка, обратные задачи

FEATURES OF FORMATION OF PHYSICO-GEOLOGICAL MODELS ON THE EXAMPLE OF AREAS OF THE KOSYU-ROGOVSKAYA VPADYNA OF THE PREDURALSKY BOUNDARY DOWN

Veltistova O.M., Motryuk E.N.

Ukhta State Technical University, Ukhta, e-mail: kmotryuk@yandex.ru.

The paper describes the main types of models used in the interpretation of geological and geophysical data to obtain additional information about the geological environment, its properties. The definition of the physicalgeological model (FGM) is given, its types are described. When solving inverse problems, an optimality criterion is introduced, the following options for choosing the optimality criterion are presented: in quadratic, in uniform metrics; integral criterion; a criterion formed on the basis of fuzzy sets for a density problem, as well as taking into account evolutionary-dynamic principles. Of these, the most rational are the integral criterion and the criterion based on the use of fuzzy set theory. As a result, the geological model must satisfy the a priori information with a given degree of accuracy. The main software products developed and used at USTU for the integrated interpretation of gravity and seismic data are indicated: PlayGround, EvDynInversion, GCIS – for processing data along profiles; GCIS, GeoVIP - by area. The difference between the passive formulation of the joint solution of inverse problems and the active one is described. As an example, the results of modeling the geological structure of the Kosyu-Rogovskaya depression using a series of profiles crossing the Kochmes uplift, the Romagel structure and the Inta-Kozhim dislocations are presented. In particular, the Kozhimsky reverse-thrust structure and the Kochmessky carbonate platform with reefs in the Lower Permian rocks were confirmed. An anomalous density zone marks the section of the Lower Permian deposits between the southern end of the Chernyshev Ridge and the Inta folded-scaly zone, which is associated with the development of reverse faults and reverse thrusts. The resulting structural-density models and geo-density sections make it possible to refine the structure of the territory and determine areas and zones of density heterogeneities that affect the formation of hydrocarbon deposits.

Keywords: modeling, physical-geological model, structural-density model, interpretation, gravity exploration, seismic exploration, inverse problems

При интерпретации геолого-геофизических данных, изучении структурно-тектонического строения территории и выявлении факторов, влияющих на формирование залежей углеводородов, используются физико-геологические модели. Построение модели включает в себя моделирование геологического разреза на основе имеющейся

геолого-геофизической информации и современных программных средств. В результате геологическая модель должна удовлетворять априорной информации с заданной степенью точности.

Целью работы является систематизация знаний о типах моделей, принципах моделирования, технологий, используемых для изучения геологической среды с целью выявления зон, перспективных на наличие залежей углеводородов. А также выявление особенностей формирования физико-геологической модели с использованием продуктов, разработанных в УГТУ, на примере площадей Косью-Роговской впадины Предуральского краевого прогиба.

Материал и методы исследования

Геологические объекты изучаются на основе модельных представлений. При моделировании происходит упрощение формы, размерности принятых физических характеристик среды, например плотности, поэтому построенные модели всегда проще реальной геологической среды.

В геофизике широко распространены понятия модель среды (геологическая, физико-геологическая, дающая представления о распределении плотности, скоростная, позволяющая судить о скоростных характеристиках среды) и модель поля (гравитационного, временного, магнитного). Модель геологической среды описывается параметрами и связями [1]. Параметры описывают свойства объекта, связи определяют соотношения между параметрами. В науках о Земле понятие физикогеологической модели (ФГМ) было введеноГ.С. Вахромеевым и А.Ю. Давыденко [2]. Академик РАН, доктор физико-математических наук В.Н. Страхов [3] описывал ФГМ следующим образом. Нижний, базовый уровень составляет геологическая мо*дель* (ГМ), при ее построении выделяются геологические слои и структуры. Следующий уровень – петрофизическая модель (ПФМ), представляющая собой наполнение геологической модели физическими параметрами. Третий уровень ФГМ - математическая модель (ММ). Именно она используется для решения прямой и обратной задач геофизики [4]. Математическая модель объекта – приближенное формализованное его описание с помощью математических понятий и объектов, включающих в себя геометрические образы, уравнения, алгоритмические правила и др., связывающие поля со средой [5].

Комплексная интерпретация геофизических данных в своей *активной* постановке предполагает совместное решение обратных задач нескольких методов, например сейсморазведки и гравиразведки. *Пассивная* комплексная интерпретация основана на решении обратной задачи для одного метода, а данные других методов используются в проинтерпретированной и не подлежащей варьированию форме.

Результаты исследования и их обсуждение

В УГТУ под руководством профессора, доктора физико-математических наук А.И. Кобрунова была создана и действовала несколько десятилетий научно-педагогическая школа «Математическое моделирование, теория, методы и компьютерные технологии решения обратных задач геофизики». Внедряемые достижения коллектива разнообразны по содержанию: это новые теоретические выводы и методы, методики и технологии, программные продукты; научные исследования; практическое внедрение результатов научно-исследовательской работы. Предложенные разработки успешно реализованы на различных площадях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции [6].

Рассмотрим наиболее распространенные физико-геологические модели, используемые при решении задач комплекса гравиразведки и сейсморазведки. Плотностная модель используется для решения задач покального прогнозирования. Структурная геолого-геофизическая модель применяется в случае слоистого строения среды [7; 8].

Вертикальная производная гравитационного потенциала $u(v_0)$, где $v_0 = (x_0, y_0, z_0)$ и точка $(x_0, y_0) = s_0 \in E_0$ регистрируется на поверхности в $E_+(z>0)$ с уравнением $z_0 = \psi(s_0)$ задана соотношением между $u_z(v_0)$ и $\sigma = \sigma(v)$, v = (x, y, z):

$$A\sigma(v) = u(s_0) \tag{4}$$

<u>Критерий оптимальности в квадра-</u> <u>тичной метрике.</u> Вся информация об искомом распределении плотности включается в критерий оптимальности [4].

$$J(\sigma(v)) = ||F(\sigma(v) - \sigma^{0}(v))|| =$$

$$= \int_{V} |F(\sigma(v) - \sigma^{0}(v))|^{2} dv \to \min.$$
 (5)

Решение задачи (4), (5):

$$\sigma(v) = \sigma^{0}(v) + F^{-1}F^{*-1}A^{*}\zeta(s_{0})$$
 (6)

Здесь $\zeta(s_0)$ — функция, определяющая класс оптимальных решений (4,5), F — линейный замкнутый оператор, имеющий обратный, A^* — оператор, сопряженный к A, F^{-1} обратный к F. Подставив (6) в (4), строим искомое оптимальное распределение.

*Критерий оптимальности в равномер*ной метрике. Итерационный процесс нахождения решения (6) [4]:

$$\sigma^{n+1}(v) = \sigma^{n}(v) + \alpha_{n} K \varphi^{n}(s_{0}),$$

$$n = 0, 1, 2, ..., \sigma^{0}(v) = \sigma_{0}(v),$$
(7)

 α_n – параметр релаксации.

Критерий оптимальности примет вид:

$$\sup \left| K^{-1} [\sigma(v) - \sigma_0(v)] \right| \to \min, v \in V \quad (8)$$

Оператор K содержит информацию о достоверности построения различных компонент нулевого приближения, а также о корреляционной связи между различными параметрами.

<u>Интегральный критерий оптимальностии.</u> Пусть в (1) задано нулевое приближение $\sigma^*(v)$ и оценена погрешность построения нулевого приближения $\sigma^*(v)$ в каждой точке $v \in V$. Подбираем такое $\sigma(v)$, которое удовлетворяет уравнению (5) и имеет меньшую меру расхождения с $\sigma^*(v)$:

$$J(\sigma(v)) = \int_{V} \left[\frac{\sigma(v) - \sigma^{*}(v)}{\tau(v)} \right]^{2} dv \qquad (9)$$

Выражение (9) и представляет собой интегральный критерий для плотностной задачи [4]. Для территории, достаточно разбуренной скважинами, параметр τ близок к 0, а по мере удаления от таких мест – к 1.

<u>Критерий оптимальности на основе</u> нечетких множеств. При формировании геолого-геофизической модели объекта данные можно представлять как нечеткие величины, операции над ними проводить согласно теории нечетких множеств [9]. Тогда в (1) A — оператор, отображающий распределение параметра плотности с определенной мерой доверия к значениям $\sigma(v) \in D(A) = L_2(V)$ из области V, в распределение наблюдаемого гравитационного поля $u(s_0)$ на дневной поверхности E_0 , $s_0 ∈ E_0$. Нечеткая величина σ полностью характеризуются функцией принадлежности $0 ≤ \mu(\sigma) ≤ 1$ [10].

Эволюционно-динамическое моделирование (ЭДМ). Эволюционно-динамическое моделирование состоит в представлении и изучении той части эволюционных процессов в литосфере, которая связана с динамикой элементов, входящих в состав изучаемой системы. Включение ЭДМ в решение обратных задач гравиметрии позволяет повысить информативность интерпретационных процедур, обеспечить единственность задач инверсии за счет активного вовлечения в вычислительный процесс данных о динамическом генезисе изучаемых объектов и динамических процессов, приведших к их формированию [11].

Алгоримм совместного решения задач. Искомая модель среды $x_1(v)$ должна соответствовать наблюдаемому полю $u_1(s)$: $A(x_1) = u_1(s)$. Модель x_2 этой же среды соответствует некоторому другому полю $u_2(s)$: $B(x_2) = u_2(s)$. Задача сводится к нахождению пары распределений, каждое из которых удовлетворяет своему полю, а сами эти распределения — ближайшие друг к другу среди всех пар [4]:

$$\begin{cases} A(\mathbf{x}_1) = u_1(s), \\ B(\mathbf{x}_2) = u_2(s), \\ J(\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1) \to \min. \end{cases}$$
 (10)

Нулевое приближение структурной плотностной модели строится по сейсмическим данным. Совместное решение обратных задач сейсмо-, гравиразведки позволяет построить согласованную модель, имеющую две компоненты — структурную плотностную и скоростную модели, распределение плотности в структурной плотностной модели, компенсирующее остаточную невязку.

Рассмотрим программные продукты, позволяющие решать обратные задачи гравиразведки. На начальном этапе развития методов решения обратных задач гравиразведки участниками научной школы были созданы программные средства Sigma, Gran, позволяющие решать плотностные и структурные обратные задачи методом подбора. Затем была разработана автоматизированная система профильной комплексной интерпретации грави-сейсмических данных GCIS (совместно с Петровским А.А.) [12], позволяющая решать обратные задачи гравиразведки и сейсморазведки на основе комплексной интерпретации геофизических данных. Далее была разработана технология интегрированной инверсии геофизических полей для формирования моделей глубинного строения, реализованная в программных модулях PlayGround, EvDynInversion [13] и программном комплексе GeoVIP [13].

Примеры моделирования. Представим результаты моделирования геологической

среды на примере комплексной интерпретации данных гравиразведки и сейсморазведки на примере площадей Косью-Роговской впадины Предуральского краевого прогиба.

Геолого-плотностная модель, представленная на рисунке 1, была составлена по линии VI-VI¹ (сейсмические профили 8211-01, 8111-05, 7911-13, 50488-04) в результате комплексной интерпретации гравиразведки и сейсморазведки в пассивной форме.

В распределении плотностей на модели отображаются Интинская, Кожимская взбросо-надвиговые структуры и Кочмесская карбонатная платформа с рифами в нижнепермских породах с толщинами 400-500 м, которые замещаются на север, восток, юг депрессионными доманикоидными отложениями. Они перекрыты мергелистоглинистыми породами, компенсирующими рельеф карбонатной платформы, и отображаются на плотностном разрезе аномалиями пониженной плотности до 2.66 г/см³. Характер дислокаций Интинско-Лемвинской складчатой зоны находит свое отражение в виде плотностных зон со значениями до 2.68 г/см³.

Расхождение в значениях рассчитанного и наблюденного гравитационного поля в ре-

зультате решения обратной плотностной задачи гравиразведки составило 0,86 мГал, что является допустимым.

Геоплотностная модель (рис. 2) по региональному профилю 13PC, расположенному в центральной части Косью-Роговской впадины, соединяет Берганты-Мыльскую структуру и структуры Прилемвинской складчато-покровной зоны. На графике поля силы тяжести отмечается уменьшение значений Δg в восточном направлении.

Положительные структурные единицы – Берганты-Мыльская структура и Прилемвинский вал - хорошо отображаются в гравитационном поле. Терригенный комплекс, включающий породы пермской системы, дифференцирован плотностными границами, имеет складчатый характер, и его складки согласуются со складками нижележащего карбонатного комплекса. В карбонатном комплексе следует обратить внимание на изменение плотностей Берганты-Мыльской структуре (2,72-2,76 г/см³), что соответствует изменению разреза доманиково-фаменской Нерцетинской атолловидной постройки, замещаемой менее плотными глинисто-мергелистыми породами.

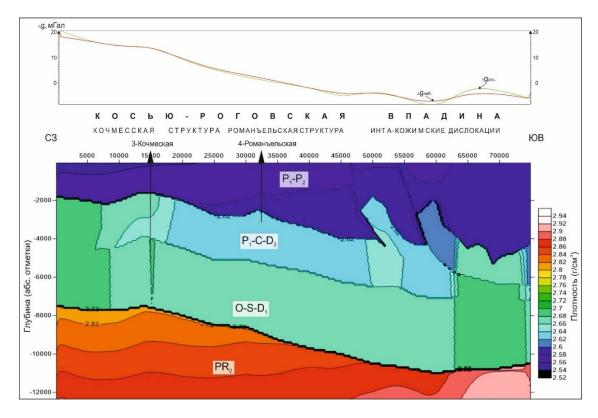


Рис. 1. Геоплотностная модель по региональному профилю 12РС

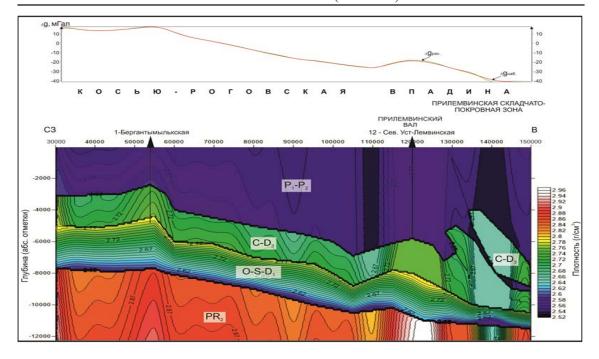


Рис. 2. Геоплотностная модель по региональному профилю 13РС

Прилемвинский вал содержит рифовые постройки верхнего девона-карбона, в которых плотности изменяются за счет чередования плотных и пористо-кавернозных пород (от 2,72 до 2,78 г/см 3). Ордовиксконижнедевонский, терригенно-карбонатный комплекс на плотностной модели характеризуется высоким градиентом плотности от 2,54-2,62 г/см 3 в нижней части разреза (отложения ордовика) до 2,72-2,78 г/см³ – в верхней. Комплекс протерозойских отложений собран в складки, которые иногда имеют вид тектонических блоков, плотность пород в которых превышает 2,90 г/см3. Невязка между рассчитанным и наблюденным гравитационным полем в результате решения обратной задачи гравиразведки составила 1,05 мГал.

Выполненные в результате профильного моделирования плотностные модели интерполировались по данным сети профилей. Для уточнения поведения литологических толщ и выделения аномальных плотностных участков было выполнено вычисление пространственного гравитационного эффекта от всей толщи осадочного чехла и фундамента. Полученные геоплотностные срезы показывают в площадном виде распределение плотности в различных структурно-тектонических единицах.

При построении и интерпретации полученных срезов и геоплотностных моделей были использованы структурные карты: по кровле карбонатов, подошве визейского яруса нижнего карбона, подошве доманикового горизонта верхнего девона, кровле фундамента, также геолого-геофизические разрезы по региональным и сейсмическим профилям.

Пример плотностного среза с отметкой -1500 метров показан на рисунке 3. Центральная и восточная часть занята областью развития пермских терригенных осадков, характеризующихся пониженными значениями плотности 2,5-2,58 г/см³, что показывает преимущественное развитие терригенных пород, сменяемых на западе карбонатными отложениями гряды Чернышева.

В северо-восточной части наблюдается участок с повышенными плотностными характеристиками до 2,7-2,74 г/см³, относимый к Воркутскому поперечному поднятию, Ярвожской структуре, и характеризует породы нижнепермско-каменноугольного возраста. Северо-западная часть исследуемой территории охватывает гряду Чернышева, разрез осадочного чехла которой на этой отметке составляют отложения карбонатного комплекса плотностью 2,68-2,76 г/см³. На представленном срезе отобразились элементы рельефа пластов в нижнепермских терригенных отложениях.

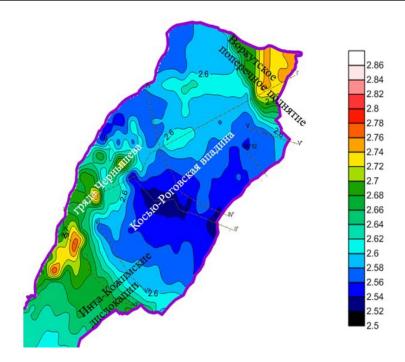


Рис. 3. Срез на глубине 1500 м

Отчетливо прослеживается перемычка (седловина) между грядой Чернышева и Кожимским поднятием Приполярного Урала, в которой ниже по разрезу сосредоточены открытые месторождения углеводородов Кочмесской ступени и Инта-Кожимских дислокаций. Седловиной менее плотных пород соединены гряда Чернышева, Берганты-Мыльская структура, Верхнероговское поднятие и Воркутское поперечное поднятие. Внутренний борт Косью-Роговской впадины занимает Восточно-Лемвинская складчато-покровная зона, сложенная породами Лемвинского аллохтона. Аномальной плотностной зоной со значениями 2,6-2,62 г/см³ отмечается участок нижнепермских отложений между южным окончанием гряды Чернышева и Интинской складчато-чешуйчатой зоной, что связано с развитием взбросов и взбросо-надвигов.

Заключение

В работе проведен анализ видов моделей геологической среды, используемых для ее изучения. Описаны принципы моделирования, особенности построения ФГМ. Представлены используемые в УГТУ программные продукты, позволяющие строить ФГМ на основе совместного решения задач гравиразведки и сейсморазведки. Приведены результаты моделирования с использованием указанных продуктов. При решении обратных задач (гравиразведки) в данной работе использовался интегральный критерий оптимальности и критерий, основанный на нечетком представлении данных. Полученные таким образом модели позволяют уточнять строение территории и определять области и зоны плотностных неоднородностей, влияющие на формирование залежей углеводородов.

Список литературы

1. Корбунов А.И. Математическое основы теории интерпретации геофизических данных: учебное пособие. М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. 286 с.

Korbunov A.I. Mathematical foundations of the theory of interpretation of geophysical data: textbook. M.: TsentrLitNefteGaz, 2008. 286 p. (in Russian).

2. Рыскин М.И. Физико-геологическое моделирование как основа интерпретации данных // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2014. Т. 14. Вып. 1. С. 87-96.

Ryskin M.I. Physical-geological modeling as a basis for data interpretation // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Nauki o Zemle. 2014. T. 14. Vol 1. P. 87-96 (in Russian).

3. Ларичев В.А., Лесонен Д.Н., Максимов Г.А., Подъячев Е.В., Деров А.В. О подходе к трехмерному математическому моделированию сложной геологической среды с разрывами для визуализации и решения прямых и обратных задач геофизики // Научная визуализация. 2010. Т. 2. № 2. С. 20-33.

Larichev V.A., Lesonen D.N., Maksimov G.A., Podyachev E.V., Derov A.V. On an approach to three-dimensional mathematical modeling of a complex geological environment with discontinuities for visualization and solving direct and inverse problems of geophysics // Scientific Visualization. 2010. V. 2. № 2. P. 20-33 (in Russian).

4. Кобрунов А.И. Математические методы моделирования в прикладной геофизике (избранные главы). В 2-х ч. Ч. 1. Функционально-аналитические основы: учебное пособие. Ухта: УГТУ, 2014. 224 с.

Kobrunov A.I. Mathematical modeling methods in applied geophysics (selected chapters). In 2 hours. Part 1. Functional-analytical foundations: uchebnoye posobiye. Ukhta: UGTU, 2014. 224 p. (in Russian).

5. Михайлова С.В. Анализ сейсмических атрибутов – комплексный подход при концептуальном моделировании // PROHEФТЬ. Профессионально о нефти. 2018. № 2 (8). С. 31-35.

Mikhailova S.V. Analysis of seismic attributes – an integrated approach to conceptual modeling // PRONEFT'. Professional'no o nefti. 2018. № 2 (8). P. 31-35 (in Russian).

6. Вельтистова О.М., Мотрюк Е.Н. Комплексная интерпретация геолого-геофизических данных с целью выделения рифогенных построек Верхне-Печорской впадины // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: сборник научных трудов по материалам 46-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского. 2019. С. 63-67.

Veltistova O.M., Motryuk E.N. Complex interpretation of geological and geophysical data in order to identify reef structures in the Upper Pechora depression // Voprosy teorii i praktiki geologicheskoy interpretatsii gravitatsionnykh, magnitnykh i elektricheskikh poley: sbornik nauchnykh trudov po materialam 46-y sessii Mezhdunarodnogo seminara im. D.G. Uspenskogo. 2019. P. 63-67 (in Russian).

7. Кобрунов А.И., Куделин С.Г., Мотрюк Е.Н. Интегрированная среда физико-геологического моделирования на основе системной инверсии: монография. Ухта: УГТУ, 2015. 90 с.

Kobrunov A.I., Kudelin S.G., Motryuk E.N. Integrated environment for physical and geological modeling based on system inversion: monografiya. Ukhta: UGTU, 2015. 90 p. (in Russian).

8. Кобрунов А.И. Математические методы моделирования в прикладной геофизике (избранные главы) в 2-х частях. Ч.2. Системный анализ и моделирование в условиях неопределенности. Ухта: УГТУ, 2014. 154 с.

Kobrunov A.I. Mathematical modeling methods in applied geophysics (selected chapters) in 2 parts. Part 2. System Analy-

sis and Modeling under Uncertainty. Ukhta: UGTU, 2014. 154 p. (in Russian).

- 9. Mamdani E.H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. Electrical Engineers, Proceedings of the Institution of. 1974. T. 121. Vol. 12. P. 1585-1588.
- 10. Кобрунов А.И., Мотрюк Е.Н. Использование функций принадлежности параметров модели и критерии оптимальности при решении обратных задач гравиметрии // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 5. № 2. С. 196-201

Kobrunov A.I., Motryuk E.N. Using membership functions of model parameters and optimality criteria in solving inverse problems of gravimetry // Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya. 2017.Vol. 5. № 2. P. 196-201 (in Russian).

11. Куделин С.Г., Барабанов М.И., Кобрунов А.И. Программный редактор «GEOVIP» как компонент среды физико-геологического моделирования на основе системной инверсии // Информационные технологии в управлении и экономике. 2012. № 3 (03). С. 18-26.

Kudelin S.G., Barabanov M.I., Kobrunov A.I. Software editor "GEOVIP" as a component of the physical and geological modeling environment based on system inversion // Informatsionnyye tekhnologii v upravlenii i ekonomike. 2012. № 3 (03). P. 18-26 (in Russian).

12. Кобрунов А.И. Петровский А.П. Суятинов В.Н. Автоматизированная система GCIS – количественной комплексной интерпретации данных сейсмогравиметрии для персонального компьютера // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: материалы 27 – сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского. Москва ОИФЗ РАН, 2000. С. 133-136.

Kobrunov A.I. Petrovsky A.P. Suyatinov V.N. Automated system GCIS – quantitative complex interpretation of seismogravimetry data for a personal computer // Voprosy teorii i praktiki geologicheskoy interpretatsii gravitatsionnykh, magnitnykh i elektricheskikh poley: materialy 27 – sessii Mezhdunarodnogo seminara im. D.G. Uspenskogo. Moskva OIFZ RAN, 2000. P. 133-136 (in Russian).

13. Вельтистова О.М., Мотрюк Е.Н. Современные отечественные программные комплексы интерпретации гравимагнитных данных // Известия КОМИ научного центра УРО РАН. 2013. № 3 (15). С. 70-80.

Veltistova O.M., Motryuk E.N. Modern domestic software systems for the interpretation of gravimagnetic data // Izvestiya KOMI nauchnogo tsentra URO RAN. 2013. № 3 (15). P. 70-80 (in Russian).

УДК 910.1:911.3

К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ И СУЩНОСТИ ЛИТЕРАТУРНОЙ ГЕОГРАФИИ: АНАЛИЗ ТЕРМИНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ БИБЛИОГРАФИИ

Волкова Т.А., Сидоренко В.В., Климов Н.Н.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: mist-next4@inbox.ru, viktorsidorenko7@gmail.com

В данной статье рассматривается история развития литературной географии как фундаментальной науки в российской географии, а также анализируются подходы отечественных ученых к терминологической базе, относящейся к предмету литературной географии. В результате исследования было установлено, что сущность литературной географии, ее предмет, понятийный аппарат можно охарактеризовать как находящиеся в стадии развития, но в то же время достаточные для того, чтобы вести прикладные исследования. Этот вопрос имеет долгую историю, которую можно отсчитывать со времен опубликования первых публицистических работ П.П. Семенова-Тян-Шанского и попыток создания первых литературных карт Российской империи С.А. Золотаревым. На сегодняшний день очевидно, что работу в этом направлении необходимо продолжить с целью сохранения исторического и культурного наследия регионов России. Литературная география находится на стыке нескольких наук: географической, филологической, культурологической, философской. Литературные карты являются подходящим методом применения теоретической базы. Несмотря на это, необходимо работать над расширением понятийного аппарата и уточнять методологию исследований. Результаты будущих исследований могут носить практическую значимость для развития и туристского освоения пространства, с одной стороны, и сохранении культурной идентичности – с другой. Перспективы дальнейшей разработки темы зависят от решения ряда задач. Так, определяющую роль играет анализ опыта исследований зарубежных авторов, формирование и расширение единой терминологической базы и изучение взаимодействия литературной географии со смежными географическими науками. При проведении исследования использовался ряд общенаучных методов исследования: методы анализа, описания и сравнения, обобщения

Ключевые слова: литературная география, литературно-географическое пространство, культурная география, методология, терминология

TO THE QUESTION OF GENESIS AND ESSENCE OF LITERARY GEOGRAPHY: ANALYSIS OF TERMINOLOGY IN MODERN DOMESTIC BIBLIOGRAPHY

Volkova T.A., Sidorenko V.V., Klimov N.N.

Kuban State University, Krasnodar, e-mail: mist-next4@inbox.ru, viktorsidorenko7@gmail.com

This article examines the history of the development of literary geography as a fundamental science in Russian geography, and also analyzes the approaches of Russian scientists to the terminological base related to the subject of literary geography. As a result of the study, it was found that the essence of literary geography, its subject matter, conceptual apparatus can be characterized as being in the development stage. but, at the same time, sufficient to conduct applied research. This issue has a long history, which can be counted from the time of the publication of the first publicistic works of P.P. Semenov-Tyan-Shansky and attempts to create the first literary maps of the Russian Empire by S.A. Zolotarev. Today it is obvious that work in this direction must be continued in order to preserve the historical and cultural heritage of the regions of Russia. Literary geography is at the junction of several sciences: geographical, philological, cultural, philosophical. Literary maps are a suitable method of applying theoretical frameworks. Despite this, it is necessary to work on expanding the conceptual apparatus and to clarify the research methodology. The results of future research may be of practical importance for the development and tourist development of space, on the one hand, and the preservation of cultural identity, on the other. Prospects for further development of the topic depend on the solution of a number of problems. Thus, the analysis of the research experience of foreign authors, the formation and expansion of a unified terminological base and the study of the interaction of literary geography with related geographical sciences play a decisive role. During the research, a number of general scientific research methods were used: methods of analysis, descriptions and comparisons, generalizations.

