



Оригинальная статья / Original article

УДК 551.4.022

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2686-9993-2020-43-3-418-435>

Результаты учебно-производственной практики студентов Института недропользования Иркутского национального исследовательского технического университета (Россия) в Нанкинском Университете (Китай) (6–21 сентября 2019 г.)

© М.А. Вантеева^a, А.О. Устюжанин^b, М.И. Сапрыкина^c,
И.А. Ярошук^d, О.С. Масликов^e, К.К. Ковтун^f, К.В. Бабуева^g,
А.А. Семилет^h, Ю.Е. Гиренкоⁱ, В.В. Тимашева^j, С.М. Соболева^k,
Юнчжань Чжан^l, Л.И. Аузина^m, Р.М. Лобацкаяⁿ, А.А. Войтюк^o

^{a–k, m–o}Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

^lНанкинский университет, г. Нанкин, Китай

Резюме: В статье изложена структура и представлены результаты учебно-производственной практики студентов Института недропользования Иркутского национального исследовательского технического университета (Россия) в Нанкинском университете (Китай), проходившей в период с 6 по 21 сентября 2019 г. Цель работы заключалась в описании исследований, проводившихся на территории Восточного Китая в районе г. Нанкин под руководством профессора Юнчжань Чжан. Основное внимание в ходе полевых маршрутов было направлено на изучение геолого-структурных и географических особенностей Южно-Китайского блока, знакомство с ведущими эндо- и экзогенными процессами на этой территории. При анализе архивных и литературных источников, обобщении материалов полевых наблюдений получены сведения о тектонике и магматизме района, об условиях формирования термальных источников подземных вод Тяньшань, о причинах проявления вулканизма и других геодинамических процессах на исследуемой территории, об особенностях гидрологического режима р. Фучуньцзян.

Ключевые слова: Восточный Китай, Южно-Китайский блок, эндогенные процессы, экзогенные процессы, геологическая практика, Нанкин

Информация о статье: поступила в редакцию 06 февраля 2020 г.; поступила после рецензирования и доработки 11 марта 2020 г.; принята к публикации 18 апреля 2020 г.

Для цитирования: Вантеева М.А., Устюжанин А.О., Сапрыкина М.И., Ярошук И.А., Масликов О.С., Ковтун К.К. [и др.]. Результаты учебно-производственной практики студентов Института недропользования Иркутского национального исследовательского технического университета (Россия) в Нанкинском Университете (Китай) (6–21 сентября 2019 г.). *Науки о Земле и недропользование*. 2020. Т. 43. № 3. С. 418–435. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2020-43-3-418-435>

Results of the students' field study (Institute of Subsoil Use, Irkutsk National Research Technical University, Russia) at Nanjing University (China), September 6–21, 2019

© Marina A. Vanteeva^a, Alexander O. Ustyuzhanin^b, Maria I. Saprykina^c,
Ilya A. Yaroshchuk^d, Oleg S. Maslikov^e, Ksenia K. Kovtun^f, Ksenia V. Babueva^g,
Andrey A. Semileth^h, Yury E. Girenkoⁱ, Veronika V. Timasheva^j, Sofya M. Soboleva^k,
Yongzhan Zhang^l, Larisa I. Auzina^m, Raisa M. Lobatskayaⁿ, Alena A. Voitiuk^o

^{a–k, m–o}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

^lNanjing University, Nanjing, China

Abstract: The article presents the structure and results of the students' field study program (Institute of Subsoil Use, Irkutsk National Research Technical University, Russia) that took place at Nanjing University (China) in the period September 6–21, 2019. The purpose of the work was to describe the investigations conducted under Professor Yongzhan Zhang in the area of Nanjing, Eastern China. The focus of the field routes was on the study of the geological-structural



and geographical features of the South China block as well as on learning the major endo- and exogenous processes in the area. The analysis of the archive and literary sources and the compilation of the filed observation material has provided data on the tectonics and magmatism of the study area, the conditions of the formation of the Tangshan underground hydrothermal sources, the causes of the volcanism and other geodynamic processes, and the peculiarities of the hydrological regime of the Fuchunjiang River.

Keywords: East China, South China block, endogenous processes, exogenous processes, geological field study, Nanjing

Information about the article: received February 06, 2020; revised March 11, 2020; accepted April 18, 2020.