Keywords: Literary geography, literary-geographic space, cultural geography, methodology, terminology

Литературная география, как подмечено многими исследователями, относительно новое направление в географических исследованиях. Однако корни рассуждений о взаимосвязи литературы и географии видны в истории рассматриваемого вопроса. Так, среди российских первопроходцев в литературной географии можно справедливо отметить П.П. Семенова-Тян-Шанского

и С.А. Золотарева. Их деятельность относится к концу XIX — началу XX вв. и, по сути, положила начало изучению рассматриваемого вопроса. Можно также заметить, что, как и любое культурное наследие, литература обладает географическим измерением. Связано это с тем, что географические понятия: территория, пространство, районирование — могут быть задействованы в ли-

тературе. Так, литературные ландшафты, географические образы и схожие понятия могут быть интерпретированы географией, что позволяет работать с литературным наследием России и регионов иначе — составляя литературные карты или туристские маршруты.

Цель данного исследования состоит в актуализации картины развития литературной географии как фундаментальной науки и анализе подходов отечественных ученых к терминологической базе, относящейся к предмету литературной географии.

Материалы и методы исследования

Литературная география является культурной географией, изучающей пространственные культурные различия и территориальное распределение культур. Ввиду того что данное ответвление географической науки является недостаточно изученным, необходимо проводить исследования, уточняющие и расширяющие его методологию. В современных условиях туризм динамично развивается, а потому открывать новые виды туризма важно для развития экономики. В связи с этим в рамках исследования были рассмотрены термины, представленные в российской библиографии последних пяти лет, с целью составить наиболее точную терминологическую базу к предмету литературной географии.

Результаты исследования и их обсуждение

Современная географическая наука предлагает рассматривать литературную географию как элемент культурной географии. Это справедливо, поскольку художественная литература как составляющая антропогенной геосферы отвечает требованиям к предмету культурной географии: литература, ввиду своего разнообразия (жанрового, стилистического, языкового, идеологического, конфессионального, идейного), способна проводить пространственное разделение, выявлять культурные различия и осуществлять территориальное распределение многогранной культуры.

Так, например, используя историко-социологический и философский подходы, применимые в географии, можно определить территориальную принадлежность текста. Связано это с местом рождения авторов, а во-вторых — с комплексом стилистических, языковых, жанровых, философских характеристик, характерных для определенной территории. В качестве иллюстрации используем поэзию. Известно, что одна из наиболее востребованных форм стихосложения — сонет — наиболее активно использовалась в странах Западной Европы. Сонеты, в свою очередь, можно разделить на «английские», «итальянские», «французские», которые отличаются последовательностью рифмующихся стихов в стихотворении, что позволяет судить о месте их происхождения. Отметим, что в России данная форма использовалась редко ввиду сложности организации стихотворения из-за особенностей русского языка.

Очевидно, что литературная география находится на стыке двух наук — географии и филологии. Мы можем отметить, что данное направление исследований находится на повестке у отечественных ученых. Среди них можно выделить трех исследователей. Это д.г.н. В.Н. Калуцков, аспирант М.М. Морозова, д.ф.н. А.В. Фирсова. Более 90% работ написаны этими авторами.

Так, методология и основной понятийный аппарат изложены в статьях В.Н. Калуцкова. Например, в работе «Литературная география как научный предмет и как учебная дисциплина» [1] автор рассматривает место литературной географии в культурной географии. Также он анализирует состоятельность литературной географии в качестве учебной дисциплины и научного предмета.

Наиболее интересным здесь нам представляется изучение феномена литературной географии. Так, цитируя исследователя, заметим, что пространство, вернее территориальная организация общества, является предметом географии как науки. В свою очередь, изучая пространство, мы можем применять разные методики освоения этого пространства. Иначе говоря, существует широкий спектр методик освоения пространства, одним из которых по праву может выступать метод художественного освоения территории. Вспомним понятие, введенное в научный лексикон В.И. Вернадским: вся биосфера под воздействием научной мысли и человеческого труда переходит в ноосферу [цит. по: 2]. Таким образом, мы можем сделать вывод, схожий с мыслями В.Н. Калуцкова: «предмет литературной географии – взаимодействие литературного и географического пространств» [1]. То есть предметом этого направления географического исследования будет являться изучение взаимодействия ноосферы и комплексной геосферы.

В литературной географии будет справедливо выделить и охарактеризовать ком-

плекс понятий, входящий в предмет этого направления. Уже упомянутый нами В.Н. Калуцков выводит ряд понятий: литературное (литературно-географическое) место понимается как локус литературно-географического пространства, образ которого неразрывно связан с определенным литературным именем. Автор выделяет три типа литературных мест: биографические, собственно литературные и комплексные.

Под первым типом понимают места, связанные с жизнью и творчеством авторов. Например, Санкт-Петербург можно называть наиболее «литературным» из всех административных единиц России: именно в этом городе находятся дома-музеи таких видных литераторов, как А.С. Пушкин, Н.В. Гоголь, Ф.М. Достоевский, А.А. Ахматовой и многих других.

Второй тип связан непосредственно с творчеством писателей: местами, в которых происходят действия произведений. Опять же, для Санкт-Петербурга улица Гороховая является одной из самых известных в этом плане. Дом № 41 известен как «Дом Рогожина», где жил герой романа Достоевского. Кроме того, на той же улице жили герой романа Гончарова «Обломов», Вера Павловна из романа Чернышевского «Что делать?» и другие персонажи.

Третий же тип, названный Калуцковым «комплексным», представляет собой «продукт той ситуации, когда грань между жизнью и творчеством стерта» [1]. На наш взгляд, данный термин стоит разъяснить. Стирание грани между творчеством и жизнью автора может означать следующее: это ассоциативные, аллюзивные места, возникающие в случае возникновения пересечения параллелей писателей и их работ. Также возможно применить этот тип литературных мест в случаях, когда те или иные локусы имеют прямую связь с жизнью авторов и как-либо отражены в культуре.

К примеру, в стихотворении В.В. Маяковского «Сергею Есенину» упоминается гостиница «Англетер», где погиб С.А. Есенин. Это место пользуется большой популярностью среди туристов, и таким образом представляет собой литературное место, не связанное напрямую с жизнью и творчеством поэта. Другим примером может выступить цикл стихотворений С.А. Есенина «Персидские мотивы», написанный им в процессе путешествий по Азербайджану. На основе стихов, входящих в сборник, строятся туристские маршруты.

Другим не менее важным термином является «Культурный ландшафт», разработанный Ю.А. Ведениным. Мы уже упоминали, что литературная география связана с понятием культурной географии. Таким образом, понимание культурного ландшафта является определяющим для нашего исследования. «Культурный ландшафт может быть определен как целостная и территориально локализованная совокупность природных, технических и социально-культурных явлений, сформировавшихся в результате соединенного действия природных процессов и художественно-творческой, интеллектуально-созидательной и рутинной жизнеобеспечивающей деятельности людей» [3]. В данном случае культура понимается в качестве любого антропогенного воздействия на пространство. В том числе воздействия художественно-творческого. Иначе говоря, результат освоения территории при помощи изобразительного искусства, литературного, архитектурного является культурным ландшафтом.

Представляет интерес и введенный Д.Н. Замятиным термин «метагеография» [4]. В его основе — метод образного представления и изучения географического пространства. Данный подход также напрямую связан с литературной географией, поскольку образы, создаваемые писателями, могут использоваться в качестве моделей для построения авторских карт и одним из методов районирования.

Выделим также разработанный Д.Н. Замятиным термин «Географический образ» [5], который также связан с понятием культурной географии в широком смысле и литературной - в узком. Так, по мнению автора, географический образ связан с понятием цивилизационной идентичности. Замятин приводит в пример такой маркер идентичности, как размеры территории России (Российской империи), которые физическо-географических маркеров трансформировались в настоящий образ государства (закрепившийся, заметим, сотни лет назад и сохраняющийся до сих пор). Так, образ формировался и влиял геополитически на аспекты жизни страны долгие годы: «Европейцы уже успели оценить в своих путевых записках и трудах о России ее беспрецедентные пространственные размеры, заложив тем самым первоначальную культурную традицию феноменологии российских пространств» [5]. Таким образом, мы видим, что ввиду размеров страны образовался некий штамп, стереотип, имеющий определенные ассоциативные формы влияния и становящийся образом. Иначе говоря, понятие географического образа — литературно-географический термин, который, используя символы и тропы, определяет конкретное географическое пространство. Ввиду этого создается идентичность территории, то есть психологическое представление человека о том или ином объекте среды.

В терминологическом аппарате рассматриваемого вопроса можно также рассмотреть определение «Литературный ландшафт» [6]. Исследователи определяют ландшафты такого типа как формирующиеся в результате взаимодействия литературного и географического пространств. Иначе говоря, в случаях использования литератором реального географического пространства в своем произведении или если такой ландшафт имеет отношение к литературному имени.

Важно также понятие «регионального сверхтекста» [7] - то есть системы литературно-языковых и внелитературных (культурных и природных) компонентов. В системе данного термина выделено, как мы уже отметили, два уровня: собственно литературный и экстралитературный, то есть выходящий за пределы непосредственно художественного творчества. Естественно, в данном понятии для нас является ключевым второй уровень. В него входят особенности природы, сообщества, важнейшие пространственные локусы, характерные топонимы. По своей сути, этот уровень близок к понятию литературного ландшафта. Также можно отметить и то, что на литературном уровне есть пространственные признаки: характерные для определенной территории выражения, фразеологизмы, диалектизмы, особенности произношения и т.п.

В результате описанных выше процессов образуется «Литературно-географический регион» [8], то есть фрагмент литературно-географического пространства, устойчиво связанный с определенными литературными именами. Литературный регион формируется в связи со взаимодействием ряда понятий, рассмотренных нами ранее. Кроме того, литературно-географический регион предполагает ряд методик для его анализа и районирования.

Так, можно использовать административно-территориальные границы для определения региона, метод учета топонимии и мемориальных пространств (изучение пространственных единиц, имеющих отношение к автору или его творчеству), метод исследования авторских литературных про-

странств (изучение творческого наследия автора, упоминаний им конкретных территорий в произведениях и т.п.).

Среди прикладных методов в литературной географии принято выделять литературное картографирование. Данный метод предполагает развитие в двух направлениях: картографирование литературного наследия конкретной личности и картографирование территориального литературного наследия. Заметим, что впервые литературная картография была применена С.А. Золотаревым [9].

Можно также выделить типологию литературных карт, предложенную М.М. Морозовой [10]:

- 1. Мемориальные образные карты писателей.
- 2. Карты мемориальных литературных мест территории.
 - 3. Комплексные литературные карты.
- 4. Карты ассоциативных мест территории.
- 5. Карты литературных образов территории.

Однако существует также типологическая репрезентация литературных карт, сделанная В.Н. Калуцковым и М.М. Морозовой на примере созданных в США и дополненных результатами собственных исследований. Так, ученый выделяет следующий перечень составленных типов карт:

- 1. Карты-иллюстрации литературных произведений, включая карты воображаемых миров и литературных путешествий.
 - 2. Карты художественного мира писателя.
 - 3. Карты-биографии писателя.
- 4. Карты общественного пространства писателя.
- 5. Комплексные личностные литературные карты.
- 6. Карты-обзоры круга писателей, связанных своей жизнью и/или творчеством с территорией.
- 7. Карты литературных образов территории, в том числе относящихся к отдельным литераторам.
- 8. Карты литературных мест территории, включая карты мемориальных и ассоциативных литературных мест, связанных с конкретным литературным гением.
- 9. Комплексные литературные карты территории.

Авторами также выделяются литературные карты, связанные с творческим наследием писателя на определенной территории. В данном случае можно привести множество примеров: Санкт-Петербург

прочно связан с именем Φ .М. Достоевского, Иркутск — с именем В.Г. Распутина, а Кав-казский регион — с именами путешествовавших там поэтов-романтиков М.Ю. Лермонтова и А.С. Пушкина.

Данная типология, на наш взгляд, является самодостаточной и не нуждается в дополнении. На основе выделенных типов можно создавать литературные карты регионов по определенному типу, а также, используя методики разных типов, создавать смежные литературные карты.

Таким образом, можно отметить, что теоретическая база может выступить плацдармом для проведения научных исследований в области литературной географии.

Заключение

В целом сущность литературной географии, ее предмет, понятийный аппарат можно охарактеризовать как находящийся в стадии развития, но в то же время достаточный для того, чтобы вести прикладные исследования. Литературная география находится на стыке нескольких наук: географической, филологической, культурологической, философской. Литературные карты являются подходящим методом применения теоретической базы. Несмотря на это, необходимо работать над расширением понятийного аппарата и уточнять методологию исследований. Результаты будущих исследований могут носить практическую значимость для развития и туристского освоения пространства, с одной стороны, и сохранении культурной идентичности – с другой. Перспективы дальнейшей разработки темы зависят от решения ряда задач. Так, определяющую роль играет анализ опыта исследований зарубежных авторов, формирование и расширение единой терминологической базы и изучение взаимодействия литературной географии со смежными географическими науками. При проведении исследования использовался ряд общенаучных методов исследования: методы анализа, описания и сравнения, обобщения.

Список литературы / References

1. Калуцков В.Н. Литературная география как научный предмет и как учебная дисциплина // Вестник Московского университета. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2015. № 4. С. 67–78.

Kaluckov V.N. Literary geography as a scientific subject and as an academic discipline // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 19. Lingvistika i mezhkul'turnaya kommunikaciya. 2015. № 4. P. 67–78 (in Russian).

2. Жульков М.В. Организованность ноосферы: сферный подход // Ученые записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2015. № 3. С. 322–329.

ZHul'kov M.V. Organization of the noosphere: a spheral approach // Uchenye zapiski OGU. Seriya: Gumanitarnye i social'nye nauki. 2015. № 3. P. 322–329 (in Russian).

3. Веденин Ю.А. Очерки по географии искусства. М.: Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия, 1997. 224 с.

Vedenin Y.A. Essays on the Geography of Art. M.: Rossijskij nauchno-issledovatel'skij institut kul'turnogo i prirodnogo naslediya, 1997. 224 p. (in Russian).

4. Замятин Д.Н. Метагеография. Пространство образов и образы пространств. М.: Аграф, 2004. 508 с.

Zamyatin D.N. Metageography. Space of images and images of spaces. M.: Agraf, 2004. 508 p. (in Russian).

- 5. Beyond the Empire: Images of Russia in the Eurasian Cultural Context. Sapporo: Slavic Research Center, Hokkaido University. 2008. P. 237–255.
- 6. Калуцков В.Н., Матасов В.М. Литературный ландшафт и вопросы его развития (на материале Пушкиногорья) // Географический вестник. 2017. № 1 (40). С. 25–34. DOI: 10.17072/2079-7877-2017-1-25-34.

Kaluckov V.N., Matasov V.M. Literary landscape and issues of its development (based on the material of Pushkinogorye) // Geograficheskij vestnik. 2017. № 1 (40). P. 25–34. DOI: 10.17072/2079-7877-2017-1-25-34 (in Russian).

7. Морозова М.М., Калуцков В.Н. Литературно-географический регион и процессы мемориализации пространства (на примере Орловской области) // Наследие и современность. 2019. № 2 (1). С. 79–93.

Morozova M.M., Kaluckov V.N. Literary-geographical region and the processes of memorialization of space (on the example of the Oryol region) // Naslediye i sovremennost'. 2019. $\[Mathebox{N} \underline{0}\]$ 2 (1). P. 79–93 (in Russian).

8. Морозова М.М. О литературном регионе и методах выделения его границ (на материалах Орловского литературного региона) // Современные тенденции пространственного развития и приоритеты общественной географии: материалы международной научной конференции в рамках IX Ежегодной научной ассамблеи Ассоциации российских географов-обществоведов. Барнаул: Алтайский государственный университет, 2018. С. 305–309.

Morozova M.M. About the literary region and methods of identifying its boundaries (based on materials from the Oryol literary region) // Sovremennye tendencii prostranstvennogo razvitiya i prioritety obshchestvennoj geografii: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii v ramkah IX Ezhegodnoj nauchnoj assamblei Associacii rossijskih geografov-obshchestvovedov. Barnaul: Altajskij gosudarstvennyj universitet, 2018. P. 305–309 (in Russian).

9. Калуцков В.Н., Морозова М.М. Первая литературная карта России, или антропогеография даровитости С.А. Золотарёва // Географический вестник. 2020. № 2 (53). С. 91–99.

Kaluckov V.N., Morozova M.M. The first literary map of Russia, or the anthropogeography of S. A. Zolotarev's talent // Geograficheskij vestnik. 2020. № 2 (53). P. 91–99 (in Russian).

10. Калуцков В.Н., Морозова М.М. Литературные карты и их типологические репрезентации // Вопросы географии. 2020. № 151. С. 160–185.

Kaluckov V.N., Morozova M.M. Literary maps and their typological representations // Voprosy geografii. 2020. № 151. P. 160–185 (in Russian).

11. Дрондина Н.Г. Литературное краеведение в процессе воспроизводства культуры в регионе // Регионология. 2008. № 3 (64). С. 311–319.

Drondina N.G. Literary study of local lore in the process of cultural reproduction in the region // Regionologiya. 2008. N_2 3 (64). P. 311–319 (in Russian).

12. Фирсова А.В. Роль литературной географии в вопросах формирования местной идентичности (на примере Пермского края) // Современные тенденции пространственного развития и приоритеты общественной географии: материалы международной научной конференции в рамках IX ежегодной научной ассамблеи Ассоциации российских географов-обществоведов, 2018. С. 228–234.

Firsova A.V. The role of literary geography in the formation of local identity (on the example of the Perm Territory) // Sovremennyye tendentsii prostranstvennogo razvitiya i prioritety obshchestvennoy geografii: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii v ramkah IX ezhegodnoj nauchnoj assamblei Associacii rossijskih geografov-obshchestvovedov, 2018. P. 228–234 (in Russian).

13. Фирсова А.В. Роль художественной литературы в моделировании географических образов (на примере Перми) // Географический вестник. 2015. № 4 (35). С. 53–57.

Firsova A.V. The role of fiction in modeling geographic images (for example, Perm) // Geograficheskij vestnik. 2015. N_2 4 (35). P. 53–57 (in Russian).

УДК 551.432

ОЦЕНКА БАЗИСОВ ЭРОЗИИ, СФОРМИРОВАННЫХ В НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ – КУЗБАССЕ

¹Горн А.А., ²Фрибус И.В., ¹Легощин К.В., ¹Лешукова М.К., ¹Орозбаев Б.З., ¹Конончук Ф.О., ¹Лешуков Т.В.

¹ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: tvleshukov@kemsu.ru;

²ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва, e-mail: fribus.ivan.viktorovich@gmail.com

В статье представлены результаты морфометрической оценки базисов эрозии речной сети в программе ArcGIS. В качестве объекта исследований выбрана территория Кемеровской области – Кузбасса. Исходным материалом для морфометрического анализа была модель SRTM. В результате наших исследований для территории Кемеровской области были определены 9 локальных базисов эрозии и рассчитаны их средние высоты в пределах тектонических зон. Наиболее высокие отметки базисов эрозии характерны для Батеневской зоны, которая располагается на юге области, а наиболее низкие - для расположенной на севере Нижнетомской зоны. Скорость неотектонических движений определялась по разнице базисов эрозии разных порядков. Наибольшая скорость тектонических процессов характерна для тектонических зон, расположенных на юго-востоке, юге и западе области. Север, северо-восток и северо-запад в неоген-четвертичное время менее активен, что четко выражено в разнице базисов эрозии 1 и 9 порядка. Согласно нашим результатам, для исследуемой территории характерна заметная вариация показателя «разница базисов эрозии» во времени, что говорит о существовании в неотектонический период развития временных интервалов роста и снижения тектонической активности. Отмечено, что неотектоническая активность территории Кемеровской области - Кузбасса в момент формирования базисов эрозии одного порядка и смежных порядков в разных тектонических зонах существенно отличается. Также остается неясной связь более древних палеозойскомезозойских структур с неотектоническими процессами, что требует дальнейших исследований. Программа ArcGIS продемонстрировала себя удобным и оправданным средством для решения исследовательских задач в морфометрии.

Ключевые слова: Кемеровская область – Кузбасс, морфометрический анализ, базис эрозии, морфометрия, неотектоника, геоинформационные системы

EROSION BASINS ASSESMENT OF NEOTECTONICS IN THE KEMEROVO REGION-KUZBASS

¹Gorn A.A., ²Fribus I.V., ¹Legoshchin K.V., ¹Leshukova M.K., ¹Orozbaev B.Z., ¹Kononchuk F.O., ¹Leshukov T.V.

¹Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: tvleshukov@mail.ru; ²Lomonosov Moscow State University, Moscow, e-mail: fribus.ivan.viktorovich@gmail.com

The article presents the results of a morphometric assessment of the erosion bases of the river network in the ArcGIS. The territory of the Kemerovo region-Kuzbass was chosen as the research object. The SRTM model was used as a starting material for morphometric analysis. As a result of our research, for the territory of the Kemerovo region, 9 local erosion bases were determined and their average heights within the tectonic zones were calculated. The highest levels of erosion bases are typical for the Batenevskaya zone, which is located in the south of the region, and the lowest for the Nizhnetomskaya zone located in the north. The speed of neotectonic movements was determined from the difference in the erosion bases of different orders. The highest rate of tectonic processes is typical for tectonic zones located in the southeast, south and west of the region. The north, north-east and north-west in the Neogene-Quaternary are less active, which is clearly pronounced in the difference in the erosion bases of orders 1 and 9. According to our results, the study area is characterized by a noticeable variation in the indicator "difference in erosion bases" in time, which indicates the existence in the neotectonic period of development of time intervals of growth and decrease in tectonic activity of the region. It was also noted that the neotectonic activity of the Kemerovo region-Kuzbass at the time of the formation of erosion bases of the same order and adjacent orders in different tectonic zones differs significantly. Also, the connection between the more ancient Paleozoic-Mesozoic structures and neotectonic processes remains unclear, which requires further research. ArcGIS has proven itself to be a convenient and justified tool for solving research problems in morphometry.

Keywords: Kemerovo region-Kuzbass, morphometric analysis, erosional basis, morphometry, neotectonics, geographic information systems

Рельеф – совокупность положительных и отрицательных форм земной поверхности, различающихся по размерам, очертаниям и происхождению, которые связаны

с эндогенными и экзогенными процессами. Многие исследования подтверждают, что неотектонические (неоген-четвертичные) движения находят свое отражение в особен-

ностях рельефа местности и могут быть изучены геоморфологическими методами [1-3].

С развитием цифровых технологий стало возможным анализировать различные характеристики рельефа с помощью геоинформационных систем (ГИС). В настоящее время программное обеспечение ГИС предоставляет широкий спектр возможности работы с данными, в том числе позволяет выполнять морфометрический анализ, являющийся методом геоморфологии. Различные методы морфометрического анализа рельефа используются как за рубежом, так и в пределах нашей страны. В ходе исследования [4] был проведен морфометрический анализ бассейна р. Идемили на юго-востоке Нигерии с использованием геопространственных инструментов в АгсМар. Исследование продемонстрировало, данные методы и цифровая модель рельефа (ЦМР) являются важными инструментами для характеристики морфометрии водосборных бассейнов, особенно в регионах с ограниченным объемом данных. Также ГИС позволяют выполнять исследования, основанные на сочетании морфотектонических, геоморфологических и геологических параметров. Например, исследование территории северной части острова Эвия (Центральная Греция), в котором используется многокритериальный пространственный анализ решений (MCDA) в среде ArcGIS, позволило построить карту пространственного распределения значений индекса деформаций неотектонического ландшафта (Neotectonic Landscape Deformation Index (NLDI)) и предположить его связь с основными активными разломами [5]. В работе [6] был проведен морфотектонический и морфометрический анализ Ферозпурского дренажного бассейна, расположенного в Гималаях между хребтами Пир-Панджал и Большие Гималаи. В среде ArcGIS были пространственно оценены различные параметры водосборного бассейна и его водотоков (порядок водотоков, коэффициент удлинения бассейна, асимметрия бассейна и др.), что позволило определить тектоническую активность данной территории. Изучение гидрографической сети, водосборных бассейнов, водотоков и их характеристик дает возможность оценить неотектонические процессы, в том числе их динамические параметры, а ГИС-среда позволяет ее упростить и повысить ее объективность [7-9]. Все вышеперечисленные исследования подтверждают эффективность использования

морфометрического и морфотектонического анализов в программной среде ГИС.

Для территории Кемеровской области и отдельных ее частей также производились морфометрические исследования [10-12]. Результатами работ были геодинамическое районирование, описание неотектонического строения, построения структурно-геоморфологических карт на территории Кузнецкого бассейна и южной части области.

В нашем исследовании, проведенном для Кемеровской области в среде ArcGIS, мы акцентируем внимание на морфометрическом анализе базисов эрозии речной сети, поскольку эти морфологические поверхности имеют, как известно, тесную связь с неотектоническими процессами [13]. Данное исследование позволит уточнить неогенчетвертичный этап развития территории Кемеровской области — Кузбасса.

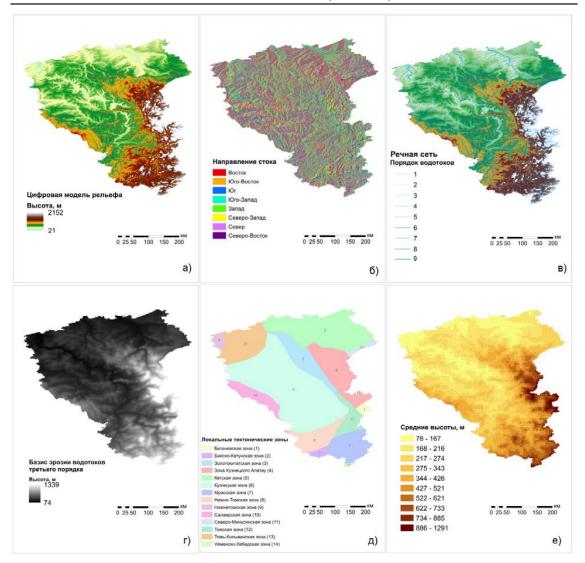
Материалы и методы исследования

Кемеровская область - Кузбасс расположена на юго-востоке Западной Сибири. Большую часть местности занимает горный и низкогорный рельеф (Кузнецкий Алатау, Горная Шория, Салаирский кряж), остальную – равнины (Западно-Сибирская равнина, Кузнецкая котловина). Территория обладает большой разностью высот, наивысшей точкой является голец Верхний Зуб (2178 м), наименьшая высотная точка находится в долине реки Томь на границе с Томской областью. В геологическом аспекте северо-восток области является частью Западно-Сибирской эпимезозойской плиты, остальную часть занимает Алтае-Саянская складчатая область. Вышенаписанное может говорить о потенциальном существовании различий в неотектонических движениях и территориальной дифференциации интенсивности их проявлений.

Исходным материалом были цифровые модели рельефа Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) [14] фрагментами размером 1х1 градус с разрешением 90 метров, которые предварительно были подобраны и сшиты, для всей территории Кемеровской области.

В качестве программы для морфометрического анализа базисов эрозии речной сети мы использовали ArcGIS 10.3.1.

Базисы эрозии представляют собой важные индикаторы неотектонических событий. Для получения базисов эрозии был выполнен ряд операций, также представленных в работе [13].



Результаты ряда операций, проведенных в ArcGIS:
а) ЦМР Кемеровской области; б) направление стока; в) речная сеть;
г) базис эрозии водотоков третьего порядка; д) карта тектонического районирования;
е) усредненные данные по высоте базисной поверхности 3-го порядка

- 1. Гидрологический анализ. Был произведен с помощью стандартных функций среды ArcMap — «Гидрология», а именно были определены направления водотоков, локальные понижения и их заполнение, суммарный сток и порядки водотоков. Далее была создана векторная модель водотоков.
- 2. Подготовка данных для построения базисов эрозии. Были последовательно использованы инструменты раздела ArcToolbox: «Вершины объекта в точки» и «Извлечь значения в точки».
- 3. Построение базисов эрозии. Были использованы инструменты «Топо в Растр» из группы инструментов «Интерполяция».

Для статистической обработки была построена сетка, состоящая из 4881 полигона, в которые были извлечены усредненные данные по высоте базисных поверхностей разных порядков (рисунок).

Дальнейший статистический анализ (среднее, дисперсия, стандартная ошибка и др.), выполненный в надстройке MS Excel «пакет анализа», производился в границах локальных тектонических зон, выделенных на картосхеме тектонического районирования Кемеровской области, представленной на сайте ВСЕГЕИ и составленной по материалам «Схемы тектонического районирования России» (рис. 1д) [15]. Названия ло-

кальных тектонических зон соответствуют приведенной выше картосхеме тектонического районирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Неоднородность проявления неотектонических движений выражается в больших различиях в высотах базисных поверхностей. Высота базиса эрозии для водотоков первого порядка варьируется от 142,16 м в пределах Нижнетомской зоны на северозападе области и до 980,86 м в пределах Батеневской зоны на юго-востоке, со средним значением по региону 350,05 м (табл. 1).

Высота базиса эрозии водотоков девятого порядка варьируется от 80,88 м в пределах Нижнетомской зоны на северо-западе области и до 172,42 м в пределах Бийско-Катунской зоны на юго-западе, со средним значением по региону 135,54 м. Амплитуда базисов эрозии 8 и 9 порядков составляет ≈ 100 -150 метров, а амплитуда базисов 1 и 2 порядков много больше и составляет ≈ 600-800 метров. Таким образом, формирование новых локальных базисов эрозии происходит на разном гипсометрическом уровне, что говорит о разных по интенсивности неотектонических процессах в предшествующих периодах. Стоит отметить, что водотоки седьмого-девятого порядков приурочены к крупным рекам области – Томь, Иня, Кия, Яя.

В целом для водотоков 2-6 порядков тенденция увеличения высоты базиса эро-

зии с севера-запада-севера-востока на юговосток-юг, а для 7-9 порядков на юго-западюго-восток-юг, сохраняется, что говорит о нарастании интенсивности восходящих движений по данным направлениям в неоген-четвертичное время (табл. 1).

Разница базисов эрозии водотоков разных порядков позволяет количественно оценить тектоническую активность блоков земной коры. На территории Кемеровской области в момент формирования водотоков 1-6 порядков (табл. 2) наименее активными территориями были Нижнетомская (32,8 м), Кетская (42,84 м), Северо-Минусинская (65,31 м), Кузнецкая (69,20 м), Томь-Колыванская (72,72 м) зоны, расположенные в северной, северо-западной и северо-восточной частях области, наиболее активными - Батеневская (497,3 м), зона Кузнецкого Алатау (264,5 м), Уйменско-Лебедская (259,9 м) и Томская (258 м) зоны, расположенные на востоке, юго-востоке области. Во время формирования водотоков 7-9 порядков наименее активной была Нижнетомская (6,77 м), Томь-Колыванская (14,40 м), Кетская (24,58 м) и Кузнецкая (30,88 м) зоны, наиболее активными – Уйменско-Лебедская (342,35 м), Мрасская (270,14 м), Батеневская (234,06 м) зоны. В момент формирования 9-8 порядков Нижнетомская зона, расположенная на северо-западе области, испытывала нисходящие движения (-0.17 m).

Таблица 1 Характеристики базисов эрозии рек 1-9 порядков в пределах локальных тектонических зон

Локальная	Базисы п-го порядка (Бп). Средняя высота, м								
тектоническая зона	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5	Б6	Б7	Б8	Б9
Томь-Колыванская	192,57	186,11	175,79	163,99	142,01	119,86	104,91	93,04	90,51
Нижнетомская	142,16	136,01	131,41	125,47	114,58	109,35	87,65	80,71	80,88
Кузнецкая	261,91	251,42	237,44	221,53	204,96	192,71	170,74	152,53	139,86
Кетская	202,22	198,01	191,67	182,51	171,11	159,38	143,59	141,32	119,00
Салаирская	348,80	339,69	325,77	304,63	269,44	227,63	171,91	136,98	132,71
Бийско-Катунская	575,56	549,57	507,07	468,67	414,94	401,61	363,51	217,19	172,42
Уйменско-Лебедская	869,15	837,16	802,81	759,92	694,25	609,23	514,33	217,97	171,97
Северо-Минусинская	378,33	369,90	355,87	339,71	326,49	313,02	244,58	222,17	139,61
Мрасская	669,29	637,51	594,29	553,87	517,86	479,21	440,68	225,36	170,54
Батеневская	980,86	925,54	850,81	758,40	642,77	483,57	394,86	251,78	160,80
Нижне-Томская	453,43	432,17	405,17	373,99	348,50	315,89	296,75	221,29	172,00
Золотокитатская	334,06	319,02	298,36	278,58	264,87	227,73	151,36	138,66	125,60
Томская	614,87	575,11	524,71	464,82	403,75	356,91	320,02	229,95	164,53
Кузнецкого Алатау	640,12	606,95	563,21	516,29	455,46	375,66	238,84	191,78	143,15
Вся территория региона	350,05	335,23	315,08	292,26	266,31	238,54	199,61	160,19	135,54

 Таблица 2

 Разница базисов эрозии рек 1-9 порядков в пределах локальных тектонических зон

Локальная	Разница базисов n-го порядка (Бn-Бn+1), м							
тектоническая зона	Б1-Б2	Б2-Б3	Б3-Б4	Б4-Б5	Б5-Б6	Б6-Б7	Б7-Б8	Б8-Б9
Томь-Колыванская	6,46	10,31	11,80	21,99	22,15	14,95	11,86	2,53
Нижнетомская	6,16	4,60	5,94	10,89	5,24	21,69	6,94	- 0,17
Кузнецкая	10,49	13,98	15,91	16,56	12,26	21,97	18,22	12,66
Кетская	4,21	6,34	9,15	11,41	11,73	15,79	2,27	22,32
Салаирская	9,11	13,92	21,14	35,19	41,82	55,72	34,93	4,27
Бийско-Катунская	26,00	42,50	38,40	53,73	13,34	38,09	146,33	44,77
Уйменско-Лебедская	31,99	34,35	42,90	65,66	85,02	94,91	296,36	46,00
Северо-Минусинская	8,44	14,03	16,16	13,22	13,47	68,44	22,41	82,56
Мрасская	31,78	43,22	40,42	36,01	38,65	38,53	215,33	54,82
Батеневская	55,32	74,73	92,42	115,63	159,20	88,71	143,07	90,98
Нижне-Томская	21,26	27,01	31,18	25,49	32,61	19,15	75,46	49,29
Золотокитатская	15,04	20,66	19,78	13,71	37,14	76,37	12,70	13,06
Томская	39,76	50,40	59,88	61,07	46,84	36,89	90,07	65,42
Кузнецкого Алатау	33,16	43,75	46,91	60,83	79,80	136,82	47,06	48,64
Вся территория	14,82	20,15	22,81	25,95	27,78	38,93	39,42	24,65

Полученные результаты демонстрируют, что время пиков скоростей неоген-четвертичных движений может различаться между локальными тектоническими зонами. Например, в момент формирования базисов эрозии 5-6 порядков в пределах Бийско-Катунской зоны скорость движений составляла ≈ 13 метров, а в остальные периоды была существенно выше. А для Уйменско-Лебедской зоны снижение скоростей для аналогичных базисов эрозии не фиксируется. Для нее, наоборот, происходит постоянное наращивание темпов поднятия территории, за исключением базиса эрозии 9 порядка. Одновременность формирования базисов эрозии в пределах локальных тектонических зон требует дополнительных исследований, в том числе другими морфометрическими и статистическими методами. В этом случае разрешающая способность ЦМР будет недостаточной, поскольку, вероятнее всего, перемещение блоков земной коры в пределах локальных тектонических зон будет иметь меньшую амплитуду.

В целом наше исследование согласуется с результатами работы Черкаса О.В. [12]. В ней отмечается рост неотектонической (неоген-четвертичной) активности в южной, восточной и западной окраинных частях Кузнецкого прогиба. Также обрамляющие его структуры испытывали на себе тектоническую активизацию. Тем не менее остается неясным, насколько неотектониче-

ские процессы однородны в пределах древних тектонических структур, иначе говоря, унаследуют ли они их геодинамику.

Выводы

Проведенная морфометрическая оценка базисов эрозии речной сети территории Кемеровской области — Кузбасса в среде Arc-GIS продемонстрировала, что:

- ГИС в морфометрическом анализе является удобным и оправданным средством для решения исследовательских задач;
- неотектоническая (неоген-четвертичная) активность региона возрастает по направлениям юга-востока, юга и запада;
- в неотектонический (неоген-четвертичный) период развития исследуемой территории существовали временные интервалы роста тектонической активности и ее снижения, что отражается в заметной вариации показателя «разница базисов эрозии»;
- неотектоническая активность территории в момент формирования базисов эрозии одного и смежных порядков в разных тектонических зонах существенно отличается;
- остается неясным, насколько связаны между собой древние тектонические структуры и неотектонические движения.

Для уточнения неотектонического (неоген-четвертичного) периода территории Кемеровской области – Кузбасса необходимо произвести другие морфометрические методы исследования.

Список литературы / Reference

- 1. Лысова В.Ф. Определение морфометрическими методами относительной интенсивности и направленности неотектонических движений в пределах южных частей Вымской депрессии и Вымского вала // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Биология. Геология. Химия. Экология. 2019. № 2 (10). С. 104-110.
- Lysova V.F. Determination of relative intensity and orientation of neotectonics movements within the southern parts of Vymskaya depression and Vyma shaft by the morphometric methods // Vest-nik Sy`kty`vkarskogo universiteta Seriya 2: Biologiya. Geologiya. Ximiya. E`kologiya. 2019. № 2 (10). P. 104-110 (in Russian).
- 2. Kusák M., Vilímek V., Minár J. Influence of neotectonics on land surface evolution in the upper part of the Blue Nile Basin (Ethiopia): findings from a DEM. AUC Geographica. 2019. Vol. 54. No. 2. P. 129-151. DOI: 10.14712/23361980.2019.13.
- 3. Petrovszki J., Timár G. Channel sinuosity of the Körös River system, Hungary/Romania, as possible indicator of the neotectonic activity. Geomorphology. 2010. Vol. 122. No. 3-4. P. 223-230. DOI: 10.1016/j.geomorph.2009.11.009.
- 4. Ezeh C.U., Mozie A.T. Morphometric analysis of the Idemili Basin using geospatial techniques. Arabian Journal of Geosciences. 2019. Vol. 12. No. 208. DOI: 10.1007/s12517-019-4336-x.
- 5. Valkanou K., Karymbalis E., Papanastassiou D., Soldati M., Chalkias C., Gaki-Papanastassiou K. Assessment of Neotectonic Landscape Deformation in Evia Island, Greece, Using GIS-Based Multi-Criteria Analysis. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2021. Vol. 10. No. 118. P. 27. DOI: 10.3390/ijgi10030118.
- 6. Lone A. Morphometric and morphotectonic analysis of Ferozepur drainage basin. Journal of Geography & Natural Disasters. 2017. Vol. 7. No. 3. P. 8. DOI: 10.4172/2167-0587.1000208.
- 7. Ahmad S., Alam A., Ahmad B., Afzal A., Bhat M.I., Sultan Bhat M., Ahmad H.F. Tectono-geomorphic indices of the Erin basin, NE Kashmir Valley, India. Journal of Asian Earth Sciences. 2017. Vol. 151. P. 16-30. DOI: 10.1016/j.jseaes.2017.10.013.
- 8. Anand A., Pradhan S. Assessment of active tectonics from geomorphic indices and morphometric parameters in part of Ganga basin. Journal of Mountain Science. 2019. Vol. 16. P. 1943-1961. DOI: 10.1007/s11629-018-5172-2.
- 9. Keshavarz M., Ghaemi F., Faghih A., Ghanadian M. Tectonic geomorphology assessment of neotectonics in the north of Damghan region, Alborz mountain belt, Northern Iran. Iranian Journal of Earth Sciences. 2021. Vol. 13. No. 4. P. 279-287. DOI: 10.30495/ijes.2021.685388.

- 10. Лазаревич Т.И., Мазикин В.П., Малый И.А., Ковалев В.А., Поляков А.Н., Харкевич А.С., Шабаров А.Н. Геодинамическое районирование Южного Кузбасса. Науч.-исслед. ин-т горной геомеханики и маркшейдерского дела, Межотраслевой науч. центр ВНИМИ, Кемеровское Представительство, ООО «Редакционно-издательская фирма «Весть», 2006. 181 с.
- Lazarevich T.I., Mazikin V.P., Maly I.A., Kovalev V.A., Polyakov A.N., Harkevich A.S., Shabarov A.N. Geodynamic zoning of the Southern Kuzbass. Nauch.-issled. in-t gornoj geomexaniki i markshejderskogo dela, Mezhotraslevoj nauch. centr VNIMI, Kemerovskoe Predstavitel'stvo, OOO «Redakcionnoizdatel'skaya firma «Vest'», 2006. 181 p. (in Russian).
- 11. Панина Л.В., Зайцев В.А. Неотектоника и геодинамика Кузнецкой впадины // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2012. № 6. С. 13-20.
- Panina L.V., Zajcev V.A. Neotectonics and geodynamics of the Kuznetsk depression // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4. Geologiya. 2012. № 6. P. 13-20 (in Russian).
- 12. Черкас О.В. Морфоструктурное районирование Кузнецкой впадины как основа для создания прикладных картосхем // Геоморфология. 2015. № 3. С. 91-101. DOI: 10.15356/0435-4281-2015-3-91-101.
- Cherkas O.V. Morphostructure regionalization of the Kuznetsk area as a basis for applied mapping // Geomorfologiya. 2015. № 3. P. 91-101 (in Russian). DOI: 10.15356/0435-4281-2015-3-91-101.
- 13. Чернова И.Ю., Нугманов И.И., Даутов А.Н. Применение аналитических функций ГИС для усовершенствования и развития структурно-морфологических методов изучения неотектоники // Геоинформатика. 2010. № 4. С. 9-22.
- Chernova I.Yu., Nugmanov I.I., Dautov A.N. Application of GIS analytic functions for improve-ment and development of the structural morphological of the neotectonics studies // Geo-informatika. 2010. № 4. P. 9-22 (in Russian).
- 14. GIS-Lab: Описание и получение данных SRTM. [Электронный ресурс]. URL: https://gis-lab.info/qa/srtm.html (дата обращения: 05.01.2022).
- GIS-Lab: Description and retrieval of SRTM data. [Electronic resource]. URL: https://gis-lab.info/qa/srtm.html (date of access: 05.01.2022) (in Russian).
- 15. Карты Кемеровской области. ВСЕГЕИ. [Электронный ресурс]. URL: https://vsegei.ru/ru/info/gisatlas/sfo/kemerovskaya_obl/ (дата обращения: 05.01.2022).
- Maps of the Kemerovo region. VSEGEI. [Electronic resource]. URL: https://vsegei.ru/ru/info/gisatlas/sfo/kemerovs-kaya_obl/ (date of access: 05.01.2022) (in Russian).

УДК 911.9

О ПОДХОДАХ К РАЗРАБОТКЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ИНДЕКСОВ И ИНДИКАТОРОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Дудина Т.Н., Тарасова О.С.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», Новосибирск, e-mail: tosgeo@bk.ru

Активный рост численности населения земного шара привел к появлению и обострению проблем взаимоотношения человека и природы. В результате более чем тридцатилетних дискуссий на разных уровнях человечества международным научным сообществом был сформулирован термин «устойчивое развитие», позднее определены цели устойчивого развития. С целью оценки достижения целей устойчивого развития, а также для анализа динамики изменений разрабатываются системы индексов и индикаторов устойчивого развития. В статье рассмотрены принципы формирования международных и региональных систем индексов и индикаторов устойчивого развития. В настоящее время в РФ определены национальные показатели ЦУР, которые не в полной мере можно использовать для оценки социо-эколого-экономического развития региона. Анализ существующих региональных систем индексов устойчивого развития показал неприменимость систем для сравнения регионов в силу их существенных различий. На примере Новосибирской области определен перечень показателей для оценки состояния устойчивого развития, на основе проведенного сопоставления показателей выполнен расчет интегральных характеристик факторов устойчивого развития области, по которым выделены периоды состояния. Использование средних многомерных индексов экологического, социального и экономического благополучия дает возможность анализировать различные показатели состояний, имеющие разные единицы измерения, при этом значения средних многомерных не превышают 1 и могут быть представлены наглядно. Предложенный подход к формированию региональной системы индексов устойчивого развития позволяет на основе открытых статистических данных получать репрезентативные показатели устойчивого развития разных регионов и проводить их сравнительный анализ в целях принятия управленческих решений и оценки состояния регионов в плане достижения целей устойчивого развития.

Ключевые слова: устойчивое развитие, показатели устойчивого развития, индексы устойчивого развития, социо-эколого-экономическое состояние

THE APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF REGIONAL FRAMEWORKS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICES AND INDICATORS

Dudina T.N., Tarasova O.S.

Novosibirsk State University of Economics and Management NINH, Novosibirsk, e-mail: tosgeo@bk.ru

The active growth of the world's population has led to the emergence and aggravation of problems of the relationship between man and nature. As a result of more than thirty years of discussions at different levels of humanity, the international scientific community formulated the term sustainable development, and later defined the goals of sustainable development. In order to assess the achievement of the SDG, and analyze the dynamics of changes, systems of indices and indicators of sustainable development are being developed. The article discusses the principles of the formation of international and regional systems of indices and indicators of sustainable development. Currently, the Russian Federation has defined national SDG indicators that cannot be fully used to assess the socio-ecological and economic development of the region. The analysis of existing regional systems of sustainable development indices has shown the inapplicability of systems for comparing regions due to their significant differences. On the example of the Novosibirsk region, a list of indicators for assessing the state of sustainable development was determined, based on the comparison of indicators, the integral characteristics of the factors of sustainable development of the region were calculated, according to which the periods of the state were allocated. The use of average multidimensional indices of environmental, social and economic well-being makes it possible to analyze various indicators of states having different units of measurement, while the values of the multidimensional averages do not exceed 1 and can be presented visually. The proposed approach to the formation of a regional system of sustainable development indices allows, on the basis of open statistical data, to obtain representative indicators of sustainable development of different regions and conduct their comparative analysis in order to make managerial decisions and assess the state of regions in terms of achieving sustainable development goals.

Keywords: sustainable development, sustainable development indicators, sustainable development indices, socioecological and economic condition

Устойчивое развитие как новая парадигма социально-экономического развития общества — общепризнанная необходимость изменения траектории развития современного мира. Уже ни у кого нет сомнений, что потребительская экономика и нерациональное использование природных ресурсов в совокупности с экспоненциально растущим населением и усилением экономического и социального неравенства тупиковый путь развития. С 1992 года весь мир, во главе с ООН, медленно и с переменным успехом разрабатывает практические аспекты реализации концепции устойчивого развития. Важным аспектом в этой работе является определение реперных точек пер-

воначального положения отдельных стран, регионов и разработки критериев, определяющих тренды движения по пути к устойчивому развитию. Такими оценочными точками являются индексы и индикаторы устойчивого развития. Формирование работающей системы показателей устойчивого развития территории — чрезвычайно важная и сложная научно-практическая задача. Система индикаторов должна стать не просто набором показателей, описывающих отдельные характеристики состояния процесса, но и реальным инструментом для разработки управленческих решений, причем во всех сферах жизни общества.

Цель исследования: проанализировать существующие подходы к разработке систем индексов и индикаторов устойчивого развития, предложить авторский подход к формированию региональной системы индексов и индикаторов.

Материал и методы исследования

Сложность задачи определяется сложностью системы исследования. Современные природно-техногенные системы, от локального до глобального уровня, содержат огромное количество составляющих подсистем: природных, техногенных, экономических, социальных, информационных, связанных между собой сложной совокупностью прямых и обратных, положительных и отрицательных связей. Именно поэтому есть потребность в реализации инструментальной оценки ситуации с использованием количественных и качественных показателей.

В течение уже почти тридцати лет отдельные страны и крупнейшие международные организации разрабатывают уникальные системы индексов и индикаторов устойчивого развития с целью оценки устойчивости развития общества. Одной из первых комплексных систем индексов и индикаторов устойчивого развития стала система, разработанная в 1996 году Комиссией по устойчивому развитию ООН (КУР ООН), состоящая из 132 индикаторов. Система включает в себя экологические, социальные, экономические аспекты устойчивого развития, а также институциональные аспекты: международные правовые инструменты, роль в развитии разных групп населения, информационные аспекты устойчивого развития. В системе учитываются пространственные (глобальные, региональные и локальные) и временные составляющие.

Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) разработала систему индикаторов в 2001 г., система включает 3 типа индикаторов – процессов: давление - состояние - реакция. Индикаторы давления определяются особенностями производства и потребления товаров и услуг, отражают интенсивность антропогенного воздействия на окружающую среду, особенности ресурсопотребления. Индикаторы состояния отражают текущее состояние окружающей среды, его динамические изменения через анализ состояния здоровья людей, затрат на очистку сбросов и выбросов загрязняющих веществ, продуктивности сельскохозяйственных земель. Индикаторы реакции оценивают ответные действия общества для решения возникающих экологических проблем, отраженных в системе платности природопользования, затратах на охрану окружающей среды, анализ доли развития зеленых технологий и т.п. Впоследствии модель ОЭСР «давление - состояние -реакция» была принята за основу создания других систем показателей устойчивого развития, в частности она использована при разработке «Европейских индикаторов Евростата» [1].

Всемирный банк в рамках ежегодного доклада «Индикаторы мирового развития» (World Development Indicators [2]) публикует различные индикаторы устойчивого развития в динамике с 1980 г., сгруппированные в 6 основных разделов: общий, население, окружающая среда, экономика, государство, рынок. Свод показателей Всемирного банка включает более 550 показателей, на основании которых с 2000 г. выпускается краткий «зеленый справочник» (The Little Green Data Book [3]), отражающий основные экологические, социальные и экономические показатели устойчивого развития.

В России также разрабатывается своя система индикаторов устойчивого развития. Основой для разработки системы индикаторов служат собираемые федеральные и региональные статистические данные. С 2015 г. в Федеральный план статистических показателей добавлен раздел 2.8 «Показатели достижения целей устойчивого развития Российской Федерации», первоначально раздел включал в себя 90 показателей. С 2021 г. Росстатом собираются данные согласно Национальному набору показателей целей устойчивого развития [4], включающему в себя 160 индикаторов по 17 целям устойчивого развития.

Анализ существующих систем индикаторов устойчивого развития отражает два методических подхода при их создании. Первый подход основывается на формировании системы отдельных показателей, отражающих разные аспекты устойчивого развития. Как правило, все индикаторы при использовании этого подхода можно разделить на три группы: экологические, социальные и экономические, в части систем присутствуют выделенные институциональные показатели, но они могут содержаться и в трех вышеперечисленных группах. Основная часть мировых систем индикаторов построена на подобном принципе сбора информации.

Такой подход к систематизации данных содержит большое количество показателей, например в России их 160, которые трудно использовать как инструмент для принятия управленческих решений. С таким количеством показателей сложно работать, их трудно сопоставлять в силу разности количественных, качественных характеристик, а также несопоставимости единиц измерения. Для России сложность заключается еще и в том, что эти данные собираются в разных ведомствах, а данные в Национальном наборе по ряду показателей не содержат динамических рядов, по отдельным показателям отсутствует региональная составляющая, и предстоит еще большая работа по наполнению перечня необходимыми данными.

Второй подход – разработка интегральных (агрегированных) индексов, которые включают большое количество показателей, скорректированных и усредненных по единицам измерения, отражающих комплексное состояние отдельных аспектов достижения целей устойчивого развития. Расчет индексов также строится на агрегировании показателей трех тематических групп: экологических, социальных и экономических. Система может быть построена в разных структурированных вариантах, наиболее распространенные: тема/проблема – индикатор; цели - задачи - индикаторы; тема - подтема - индикатор; варианты системы ОЭСР воздействие – состояние – реакция [5].

Проблемы агрегирования разных показателей в единые интегральные индексы были рассмотрены в 2001 году в отчете Комиссии по устойчивому развитию ООН «Об агрегировании индикаторов устойчивого развития» (Report On The Aggregation Of Indicatotrs Of Sustainable Development [6]). В отчете отмечалось, что основная проблема при агрегировании показателей заключается в определении весов показателей, а также их значении и роли в формировании агрегированного показателя.

Примерами систем интегральных показателей устойчивого развития могут служить:

- система эколого-экономического учета (СЭЭУ) предложена статистическим отделом Секретариата ООН в 1993 г., система учитывает роль экологического фактора в национальных экономиках;
- индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП) индикатор отражает социальный аспект устойчивого развития и строится на интегрировании трех показателей: долголетия, достигнутого уровня образования и ВВП на душу населения, рассчитанного на основе паритета покупательской способности;
- показатель «истинных сбережений» отражает размеры национальных сбережений после учета объемов истощения природных ресурсов и ущерба окружающей среде;
- индекс «живой планеты» отражает состояние природных систем и вычисляется ежегодно в рамках подготовки доклада Всемирного фонда дикой природы (WWF);
- показатель «экологический след» отражает «давление» на окружающую среду посредством качественного измерения потребления продовольствия, энергии и материалов эквивалентно площади, необходимой для «поглощения» образующихся отходов и др.

Анализ перечисленных и иных существующих систем агрегированных показателей показывает, что их применение хорошо отражает особенности устойчивого развития отдельных стран, однако часто не учитывает внутристрановые, региональные особенности, что создает трудности использования интегрированных показателей для анализа региональных и локальных особенностей достижения целей устойчивого развития.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка устойчивого развития Российской Федерации, на наш взгляд, обязательно должна проводиться также в региональном разрезе. Этот анализ можно осуществлять как по показателям из Национального перечня, так и по показателям, отражающим региональную специфику. В то же время определение индикаторов устойчивого развития на региональном уровне ограничивается дефицитом качественной официальной информации. Дефицит информации является следствием генерирования ее от разных владельцев.

Разработанные региональные системы индексов устойчивого развития ввиду различий не могут быть универсальными и требуют существенной доработки при их распространении на другие регионы. Так, в зависимости от доступности статистических данных и выбранных подходов формируются региональные системы показателей [7; 8]. Анализ систем показывает их практическую несопоставимость, такие существенные различия делают невозможным сравнение отдельных регионов по показателям устойчивого развития [9; 10].

До 2015 года при формировании региональных систем показателей устойчивого развития разработчики испытывали существенные сложности ввиду отсутствия сбора систематизированных данных по региональным особенностям устойчивого развития, данные собирались разными ведомствами и не всегда были доступны для анализа. Однако и с разработкой Национального набора показателей устойчивого развития пока мало что изменилось, так как прошло слишком мало времени, а количество данных по отдельным показателям дано только по России в целом, без разделения по регионам, что затрудняет использование перечня для анализа.

Авторами также была предпринята попытка на основе системы индексов и индикаторов устойчивого развития Томской области разработать аналогичную систему для Новосибирской области с учетом ее территориальных особенностей [11]. Но предложенная система может носить справочный характер и не отвечает потребностями предоставления данных для разработки и принятия управленческих решений в сфере реализации устойчивого развития области.

С учетом сбора показателей Национального перечня показателей устойчивого развития была предпринята попытка разработать интегральные показатели устойчивого развития Новосибирской области в целях унификации системы и возможности распространения полученного опыта для составления систем других регионов. В основу разработки системы была положена структура «тема (проблема) — индикатор — индекс».