For citation: Vanteeva MA, Ustyuzhanin AO, Saprykina MI, Yaroshchuk IA, Maslikov OS, Kovtun KK, et al. Results of the students' field study (Institute of Subsoil Use, Irkutsk National Research Technical University, Russia) at Nanjing University (China), September 6–21, 2019. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Earth sciences and subsoil use*. 2020;43(3):418–435. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2020-43-3-418-435>

Введение

В соответствии с договором о сотрудничестве между Иркутским национальным исследовательским техническим университетом (ИРНИТУ) (Россия) и Нанкинским университетом (Китай) в 2018 г. были начаты многопрофильные экспедиционные исследования в рамках проекта «Байкал – жемчужина мира». В исследованиях принимали участие китайские преподаватели и студенты, работами руководили педагоги ИРНИТУ и Иркутского государственного университета. В 2019 г. впервые состоялась ответная поездка студентов Института недропользования ИРНИТУ в Нанкинский университет и экспедиционные работы в восточной части Китая под руководством китайских профессоров. Целями и задачами данной поездки и проведенных в рамках нее исследований являлись: знакомство с культурой, историей и системой образования страны; изучение геологических особенностей и ведущих геодинамических процессов на территории Восточного Китая.

Объекты исследования

Восточным Китаем называется географическая область, которая охватывает восточную прибрежную зону Китайской Народной Республики. Она включает в себя шесть провинций, а также муниципалитет в г. Шанхай. Город Нанкин – древняя столица Китая, название города в буквальном переводе обозначает «южная столица». Он начинает свою историю с 472 г. до н. э. и является одним из древнейших городов, расположен в восточной части страны, в 260 км к северо-западу от Шанхая в нижнем течении р. Янцзы.

В настоящее время Нанкин является столицей провинции Цзянсу. На территории города располагается Нанкинский университет, входящий в число пяти самых престижных университетов Китая.

Современный этап в истории университета начался после образования Китайской Народной Республики. С 1950 г. он стал носить актуальное на сегодняшний день название – Нанкинский университет, в связи с этим датой основания университета считается 1952 г. Это мощное высшее учебное заведение, состоящее из 28 высших школ и поддерживающее научные связи с более чем 100 учебными заведениями других стран.

Группа студентов ИРНИТУ работала на базе Нанкинского университета в период с 7 по 20 сентября 2019 г. Исследования проводились в течение 14 дней по весьма разнообразной программе (рис. 1) и охватывали довольно обширную территорию (рис. 2).

С 7 по 9 сентября группа познакомилась со структурой и кампусом университета, 10–17 сентября были проведены полевые исследования, преимущественно в долине р. Янцзы, 18–29 сентября пройдены маршруты в районе г. Нанкин, 19 сентября на базе университета представлены финальные доклады российских студентов на английском языке.

Работа началась с лекционного курса профессоров Нанкинского университета и знакомства с геологией и геоморфологией региона. Были представлены:

– лекция № 1 доктора Шаовэнь Лю «Геологический обзор г. Нанкин и прилегающих к нему территорий»¹;

¹ Liu S. Geological setting of Nanjing and adjacent areas. Nanjing: Nanjing University, 2019. 46 p.



Рис. 1. Программа работы экспедиции (схема авторов)

Fig. 1. Expedition program (scheme by authors)



Рис. 2. Маршрут экспедиционных исследований (схема авторов):

1 – г. Нанкин; 2 – горы Хуаншань; 3 – гора Циюнь; 4 – водохранилище Цяньдаоху; 5 – г. Ханчжоу; 6 – городской округ Уси; 7 – городской округ Сучжоу

Fig. 2. Expedition route (scheme by authors):

1 – Nanjing, 2 – Huanshan mountains, 3 – Qiyun mountain, 4 – Qiandahou lake, 5 – Hangzhou, 6 – Wuxi, 7 – Suzhou

– лекция № 2 профессора Ян Даюань «Неотектонические движения, колебания уровня моря, антропогенная деятельность и их влияние на геоморфологические процессы в дельте р. Янцзы»².

Полевые исследования проводились преимущественно в дельте р. Янцзы, провинциях Цзянси, Аньхой, Чжэцзян (см. рис. 2).

Восточная часть Китая в тектоническом плане приурочена к Южно-Китайскому блоку, который состоит из массивов Янцзы и Катазийского [1]. Нанкин и прилегающие к нему территории локализируются в нижней части массива Янцзы.