Для проведения анализа все показатели Национального перечня были разделены на три группы:

- экологические (24 показателя: 6. Чистая вода и санитария; 12. Ответственное потребление и производство; 13. Борьба с изменением климата; 14. Сохранение морских экосистем; 15. Сохранение экосистем суши);

- социальные (64 показателя: 3. Хорошее здоровье и благополучие; 4. Качественное образование; 5. Гендерное равенство; 10. Уменьшение неравенства; 16. Мир, правосудие и эффективные институты; 17. Партнерство в интересах устойчивого развития);
- экономические (72 показателя: 1. Ликвидация нищеты; 2. Ликвидация голода; 7. Недорогостоящая и чистая энергия; 8. Достойная работа и экономический рост; 9. Индустриализация, инновации и инфраструктура; 11. Устойчивые города и населенные пункты).

Далее был применен следующий алгоритм разработки системы интегральных показателей и оценки устойчивого развития Новосибирской области:

- отбор индикаторов (показателей) по каждой группе факторов;
- по каждому фактору приведение показателей к сопоставимому виду;
- расчет интегрального значения уровня состояния каждого фактора;
- оценка динамики состояния интегрального значения каждого фактора;
 - сравнение полученных показателей.

В данном исследовании для оценки устойчивого развития Новосибирской области использовались статистические данные по Новосибирской области, опубликованные в статистических сборниках и доступные на официальном сайте Росстата. Объединение показателей целей устойчивого развития, анализ качества доступной информации, опыта разработки индикаторов устойчивого развития регионов Российской Федерации [12-14] позволили остановиться на следующих индикаторах социально-экономического развития и экологического состояния Новосибирской области (табл. 1).

Как видно из единиц измерения, показатели, оценивающие экологическое, социальное и экономическое состояние региона, носят несравнимый характер. Для проведения дальнейших расчетов все значения указанных выше показателей были приведены к сопоставимому виду посредством нормирования каждого показателя по максимальной величине [15] с использованием формулы (1):

$$Xi$$
 норм = $\frac{Xi}{\max Xi}$ (1)

где Xi норм — нормированное значение i-го показателя, которым он обладает;

Xi — показатель;

maxXi — максимальная величина i-го показателя

Таблица 1 Индикаторы (показатели) для оценки уровня устойчивого развития на примере Новосибирской области

Факторы устойчивого развития	Содержание индикаторов (показателей)
Экологические	$X1$ выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. тонн $X2$ — уловлено и обезврежено загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. т $X3$ — сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн M^3 M
Социальные	X6 — численность населения, тыс. чел., на конец года X7 — число родившихся на 1000 человек X8 — число умерших на 1000 человек X9 — численность врачей на 10 000 населения численность среднего медицинского персонала на 10 000 человек X10 — число больничных коек на 10 000 человек X11 — мощность амбулаторно-поликлинических организаций, посещений в смену на 10 000 человек X12 — число зарегистрированных преступлений, тыс. шт. X13 — ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет X14 — зарегистрировано заболеваний у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни на 1000 человек новообразования X15 — болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм, на 1000 человек
Экономические	 X16 – среднегодовая численность занятых, тыс. чел. X17 – уровень безработицы, % X18 – реальные денежные доходы населения, % к предыдущему году X19 – индекс объема ВРП, % к предыдущему году X20 – индекс физического объема инвестиций в основной капитал, % к предыдущему году X21 – степень износа основных фондов на конец года, % X22 – число предприятий и организаций на конец года индекс промышленного производства, % к предыдущему году X23 – посевная площадь всех сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий, тыс. га X24 – ввод в действие жилых домов, тыс. м²

Для определения интегрального уровня экологического фактора, назовем его экологическое благополучие, социального фактора (социальное благополучие) и экономического фактора (экономическое благополучие) был использован метод скорректированной многомерной средней, учитывающей влияние конкретного показателя на интегральную оценку [15] (формула (2)).

$$Pi = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{k} x_i^{\text{норм}} \tag{2}$$

где Pi — скорректированный многолетний показатель,

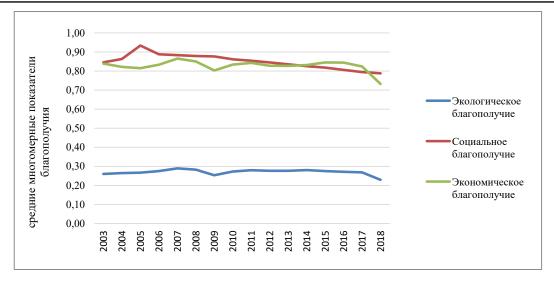
k — число показателей,

 x_i — стандартизованное или нормализованное значение i-го показателя.

Использование многомерной средней позволяет интерпретировать данные и «сжимать» информацию до необходимых для анализа значений и в процессе расчетов перейти от многомерного пространства к одномерному [15]. При использовании многомерной средней в настоящем исследовании все ее значения будут находиться в пределах от 0 до 1, что позволяет представлять полученные данные в сопоставимых показателях, в том числе графически.

Результаты произведенных расчетов представлены на рисунке.

Представление индикаторов устойчивого развития в сопоставимом виде позволяет их не только сравнивать между собой, но визуализировать для облегчения дальнейшего использования и анализа.



Индексы устойчивого развития Новосибирской области в значениях средних многомерных показателей экологического, социального и экономического благополучия за период с 2003 по 2018 г.

Таблица 2 Типы состояния факторов устойчивого развития Новосибирской области за период с 2003 по 2018 г.

Состояние процесса	Плохое	Среднее	Хорошее
Экологическое благополучие	2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016	2003, 2004, 2005, 2017	2018
Социальное благополучие	2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	2003, 2004, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012	2005, 2006
Экономическое благополучие	2018	2005	2003, 2004, 2006, 2007, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017
Устойчивое развитие	2018	2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017	2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011

Анализ полученных данных показывает явную зависимость трендов экологического и экономического благополучия за исследуемый период. При этом с учетом анализируемых данных для индекса экологического благополучия - чем меньше значение индекса, тем лучше состояние окружающей среды, а для индекса экономического благополучия – чем выше значение показателя, тем благоприятнее экономическая ситуация. Скорее всего, показатели, отражающие экологическое благополучие территории, в силу своей специфики в большей степени зависят от экономического благополучия, нежели социальные. На значение последних важное влияние оказывает, по-видимому, не уровень экономического благополучия, а поддержка населения и организаций социальной сферы из бюджетной системы.

На следующем этапе анализа проведем периодизацию каждого фактора устойчивого развития Новосибирской области, используя метод группировки с равными интервалами. Типами состояния факторов определим: плохое, среднее и хорошее. В результате разбиения получим следующее (табл. 2).

Результаты периодизации подтверждают ранее сделанные выводы о том, что в разные периоды устойчивого развития Новосибирской области влияние факторов социо-эколого-экономического состояния региона происходит по своим законам.

Выводы

Предложенная в работе методика формирования системы интегральных показателей устойчивого развития позволяет

доступные статистические использовать экологические, социальные и экономические данные. Количество показателей может быть достаточно большим, однако их нормирование и перевод в скорректированные многомерные значения позволяют не только приводить их в сопоставимые значения, но и представлять в виде, пригодном для использования при разработке и принятии управленческих решений в целях устойчивого регионального развития. При использовании предложенной методики нужно учитывать, что при расчете индексов мы получаем относительные данные за период наблюдения. Для исследования был выбран период с 2003 по 2018 г., в котором проведен анализ текущей ситуации без влияния пандемии COVID-19. В настоящее время осуществляется сбор данных для анализа степени влияния пандемии на различные показатели устойчивого развития Новосибирской области. Пока преждевременно говорить о фактических следствиях, требуется больше времени для накопления дополнительных данных и для проведения анализа.

Список литературы / Reference

1. Тарасова Н.П., Кручина Е.Б. Индексы и индикаторы устойчивого развития // Устойчивое развитие: ресурсы России / под ред. Академика РАН Н.П. Лаврова. М.: Изд-во центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. С. 127-144.

Tarasova N.P., Kruchina E.B. Indices and indicators of sustainable development // Sustainable development: resources of Russia // Ustoychivoye razvitiye: resursy Rossii / pod. red. Akademika RAN N.P. Lavrova. M.: Izd-vo tsentr RKHTU im. D.I. Mendeleyeva, 2004. P. 127-144 (in Russian).

2. Индикаторы мирового развития. [Электронный ресурс]. URL: https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators (дата обращения: 15.12.2021).

World development indicators. [Electronic resource]. URL: https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators (accessed 15.12.2021) (in Russian).

3. Краткая зеленая книга данных. [Электронный ресурс]. URL: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/27466 (дата обращения: 15.12.2021).

Brief Green Data Book. [Electronic resource]. URL: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/27466 (accessed 15.12.2021) (in Russian).

4. Национальный набор показателей Целей устойчивого развития. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/sdg/national (дата обращения: 15.12.2021).

National set of indicators for the Sustainable Development Goals. [Electronic resource]. URL: https://rosstat.gov.ru/sdg/national (date of access: 15.12.2021) (in Russian).

5. Бобылев С.Н. Индикаторы устойчивого развития для России // Экологическая культура в контексте устойчивого развития. 2011. № 1. С. 8-18.

Bobylev S.N. Indicators of sustainable development for Russia // Ekologicheskaya kul'tura v kontekste ustoychivogo razvitiya, 2011. № 1. P. 8-18 (in Russian).

6. Доклад об агрегировании индикаторов устойчивого развития. [Электронный ресурс]. URL: https://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd9-aisd-bp.pdf (дата обращения: 15.12.2021).

Report on the aggregation of sustainable development indicators. [Electronic resource]. URL: https://www.un.org/esa/sust-dev/csd/csd9-aisd-bp.pdf (accessed 15.12.2021) (in Russian).

7. Иванцова Е.А., Постнова М.В., Сагалаев В.А., Матвеева А.А., Холоденко А.В., Экологическая оценка городских агломераций на основе индикаторов устойчивого развития // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3. Экономика. Экология. 2019. Т. 21. № 2. С. 143-156. DOI: 10.15688/j3.92019.2.3.

Ivantsova E.A., Postnova M.V., Sagalaev V.A., Matveeva A.A., Kholodenko A.V., Ecological assessment of urban agglomerations based on indicators of sustainable development // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3. Ekonomika. Ekologiya. 2019. Vol. 21. № 2. P. 143-156. DOI: 10.15688/j3.92019.2.3 (in Russian).

8. Индикаторы устойчивого развития Томской области. Вып. 3 / под ред. В.М. Кресса. Томск: Изд-во «Печатная мануфактура», 2007. 46 с.

Indicators of sustainable development of the Tomsk region. Issue 3 / pod red. V.M. Kressa. Tomsk: Izd-vo «Pechatnaya manufaktura», 2007. 46 p. (in Russian).

9. Марденская Е.О. Показатели устойчивого развития Псковской области // Региональная экономика: теория и практика. 2017. Т. 15. № 8. С. 1488-1500. DOI: 10/24891/ re/15.8.1488.

Mardenskaya E.O. Indicators of sustainable development of the Pskov region // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. 2017. Vol. 15. № 8. P. 1488-1500. DOI: 10/24891/re/15.8.1488 (in Russian).

10. Холодков В.В., Бобылев С.Н. Формирование современных показателей экономического развития города Москвы с учетом экологических факторов // Бюллетень «На пути к устойчивому развитию России». 2004. № 26. С. 28-28.

Kholodkov V.V., Bobylev S.N. Formation of modern indicators of economic development of the city of Moscow taking into account environmental factors // Byulleten' «Na puti k ustoychivomu razvitiyu Rossii». 2004. № 26. P. 28-28 (in Russian).

11. Дудина Т.Н., Тарасова О.С. Устойчивое территориальное развитие Новосибирской области: подходы к разработке индексов и индикаторов // Статистика – язык цифровой цивилизации: сборник докладов II Открытого российского статистического конгресса. 2018. С. 424-430.

Dudina T.N., Tarasova O.S. Sustainable territorial development of the Novosibirsk region: approaches to the development of indices and indicators // Statistika – yazyk tsifrovoy tsivilizatsii: sbornik dokladov II Otkrytogo rossiyskogo statisticheskogo kongressa. 2018. P. 424-430 (in Russian).

12. Заварина Е.С. Совершенствование статистического учета и мониторинга достижений целей устойчивого развития: обсуждение и дискуссии // Вопросы статистики. 2017. № 1 (12). С. 72-82.

Zavarina E.S. Improving statistical accounting and monitoring of the achievements of the Sustainable Development Goals: discussion and discussions // Voprosy statistiki. 2017. № 1 (12). P. 72-82 (in Russian).

13. Мекуш Г.Е., Перфильева Е.В. Индикаторы устойчивого развития Кемеровской области. Новокузнецк: РОО «ИнЭКА», 2004. 20 с.

Mekush G.E., Perfilieva E.V. Indicators of sustainable development of the Kemerovo region. Novokuznetsk: ROO "In-EKA", 2004. 20 p. (in Russian).

14. Меркуш Г.Е. Кемеровская область. Разработка индикаторов устойчивого развития: мнение эксперта // На пути к устойчивому развитию России. Бюллетень Центра экологической политики России. 2004. № 26. С. 22-23.

Mekush G.E. Kemerovo region. Development of indicators of sustainable development: expert opinion // Na puti k ustoy-chivomu razvitiyu Rossii. Byulleten' Tsentra ekologicheskoy politiki Rossii. 2004. № 26. P. 22-23. (in Russian).

15. Глинский В.В., Серга Л.К., Хван М.С. Об оценке уровня экологической безопасности территории // Статистика и математические методы в экономике. 2014. № 6. С. 159-165.

Glinsky V.V., Serga L.K., Khvan M.S. On the assessment of the level of ecological safety of the territory // Statistika i matematicheskiye metody v ekonomike. 2014. $N\!\!_{2}$ 6. P. 159-165. (in Russian).

УДК 911.3

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКИЕ СВЯЗИ РЕГИОНОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КОРИДОРА КИТАЙ – МОНГОЛИЯ – РОССИЯ Осодоев П.В.

Байкальский институт природопользования CO PAH, Улан-Удэ, e-mail: osodoev@binm.ru

В статье рассматриваются особенности внешнеэкономических связей регионов, расположенных в зоне влияния Экономического коридора Китай - Монголия - Россия. Регионами исследования являются Автономный район Внутренняя Монголия Китая (АРВМ), Центральный регион Монголии и Байкальский регион (Россия). Показана товарная и географическая структура экспорта и импорта регионов. Динамика внешней торговли регионов с 2000 по 2019 г. характеризуется высоким положительным ростом. Так, за последние 18 лет внешнеторговый оборот Монголии вырос в 12 раз, АРВМ – 7,8 раза, Байкальского региона – 2,8 раза. В товарной структуре экспорта Монголии преобладают топливно-энергетические ресурсы (уголь), руды металлов. Основными экспортными товарами Байкальского региона являются минеральные продукты, древесина, цветные металлы (алюминий). Экспорт АРВМ представлен продукцией химической промышленности, черной металлургии. Автор полагает, что для Монголии и Байкальского региона существует необходимость в создании производств с переработкой природных ресурсов в товары с высокой добавленной стоимостью. Географическое положение и специализация хозяйства определяют внешнеторговые связи данных регионов. Особенно активно развиваются связи между Монголией и АРВМ. Так, в импорте товаров АРВМ доля Монголии составляет 44,9%. В структуре экспорта и импорта услуг регионов Экономического коридора ведущее место занимают туристические и транспортные услуги. Одним из приоритетных направлений развития сотрудничества этих регионов является модернизация транспортной и трансграничной инфраструктуры для увеличения грузовых и пассажирских перевозок по планируемому экономическому коридору Китай – Монголия - Россия. Благодаря проекту «Экономический коридор» данные регионы могут значительно укрепить внешнеэкономические связи.

Ключевые слова: внешнеэкономические связи, сотрудничество, экономический коридор Китай – Монголия – Россия, Монголия, Автономный район Внутренняя Монголия, Байкальский регион

FOREIGN ECONOMIC RELATIONS IN THE REGIONS OF THE ECONOMIC CORRIDOR CHINA – MONGOLIA – RUSSIA

Osodoev P.V.

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, e-mail: osodoev@binm.ru

The paper observes the features of foreign economic relations of regions located in the zone of influence of the China-Mongolia-Russia Economic Corridor. The study regions are the Inner Mongolia Autonomous Region of China (Inner Mongolia), the Central Region of Mongolia, and the Baikal Region (Russia). The commodity and geographic structure of exports and imports of adjacent regions is shown. The foreign trade dynamics of these regions are characterised by high positive growth between 2000 and 2019. Over the past 18 years, Mongolia's foreign trade turnover has grown 12 times, Inner Mongolia's - 7.8 times, and the Baikal region's - 2.8 times. The commodity structure of Mongolia's exports is dominated by fuel and energy resources (coal), metal ores. The main export goods of the Baikal region are mineral products, timber, non-ferrous metals (aluminum). Exports of the Inner Mongolia consist of products of the chemical industry, ferrous metallurgy. The author claims that for Mongolia and the Baikal region, there is a need to create industries with the processing of natural resources into high value products. The geographical position and economical specialization determines the foreign trade relations of the regions. Relations between Mongolia and Inner Mongolia are developing especially actively. Thus, the share of Mongolia in the import of goods into the Inner Mongolia is 44.9%. In the structure of export and import of the Economic Corridor regions' services, the leading place is occupied by tourism and transport services. One of the priority areas for the development of cooperation between these regions is the modernization of transport and crossborder infrastructure to increase freight and passenger traffic along the planned China-Mongolia-Russia economic corridor. Through the Economic Corridor project, these regions can significantly strengthen foreign economic ties.

Keywords: foreign economic relations, cooperation, China-Mongolia-Russia Economic Corridor, Mongolia, Inner Mongolia Autonomous Region, Baikal region

В последние десятилетия углубляются процессы глобализации, развиваются внешнеэкономические связи между Россией, Монголией и Китаем. Сопредельные регионы трех стран являются территорией, через которую проходят основные сухопутные транспортные магистрали, соединяющие Восточную Азию с Европой. Мегапроект «Экономический коридор Китай — Монголия — Россия» направлен

на увеличение торгового оборота между странами, облегчение грузовых и пассажирских перевозок [1]. Строительство Экономического коридора позволит использовать данным регионам преимущества от транзитного положения.

Целью исследования является оценка состояния и выявление особенностей внешнеэкономических связей сопредельных регионов, расположенных в зоне влияния Экономического коридора Китай – Монголия – Россия.

Материалы и методы исследования

Информационной базой для анализа внешнеэкономических связей послужили статистические данные национальных служб статистики рассматриваемых регионов за 2000-2019 гг. [2-4]. В работе в качестве методов исследования использовались системный, статистический, сравнительногеографический метолы.

Объектом исследования являются внешнеэкономические связи сопредельных регионов Китая, Монголии и России: Автономный район Внутренняя Монголия, Центральный регион Монголии, Байкальский регион. Ввиду отсутствия статистической информации по внешней торговле Центрального региона Монголии использовались данные в целом по Монголии. Площадь исследуемых регионов составляет 4303,0 тыс. км² с населением 32,4 млн чел. По экономическому потенциалу данные территории различаются, так, валовой региональный продукт в АРВМ составляет 249 095,9 млн долл. США (млн долл.), в Байкальском регионе – 35 471,9 млн долл.. в Монголии – 13 850,8 млн долл. (2019 г.).

Результаты исследования и их обсуждение

Основной формой внешнеэконо-Экономимических связей регионов ческого коридора является внешняя торговля. Рассмотрим основные закономерности внешней торговли регионов. Внешнеторговый оборот сопредельных регионов в 2019 г. составил 40 371,3 млн долл., так, у АРВМ – 15 943,8 млн долл., Монголии – 13 747,2 млн долл., Байкальского региона – 10 680,3 млн долл. (табл. 1) [2-4]. При этом по внешнеторговому обороту на душу населения выделяется Монголия, где данный показатель составляет 4168,7 долл., у Байкальского региона – 2407,2 долл., и у АРВМ – 645,3 долл. Внешнеторговый баланс характеризуется положительными значениями у Байкальского региона – 6444,1 млн долл. У Монголии – 1492,4 млн долл. У АРВМ импорт превышает экспорт, таким образом, сальдо отрицательное – 5006,4 млн долл. В национальных системах внешней торговли доля Байкальского региона составляет 1,6% внешнеторгового оборота России, доля АРВМ – 0,3% оборота Китая.

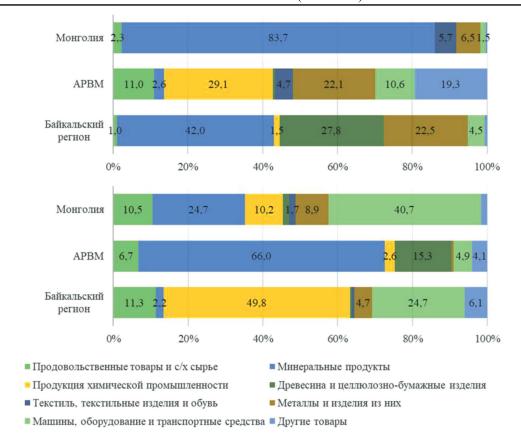
Экспортную ориентированность экономики определяет удельный вес экспорта в валовом региональном продукте. Из рассматриваемых регионов: у Монголии доля экспорта в валовом продукте составляет 39,5%, Байкальского региона — 24,1%, APBM — 2,2%.

По экспорту выделяется Байкальский регион — 8562,2 млн долл., Монголия — 7619,8 млн долл., APBM — 5468,7 млн долл. Импорт APBM составляет 10475,1 млн долл., Монголии — 6127,4 млн долл., Байкальского региона — 2118,1 млн долл.

Внешняя торговля сопредельных регионов с 2000 по 2019 г. характеризуется высокой положительной динамикой. Так, за последние 18 лет внешнеторговый оборот Монголии вырос в 12,0 раз (с 1150,3 до 13747,2 млн долл.), АРВМ – 7,8 раза (с 2036,0 до 15943,8 млн долл.), Байкальского региона – 2,8 раза (с 3789,2 до 10671,4 млн долл.). В экспорте наибольший рост наблюдался у Монголии – 14,2 раза (с 535,8 до 7619,8 млн долл.), АРВМ – 5,4 раза (с 1021,9 до 5468,7 млн долл.), Байкальского региона – 2,7 раза (с 3162,3 до 8551,2 млн долл.). Импорт вырос в значительной степени у АРВМ – 10,3 раза (с 1014,1 до 10475,1 млн долл.), Монголии – 10,0 раза (с 614,5 до 6127,4 млн долл.), Байкальского региона – 3,4 раза (с 626,9 до 2120,2 млн долл.).

Таблица 1 Основные показатели внешней торговли регионов Экономического коридора в 2019 г., млн долл. США

Регион	Внешнеторговый оборот	Экспорт	Импорт	Сальдо	Оборот на душу населения, долл. США	Доля экспорта в ВВП/ВРП, в%
Монголия	13747,2	7619,8	6127,4	1492,4	4168,7	39,5
Китай	4577891,1	2499482,1	2078409,0	421073,1	3269,8	17,5
APBM	15943,8	5468,7	10475,1	-5006,4	645,3	2,2
Россия	668816,1	424467,7	244348,4	180119,3	4557,6	27,7
Байкальский регион	10680,3	8562,2	2118,1	6444,1	2407,2	24,1



Товарная структура экспорта и импорта регионов Экономического коридора в 2019 г., в%

Товарная структура экспорта Монголии представлена в основном минеральными продуктами – 83,7%, металлами и изделиями из них -6.5%, текстилем и текстильными изделиями -5.7% (рис.) [2]. Основными экспортными товарами Монголии в 2019 г. являлись уголь -3078,8 млн долл. (36 604,1 тыс. т), медный концентрат -1795,9 млн долл. (1403,6 тыс. т), железная руда – 576,6 млн долл. (8448,8 тыс. т), золото – 418,4 млн долл. (9,1 т), сырая нефть – 366,7 млн долл. (6545,2 тыс. баррелей), руда и концентрат плавикового шпата -205,3 млн долл. (699,4 тыс. т), цинковый концентрат – 189,0 млн долл. (134,8 тыс. т), необработанный кашемир – 283,3 млн долл. (5688,7 т). В импорте преобладали горючесмазочные материалы – 1031,5 млн долл. (4642,7 тыс. т), транспортные средства – 854,6 млн долл., строительная техника – 334,9 млн долл.

В экспорте APBM основными товарными группами являлись продукция химической промышленности — 29,4%, металлы и изделия из них — 19,9%, продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье — 16,7%, машины, оборудование и транспортные

средства — 15,0% [3]. Основными экспортными товарами являлись сталь и изделия из нее — 1087,5 млн долл., продукция органической химии — 1084,1 млн долл., фрукты и овощи — 584,3 млн долл., электрические машины и оборудование — 256,7 млн долл., пластмассы — 233,0 млн долл. В импорте основными товарными группами являлись минеральные продукты — 57,1%, древесина и целлюлозно-бумажные изделия — 24,3%. Ввозились такие товары, как минеральное топливо (уголь, нефть) — 3494,9 млн долл., руды металлов — 3337,0 млн долл., древесина — 1497,1 млн долл.

Экспорт Байкальского региона определяется минеральными продуктами, составляющими 42,0%, затем древесина и целлюлозно-бумажные изделия — 27,8%, металлы и изделия из них — 22,5% [5; 6]. Основными экспортными товарами являлись минеральноетопливо (нефть, уголь)—3091,2 млндолл., алюминий — 1873,8 млн долл., древесина — 1572,9 млн долл., целлюлоза, бумага и картон — 807,8 млн долл., медные руды — 495,0 млн долл., вертолеты — 93,9 млн долл. Ввозились такие товарные группы, как продукция химической промышленно-

сти — 49,8%, продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье — 11,3%. Импортными товарами являются продукты неорганической химии (оксид алюминия) — 834,8 млн долл., машины и оборудование — 393,9 млн долл., овощи и фрукты — 201,8 млн долл., органические химические соединения — 118,9 млн долл.

Во внешней торговле Монголии основными торговыми партнерами являются Китай – 64,4% (8850,5 млн долл.), Россия – 13,1% (1768,2 млн долл.), Япония -4,4% (601,0 млн долл.), Великобритания -2,3% (322,1 млн долл.), США -2,3%(315,6 млн долл.) (табл. 2) [2]. За последние годы наблюдалось снижение доли России во внешней торговле Монголии. При этом произошло увеличение доли Китая, которая стала доминирующей, особенно в экспорте товаров. Монголия поставляет в Китай – 89,1% экспортной продукции (6789,2 млн долл.), в основном это минеральные продукты, такие как уголь, руды различных металлов. Россия представлена в основном в импорте Монголии, где доля ее составляет 28,2% (1734,6 млн долл.). Основными товарами российского импорта являются нефтепродукты – 1134,6 млн долл., продовольственные товары – 189,9 млн долл., машины, оборудование и транспортные средства – 154,4 млн долл., продукция химической промышленности – 109,3 млн долл. Экспорт Монголии в Россию значительно уменьшился и составляет 33,6 млн долл., состоит из минеральных продуктов – 79,1%, текстильных изделий – 13,8%, продовольственных товаров – 3,6%. Наибольшее снижение наблюдалось за счет таких товаров, как животноводческая продукция (мясо) и текстильная продукция (изделия из шерсти, кашемира).

Во внешней торговле АРВМ основными торговыми партнерами являются Монголия — 32,2%, Россия — 16,9%, Австра-

лия — 7,9%, США — 4,4%, Таиланд — 1,6%. Основная доля в импорте принадлежит Монголии и России, так, на Монголию приходится 44,9% импорта, на Россию — 22,0% [3]. АРВМ занимает определяющее место в сотрудничестве Китая и Монголии, так, на долю АРВМ во внешней торговле приходится 62,9% (5130,1 млн долл.), в импорте — 74,3% (4708,1 млн долл.), в экспорте — 23,1% (422,0 млн долл.). В российскокитайской торговле доля АРВМ занимает 2,4% (2694,4 млн долл.), так, в экспорте она составляет 0,8% (386,7 млн долл.) и в импорте — 3,8% (2307,7 млн долл.).

В экспорте и импорте Байкальского региона основным торговым партнером является Китай, так на него приходится 48,0% экспортируемых и 37,0% импортируемых товаров [5; 6]. Байкальский регион в Китай вывозит минеральное топливо (нефть, уголь) – 1793,2 млн долл., обработанные и необработанные лесоматериалы – 1082,1 млндолл., целлюлозу-643,7 млндолл., бумагу и картон - 61,3 млн долл., вертолеты – 36,6 млн долл. Импортирует из Китая такие товары, как машины и оборудование – 180,9 млн долл., овощи — 114,2 млн долл., фрукты – 80,9 млн долл., органические химические соединения – 52,0 млн долл., прокат стали – 50,6 млн долл., транспортные средства - 27,9 млн долл. Доля Байкальского региона в российско-монгольской торговле составляет 4,1% (73,3 млн долл.), так, в экспорте – 4,1% (70,4 млн долл.) и в импорте – 4,2% (2,9 млн долл.). Экспортирует в Монголию такие товары, как продовольствие – 35,9 млн долл., удобрение - 17,3 млн долл., минеральное топливо - 10,5 млн долл., машины и оборудование – 9,1 млн долл., транспортные средства - 6,6 млн долл. Импорт из Монголии представлен трикотажными изделия (0,8 млн долл.) и животноводческой продукцией (0,8 млн долл.).

Таблица 2 Основные страны по экспорту и импорту регионов Экономического коридора в 2019 г., в%

	Монголия	APBM	Байкальский регион
Экспорт	Китай – 89,1	Вьетнам – 8,3	Китай – 48,0
_	Великобритания – 3,8	Монголия – 7,7	Япония – 9,9
	Сингапур – 2,0	США – 7,3	Швейцария – 6,1
	Швейцария – 1,0	Республика Корея – 7,2	Республика Корея – 5,0
	Россия – 0,9	Россия – 7,1	Нидерланды – 3,3
Импорт	Китай – 33,6	Монголия – 44,9	Китай – 37,0
_	Россия – 28,2	Россия – 22,0	Украина — 22,0
	Япония – 9,6	Австралия – 11,5	Австралия – 6,5
	США – 4,7	США – 6,5	Финляндия – 4,6
	Республика Корея – 4,4	Швейцария – 1,3	Индия – 3,4

В структуре экспорта и импорта услуг регионов ведущее место занимают туристические и транспортные услуги. Важным событием в развитии не только международных услуг, но и регионов является подписание в 2016 г. программы строительства Экономического коридора Китай – Монголия – Россия [7]. Данная программа реализуется тремя странами, и целью программы является обеспечение условий для развития и расширения сотрудничества между странами путем реализации совместных проектов, нацеленных на увеличение торгового оборота, развитие инфраструктуры, облегчение трансграничных перевозок. Реализация программы строительства Экономического коридора позволит увеличить контейнерный транзит в направлении Китай – Европа, объемов пассажирского сообщения между странами. В программу включены 32 проекта по транспортной инфраструктуре, модернизации пунктов пропуска, сотрудничеству в промышленности, торговле, таможенном деле, охране окружающей среды и других областях. Одним из проектов является строительство газопровода Россия – Монголия – Китай, реализация проекта будет способствовать газификации регионов Экономического коридора [8].

Географическое положение и имеющийся рекреационный потенциал способствует развитию международного туризма, увеличению туристического потока между странами [9]. Так, в АРВМ туристы из соседних стран в 2019 г. составляли более 80% турпотока: из Монголии – 41,2% (811,4 тыс. чел.), из России – 39,6% (774,5 тыс. чел.) [3]. Также наблюдался рост туристических потоков в Россию из Китая и Монголии, связанный с введением безвизового режима между Россией и Монголией (2014 г.), снижением курса рубля. Так, Россию посетило 2257,0 тыс. граждан Китая, 395,0 тыс. граждан Монголии, при этом значительная часть турпотока приходилась на Байкальский регион. В настоящее время рост международного туризма сменился снижением вследствие распространения коронавирусной пандемии COVID-19. Развитие международных туристических услуг в сопредельных регионах трех стран требует модернизации приграничной инфраструктуры и уменьшения времени на пересечение границы. Также существует необходимость в инвестициях в туристическую инфраструктуру, разработке совместных туристических проектов и продвижении их на международный туристический рынок.

Заключение

Географическое положение и специализация хозяйства обуславливают активное взаимодействие регионов Экономического коридора. В географической структуре внешней торговли регионов основными торговыми партнерами являются ближайшие соседи. Специализация экспорта Монголии и Байкальского региона на минерально-сырьевых ресурсах связана с наличием крупных месторождений полезных ископаемых. Существует необходимость в диверсификации производства, переработке ресурсов в товары с высокой добавленной стоимостью.

Одними из направлений в развитии внешнеэкономических связей сопредельных регионов являются не только увеличение товарооборота, но и использование транзитного положения, развития международного туризма. Модернизация транспортной и трансграничной инфраструктуры будет способствовать увеличению транзитных грузовых перевозок по планируемому экономическому коридору Китай – Монголия – Россия. Благодаря проекту «Экономический коридор» данные регионы могут значительно укрепить внешнеэкономические связи.

Работа выполнена в рамках государственного задания БИП СО РАН.

Список литературы / References

1. Бадараев Д.Д., Гомбожапов А.Д. Миграционные потоки в зоне «Монгольского экономического коридора» // Ойкумена. Регионоведческие исследования. 2018. № 2. С. 30—39. DOI: 10.24866/1998-6785/2018-2/30-39.

Badaraev D.D. Gombozhapov A.D. Migration flows in a zone of «The Mongolian economic corridor» // Oykumena. Regionovedcheskiye issledovaniya. 2018. № 2. P. 30–39. DOI: 10.24866/1998-6785/2018-2/30-39 (in Russian).

- 2. Mongolian statistical yearbook 2020. Ulaanbaatar, National Statistical Office of Mongolia, 2021. 789 p.
- 3. Inner Mongolia statistical yearbook 2019. Compiled by Inner Mongolia Autonomous Regional Bureau of Statistics. China Statistics Press, 2020. 810 p.
- 4. Регионы России. Социально-экономические показатели 2020. М.: Росстат, 2020. 1204 с.

Regions of Russia. Socio-economic indicators 2020. Moscow: Rosstat. 2020. 1204 p. (in Russian).

5. Таможенная статистика. Сибирское таможенное управление. [Электронный ресурс]. URL: https://stu.customs.gov.ru/folder/143386 (дата обращения: 10.01.2022).

Customs statistics. Siberian Customs Administration. [Electronic resources]. URL: https://stu.customs.gov.ru/folder/143386 (date of access: 10.01.2022) (in Russian).

6. Таможенная статистика. Дальневосточное таможенное управление. [Электронный ресурс]. URL: https://dvtu.customs.gov.ru/folder/143395 (дата обращения: 10.01.2022).

Customs statistics. Far Eastern Customs Administration. [Electronic resources]. URL: https://dvtu.customs.gov.ru/folder/143395 (date of access: 10.01.2022). (in Russian).

7. Программа создания Экономического коридора Китай-Монголия-Россия [Электронный ресурс]. URL: http://minpromtorg.govrb.ru/rus-ch-mn.pdf (дата обращения: 10.01.2022).

The «Program for Creating the Economic Corridor China-Mongolia-Russia». [Electronic resources]. URL: http://minpromtorg.govrb.ru/rus-ch-mn.pdf (date of access: 10.01.2022) (in Russian).

8. Тулохонов А.К., Болданов Т.А. Политическая география российского приграничья в условиях глобализации: теория, вызовы, решения // Регион: экономика и социология. 2021. № 1. С. 203–235. DOI: 10.15372/REG20210108.

Tulokhonov A.K., Boldanov T.A. The political geography of the Russian borderlands in a globalized world: theory, challenges, solutions // Region: ekonomika i sotsiologiya. 2021. $\[Mathbb{N} \]$ 1. P. 203–235. DOI: 10.15372/REG20210108 (in Russian).

9. Санжеев Э.Д., Осодоев П.В. Особенности интеграционных процессов в сфере туризма в регионах великого чайного пути // Московский экономический журнал. 2020. № 9. С. 435–449. DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10636.

Sanzheev E.D., Osodoev P.V. Features of integration processes in the tourism sphere in the great tea road regions // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal. 2020. № 9. P. 435–449. DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10636 (in Russian).

УДК 550.34

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Серебренников С.П., Джурик В.И., Брыжак Е.В.

Институт земной коры СО РАН, Иркутск, e-mail: serebr@crust.irk.ru

В статье представлены материалы геофизических и инженерно-геологических исследований на территории Забайкалья, полученные при проведении проектных и инженерно-изыскательских исследований инфраструктурных объектов региона. Возможность прогнозирования влияния приповерхностной зоны инженерно-геологического разреза на уровень проявления сейсмических свойств отдельных групп рыхлых и скальных образований базируется на изучении основных параметров геофизических полей непосредственно на территории расположения отдельных объектов промышленного и гражданского назначения. Основными границами уровня сейсмической опасности региона является трансформация по исходному уровню сейсмичности (карта ОСР-2015). В пределах исследуемой территории она изменяется от 6 до 10 баллов. Исходные данные, для обоснования инженерно-сейсмологических параметров при мониторинге обследованных различных технических сооружений, получены в результате комплексных инструментальных геофизических измерений (сейсморазведочные и электроразведочные методы, регистрация микросейсм) и проведения теоретических расчетов. Основой для прогноза будет наличие мерзлых грунтов, в широком диапазоне типов развития мерзлоты, во всем спектре ее существования в направлении с юга на север. Южный сектор региона относится к территории сочетания грунтов в естественном состоянии (температурный режим со знаком плюс). Для центральной части региона ситуация изменяется, появляется комплекс мерзлотных образований, являющийся переходной зоной от талого к мерзлому состоянию грунтов, северный фрагмент территории - зона существования и развития мерзлоты. Авторами проработан и представлен вариант обобщенной базы влияния комплекса приповерхностных слоев грунтов при расчете уровня сейсмической опасности (в форме таблиц) для региона в различных климатических зонах региона в целом.

Ключевые слова: инженерно-сейсмологические параметры, климатические зоны, грунты, мерзлота, сейсмическая опасность, мониторинг

BASIC PARAMETERS OF SEISMIC GROUND PROPERTIES FOR SEISMIC HAZARD PREDICTION IN TRANSBAIKALIA

Serebrennikov S.P., Dzhurik V.I., Bryzhak E.V.

Institute of the Earth Crust Siberian Branch of RAS, Irkutsk, e-mail: serebr@crust.irk.ru

The paper presents the geophysical and engineering-geological data that were collected during the project studies and surveying of infrastructure facilities in Transbaikalia. The probability of prediction of the influence of the near-surface engineering-geological cross-section on the level of manifestation of seismic properties of certain groups of soft and hard rocks is based on the study of basic parameters of geophysical fields immediately in the area of location of industrial and civilian objects. The basic limit of seismic hazard in the region is the transformation of the initial earthquake intensity (General Seismic Zoning Map OSR-2015) ranging from 6 to 10 within the study area. The initial data substantiating the engineering-seismological parameters in monitoring different types of technical facilities were obtained from integrated instrumental geophysical measurements (seismic and electrical exploration methods, microseismic recording) and theoretical calculations. The prediction will be based on the presence of frozen areas which lie within the permafrost region extending from south to north. The authors have developed and presented a tabulated version of the generalized base for the influence of the complex of near-surface ground layers in the calculation of the seismic hazard level for different climate zones of the region. The basic limit of seismic hazard in the region is the transformation of the initial earthquake intensity (General Seismic Zoning Map OSR-2015) ranging from 6 to 10 within the study area.

Keywords: engineering-seismological parameters, climate zones, grounds, permafrost, seismic hazard, monitoring

Исследования, осуществленные авторами, базируются на материалах геофизических и инженерно-геологических исследований при проведении проектных и инженерно-геологических работ для объектов строительства на территории Забайкалья.

Допустимость прогноза влияния приповерхностной зоны инженерно-геологического разреза на уровень проявления сейсмических свойств отдельных групп рыхлых и скальных образований обусловлена многообразием параметров геофизических полей непосредственно на территории расположения объектов промышленного и гражданского назначения, расположенных в пределах различных климатических зон региона.

Целью исследований является анализ геофизических и инженерно-геологических данных для территории Забайкалья с последующей возможностью прогнозировать уровень сейсмической опасности на объекты промышленного и гражданского назначения на стадии проектирования, строительства и эксплуатации. Необходимость исследований обусловлена широким диапазоном изменения уровня сейсмиче-

ской опасности для региона. В пределах исследуемой территории она изменяется от 6 до 10 баллов [1]. Исходными данными для этого исследования послужили материалы инструментальных сейсморазведочных измерений на площадках 15 проектных инфраструктурных комплексов на территории Забайкалья. Участки строительства расположены в широком диапазоне географических и геоморфологических особенностей региона: от степных (юг края) до таежных, горно-таежных и горных (центр и север).

Материал и методы исследований

Авторами рассмотрена возможность прогнозирования влияния приповерхностной зоны геологического разреза на уровень проявления сейсмической опасности отдельных групп рыхлых и скальных образований, вероятность их трансформаций, которая базируется на изучении основных параметров геофизических полей непосредственно на территории расположения объектов и региона в целом.



Обзорная карта региона исследований: 1 — талые грунты (сезонное промерзание); 2 — переходная зона от талых к мерзлым грунтам; 3 — мерзлые грунты (сезонное оттаивание)

Исходные данные для обоснования инженерно-сейсмологических условий и влияния комплекса грунтов на основные параметры сейсмических воздействий на возводимые сооружения представлены

на участках строительства, охватывающих весь спектр инженерно-геологических условий: от талых грунтов (с вариантом сезонного промерзания) до районов распространения вечномерзлых грунтов (с вариантом сезонного оттаивания). По материалам экспериментальных методов получены все необходимые сведения (представлены в табличной форме) о состоянии и мощности рыхлых отложений, основных сейсмических параметрах грунтов, скоростях распространения в них сейсмических волн. В итоге зафиксированные результаты геофизических исследований, выполненные на участках строительства, и создание обобщенной базы основных инженерно-сейсмологических параметров дают возможность прогнозирования на этапе оценки уровня сейсмической опасности для промышленных и гражданских объектов Забайкалья.

Результаты исследования и их обсуждение

На первом этапе рассмотрим южный сектор региона. Исследования по изучению инженерно-сейсмологических параметров проводились на уже существующих и проектируемых объектах транспортной инфраструктуры и промышленного строительства. Участок от ст. Карымская до ст. Забайкальск Забайкальской железной дороги является основой изучения уровня сейсмической опасности территории. Для этого авторами подготовлен обзор инженерносейсмологических особенностей наиболее распространенных грунтов.

В изучаемом районе коренные породы представлены песчаниками, глинистыми сланцами, известняками и конгломератами. Каждая разновидность горных пород по состоянию различается по своей прочности (прочные, средней и низкой прочности), что отражается на скоростях сейсмических волн. Необходимо отметить, что при низком уровне прочности грунтов первостепенным фактором в нашем исследовании является степень водонасыщения коренных пород. При натурных измерениях в отмеченных разновидностях мы наблюдаем следующее: при низком уровне прочностных характеристик грунтов (разрушение) скорости достигают 900 м/с (Vp), при переходе их в состояние к средней прочности – скорости увеличиваются до 1600-2500 м/с (Vp) и 700-1300 (Vs). Далее с глубиной, средние значения Р и S волн близки к 3000 и 1600 м/с соотвественно.

Рыхлые грунты представлены суглинками, глинами, супесью, песками, гравием с галькой и дресвой. Во всех этих разновидностях средние значения скоростей сейсмических волн в верхнем 10-метровом слое перекрываются. Специально были проведены измерения скоростей в коренных и средних грунтах, которые согласно нормативным документам [2; 3] могут быть приняты за эталон. В нашем случае средние грунты - это неводонасыщенная толща рыхлых грунтов мощностью не менее 10 м, в этом состоянии скорости меняются от 400 до 900 м/с - Vp и от $\hat{1}80$ до 440 м/с -Vs. Участки с такими значениями скоростей будут иметь сейсмическую опасность, соответствующую исходной. В грунтах в водонасыщенном состоянии скорости меняются в диапазоне 1520-2300 м/с. Максимумы распределения приходятся на значения, равные 1650 и 1950 м/с. Физически это объясняется тем, что при переходе неводонасыщенных рыхлых грунтов верхней части разреза до 4-6 м со скоростями Р-волн, равными 450 м/с, в водонасыщенное состояние скорости увеличиваются до 1650 м/с. При водонасыщении нижележащих слоев со значениями Vp в воздушно-сухом состоянии, равными 650 м/с, скорость продольных волн увеличивается до 1950 м/с. Средние значения для южного фрагмента Забайкалья представлены в таблице 1.

Основными проблемными участками при мониторинге сейсмической опасности являются области распространения водонасыщенных грунтов. В таблице 2 представлены основные варианты грунтов, их состояние и расчет сейсмической опасности через анализ зафиксированных скоростей при сейсмическом зондировании.

Эта закономерность достаточно наглядно подтверждается данными выполненных нами 44 зондирований на участках распространения водонасыщенных грунтов.

Таблица 1 Средние значения скоростей сейсмических волн и приращение балльности для южного фрагмента региона

Состав и состояние грунта	Скорость продольных волн – V_p , м/с	Скорость поперечных волн — V_s , м/с	Приращение балльности, балл
Коренные породы	2300	1200	0
Рыхлые неводонасыщенные	580	290	1,2
Рыхлые водонасыщенные	1600	400	2,2

Таблица 2
Расчет сейсмической опасности для основных типов грунтов в водонасыщенном состоянии

Состав грунта и его состояние	Скорость Р-волн (м/с)	Скорость S-волн (м/с)	Сейсмическая опасность (расчетная)
Гравий, песок УГВ с 2 м	590 1680	420	1,1 (pV) 0,9 (УГВ) +1 балл
Супесь, суглинок УГВ С 3 м	690 1800		1,0 (pV) 0,69 (УГВ) +1 балл
Насыпной грунт (до 4 м), суглинки (≥3 м). Средняя степень водонасыщения	480 710 1640	340 430	1,1 (pV) 0,69 (УГВ) +1 балл
Насыпной грунт (2 м), супеси (2 м), суглинки (4 м), щебень (≥4_м). Средняя степень водонасыщения	280 680 710	320 340	1,1 (pV) 0,52 (УГВ) +1 балл
Гравийно-галечниковые грунты до 2 м (≥4,5 м) (≥10 м)	530 1550 2120	230 370 620	1,13 (pV) 0,45 (УГВ) +1 балл
Гравий, песок УГВ – с 0,5-1 м	1760	470	1,1 (pV) 0,6 (УГВ) +1 балл

Таблица 3 Инженерно-сейсмологические параметры опорных пунктов

Опорный пункт	Грунты	Скорость продольных волн	Скорость поперечных волн	Отношение скоростей Vp/Vs
ст. Мациевская	рыхлые грунты	590	270	2,2
ст. Билютуй	рыхлые грунты	820	390	2,09
ст. Даурия	рыхлые грунты	710	330	2,12
ст. Хранор	рыхлые грунты	610	280	2,18
ст. Соктуй	рыхлые грунты	870	430	2,03
ст. Новоборзинск	рыхлые грунты	570	260	2,2
ст. Зун-Торей	рыхлые грунты	620	300	2,08
ст. Безречная	рыхлые грунты	650	310	2,1
ст. Мирная	рыхлые грунты	670	320	2,12
ст. Ясная	скальные грунты	2260	1190	1,9
ст. Ясногорск	рыхлые грунты	580	270	2,3
ст. Булак	рыхлые грунты	600	280	2,1
ст. Седловая	скальные грунты	2300	1210	1,9
ст. Андриановка	рыхлые грунты	570	260	2,2
ст. Тарская	скальные грунты	2100	1130	1,86

Таблица 4 Обзор инженерно-сейсмологических характеристик основных разновидностей грунтов в разрезе

Гидрогеологические условия	h (м)	Vр (м/с)	Vs (m/c)	r	Vсред. (10-метровый слой) Приращения балльности (ΔI)
Коренные породы (модель эталона)	10	2200 2800	1060 1540	2,5 2,7	$ 2200 $ $ \Delta I_{pv} = 0 $
Средние грунты	10 10	700 2200 2800	350 1060 1540	1,9 2,5 2,7	$ \begin{array}{c} 700 \\ \Delta I_{pv} = 1 \end{array} $
УГВ>10 м	2 3 1,5	340 870 1580 2800	180 415 790 1380	1,8 1,9 2,0 2,6	$ \Delta I_{pv} = 0,5 $
Водонасыщенный слой с 5 до 6,5 м	5 2,5	870 1400 2800	415 750 1380	1,9 2,0 2,6	1300 $\Delta Ipv = 0,6$ $\Delta I_{yrB} = 0,36$
Водонасыщенный слой с 6 до 9 м	2 4 3 7	330 870 1580 1400 2800	175 415 790 780 1380	1,8 1,9 2,0 2,2 2,6	$ \begin{array}{l} 1020 \\ \Delta Ipv = 0.75 \\ \Delta I_{yfb} = 0.22 \end{array} $
УГВ>10 м	5 16	690 1580 2800	380 790 1380	1,8 2,0 2,6	$ \Delta I_{pv} = 0,7 $

Примеры детальных инженерно-сейсмологических параметров опорных пунктов по трассе ст. Карымская — ст. Забайкальск представлены в таблице 3.

Северный фрагмент южной зоны можно представить на материалах исследования промышленного комплекса, расположенно-

го в пределах горного сооружения (табл. 4). Мы представляем детальный вариант сейсмозондирования на конкретном объекте по площади.

Таким образом, дана характеристика основных разновидностей грунтов. По их составу и состоянию, по величинам скоростей

сейсмических волн и получены наиболее вероятные их значения, необходимые для оценки инженерно-сейсмологических условий юга Забайкалья.

Центральная часть региона – это сочетание различных морфоструктурных особенностей предгорных и горных сооружений. Необходимо отметить, что объекты промышленного и гражданского строительства на исследуемой территории расположены вдоль Транссибирской железнодорожной магистрали. Ее северо-восточный фрагмент мы считаем основной переходной зоной в развитии многолетнемерзлых грунтов. Инженерно-сейсмологический обзор перехода от талых грунтов к переходной зоне к мерзлым грунтам мы рассмотрим на участке от ст. Могзон до ст. Могоча. Если на юго-западном фрагменте инженерносейсмологические материалы (в том числе и г. Чита) сравнимы с параметрами юга региона, то в северо-восточном направлении в структуре инженерно-геологических показателей грунтов появляется многолетнемерзлая составляющая часть [4].

Район ст. Могзон рассматривается как пример сочетания грунтов в переходной зоне от талого к мерзлому состоянию. При проведении необходимых расчетов использовались данные бурения и сейсморазведки [5-7]. В скоростном отношении, в границах станции, участок представлен до глубины 20 м трехслойным разрезом. Здесь мы впервые сталкиваемся со слоем сезонного оттаивания и промерзания мощностью до 2 м, имеющим диапазон изменения скоростей от 420 до 1100 м/с - Vp и от 230 до 510 м/с - Vs. Необходимо отметить, что для дальнейших расчетов сейсмической опасности промышленных объектов взяты значения скоростей сейсмических волн для средних грунтов этого района, равные 600 м/c - Vp и 300 м/c - Vs. Это оправдано тем, что при строительстве верхний почвенно-растительный слой в основании сооружений будет снят и заменен более плотными грунтами и будет нарушено естественное состояние грунтов. Второй слой (2 м) представлен водоносным горизонтом, приуроченным к аллювиальным отложениям. Водовмещающие породы – в основном это пески гравелистые со значениями Vp=1600-1900 м/с и Vs = 430-500 м/с. Расчетными взяты значения Vp=1800 м/с и Vs=460 м/с. Далее идут мерзлые грунты. Криогенная текстура их массивная (суглинки, супеси), слоисто-сетчатая (песок, суглинок, глина), гнездовидная (суглинок, супесь). Суммарная льдистость составляет

0,140-0,431 д.е., льдистость за счет ледяных включений — 0,134 д.е. Температура мерзлых грунтов на глубине годовых нулевых амплитуд составляет минус 0,3-0,4°C. Мерзлые грунты, с указанными выше физическими показателями, характеризуются относительно невысокими значениями скоростей, близкими к 2400 м/c - Vp и Vs = 1280 м/c. Ниже 20 м скорости продольных волн приняты равными 2800 м/c и поперечных — 1600 м/c.

Инженерно-сейсмологическая ситуация северо-восточного фрагмента зоны рассматривается в пределах границ поселка и ст. Могоча. Необходимо отметить, что населенный пункт (включая станцию) находится на двух геоморфологических уровнях (относительно р. Могоча), что прослеживается на инженерно-геологических разрезах.

Скорости сейсмических волн рыхлых отложений измерялись на площадках строящихся объектов, а в «эталонных» и коренных породах измерялись на их обнажениях и в карьерах.

Температура мерзлых грунтов на глубине ее нулевых колебаний бралась по данным мерзлотного районирования, проведенного ранее [8; 9].

Обобщенные значения скоростей для естественного состояния грунтов сведены в таблицу 5. Верхний слой мерзлых грунтов до 11 м имеет скорости продольных волн, в естественном мерзлом состоянии равные 2200 м/с и поперечных 1200 м/с. В подстилающих коренных породах эти величины равны 3400 и 1780 м/с соответственно. В случае деградации мерзлоты, а такой вариант при строительстве возможен, в таблицу введены прогнозируемые макеты инженерно-сейсмологического развития состояния грунтов, необходимые при детальном анализе уровня сейсмической опасности.

Таким образом, выше полученные сведения позволяют нам просчитать варианты приращения сейсмической опасности в баллах. Результаты расчетов приводят к значениям приращений балльности, для исследуемой территории, и в среднем для восточного фланга центральной зоны Забайкалья. Изменения оцениваются следующим образом: 0,1 балла – с учетом осреднения, в верхнем 10-метровом слое по отношению к коренным породам; 0,7-0,8 – когда температура грунтов больше –1°С. Вариант приращения балльности до 1 балла и более (при неблагоприятных геологических условиях) исключать не надо.

Таблица 5 Обобщенные значения скоростей для естественного состояния грунтов (мерзлые грунты)

Грунтовые условия	Мощность слоя	Естественное состояние Т≥ -1 °C		Состояние выше УГВ			Состояние ниже УГВ			
Тип грунта	Н(м)	Vр (м/с)	Vs (m/c)	Vp/Vs	Vр (м/с)	Vs (m/c)	Vp/Vs	Vр (м/с)	Vs (m/c)	Vp/Vs
Пески, суглинки, галечники	11	2200	1200	1,83	600	300	2,1	1600	430	3,7
Относительно сохранные коренные породы	∞	3400	1780	1,7	2300	1270	1,8	2900	1500	1,9

Таблица 6 Оценка сейсмической опасности наиболее распространенных вариантов объединений мерзлых грунтов

Состав грунтов	Физическое состояние грунтов, Т °C	V ср. (км/с)	Приращение балльности к скальному грунту (баллы)			
Островный тип распространения мерзлых грунтов						
Чередование песка, гравелистого галечникового материала	Мерзлые Т°= 0 – -1	2,6-2,8	+1,3			
Пески, ил	Мерзлые T°= 0 – -1	2,6-2,8	+1,3			
Прерывисты	ій тип распространения м	иерзлых г	рунтов			
Пески с прослоями валунов. Льдистые. Скальный грунт	Мерзлые T°= -1 – -2	2,8-3,0	+0,84			
Валунно-галечниковый грунт с песчаным заполнителем, льдистый	Мерзлые T°= -1 – -2	2,7-2,9	+0,86			
Песчано-галечниковый грунт, льдистый	Мерзлые Т°= -1 – -2	2,7-2,9	+0,8			
Сплошной	тип распространения ме	рзлых гру	унтов			
Пески с прослоями суглинков и валунов	Мерзлые Т⁰=<2	3,0-3,2	+0,2			
Пески, галечники. Глыбовый материал	Мерзлые T°=<2	3,0-3,4	+0,2			
Пески гравий, валуны, прослои льда	Мерзлые T°=<2	2,9-3,2	+0,3			

Практически все типы распространения мерзлых грунтов зафиксированы на северных территориях Забайкалья. В процессе строительства и эксплуатации промышленных и гражданских объектов инфраструктуры закладываются риски на случай опасных геологических процессов и уровня сейсмичности региона [10], здесь же необходимо отметить, что основная часть объектов расположена в пределах пониженных форм рельефа (впадины, долины крупных Инженерно-геологический представлен образованиями современного и четвертичного времени формирования и представлен литологическими комплексами, залегающими на скальных грунтах. Основные из них следующие: комплекс поймы

и низких надпойменных террас, комплекс высоких надпойменных террас, комплекс делювиальных склонов, комплекс конусов выноса. Именно в границах этих формирований находятся практически все населенные пункты, промышленные объекты, железнодорожные и автомобильные дороги.

При изучении инженерно-геологических особенностей конкретных участков проектирования и строительства сооружений различного назначения использовались данные бурения, геофизических и вскрышных работ. Полученные сведения позволили осуществить мониторинг сейсмической опасности наиболее распространенных вариантов объединений грунтов, который представлен в таблице 6.

Образец показателя мощности слоя рыхлых отложений и обобщенных данных по скоростному режиму (сейсмозондирование) и расчет сейсмической опасности (отношение скоростей Vp/Vs) для участков Чинейских месторождений

Мощность слоя рыхлых отложений	Скорость продольных волн	Скорость поперечных волн	Отношение скоростей Vp/Vs
до 3 м	2700-3540	12801840	19,2-2,01
до 7 м	2090-4090	1600-2320	1,76-2,0
до 15 м и более	3100-3600	1600-2000	1,8-1,9

Для объектов северного фрагмента территории, но уже в границах высокогорья, мы представляем пример населенного пункта (вахтовый режим) Чинейского ГОКа (хр. Удокан). На стадии инженерно-геологических изысканий, помимо инженерно-механических свойств, отслеживались результаты измерений сейсмологических границ при сейсмическом сейсмозондировании. С учетом инженерно-геологических факторов прослеживаются ситуации, когда границы рыхлых отложений и коренных пород для объекта изменяются в диапазоне 1-15 м и более. В таблице 7 представлены материалы по сейсмозондированию в 14 пунктах (площадь поселения), что отражено как показатели мощности слоя рыхлых отложений до скальных грунтов и обобщенные данные по скоростному режиму (сейсмозондирование) и материалы расчета сейсмической опасности (отношение скоростей Vp/Vs).

Выводы

По данным полевых экспериментальных методов получены все необходимые сведения о состоянии и мощности рыхлых отложений, основных сейсмических параметрах эталонных и исследуемых грунтов, скоростях распространения в них сейсмических волн для большого количества участков инфраструктурных объектов Забайкалья. При использовании отмеченных данных и реализации расчетных методов дана оценка сейсмической опасности ответственных сооружений, рассмотрена возможность подготовки обобщенной базы данных, влияния комплекса параметров физических свойств приповерхностных грунтовых слоев на установленный уровень исходных сейсмических воздействий.

В итоге представленные результаты комплексных геофизических исследований, выполненные на участках ответственных сооружений, показали возможность их использования для проектных и инженерно-

сейсмологических изысканий и оценки уровня сейсмической опасности в параметрах сейсмических воздействий для промышленных и гражданских объектов во всем разнообразии климатических условий территории Забайкалья.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ и МОКНСМ в рамках научного проекта N 20-55-44011.

Список литературы / References

1. ОСР-2015. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации. Изменение № 1 СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» (СП 14.13330.2011). Дата введения в действие 2015-12-01 приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 23 ноября 2015 г.

General seismic zoning for the territory of the Russian Federation. Change of No. 1 BR 14.13330.2014 Constructing buildings in seismic areas BC II-7-81* (actualized BC II-7-81* "Constructing buildings in seismic areas' (BR 14.13330.2011). Date of entry into force 2015-12-01 by order of the Ministry of Construction Industry, Housing and Utilities Sector of the Russian Federation (Minstroy RF) dated November 23, 2015 (in Russian).

2. Кутергин В.Н. Севостьянов В.В., Панков К.В., Кальбергенов Р.Г., Григорьева Л.В. Основные аспекты методического подхода к оценке сейсмоустойчивости грунтов // Геоэкология. 2016. № 1. С. 56-68.

Kutergin V.N., Sevost'yanov V.V., Pankov K.V., Kal'bergenov R.G., Grigor'eva, L.V. The basic aspects of methodical approach to assessing seismic resistance of soils // Geoekologiya. 2016. N0 1. P. 56-68 (in Russian).

3. Оценка влияния грунтовых условий на сейсмическую опасность. Методическое руководство по сейсмическому микрорайонированию. М.: Наука, 1988. 300 с.

An assessment of the influence of ground conditions on seismic hazard. Guidance on seismic microzoning. M.: Nauka, $300\ p$. (in Russian).

4. Джурик В.И., Серебренников С.П., Брыжак Е.В., Ескин А.Ю. Оценка и прогноз поведения грунтов различного состояния при сильных землетрясениях в пределах криолитозоны Восточной Сибири // Природные и сейсмические риски. Безопасность сооружений. 2017. № 4. С. 32–34.

Dzhurik V.I., Serebrennikov S.P., Bryzhak E.V., Eskin A.Yu. Estimation and prediction of the behavior of soils of different states in strong earthquakes within the permafrost zone of Eastern Siberia // Prirodnyye i seysmicheskiye riski. Bezopasnost' sooruzheniy. 2017. № 4. P. 32-34 (in Russian).

5. Серебренников С.П., Джурик В.И., Брыжак Е.В. Возможности геофизических методов при расчете уровня сейс-

мической опасности крупных инфраструктурных объектов // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2020. N2 5. C. 32-53.

Serebrennikov S.P., Dzhurik V.I., Bryzhak E.V. The possibilities of using the geophysical methods in calculation of the levels of seismic hazard for large infrastructure objects // Seysmostoykoye stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy. 2020. № 5. P. 32-53 (in Russian).

- 6. Dzhurik V.I., Tubanov Ts.A., Serebrennikov S.P., Drennov A.F., Bryzhak E.V., Eskin, A.Yu. An overview of the technique for seismicity microzonation mapping of the Ulan-Ude city territory. Geodynamics & Tectonophysics. 2015. V. 6 (3). P. 365-386.
- 7. Yang Z.J., Dutta U., Xu G., Hazirbaba Kenan K., Marx E.E. Numerical analysis of permafrost effects on the seismic site response. Soil Dynamics and Earthquake Engineering. 2011. V. 31 (3). P 382-390
- 8. Геокриологическая карта СССР (редактор А.Ю. Рогатюк): Масштаб 1:2500000, Лист 11, МГУ им. Ломоносова, 1996. 16 с.

- Geocryological map of the USSR. (1996). Rogatyuk, A. Yu. (ed). Scale 1:2500000. Sheet 11. MGU im. Lomonosova, 1996. 16 p. (in Russian).
- 9. Кондратьев В.Г., Кондратьев С.В. Как защитить федеральную автодорогу «Амур» Чита Хабаровск от опасных инженерно-геокриологических процессов и явлений // Инженерная геология. 2013. № 5. С. 40–47.
- Kondratiev V.G., Kondratiev S.V. How to protect the "Amur" Federal Highway (Chita-Khabarovsk) from dangerous engineering-geocryological processes and phenomena // Engineering Geology World. 2013. V. 5. P. 40-47 (in Russian).
- 10. Лапердин В.К., Имаев В.С., Верхозин И.И., Качура Р.А., Имаева Л.П. Опасные геологические процессы на юге Якутии и сопредельных территориях. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2011. 240 с.

Laperdin V.K., Imaev V.S., Verkhopzin I.I., Kachura R.A., Imaeva L.P. Hazardous geological processes in the southern Yakutia and adjacent areas. Irkutsk: Institut zemnoy kory SO RAN, 2011. 240 p. (in Russian).

УДК 911.3

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ В ФОРМИРОВАНИИ, ПОДДЕРЖАНИИ И СОХРАНЕНИИ ЗДОРОВЬЯ ЖЕНЩИН КОРЕННЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ НАРОДОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Суховеева А.Б.

ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН», Владивосток, e-mail: anna-sukhoveeva@yandex.ru

В соответствии с Федеральным законом «О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации» и Национальными проектами «Демография» и «Здравоохранение» улучшение показателей здоровья женщин репродуктивного возраста (возрастной когорты 18-44 лет), охрана здоровья матери и ребенка, принадлежащих к коренным малочисленным народам Севера, Сибири и Дальнего Востока (КМНС), являются приоритетными направлениями национальных интересов в демографической сфере. Заботливое отношение к женскому здоровью, оснащение современной качественной медико-санитарной и социальной помощью, обязательное сохранение культурного наследия, акцентирование и внедрение основ здорового образа жизни характеризует существенную ответственность общества перед КМНС. В статье рассматриваются аспекты формирования, сохранения здоровья женщин-нанаек репродуктивного возраста, проживающих в Приамурье Дальнего Востока России (ДВР). Сложившаяся современная медико-демографическая ситуация на ДВР сказывается на росте различных психических и соматических заболеваний у населения, в том числе женщин репродуктивного возраста, относящихся к малым народам востока России. Актуальность обусловлена статистическими данными о негативных социально-экономических факторах, определяющих качество жизни женщин репродуктивного возраста (неполная семья, низкий уровень жизни и образования, безработица, низкое качество и сбалансированность питания, неблагоприятные жилищные факторы) и состояние их здоровья. Сделан вывод о преобладании негативных тенденций здоровья женщин-нанаек репродуктивного возраста (рост заболеваемости, высокая смертность, низкий уровень соматического здоровья, наличие психических расстройств и вредных привычек). Выявлена низкая доступность медико-социальной помощи для данной когорты женщин-нанаек в сочетании с их низкой медицинской активностью.

Ключевые слова: заболеваемость, здоровье населения, женщины репродуктивного возраста, качество жизни, вредные привычки, Дальний Восток России

TO THE QUESTION OF THE INFLUENCE OF THE QUALITY OF LIFE IN THE FORMATION, MAINTENANCE AND PRESERVATION OF THE HEALTH OF WOMEN OF THE INDIGENOUS SMALL PEOPLES OF THE FAR EAST OF RUSSIA

Sukhoveeva A.B.

Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok, e-mail: anna-sukhoveeva@yandex.ru

In accordance with the Federal Law «On Guarantees of the Rights of Indigenous Small-numbered Peoples of the Russian Federation» and the National Projects «Demography» and «Healthcare», improving the health indicators of women of reproductive age (age cohort 18-44 years), protecting the health of mothers and children belonging to indigenous small-numbered peoples of the North and the Far East (KMNS) are priority areas of national interests in the demographic sphere. Caring attitude to women's health, equipping with modern high-quality health and social care, mandatory preservation of cultural heritage, emphasis and introduction of the basics of a healthy lifestyle characterize the essential responsibility of society to the CMNS. The article discusses aspects of the formation and preservation of the health of female Nanai women of reproductive age living in the Amur region of the Russian Far East (DDA). The current medical and demographic situation in the Far East affects the growth of various mental and somatic diseases in the population, including women of reproductive age belonging to the small peoples of the East of Russia. The relevance is due to statistical data on negative socio-economic factors that determine the quality of life of women of reproductive age (incomplete family, low standard of living and education, unemployment, poor quality and balanced nutrition, unfavorable housing factors) and their health status. The conclusion is made about the predominance of negative trends in the health of women of reproductive age (an increase in morbidity, high mortality, low level of somatic health, the presence of mental disorders and bad habits). The low availability of medical and social care for this cohort of female nanai women in combination with their low medical activity was revealed.

 $Keywords: public health, women of reproductive age, quality of life, bad habits, the Russian Far\ East$

Происходящие в последние три десятилетия негативные изменения современных условий, уровня и качества жизни, а также медико-демографические проблемы коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока (КМНС) становятся все более актуальными для России

из-за проводившихся социально-экономических, политических и экологических трансформаций. В соответствии с Федеральным законом «О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации» и Национальными проектами «Демография» и «Здравоохранение» повы-

шение уровня здоровья женщин возрастной когорты 18-44 лет, охрана здоровья матери и ребенка, принадлежавших к КМНС, являются приоритетными направлениями национальных интересов в демографической сфере [1].

При трансформации образа жизни у населения коренных народов значительно увеличилась доля распространения различных соматических заболеваний (особенно онкологических и сердечно-сосудистых), а также психических расстройств [2; 3]. Мы согласны с мнением Семеновой Н.Б. [4, Цит. с. 18], «...что процессы колонизации и насильственной ассимиляции разрушили традиционный образ жизни КМНС», «поставили их в экономическую зависимость», вызвали «страдания многих поколений». Данные изменения в образе жизни КМНС сохраняются и в настоящее время и проявляются целым рядом психических расстройств, а именно, высоким уровнем алкоголизма, наркомании, суицидов [4]. Некоторые КМНС, такие как нанайцы, смогли адаптироваться в современном обществе, даже несмотря на то что новый образ жизни предполагает наличие новых проблем для репродуктивного здоровья женщин (рост соматических и психических заболеваний у женщин в когорте 18-44 лет) [5].

Целью исследования является влияние социально-экономических факторов, определяющих качество жизни женщин-нанаек репродуктивного возраста и состояние их здоровья.

Материалы и методы исследования

Базовыми материалами для исследования послужили научные литературные источники, а также результаты немногочисленных медико-социологических исследований по данной проблематике в России и за рубежом.

До недавнего времени наличие реальных статистических медико-демографических данных с учетом расовых и этнических признаков малых народов России, в частности нанайцев, не находило свое отражение в доступных официальных материалах, кроме данных по переписи населения. Поэтому, на наш взгляд, научно-практические работы по анализу существующей научной статистической литературы могут помочь составить реальное видение проблемы и представление о настоящем положении дел, наличии угроз для будущего коренного малочисленного народа нанайцев, проживающих в современных условиях Дальнего Востока России.

Результаты исследования и их обсуждения

Территория Хабаровского края — район изначального проживания и природно-хозяйственной деятельности восьми КМНС: нанайцы, ульчи, негидальцы, эвенки, эвены, нивхи, орочи, удэгейцы. В южной части Хабаровского края — Нанайском районе проживают нанайцы, которые относятся к южной ветви тунгусо-маньчжурской группы народов (рисунок).



Расселение нанайцев в Р Φ на 2010 г., в% от общей численности данного народа в Р Φ [6]

Население Нанайского района на 100% состоит из сельских жителей. Нанайские деревни территориально располагаются в среднем течении р. Амур севернее г. Хабаровска вплоть до г. Комсомольск-на-Амуре.

За период 2012-2016 гг. основной причиной снижения общей численности населения в 1,1 раза (на 885 чел.) явилась миграция населения. Тем не менее коэффициент естественного прироста населения (0,3-1,4%) имел положительное значение при значении коэффициента смертности в 17,4 умершего на 1000 чел. Коэффициент рождаемости в 2016 г. составил 18,8 родившегося на 1000 чел. населения. В среднем в районе динамика рождаемости составляет в разные годы за период 2010-2019 гг. – 203-217 детей, каждый 5 ребенок из них относится к КМНС. В целом численность нанайцев на территории района отличается стабильностью, испытывая небольшие колебания в отдельные годы. Тем не менее следует отметить, что сложившиеся негативные изменения в структуре воспроизводства у нанайцев связаны в основном с ростом общей смертности и снижением рождаемости. Снижение числа рождений у женщин – представителей КМНС находится в прямой зависимости от уменьшения количества зарегистрированных браков, по сравнению с концом XX в. (снижение в 2 раза), и высоким уровнем разводов. Изменение численности нанайцев молодых возрастов в Нанайском районе, несмотря на льготы, которые получают малочисленные народы Севера, также происходит за счет миграции населения (переезд в более крупные города или другие регионы по причине отсутствия рабочих мест в Нанайском районе или для учебы в вузе или училище).

Изучение демографии и состояния здоровья КМНС нанайцев свидетельствует о сходстве динамики показателей с другими этносами, проживающими на территории Дальнего Востока [2; 7; 8]. Однако значительными медицинскими исследованиями беременных женшин-нанаек выявлено, что увеличилась частота случаев бесплодия (во многих семьях аборигенов нет детей), либо есть один-два ребенка, редкие семьи с числом детей 3 и больше [4; 9]. Значительное снижение количества заключаемых браков во многом связано с численным уменьшением количества мужчин. Во многих российских исследованиях о воспроизводстве населения КМНС учитывались характеристики качества поколений: насколько население подготовлено к выполнению своих репродуктивных, социальных

функций [7; 10]. В качестве индикаторов исследовались индикаторы состояния здоровья и морально-психологических показателей женщин репродуктивного возраста, их образование (квалификация).

В настоящее время во всех селах Нанайского района совместно с коренным населением проживают русские. Произошла значительная ассимиляция нанайского народа. Так, удельный вес этнически смешанных семей в 2018 г. составил -36.7%, мононациональных семей – 19,5%. Во многих больших нанайских семьях совместно проживают два и три поколения, или братья и сестры мужа или жены, а также другие родственники. Многие нанайские семьи являются многодетными (4 ребенка и больше). Мы считаем, что для увеличения и сохранения численности коренного населения нанайской семье необходимо иметь четырех детей. Стоит отметить, что с учетом высоких значений коэффициента смертности и невысокой ожидаемой продолжительности жизни КМНС трехдетная семья сможет обеспечить лишь простое воспроизводство нанайского населения.

По данным российских исследований выявлено, что резкое ухудшение показателей качества жизни КМНС, в том числе нанайцев, является одной из причин образования у них отрицательной патологической психоэмоциональной реакции (заторможенности), в совокупности с наличием других факторов риска (безработица, низкий уровень грамотности, наличие вредных привычек, проявление суицидально-агрессивных случаев) [6]. Российская Федерация тратит значительные денежные средства на поддержание, улучшение и сохранение здоровья КМНС. Однако социальным, моральнопсихологическим и техническим факторам жизни населения (в том числе женщин) уделяется незначительное количество внимания, что, в свою очередь, является следствием увеличения числа случаев снижения защитно-приспособительных функций организма женшины, которые могут привести к отрицательным последствиям [5].

Несмотря на наличие ряда медицинских исследований об особенностях протекания беременности у женщин-нанаек в Приамурье, остаются малоизученными вопросы образа жизни женщин репродуктивного возраста [5; 6]. По данным российских исследований, создание специализированных статистических регистров по медицинским показаниям, учет аномалий развития плода у женщин КМНС начались в начале XXI века [5; 9]. Степень достоверности

и наполняемость регистров этноспецифическими данными в значительной степени зависит от социально-экономического уровня территории проживания женщин репродуктивного возраста, от качества и доступности медицинской помощи [6]. Так, во многих малочисленных национальных населенных пунктах Нанайского района, расположенных в значительной удаленности от районной больницы в с. Троицкое, медицинская сестра, помимо своих обязанностей, оказывает врачебную (женщинам репродуктивного возраста) и экстренную помощь (для беременных женщин), выходящую за рамки ее компетенции.

Необходимо отметить, что в настоящее время все большее число женщин подвержены одиночеству, стрессу и другим трудностям. В результате длительного стрессового состояния многие женщины начинают употреблять алкоголь. Причинами являлись значительное чувство усталости, обреченности, способ снятия стресса, абстрагирование от социально-бытовых и жизненных проблем. Проблема «девиантного» поведения у женщин КМНС, страдающих алкоголизмом, должна стать приоритетной для дальнейшего воспроизводства и сохранения населения страны [2; 6; 9].

Алкоголь вызывает значительную зависимость у большинства женщин. Главная причина женского алкоголизма — это отношение к женщине в семье. Необходимо отметить, что, рожая ребенка, женщина посвящает себя и все свое свободное время воспитанию детей, жертвуя своей карьерой. Со временем во многих семьях взаимоотношения супругов в браке начинают распадаться. Одиночество формирует у женщины постоянный психоэмоциональный стресс, переходящий в затяжную депрессию, что во многих случаях и является основной причиной употребления алкоголя.

По медицинским наблюдениям считается, что в жизни женщины есть два опасных возрастных периода попадания в алкогольную зависимость (от 25 до 30 лет; от 40 до 45 лет). В эти периоды многие женщины, как правило, значительно заняты своей карьерой, или, наоборот, это женщины-маргиналы, не работающие нигде [2]. Следует отметить, что, по мнению В.В. Подмаскина, у нанайцев частота алкогольной зависимости, наркологической заболеваемости и смертности заметно выражена по сравнению с другими КМНС России [3].

Анализ случаев «алкоголь – ассоциированное самоубийство» у значительного

количества женщин выявил, что наиболее часто самоубийства у женщин репродуктивного возраста характерны для возрастной категории 30-39 лет с фиксацией состояния алкогольного опьянения. Значительное количество российских исследований свидетельствует о наличии суицидальных мыслей у женщин КМНС (в том числе нанаек) при значительном эмоциональном превалировании чувства печали, безысходности, общей неудовлетворенности своей жизнью [11]. Разрушение национального уклада жизни и всей системы семейных взаимоотношений, свидетельствующее о наличии неудовлетворенности жизнью, пустоте, состоянии, когда отсутствует смысл жизни, приводят к катастрофическим последствиям - суицидальному поведению как единственному верному решению, по мнению женщины, и последнему шансу в своем отчаянии.

Анализ социально-демографических характеристик показал, что основными факторами риска низкого уровня здоровья женщин-нанаек являются безработица, отсутствие крепких внутрисемейных взаимоотношений (постоянного партнера), низкий доход населения [6]. При этом выявлено, что в некоторых национальных семьях нанайцев, имеющих средний и относительно высокий уровни доходов, регистрируется более низкая частота случаев смертности от самоубийств. В семьях женщин с низким уровнем дохода, отсутствием необходимых жилищных условий и правил самосохранительного поведения для ведения здорового образа жизни зафиксирован более высокий уровень суицидов [11].

Основная сложность в оказании медицинской помощи такой группе женщин заключается в том, что женщина очень редко по собственному желанию обращается за помощью к специалисту. Женщина пытается скрыть свою болезнь — злоупотребление алкоголем — от окружающих, поскольку общество более критично относится к женщине, чем к мужчине.

Многочисленные российские исследования с целью выявления распространенности некоторых вирусных респираторных инфекций (грипп, корь и др.) у КМНС выявили, что данные заболевания у многих народов протекают намного тяжелее. Первопричиной являются особенности общего неспецифического иммунитета КМНС. Наличие инфекционного заболевания у значительной части коренного населения протекало тяжело, со значительными последствиями для здоровья [3]. Несоблюдение элементарных

правил гигиены, здорового образа жизни, профилактики, низкий уровень иммунитета к эпидемическим заболеваниям, незнание и отсутствие элементарной профилактики, отсутствие необходимого лечения привели к значительному уменьшению численности коренных народов [5].

Традиционным занятием многих малочисленных коренных народов Севера и Дальнего Востока, проживающих в бассейне р. Амур, является рыбалка. Употребление значительного количества рыбы, содержащей селен и полиненасыщенные жирные кислоты, как правило, характеризуется низкой заболеваемостью и распространенностью болезней сердечно-сосудистой системы, злокачественных новообразований. Однако при проведении значительного количества исследований рыбная диета ряда КМНС, в том числе и нанайцев, стала восприниматься медиками и учеными в большинстве случаев как фактор риска заражения инфекционно-паразитарными болезнями, что связано с большой концентрацией в рыбе опасных веществ. Для КМНС, в том числе нанайцев, свойственна высокая доля заражения серьезными инфекционно-паразитарными заболеваниями (например, лямблиозом, описторхозом, клонорхозом), в отличие от пришлого населения, проживающего на территории ДВР. Основной причиной заражения являются особенности национальных традиционных промыслов, связанных с употреблением в пищу сырой, вяленной на солнце, замороженной рыбы, условиями ее приготовления (низкая термическая обработка рыбы или полное ее отсутствие).

Таким образом, алкогольная зависимость у женщин КМНС имеет множество как медицинских, так и социально-экономических предпосылок. Значительное количество зарубежных и российских исследователей считают, что вариабельность женского алкоголизма в первую очередь зависима от генетических и средовых детерминант (особенно внутрисемейных ситуаций). Показано, что женский алкоголизм имеет место как в полных национальных семьях, так и подверженных ассимиляции. Очевидно, что проблема алкоголизации женщин коренных народов в целом должна решаться в первую очередь по медицинским показателям (на молекулярно-генетическом уровне). При этом также значительное влияние оказывают: социальная дезадаптация, снижение уровня и качества жизни, низкий уровень культуры и образования, утрата ими социально-культурных традиций, приобретение чуждых для них профессий (не связанных с традиционным природопользованием), ассимиляция коренного населения.

Исследование проведено в рамках темы НИР ТИГ ДВО РАН.

Список литературы / References

1. Официальный сайт Президента РФ. [Элек-ный ресурс]. URL: http://www.kremlin.ru/text/apтронный pecypc]. URL: http://www.kremlin.ru/tex pears/2005/09/93296.shtml (дата обращения: 27.11.2021).

Official site of the President of the Russian Federation. [Electronic resource] URL: http://www.kremlin.ru/text/ appears/2005/09/93296.shtml (date accessed: 27.11.2021) (in Russian)

2. Павленко В.И., Петров А.А., Куценко С.Ю., Деттер Г.Ф. Коренные малочисленные народы Российской Арктики (проблемы и перспективы развития) // Экология человека. 2019. № 1. C. 26–33

Pavlenko V.I., Petrov A.A., Kutsenko S.Yu., Detter G.F. Indigenous small-numbered peoples of the Russian Arctic (problems and development prospects) // Ekologiya cheloveka. 2019. No. 1. P. 26–33 (in Russian).

3. Подмаскин В.В. Медико-демографические последствия этнокультурных контактов коренных малочисленных народов Дальнего Востока России // Вестник ДВО РАН. 2012. № 2. C. 102–110.

Podmaskin V.V. Medical and demographic consequences of ethnocultural contacts of the indigenous peoples of the Russian Far East // Vestnik DVO RAN. 2012. No. 2. P. 102– 110 (in Russian).

4. Семенова Н.Б. Распространенность и факторы риска самоубийств среди коренного населения: обзор зарубежной литературы // Суицидология. 2017. Т. 8, № 1 (26). С. 17–28.

Semenova N.B. Prevalence and risk factors of suicide among the indigenous population: a review of foreign literature / Suicidologiya. 2017. Vol. 8. No. 1 (26). P. 17–28 (in Russian).

5. Супрун С.В, Козлов В.К., Аристова Г.А., Яхина О.А. Динамика состояния здоровья беременных женщин и детей, проживающих в условиях микроэлементного дисбаланса // Дальневосточный медицинский журнал. 2007. № 4. С. 5–7.

Suprun S.V., Kozlov V.K., Aristova G.A., Yakhina O.A. Dynamics of the health status of pregnant women and children living in conditions of microelement imbalance // Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal. 2007. No. 4. P. 5–7 (in Russian).

- 6. Grigorieva E.A., Sukhoveva A.B. Environmental and medical and social factors in the quality of life, reproductive health of the population: Priamurye as a case study. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019. Vol. 381. P. 012031. DOI: 10.1088/1755-1315/381/1/012031.
- 7. Надточий Л.А., Смирнова С.В., Бронникова Е.П. Депопуляция коренных и малочисленных народов и проблема сохранения этносов северо-востока России // Экология человека. 2015. №3. С. 3–11.

Nadtochy L.A., Smirnova S.V., Bronnikova E.P. Depopulation of indigenous and small peoples and the problem of preserving ethnic groups in the north-east of Russia // Ekologiya cheloveka 2015. No. 3. P. 3-11 (in Russian).

8. Мотрич Е.Л. Медико-демографическая ситуация в Приамурье // Ученые заметки ТОГУ. 2014. Т. 5. № 3. С.

Motrich E.L. The medical and demographic situation in the Amur Region // Uchenyye zametki TOGU. 2014. Vol. 5. No. 3. P. 26-41 (in Russian).

9. Супрун С.В., Кудерова Н.И., Евсеева Г.П., Лебедько О.А. Комплексная оценка фактического питания беременных женщин Приамурья // Вопросы питания. 2018. Т. 87. № S5. C. 43–44. DÓI: 10.24411/0042-8833-2018-10127

Suprun S.V., Kuderova N.I., Evseeva G.P., Lebedko O.A. Comprehensive assessment of the actual nutrition of pregnant women in the Amur region // Voprosy pitaniya. 2018. Vol. 87. No. S5. P. 43–44. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10127 (in Russian).

10. Мотрич Е.Л. Демографическая ситуация в Дальневосточном федеральном округе // Народонаселение. 2004. № 2. C. 82–95.

Motrich E.L. Demographic situation in the Far Eastern Feder-

al District // Narodonaseleniye. 2004. No. 2. P. 82–95 (in Russian). 11. Qi X., Tong S., Hu W. Preliminary spatiotemporal analysis of the association between socioenvironmental factors and suicide. Environ. Health. 2009. Vol. 1. № 8. P. 46.

УДК 551.324

КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СЕЗОННЫХ СЛОЯХ ЛЕДНИКА ГАРАБАШИ НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ ЭЛЬБРУСА

Татаренко Н.В.

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: tatarenko.nic(@yandex.ru

На южном склоне горы Эльбрус в пределах ледника Гарабаши изучена динамика химического состава снежно-фирновой толщи на высоте 4000 метров над уровнем моря за два периода: с 2006 по 2008 г. и с 2019 по 2020 г. Сезонная динамика и распределение тяжелых металлов на фирновом поле ледника Гарабаши крайне неравномерна. Содержание тяжелых металлов за анализируемый период изменяется в следующих пределах: Pb (0,36-230), Zn (2,54-65,08), Cr (0,63-42), Mn (1,61-11,62), Ni (0,45-1,25), мкг/л. Для большинства тяжелых металлов, таких как Ni (1,25), Mn (11,62), Zn (65,08), мкг/л, максимальные концентрации содержания приходятся на сентябрь 2007 г., тогда как максимальное содержание Сг (42 мкг/л) в годовых слоях отмечается в сентябре 2019 г. Содержание Ni, Mn, Co, Cd в 2019-2020 гг. не обнаружено. Предел обнаружения этих элементов находится ниже порога определения. В ходе исследований выявлено аномальное содержание Рb в ледниковых отложениях. Максимальные концентрации Рb (230 ± 50 мкг/л) отмечены как летом (июнь 2019 г.), так и зимой (январь 2020 г.) (150±30 мкг/л) соответственно. Для летних проб наблюдается семикратное превышение содержание Рb по значению ПДК. В зимних пробах отмечено пятикратное превышение ПДК. Установлено, что превышение фоновых концентраций Рb в ледниковых отложениях носит природный характер, обусловленный наличием в районе исследования геохимических аномалий, приуроченных к Кюкюртлинской рудно-магматической системе, для которой характерно наличие локальных геохимических аномалий содержания Zn и Pb. Проведенный геохимический анализ талых ледниковых проб показал, что содержание тяжелых металлов на леднике Гарабаши не превышает разовых ПДК, за исключением аномального содержания Рb (230 мкг/л).

Ключевые слова: тяжелые металлы, твердые осадки, снег, лед, фири, фириовое поле, оледенение Эльбруса

CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN SEASONAL LAYERS OF THE GARABASHI GLACIER ON THE SOUTHERN SLOPE OF ELBRUS Tatarenko N.V.

Kabardino-Balkarian University named H.M. Berbekov, Nalchik, e-mail: tatarenko.nic@yandex.ru.

On the southern slope of Mount Elbrus within the Garabashi glacier, the dynamics of the chemical composition of the snow-firn layer at an altitude of 4000 meters above sea level was studied for two periods: from 2006 to 2008 and from 2019 to 2020. Seasonal dynamics and distribution of heavy metals in the firn field of the Garabashi glacier is extremely uneven. The content of heavy metals for the analyzed period varies within the following limits: Pb (0,36-230) Zn (2,54-65,08), Cr (0,63-42), Mn (1,61-11,62), Ni (0,45-1,25), μg / L. For most heavy metals such as: Ni (1,25) Mn (11,62) Zn (65,08) μ g / L, the maximum concentration of the content falls on September 2007, while the maximum content of Cr (42 μ g / L) per annum layers observed in September 2019 Content of Ni, Mn, Co, Cd in 2019-2020 not found. The detection limit for these elements is below the detection threshold. In the course of research, anomalous Pb content in glacial deposits was revealed. The maximum Pb concentrations ($230 \pm 50 \,\mu\text{g} / \text{L}$) were noted both in summer (June 2019) and in winter (January 2020) (150 \pm 30 μ g / L), respectively. For summer samples, there is a sevenfold excess of the Pb content over the MPC value. In winter samples, a five-fold excess of the MPC was noted. It has been established that the excess of the background Pb concentrations in glacial deposits is of a natural nature, due to the presence in the study area of geochemical anomalies confined to the Kyukyurtla ore-magmatic system, which is characterized by the presence of local geochemical anomalies in the Zn and Pb contents. The geochemical analysis of thawed glacial samples showed that the content of heavy metals on the Garabashi glacier does not exceed one-time MPC, with the exception of an abnormal Pb content (230 µg/L).

Keywords: heavy metals, solid precipitation, snow, ice, firn, firn field, glaciation of Elbrus

В последние десятилетия изучение геохимического состава снежного покрова и ледниковых отложений представляет особый интерес. Высокогорные ледники являются своеобразными индикаторами загрязнения природной среды. Физические процессы, определяющие химический состав ледников, очень сложны. Механизм формирования химических примесей на леднике определяется характером атмосферной циркуляции, составом атмосферной составом атмосферной составом сост

ферного аэрозоля, особенностями поступления полнотантов с осадками и при непосредственном сухом выпадении. Состав ледников со временем в результате своего длительного существования подвержен трансформации. Следовательно, ледники являются своеобразными естественными планшет-накопителями загрязнителей природной среды. Изучение химического состава ледниковых отложений в зоне аккумуляции ледников позволяет выявить их

современное состояние, а также проводить палеогеографические реконструкции условий прошлого.

Цель исследования – исследовать факторы формирования химического состава ледников и их пространственно-временные характеристики, изменение первоначальных геохимических характеристик и их трансформация со временем при метаморфизме. Организация и проведение фонового мониторинга высокогорных ледников как индикаторов состояния качества загрязнения природной среды и факторов, приводящих к их изменению.

Материалы и методы исследования

Систематические геохимические исследования за состоянием качества окружающей среды на южном склоне Эльбруса ведутся с 80-х гг. XX века. Вопрос вертикального распределения микрочастиц в атмосферных осадках и снежном покрове высокогорий Приэльбрусья изучен в работе [1]. Особенности взаимосвязи содержания тяжелых металлов по данным сезонных и годовых слоев изучены авторами [2]. Функция распределения содержания тяжелых металлов в ледниковых отложениях и их экспериментальные и вычисленные значения водонерастворимых частиц в твердых осадках получены в работе [3]. Керимов А.М. [4] провел сравнительный анализ содержания тяжелых металлов в ледниковых отложениях и талых ледниковых вод за 1999-2010 гг.

Авторы [5; 6] в своих работах изучили динамику химического состава снежно-ледяной толщи Эльбруса за последние 75 лет. В работе [7] представлен сравнительный анализ ледниковых кернов, отобранных в вулканических массивах ледников Казбек и Эльбрус.

По данным Чижовой Ю.Н. и др. [8], в Приэльбрусье изучены геохимические особенности содержания тяжелых металлов ледниковых отложений. На леднике Гарабаши в 1997 году в поверхностном снеге определено содержание таких металлов, как Fe, Zn, Cu, Mn. Максимум концентраций был отмечен для Fe (0.02 мг/л) и Zn (0.22 мг/л). Содержание Си, Мп находится ниже предела обнаружения. Авторами [8] изучены концентрации тяжелых металлов (Fe, Zn, Си, Мп) в твердых осадках на леднике Гарабаши в летний сезон в диапазоне высот 2300-3800 м. Анализ данных показал, что только концентрации Fe (0,025 мг/л) и Мп (0,012-0,017 мг/л) оказались выше предела обнаружения. Геохимические исследования

ледникового льда в 2001 г. ледника Большой Азау показали, что концентрации микроэлементов (Fe, Zn, Cu, Mn) не превышают 0,005 мг/л.

Фоновый мониторинг нивально-гляциальных систем и оценка состояния качества окружающей среды рассмотрены на примере высокогорных ледников Приэльбрусья.

Ледники Эльбруса относятся к ледникам конических вершин. Они имеют большие относительные и абсолютные высоты. Относительный перепад высоты от дна долины до вершины горы Эльбрус составляет около 3500 метров. Такой высотный интервал дает возможность изучать особенности процесса формирования химического состава твердых осадков по ледниковым отложениям. Высотный уровень 4000 метров над уровнем моря и выше отвечает уровню средней атмосферы. Процессы осадкообразования, перенос воздушных масс, поступление поллютантов в атмосферу и их выпадение на ледники характеризуют фоновые концентрации и характер загрязнения природной среды регионального масштаба [1; 2]. Химический состав твердых атмосферных осадков высокогорных ледников в зоне аккумуляции характеризуется незначительными трансформациями химических примесей.

Основными источниками питания ледников южного склона Эльбруса служат юго-западные морские воздушные массы умеренных широт, приносящие сюда основную массу осадков [1; 2]. По данным авторов [3], на Эльбрусе с высотой количество осадков увеличивается, достигая своих максимумов на высоте 3100-3500 м. Увеличение осадков с высотой в зимний период обусловлено массами тропического воздуха, приносимыми средиземноморскими циклонами, а также орографическими фронтами окклюзии.

Изучение состояния и качества загрязнения снежного покрова и ледников Приэльбрусья в течение года проводилось 2 раза в год в июне, на момент конца периода аккумуляции, когда наступает максимальное снегонакопление, и в сентябре, на момент конца периода абляции, когда отмечаются минимальные значения мощности снежного покрова. Тяжелые металлы относятся к наиболее опасным загрязнителям природной среды. Формы нахождения тяжелых металлов в снежном покрове и ледниках Приэльбрусья в области аккумуляции в меньшей степени подвержены процессам миграции и трансформации.

Фоновый мониторинг геохимических особенностей и оценка уровня загрязненности снежного покрова и ледниковых отложений в Приэльбрусье проводились с помощью эмиссионного спектрального и атомно-адсорбционного анализа. В ходе исследований изучался микроэлементный состав. Геохимический анализ проб проводился в лабораториях с 2006 по 2008 г. в ФГБУ «Высокогорный геофизический институт» и с 2019 по 2020 г. в ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО». В образцах снега, фирна и льда были определены такие тяжелые металлы, как Pb, Zn Cr, Ni, Mn, Cd, Cr, Co. Эмиссионный спектральный анализ в ВГИ проводился на спектрографах ДФС-8-3 с дифракционной решеткой (1800 штрих/мм) и ИСП-30 с кварцевой призмой, с установленным автоматическим штативом передвижения электродов и генератора дуги. Входные щели спектрографов расположены на одной оптической оси. Пределы обнаружения тяжелых металлов: Cr (0,42); Ni (0,36); Mn (0,03); Pb (0,24); Zn (1,5) мкг/л. Анализ проб за период с 2019 по 2020 г. проводился на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu АА-7000 в сертифицированной лаборатории ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» – ЦЛАТИ по Ставропольскому краю. Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ 31861-2012. Лабораторный анализ воды – вода природная. Количественный химический анализ проводился согласно методике измерений ПНД Ф 14.1:2.214-06 (2011 г.). Предел обнаружения концентраций: Мп (0,001); Zn (0,001); Ni (0,005); Kd (0,001); Pb (0,002); Cr (0,005); Co (0,005) мг/дм³.

Результаты исследования и их обсуждение

Сезонная изменчивость и годовой ход концентрации тяжелых металлов на леднике Гарабаши изучался на уровне 4000 метров за два периода: с 2006 по 2008 г. и с 2019 по 2020 г. Сезонный ход концентрации тяжелых металлов за рассматриваемые периоды и место отбора проб представлены на рисунках 1-6 и в таблице.

Сравнительный анализ данных, которые были получены нами во время исследований, указывают на то, что содержание тяжелых металлов в толще снежного покрова распределяется крайне неравномерно.

Самые высокие концентрации тяжелых металлов наблюдались в 2019-2020 годах в отличие от периода 2006-2008 годов. Содержание загрязнителей за первый период (2006-2008 гг.) изменяется

незначительно. Микроэлементный состав загрязнителей в ледниковых отложениях с 2006 по 2008 г. распределился непосредственно: никель (1,25-0,45); хром (5,53-0,63); марганец (11,62-1,61); цинк (65,08-2,54) и свинец (5,57-0,36) мкг/л.

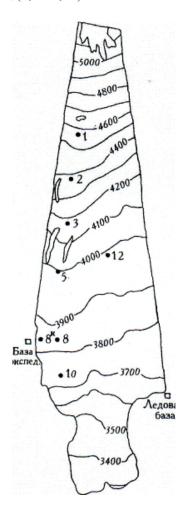


Рис. 1. Место отбора проб на леднике Гарабаши

В период с 2006 по 2008 г. практически для всех микроэлементов максимальные концентрации тяжелых металлов приходятся на июнь 2007 года, за исключением содержания хрома, его максимальные значения приходятся на 2006 год.

Содержание хрома в снежном покрове на леднике Гарабаши на высотном уровне 4000 м показано на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, сезонная изменчивость и вариация содержания хрома в снежном покрове имеет два четких максимума. Первый максимум, с концентрацией 5,53 мкг/л, был установлен в июне 2006 года, а второй максимум, с содержанием 42 мкг/л, отмечен в сентябре 2019 года.

		_			·		
Маста отбора и уарактар проб	Элемент						
Место отбора и характер проб	Mn	Zn	Ni	Kd	Pb	Cr	Co
Веха № 5 (H = 4000 м) Снег, лето (2019), максмин.	< 1	7±3	< 5	< 1	230±50	42±8	< 5
Веха № 5 (снег) (H = 3950 м) Снег, зима (2020), максмин.	< 1	23±7	< 5	< 1	150±30	42±8	< 5
Веха № 12 (H = 4000 м) Снег, лето (2019), максмин.	< 1	12±4	< 5	< 1	160±30	64±13	< 5
ПДК (мкг/л)	100	5000	100	1	30	500 (Cr3 ⁺) 50 (Cr ⁶⁺)	100

Средние значения концентрации микроэлементного состава в снежном покрове на леднике Гарабаши за период 2019-2020 гг. (мкг/л)

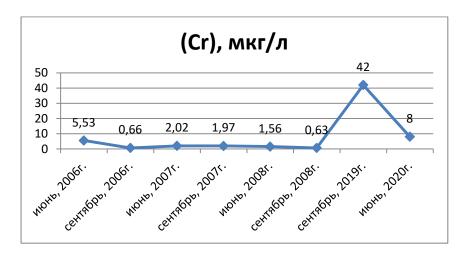


Рис. 2. Сезонный ход концентрации хрома в снежном покрове ледника Гарабаши за период 2006-2008 гг. и 2019-2020 гг. на уровне 4000 метров (мкг/л)

Природа и источники поступления хрома в снежный покров могут быть обусловлены как естественными, так и антропогенными факторами. Эмиссия хрома за счет антропогенного поступления связана с производством продукции черной металлургии, обусловленной выплавкой стали, хрома и легирующих сплавов железа.

Сезонная изменчивость и годовой ход концентрации тяжелых металлов (никель, марганец, свинец, цинк) в снежном покрове ледника Гарабаши за периоды 2006-2008 гг. и 2019-2020 гг. на уровне 4000 метров рассмотрены на рисунках 3-6.

Из рис. 3-6 видно, что максимальные концентрации тяжелых металлов в снежном покрове за период 2006-2008 гг. установлены в июне 2007 г. Максимальные концентрации тяжелых металлов составили: Zn (65,08); Mn (11,62); Pb (5,57); Ni (1,25) мкг/л.

Содержание Ni, Mn, Co, Cd в талых пробах ледниковых отложений, отобранных в 2019-2020 гг., находится ниже предела обнаружения.

Проведенный геохимический анализ проб выявил наличие аномалий содержания свинца. Повышенные концентрации поллютантов в ледниковых отложениях, по сравнению с фоновыми значениями, отмечены только для содержания свинца. Максимальные концентрации свинца ($230 \pm 50 \text{ мкг/л}$) отмечены как летом (июнь 2019 г.), так и зимой (январь 2020 г.) ($150\pm30 \text{ мкг/л}$) соответственно. Для летних проб наблюдается семикратное превышение концентраций свинца по значению ПДК. В зимних пробах отмечено пятикратное превышение ПДК.

Таким образом, вероятно, можно предположить, что геохимические аномалии содержания свинца в ледниковых отложениях на южном склоне Эльбруса обусловлены литологическим составом горных пород и составом андезитодацитовых лав.

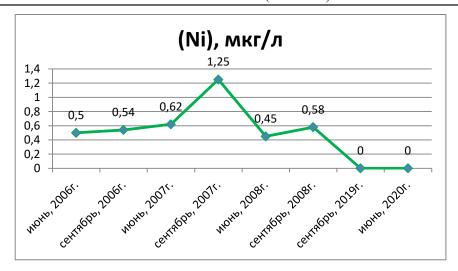


Рис. 3. Сезонный ход концентрации никеля в снежном покрове ледника Гарабаши за период 2006-2008 гг. и 2019-2020 гг. на уровне 4000 метров (мкг/л)

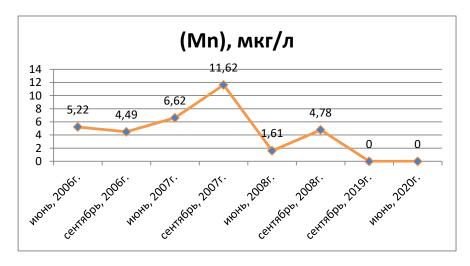


Рис. 4. Сезонный ход концентрации марганца в снежном покрове ледника Гарабаши за период 2006-2008 гг. на уровне 4000 метров (мкг/л)

Проведенные инженерные изыскания ООО «Мегаполис» в работе [9] также отмечают превышения ПДК в образцах почв и грунтов по свинцу и цинку. Как отмечают авторы [9], превышение фоновых концентраций вредных веществ носит природный характер, обусловленный наличием в районе исследования геохимических аномалий, приуроченных к Кюкюртлинской рудномагматической системе, для которой характерно наличие площадных геохимических аномалий мышьяка и локальных геохимических аномалий цинка и свинца.

Аномальное содержание свинца в ледниковых отложениях вулканического массива г. Эльбрус отмечалось и ранее в работах ряда авторов [4; 9]. В пробах снега и льда,

отобранных из кратера восточной вершины, было установлено четырехкратное превышение концентрации свинца по ПДК [4]. Естественная эмиссия свинца обусловлена литологическим составом вулканических пород, а техногенная эмиссия связана с использованием бензина и производством красителей. Максимум содержания цинка в ледниковых отложениях, вероятно, связан с выходами фумарол, а также со скрытой вулканической деятельностью.

Как правило, техногенная эмиссия никеля может превышать природную эмиссию в два раза. Антропогенная эмиссия никеля обусловлена выбросами автотранспорта, добычей сульфидных, силикатных и никелевых руд.

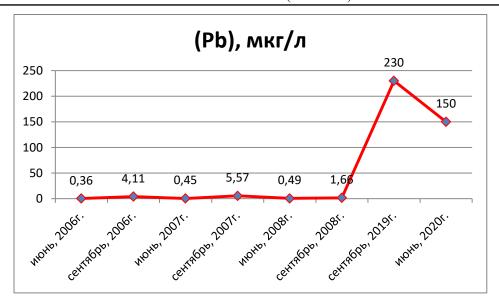


Рис. 5. Сезонный ход концентрации свинца в снежном покрове ледника Гарабаши за период 2006-2008 гг. и 2019-2020 гг. на уровне 4000 метров (мкг/л)

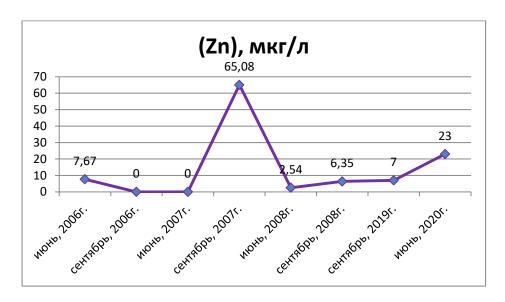


Рис. 6. Сезонный ход концентрации цинка в снежном покрове ледника Гарабаши за период 2006-2008 гг. и 2019-2020 гг. на уровне 4000 метров (мкг/л)

Сезонная изменчивость тяжелых металлов в годовых слоях снежного покрова имеет ярко выраженный годовой ход. Наиболее хорошо просматривается сезонный ход концентрации для свинца и марганца. Установлено, что максимальное содержание свинца и марганца за рассматриваемый период отмечается в летних горизонтах снежного покрова к концу периода абляции.

Антропогенная эмиссия свинца характеризуется выбросами газов, поступающими

от автотранспорта, а естественный источник поступления обусловлен литологией и скрытой вулканической деятельностью. Источник поступления марганца в снежный покров связан с литогенетическим составом подстилающих пород.

Выводы

1. Сезонная динамика концентрации тяжелых металлов (Cr, Ni, Mn, Pb, Zn) в снежном покрове ледника Гарабаши на уровне 4000 метров за периоды 2006-2008 гг.

- и 2019-2020 гг. имеет четко выраженный сезонный ход.
- 2. Максимум концентрации никеля, марганца и цинка в снежном покрове ледника Гарабаши за рассматриваемый период был установлен в июне 2007 г. Максимальные значения концентрации представленных металлов составили: Ni (1,25), Mn (11,62), Zn (65,08) мкг/л.
- 3. Сезонная изменчивость и вариация концентраций тяжелых металлов (Сг, Ni, Mn, Zn), за исключением выявленных природных аномалий содержания Рb (230 мкг/л), не превышает разовой ПДК.

Список литературы / Reference

1. Татаренко Н.В., Гяургиев А.В. Высотное распределение концентраций микрочастиц в снежно-фирновой толще на южном склоне Эльбруса в интервале высот 3700-5450 м н.у.м // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2012. № 5 (49). С. 68-72.

Tatarenko N.V., Gyaurgiev A.V. Altitudinal distribution of microparticle concentrations in the snow-firn thickness on the southern slope of Elbrus in the altitude range of 3700-5450 m above sea level // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2012. № 5 (49). P. 68-72 (in Russian).

2. Керимов А.М., Гуяргиев А.В., Татаренко Н.В. Взаимосвязь концентрации тяжелых металлов и мощных снегопадов по данным сезонных слоев снежно-фирновой толщи на южном склоне Эльбруса на уровне 4000 м. н.у.м. // Устойчивое развитие горных территорий. 2012. Т. 4. № 3. С. 149-152.

Kerimov A.M., Guyargiev A.V., Tatarenko N.V. Interrelation of heavy metals concentration and heavy snowfall according to seasonal layers of snow-firn strata on the southern slope of Elbrus at the level of 4000 m. n.m. // Ustoychivoye razvitiye gornykh territoriy. 2012. Vol. 4. № 3. P. 149-152 (in Russian).

3. Керимов А.М., Татаренко Н.В., Татаренко З.М., Курашева О.А. Особенности поступления аэрозольных частиц в снежный покров путем вымывания и сухого осаждения в условиях высокогорья // Успехи современного естествознания. 2018. № 4. С. 121-126.

Kerimov A.M., Tatarenko N.V., Tatarenko Z.M., Kurasheva O.A. Features of aerosol particles entering the snow cover by leaching and dry deposition in high-altitude conditions // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2018. № 4. P. 121-126 (in Russian).

4. Керимов А.М., Курашева О.А. Сравнительный анализ концентраций тяжелых металлов в истоках реки Баксан и леднике Гарабаши (южный склон Эльбруса) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2018. Т. 12. № 1. С. 49-56.

Kerimov A.M., Kurasheva O.A. Comparative analysis of heavy metal concentrations in the sources of the Baksan River and the Garabashi glacier (southern slope of Elbrus) // Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo univer-

- siteta. Yestestvennyye i tochnyye nauki. 2018. Vol. 12. № 1. P. 49-56(in Russian).
- 5. Кутузов С.С., Михаленко В.Н., Шахгеданова М., Жино П., Козачек А.В., Лаврентьев И.И., Кудерина Т.М., Попов Г.В. Пути дальнего переноса пыли на ледники Кавказа и химический состав снега на западном плато Эльбруса // Лед и снег. 2014. №3 (127). С. 5-15.

Kutuzov S.S., Mikhalenko V.N., Shakhgedanova M., Zhino P., Kozachek A.V., Lavrentiev I.I., Kuderina T.M., Popov G.V. Ways of long-range dust transfer to the glaciers of the Caucasus and the chemical composition of snow on the western plateau of Elbrus // Led i sneg. 2014. № 3 (127). P. 5-15 (in Russian).

6. Кутузов С.С., Михаленко В.Н. Изменение концентрации микрочастиц и химического состава фирново-ледяной толщи Эльбруса за последние 75 лет по данным ледниковых кернов // Изменения климата и природной среды северной Евразии: анализ, прогноз, адаптация: материалы междунар. школы-конференции молодых ученых. М.: Изд-во ГЕОС, 2014. С. 94-95.

Kutuzov S.S., Mikhalenko V.N. Changes in the concentration of microparticles and the chemical composition of the firnice strata of Elbrus over the past 75 years according to the data of glacial cores // Izmeneniya klimata i prirodnoy sredy severnoy Yevrazii: analiz, prognoz, adaptatsiya: materialy mezhdunar. shkoly-konferentsii molodykh uchenykh. M.: Izd-vo GEOS, 2014. P. 94-95 (in Russian).

7. Хайрединова А.Г., Кутузов С.С., Жино П., Михайленко В.Н. Сравнительный анализ коротких кернов Казбека и Эльбруса для получения информации об окружающей среде // Современные подходы к изучению экологических проблем в физической и социально-экономической географии: материалы конференции – Х Международная молодежная школа-конференция. Институт географии РАН. Курск: Изд-во 11-й ФОРМАТ, 2017. С.110-121.

Khayredinova A.G., Kutuzov S.S., Zhino P., Mikhaylenko V.N. Comparative analysis of short cores of Kazbek and Elbrus for obtaining information about the environment // Sovremennyye podkhody k izucheniyu ekologicheskikh problem v fizicheskoy i sotsial'no-ekonomicheskoy geografii: materialy konferentsii – X Mezhdunarodnaya molodezhnaya shkola-konferentsiya. Institut geografii RAN. Kursk: Izd-vo 11-y FOR-MAT, 2017. P.110-121 (in Russian).

8. Чижова Ю.Н., Буданцева Н.А., Васильчук Ю.К. Тяжелые металлы в ледниках Полярного Урала и Кавказа // Арктика и Антарктика. 2017. № 1. С. 35- 46.

Chizhova Yu.N., Budantseva N.A., Vasilchuk Yu.K. Heavy metals in the glaciers of the Polar Urals and the Caucasus // Arktika i Antarktika. 2017. № 1. P. 35- 46 (in Russian).

9. Всесезонный туристско-рекреационный комплекс «Эльбрус», Кабардино-Балкарская Республика. Пассажирская подвеная канатная дорога EL3: Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий для подготовки проектной документации ООО «Мегаполис» СПб., 2019. Книга 1. Текстовая часть. 91 с.

All-season tourist and recreational complex «Elbrus», Kabardino-Balkarian Republic. Passenger suspended cable car EL3: Technical report on the results of engineering and environmental surveys for the preparation of project documentation of Megapolis LLC. SPb., 2019. Kniga 1. Tekstovaya chast'. 91 p. (in Russian).

УДК 911.9:004.9

СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЦИФРОВЫХ ИНФРАСТРУКТУРАХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ

¹Ямашкин А.А., ¹Ямашкин С.А., ²Ямашкина Е.О., ¹Мучкаева Н.С., ¹Лямзина И.С.

¹Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, Саранск, e-mail: yamashkinsa@mail.ru;

²МИРЭА – Российский технологический университет, Саранск

Статья посвящена решению научной проблемы определения опорных моментов системного анализа геопространственной информации в цифровых инфраструктурах пространственных данных для решения конкретных научных и практических задач, связанных с модернизацией процессов анализа и классификации естественных геосистем, динамического прогнозирования направлений развития чрезвычайных ситуаций и оценки их последствий. Дана характеристика новой методики интеграции обучающих данных на основе отечественного геосистемного подхода, эффективной для обеспечения выделения характерных пространственно-временных признаков и, как следствие, получения более точных результатов анализа пространственно-временных систем средствами глубокого обучения. Авторами показано, что результаты экспериментов по обучению глубоких прогностических нейросетевых моделей целесообразно свести в систему принципов построения эффективных сверточно-рекуррентных нейронных сетей, практическое использование которой сделает возможным повышение эффективности прогнозирования пространственно-временных процессов в сравнении с эмпирическим подходом конфигурирования нейронных сетей. Создаваемое методическое и алгоритмическое обеспечение анализа региональных геосистем должно быть апробировано при решении научных и практических задач в области автоматизированной оценки минерально-сырьевой ресурсной базы регионов России. В частности, целесообразно проработать пути решения задач оценки вероятности возникновения стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций. В статье подчеркнуто, что для обеспечения эффективной информационной поддержки дистанционных измерений целесообразно сформировать систему тестовых полигонов, которая должна характеризоваться свойствами структурного разнообразия, высокой изученности, стандартизированной задокументированности. Создаваемые новые методы и алгоритмы глубокого машинного обучения, апробированные на системе тестовых полигонов при решении проектных задач, применимы для анализа пространственных моделей различного ранга.

Ключевые слова: цифровые технологии, устойчивое развитие, пространственные данные, инфраструктура пространственных данных, минерально-сырьевая ресурсная база

SYSTEM ASPECTS OF THE ANALYSIS OF GEOSPATIAL INFORMATION IN DIGITAL INFRASTRUCTURES OF SPATIAL DATA FOR ASSESSING THE POTENTIAL OF THE MINERAL RESOURCE BASE

¹Yamashkin A.A., ¹Yamashkin S.A., ²Yamashkina E.O., ¹Muchkaeva N.S., ¹Lyamzina I.S.

¹National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: yamashkinsa@mail.ru; ²Russian Technological University (MIREA), Saransk

The article is devoted to solving the scientific problem of determining the reference points of the system analysis of geospatial information in digital infrastructures of spatial data for solving specific scientific and practical problems related to the modernization of the processes of analysis and classification of natural geosystems, dynamic forecasting of the directions of development of emergency situations and assessment of their consequences. A characteristic is given of a new methodology for integrating training data based on the domestic geosystem approach, which is effective to ensure the selection of characteristic spatio-temporal features and, as a result, to obtain more accurate results of the analysis of spatio-temporal systems by means of deep learning. The authors have shown that the results of experiments on training deep predictive neural network models should be summarized into a system of principles for constructing effective convolutional-recurrent neural networks, the practical use of which will make it possible to increase the efficiency of forecasting spatio-temporal processes in comparison with the empirical approach of configuring neural networks. The created methodological and algorithmic support for the analysis of regional geosystems should be tested in solving scientific and practical problems in the field of automated assessment of the mineral resource base of the regions of Russia. In particular, it is advisable to work out ways to solve the problems of assessing the likelihood of natural disasters and emergencies. The article emphasizes that in order to provide effective information support for remote sensing, it is advisable to form a system of test polygons, which should be characterized by the properties of structural diversity, high level of knowledge, standardized documentation. Created new methods and algorithms for deep machine learning, tested on the system of test polygons when solving design problems, are applicable to the analysis of spatial models of various ranks.

Keywords: digital technologies, sustainable development, spatial data, spatial data infrastructures, mineral resource base

В рамках развития теории и практики экологической гармонизации взаимодействия природных, социальных и производственных систем актуальное место занимает научная проблема повышения эффективности анализа закономерностей пространственно-временной организации сложных динамических геосистем с целью анализа ресурсного потенциала минерально-сырьевой базы регионов и прогнозирования природных и природно-техногенных чрезвычайных ситуаций. К открытым вызовам относятся создание и экспериментальное обоснование новых геоинформационных методов и алгоритмов комплексной интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), цифровых карт и вспомогательной пространственно-временной информации с использованием глубокого машинного обучения, позволяющих проводить высокоточный автоматизированный мониторинг систем природопользования в системе цифровых инфраструктур пространственных данных (ИПД) [1].

Изучение опыта анализа природно-социально-производственных систем (ПСПС) для целей оптимизации использования минерально-сырьевой ресурсной базы указывает на актуальность применения в обозначенной проблемной области методов и алгоритмов машинного обучения.

Цель исследования заключается в определении опорных моментов системного анализа пространственной информации в цифровых ИПД. Разработка обозначенной научной проблемы позволит решить конкретные научные и практические задачи, связанные с модернизацией процессов анализа и классификации естественных геосистем с целью автоматизированной оценки минерально-сырьевой ресурсной базы регионов России.

Материалы и методы исследования

Процесс разработки системы методов глубокого машинного анализа пространственных данных о территории опирается на использование электронных синтетических карт геосистем в качестве исходных данных для обучения нейросетевых моделей, исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития геотехнических систем с целью разработки новых высокоточных алгоритмов автоматизированной оценки минерально-сырьевой ресурсной базы регионов и прогнозирования развития пространственно-временных процессов на основе анализа ретроспектив-

ных, текущих и экспертных пространственных данных [2]. Исходные данные для автоматизированного анализа при этом должны быть сформированы на основе нескольких источников: использование данных из проблемно ориентированных геоинформационных систем; импорт доступных данных ДЗЗ, их постобработка, заключающаяся в сенсорной, радиометрической и геометрической коррекции мультиспектральных данных; импорт данных из других открытых ресурсов, в частности данные о погоде и кадастрах; создание научно обоснованной системы тестовых полигонов для дешифрирования данных ДЗЗ с целью оценки потенциала минерально-сырьевой ресурсной базы региона и влияния окружающей среды на техногенные системы и генерация базы размеченных выборок для машинного обучения на их основе.

Географическая оболочка представляет собой иерархически организованную геосистему — «где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом» [3]. В расширенной трактовке геосистемы выступают как «тотальные системы», включающие многообразие природных, экологических, социальных, экономических процессов. Развитие геосистемного подхода привело к формированию четырех векторов научных исследований:

- 1) морфологическое диагностика элементов иерархической соподчиненности геосистем и структурных отношений между ними: отделов, систем, классов, групп, типов, родов и видов ландшафтов. Систематизация геосистем призвана оптимизировать выработку мероприятий по адаптации хозяйственной деятельности к структуре географической оболочки;
- 2) процессное анализ динамически взаимосвязанных между собой процессов круговоротов и метаболизма вещества и энергии, дающий основание для заключения о происхождении и развитии геосистем. Функционирование геосистем представляется в виде совокупности процессов перемещения, обмена и трансформации энергии, вещества и информации между ее элементами и окружающим географическим пространством;
- 3) парагенетическое исследование взаимодействия морфологической структуры и процессов метаболизма вещества и энергии, ориентированной на выявление про-

странственно-временных закономерностей организации геосистем. Развитие парагенетических процессов проявляется в смене состояний геосистем и многообразном проявлении метахронности;

4) исследование тотальных геосистем, включающее анализ взаимодействия природных, социальных и производственных систем. Ключевой задачей является мониторинг эколого-социально-экономических процессов. Особую значимость в данном контексте имеет прогнозирование природных и природно-техногенных чрезвычайных ситуаций.

Прогнозирование геоэкологических процессов в географической оболочке сопряжено с решением задач диагностики связи отдельных элементов с природными факторами, установления закономерностей хозяйственного освоения природноресурсного потенциала, оценки антропогенных воздействий и их последствий [4]. Точность автоматизированных методов анализа пространственных данных, в том числе развивающегося в настоящее время машинного обучения, в значительной мере зависит от информации, которая заключена в исходных данных [5]. С целью повышения эффективности геоинформационных методов и алгоритмов комплексной интерпретации геопространственных данных используются не только традиционные источники данных о территории, но и материалы, которые традиционно выступают конечным артефактом процесса изучения территории (в частности, цифровых карт геосистем) [6].

Новизна предлагаемого подхода заключается в применении электронных ландшафтных карт и результатов структурногенетических ландшафтных исследований наравне с машинным анализом мультиспектральных данных ДЗЗ, традиционно применяемых в России и зарубежных странах. Приведем перечень опорных пунктов для получения предлагаемых результатов.

- 1. Анализ теории и практики электронного синтетического ландшафтного картографирования, интегрирующего узловые базы данных ГИС о геосистемной организации территории.
- 2. Обзор и систематизация методов комплексной интерпретации данных ДЗЗ с расчетом параметров иерархической системы таксонов: систем, классов, групп, типов, родов и видов геосистем для прогнозирования природных и природно-техногенных чрезвычайных ситуаций.

3. Обобщение опыта геоэкологического анализа ПСПС для целей оптимизации функционального зонирования геосистем, основанного на использовании электронной синтетической ландшафтной карты как центрального звена региональной ГИС, обеспечивающего синтез геоэкологической информации о регионе для принятия управленческих решений. Разработка и применение электронных синтетических ландшафтных карт и карт Land Cover в качестве исходных данных для обучения сверточных и рекуррентных глубоких нейронных сетей, исследование системных связей и закономерностей функционирования и развития геотехнических систем с целью разработки новых высокоточных алгоритмов прогнозирования развития пространственно-временных процессов на основе анализа ретроспективных, текущих и экспертных данных цифровых инфраструктур пространственных данных [7].

Для решения задачи оценки минерально-сырьевого потенциала региона целесообразно проведение экспериментального исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития природно-социально-производственных систем на основе комплексного применения глубоких сверточных и рекуррентных нейронных сетей к анализу данных ДЗЗ и электронных ландшафтных карт [8]. Ключом к формированию процесса обучения прогностических нейронных сетей выступит гипотеза о том, что на любой стадии освоения территории вследствие взаимодействия природных и технологических процессов создается определенная структура природопользования, сопровождающаяся активизацией спектра деструктивных геоэкологических процессов, особенности которых почти всегда проистекают от свойств вмещающего природного ландшафта; одновременно с этим черты развития процессов хозяйственного освоения в настоящее время характеризуются развертыванием новых этапов освоения на техногенных модификациях геосистем прошлых периодов [9; 10].

Результаты исследования и их обсуждение

Пространство поиска моделей определяет, какие архитектуры могут быть представлены в принципе для решения задачи анализа больших пространственных данных. Использование априорных систематизированных знаний позволит уменьшить размер пространства поиска и упростить

его. В ходе работ над проектными задачами анализу необходимо подвергать следующие пространства поиска:

- 1) пространство нейронных сетей с цепочечной структурой, описываемое как последовательность уровней, должно быть параметризовано максимальным числом слоев, типами операций, выполняемых каждым слоем (объединением, сверткой и т. д.), гиперпараметрами, связанными с операцией, например количеством фильтров, размером ядра и шагом для сверточного слоя;
- 2) пространство моделей с ветвящейся структурой, в которых имеются слои, объединяющие выходные данные предыдущего уровня, а также служащие источником данных для нескольких последующих слоев. Использование таких архитектур приводит к значительному увеличению степени свободы и должно быть основано на экспертном комбинировании блоков, состоящих из нескольких нейросетевых слоев, в единую глубокую модель для усиления положительных эффектов результирующего классификатора. Такой подход позволит достичь резкого сокращения пространства поиска, поскольку блоки содержат значительно меньшее количество слоев, чем единая глубокая макроархитектура. Архитектуры, построенные из блоков, легче переносить или адаптировать к другим наборам пространственно-временных данных посредством изменения количества ячеек и фильтров, используемых в модели. Кроме этого, повторение блоков с определенной вероятностью позволит повысить эффективность модели. Наконец, описанный подход позволит осуществлять иерархический поиск: постепенно углублять нейросетевую модель до определенного предела для повышения точности при умеренном снижении производительности.

Для исследования пространства нейронных архитектур должны быть последовательно исследованы различные стратегии поиска: случайный поиск и поиск по сетке (для небольших моделей, требующих дальнейшего иерархического), байесовская оптимизация, эволюционные методы, обучение с подкреплением и методы на основе градиента. Представленные стратегии поиска направлены на поиск нейронной архитектуры, которая максимизирует некоторые показатели производительности, такие как точность классификации пространственных данных или прогнозирование развития природных или природно-техногенных процессов. Чтобы руководить процессом поиска, эти стратегии должны оценить про-изводительность данной архитектуры.

Собранные разнородные данные целесообразно использовать для формирования экспериментально синтезированных генеративными глубокими нейронными сетями пространственно-временных признаков в качестве исходных данных для нового цикла обучения нейронных сетей. Использование системы тестовых полигонов позволит обосновать оптимальное решение в области обучения представлениям пространственных данных, направленного на изучение абстрактных и полезных представлений, позволяющих автоматически обнаружить представления, необходимые для выявления иерархических признаков, заменяющих ручное конструирование.

Исходные данные для автоматизированного анализа при этом должны быть сформированы на основе нескольких источников:

- 1) ревизия и импорт данных из проблемно ориентированных геоинформационных систем (к примеру, ГИС «Мордовия», включающая 150 тематических слоев электронных карт, содержащих эколого-геохимическую, геологическую, гидрогеологическую, почвенную, геоботаническую, ландшафтную, социально-экономическую и геоэкологическую информацию);
- 2) импорт открытых данных Д33 (в том числе Ресурс-П, Landsat-7, Landsat-8 и Sentinel-2), их постобработка; импорт данных из открытых ресурсов (в том числе кадастровой информации);
- 3) создание научно обоснованной системы тестовых полигонов для дешифрирования данных ДЗЗ, мониторинга развития природно-техногенных процессов, влияния окружающей среды на застройку и генерация базы размеченных выборок для машинного обучения на их основе.

Если первые два источника представляют собой доступный информативный ресурс данных, то вопросу развертывания системы тестовых полигонов должно быть уделено отдельное внимание. Применение новых вариантов интеграции обучающих данных перспективно на основе геосистемного подхода, посредством которого станет возможным выделение характерных пространственно-временных признаков и, как следствие, более точных результатов анализа пространственно-временных систем средствами глубокого обучения.

Создание новой методологии построения сверточных нейронных сетей, эффективных при анализе больших пространственно-временных данных, должно осуществляться в ходе экспериментальных исследований, в ходе которых оптимизируются стратегии конфигурирования наборов и размерностей слоев свертки и субдескритизации, а также алгоритмы уменьшения размерности. Это делает возможным системно обоснованный выбор архитектуры и параметров глубоких нейронных сетей для решения новых задач анализа больших данных в геопортальных хранилищах.

Поиск нейросетевых архитектур основывается на выборе пространства поиска, определяющего типы используемых моделей; стратегии поиска, определяющей подходы к исследованию пространства поиска; стратегии оценки производительности формируемой нейросетевой модели. Глубокая нейронная сеть должна строиться исходя из решаемых ею задач, в связи с чем актуально формирование системы методов построения нейросетевых архитектур и их параметризации для решения конкретных задач в области землепользования и прогнозирования развития природно-техногенных процессов с использованием разнородных пространственно-временных данных. Практическое руководство по построению моделей необходимо сопровождать рекомендациями и экспериментально полученными выводами.

Прямое применение к мультиспектральным пространственным изображениям контролируемых сверточных сетей является очень сложной задачей из-за высокой размерности входных данных и относительно небольшого количества доступных помеченных данных. Учитывая потенциальную нехватку помеченных данных, применение неконтролируемых алгоритмов обучения для глубоких архитектур является одной из первостепенных научных проблем. Глубокие архитектуры имеют сильно нелинейную природу, которая хорошо подходит для преодоления трудностей нелинейного пространственно-спектрального анализа изображений; сверточные архитектуры, в частности, захватывают локальные взаимодействия, что делает их хорошо подходящими, когда существует высокая избыточность; наконец, разреженные признаки должны быть удобными для описания изображений дистанционного зондирования и других пространственных данных.

Авторы статьи предлагают использовать геосистемный подход [8] для автоматизированного расширения набора исходных

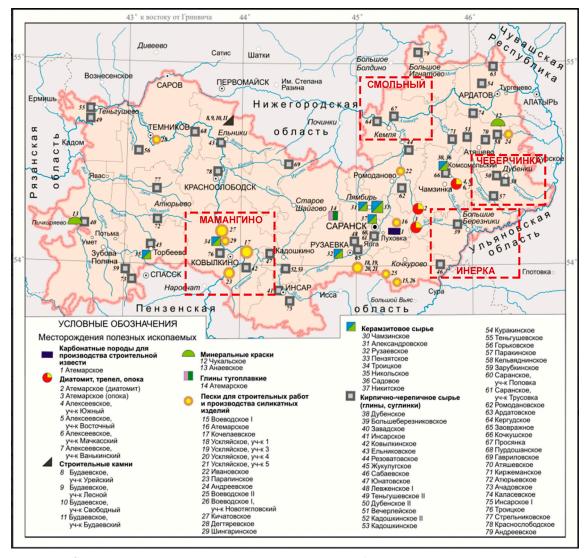
данных в условиях дефицита исходной информации и его анализа посредством модели GeoSystemNet, ключевое преимущество которой заключается в достаточном числе степеней свободы, позволяющем гибко конфигурировать модель, исходя из решаемой задачи. К варьируемым параметрам следует отнести: число входов модели; число уровней выделения признаков модулем Unit L; емкость и число модулей слияния признаков Merge H_{N2} гиперпараметры многослойного персептрона, принимающего результирующее решение. Использование модели при классификации изображений набора Euro-SAT, алгоритмически расширенного с позиции геосистемного подхода, позволило повысить точность классификации в условиях дефицита обучающих данных (разделение набора на обучающую и проверочную выборку в соотношении от 10/90 до 40/60) в пределах 9%.

Хотя подавляющее большинство моделей на основе сверточных нейронных сетей применяются к контролируемым проблемам, в их архитектуре нет прямых ограничений на выполнение неконтролируемых задач, и они могут быть использованы для извлечения признаков неконтролируемым образом. При неконтролируемом извлечении признаков вектор анализируемых признаков и, следовательно, также его качество по отношению к решаемой задаче анализа пространственных данных будет зависеть от качества и количества параметров сети.

Создание системы тестовых полигонов для формирования массивов обучающих данных и отработки методов и алгоритмов дешифрирования многозональных космических снимков. Тестовые полигоны должны удовлетворять следующим требованиям: структурного разнообразия, оптимального расположения и размера, грамотного методического и технологическое обеспечения процесса сбора данных; наличия информативного метаописания. Собранные данные должны быть использованы для составления банков размеченных обучающих данных и формирования экспериментально синтезированных генеративными глубокими нейронными сетями пространственновременных признаков в качестве исходных данных для нового цикла обучения нейронных сетей. Ключом к формированию оптимальной системы тестовых полигонов для картографирования территории выступает гипотеза о том, что на любой стадии освоения создается определенная структура природопользования, сопровождающаяся активизацией спектра деструктивных гео-экологических процессов, особенности которых почти всегда проистекают от свойств природных геосистем; одновременно с этим черты развития процессов хозяйственного освоения в настоящее время характеризуются развертыванием новых этапов освоения на техногенных модификациях геосистем прошлых периодов.

Разрабатываемое методическое и алгоритмическое обеспечение должно быть апробировано при решении конкретных научных и практических задач в области оценки потенциала минерально-сырьевой ресурсной базы региона: моделирование естественных геосистем при помощи цифровой реконструкция природных территориальных комплексов на основе материалов ДЗЗ в комбинации с ландшафтными картографическими и иными пространственно-временными данными и их верификацией по результатам полевых исследований; статическое и динамическое прогнозирование развития чрезвычайных ситуаций экзогеодинамического характера и оценка их последствий. В ходе выполнения проектных задач авторами статьи была проведена работа по созданию базы обучающих данных на основе системы тестовых полигонов «Чеберчинка», «Инерка», «Смольный», «Мамангино» (рисунок).

Данные тестовые участки расположены на территории Приволжской возвышенности. В качестве исходных данных для систематизации выбраны данные ДЗЗ спутников Landsat и Sentinel, позволяющих исследовать территории отдельных классов и категорий земель.



Система тестовых полигонов на карте месторождений полезных ископаемых

- 1. Полигон «Инерка» (координаты центра: 54°03′ с. ш., 45°53′ в. д.) расположен в долине реки Суры, которая имеет правостороннюю асимметрию бортов. Правый коренной склон крутой, местами обрывистый, левый пологий, со слабовыраженными надпойменными террасами, с абсолютными высотами от 100 до 180 м. На территории полигона расположены Большеберезниковское и Теньгушевское месторождения кирпичночерепичного сырья (глины и суглинки).
- 2. Полигон «Чеберчинка» (координаты центра: 54°26′ с. ш., 46°17′ в. д.) локализован на эрозионно-денудационной равнине. Максимальные абсолютные отметки 280—320 м. Характерной чертой ландшафта является хорошо выраженная склоновая смена лесных и лугово-степных геосистем, значительно измененных хозяйственной деятельностью и включающих Дубенское и Паракинское месторождения глин и суглинков.
- 3. Полигон «Смольный» (координаты центра: 54°44′ с. ш., 45°17′ в. д.) организован в древней ложбине стока ледниковых вод в зоне долины Алатыря, для которой характерна слабоволнистая поверхность с абсолютными отметками 130–190 м. Интерес в рамках обозначенного полигона представляют Кергудское месторождение глин и суглинков, а также месторождение кирпичночерепичного сырья Просянка.
- 4. Полигон «Мамангино» (координаты центра: 54°13' с. ш., 43°53' в. д.) организован в парагенетических системах лесных ландшафтов водно-ледниковых и древнеаллювиальных равнин, включающих в свои территориальные границы Кичатовское, Шингаринское, Кочелаевское, Парапинское месторождения песков для строительных работ и производства силикатных изделий, Троицкое месторождение керамзитного сырья, а также Ковылкинское, Юнатовское, Троицкое месторождения глин и суглинков.

Использование тестовых полигонов для обучения нейросетевых моделей позволит дать объективный ответ на следующие вопросы: каковы пути оптимизации глубоких нейронных сетей с целью повышения точности классификации пространственных данных с целью анализа ресурсного потенциала региона; насколько хорошо разрабатываемые модели работают с ограниченными наборами пространственно-временных данных; с какими проблемами сталкивается обучение глубоких нейронных сетей при работе с большими пространственно-временными данными и как решить проблему переобучения.

Выводы

Синтез знаний о состоянии региональных ПСПС позволяет осуществить оценку потенциала минерально-сырьевой ресурсной базы регионов России. Для повышения эффективности методов интерпретации пространственных данных посредством использования цифровых ландшафтных карт. В качестве информативного пространственно-временного объекта должны анализироваться ландшафтная оболочка – зона контакта и активного энергомассообмена литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы, характеризующаяся активным развитием географических процессов: выветривания, экзогеодинамических, гидрологических, почвообразовательных, биологических процессов. Геосистемы, входящие в структуру ландшафтной оболочки, имеют иерархическую пространственно-временную организацию: от самых крупных и долговечных образований, каковыми являются отделы, системы, классы, группы, типы, роды и виды.

Создаваемое методическое и алгоритмическое обеспечение должно быть апробировано при решении следующих конкретных научных и практических задач: 1) моделирование геосистем при помощи автоматизированной цифровой реконструкции на основе материалов ДДЗ и иными пространственновременными данными; 2) решение спектра геологических задач, связанных с проблемами хозяйственного освоения.

Создаваемые новые методы и алгоритмы глубокого машинного обучения будут применимы для анализа пространственных моделей различного ранга. Результаты экспериментов по обучению глубоких прогностических моделей целесообразно свести в систему принципов построения эффективных сверточно-рекуррентных нейронных сетей, практическое использование которой сделает возможным повышение эффективности прогнозирования пространственно-временных процессов в сравнении с эмпирическим подходом.

Создаваемое методическое и алгоритмическое обеспечение анализа региональных геосистем должно быть апробировано при решении научных и практических задач статического и динамического прогнозирования развития природно-техногенных чрезвычайных ситуаций и при оценке их последствий. Использование глубоких сверточных нейросетевых моделей в процессе реагирования в кризисных ситуациях позволит сократить время на принятие решений. Тестовые по-

лигоны необходимо использовать для калибровки процесса обучения нейросетевых моделей. Создаваемые методы и алгоритмы глубокого машинного обучения, апробированные на системе тестовых полигонов при решении проектных задач, могут быть применимы для анализа пространственных моделей различного ранга.

Исследование выполнено при финансовой поддержке $P\Phi\Phi U$ в рамках научного проекта \mathbb{N}_2 20-37-70055.

Список литературы / References

- 1. McLaughlin J., Nichols S. Developing a national spatial data infrastructure. Journal of Surveying Engineering. 1994. Vol. 120. № 2. P. 62-76.
- 2. Jabbour C., Rey-Valette H., Maurel P., Salles J.M. Spatial data infrastructure management: A two-sided market approach for strategic reflections. International Journal of Information Management. 2019. Vol. 13. № 21. P. 69-82. DOI: 10.1016/j. ijinfomgt.2018.10.022.
- 3. Сочава В.Б. Введение в теорию геосистем. Новосибирск: Наука, 1978. 320 с.

Sochava V.B. Introduction to the theory of geosystems. Novosibirsk: Nauka, 1978. 320 p. (in Russian).

4. Lü G., Batty M., Strobl J. Reflections and speculations on the progress in Geographic Information Systems (GIS): a geographic perspective. International journal of geographical information science. 2019. Vol. 33. № 2. P. 346-367.

- 5. Heaton J., Datta A., Finley A. O. A case study competition among methods for analyzing large spatial data. Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics. 2019. Vol. 24. № 3. P. 398-425. (In Eng.) DOI: 10.1007/s13253-018-00348-w.
- 6. Yamashkin S.A., Radovanović M.M., Yamashkin A.A., Barmin A.N., Zanozin V.V., Petrović M.D. Problems of designing geoportal interfaces. GeoJournal of Tourism and Geosites. 2019. Vol. 24. № 1. P. 88-101.
- 7. Ямашкин С.А. Разработка образовательного курса «Цифровая инфраструктура пространственных данных» // Образовательные технологии и общество. 2019. Т. 22. № 3. С. 113-120.

Yamashkin S.A. Development of the educational course "Digital Spatial Data Infrastructure // Obrazovatelniye tehnologii i obshestvo. 2019. Vol. 22. № 3. P. 113-120. (in Russian).

8. Ямашкин С.А., Ямашкин А.А., Федосин С.А. Разработка проектно-ориентированной инфраструктуры пространственных данных с использованием облачных технологий // Радиопромышленность. 2019. № 3. С. 79-90. DOI: 10.21778 / 2413-9599-2019-29-3-79-90.

Yamashkin S.A., Yamashkin A.A., Fedosin S.A. Development of a project-oriented spatial data infrastructure using cloud technologies // Radiopromishlennost. 2019. № 3. P. 79-90. DOI: 10.21778/2413-9599-2019-29-3-79-90 (in Russian).

- 9. Yermolaev O.P. Geoinformation mapping of soil erosion in the Middle Volga region. Eurasian soil science. 2017. Vol. 50. N 1. P. 118-131. DOI: 10.1134/S1064229317010070.
- 10. Wong B. K., Monaco J. A. Expert system applications in business: a review and analysis of the literature. Information and Management. 1995. Vol. 29. № 3. P. 141–152. DOI: 10.1016/0378-7206(95)00023-p.