На территории широко развиты эндогенные процессы, включающие мощные зоны

² Yang D. Neo-tectonic movement, sea-level changes, human activities and impacts to the geomorphological processes in the Yangtze river delta, School of Geography & Ocean Sciences, Nanjing University, 2019. 16 p.



кайнозойского вулканизма, с частью которых российским студентам была предоставлена возможность ознакомиться.

Основными причинами развития вулканизма на исследуемой территории являются коллизия Индийской и Евразийской плит и субдукция Тихоокеанской и Евразийской плит (рис. 3).

Одним из объектов исследований в окрестностях г. Нанкин был вулканический парк Лухе (рис. 4). Лухе – это область, где вулканы интенсивно извергались в период с 9,35 до 10 млн лет назад. Наиболее крупные вулканические структуры – Ваншань, Лингуаншань, Губашань, Гуйцзишань.

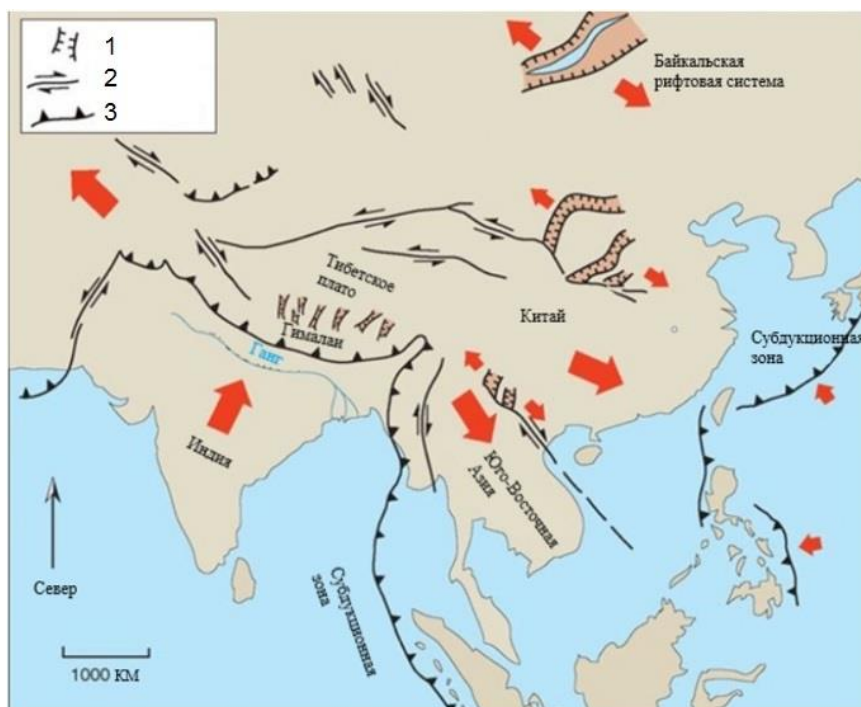


Рис. 3. Схема движения литосферных плит [2]:
1 – рифтовая долина; 2 – сдвиговый разлом; 3 – надвиг
Fig. 3. Pattern of lithospheric plates motion [2]:
1 – rift valley; 2 – shift fault; 3 – overthrust



Рис. 4. Один из вулканов в парке Лухе (фото авторов)
Fig. 4. The Luhe volcano (photo by authors)



В ходе полевых исследований объектами наблюдения также стали горные сооружения Цзыцзыньшань, Хуаншань, Циюнь, которые принадлежат орогенному поясу Янцзы (рис. 5).

Гора Цзыцзыньшань (Пурпурная гора), примыкающая к востоку к историческому центру Нанкина (рис. 6), сложена скальными песчаными и глинистыми отложениями юрского периода. Горное сооружение занимает общую площадь в 31 км². Минимальная высота над уровнем моря – 30 м, максималь-

ная – 448,2 м. В ходе маршрута производилось описание объектов и фиксировались замеры элементов залегания пород на точках наблюдения.

Горы Хуаншань (Жёлтые горы) в провинции Аньхой (рис. 7) в совокупности с прилегающими территориями образуют заповедный парк площадью 154 км². Территория характеризуется резкой расчлененностью рельефа: абсолютные отметки варьируют от 500 до 1864 м над уровнем моря.

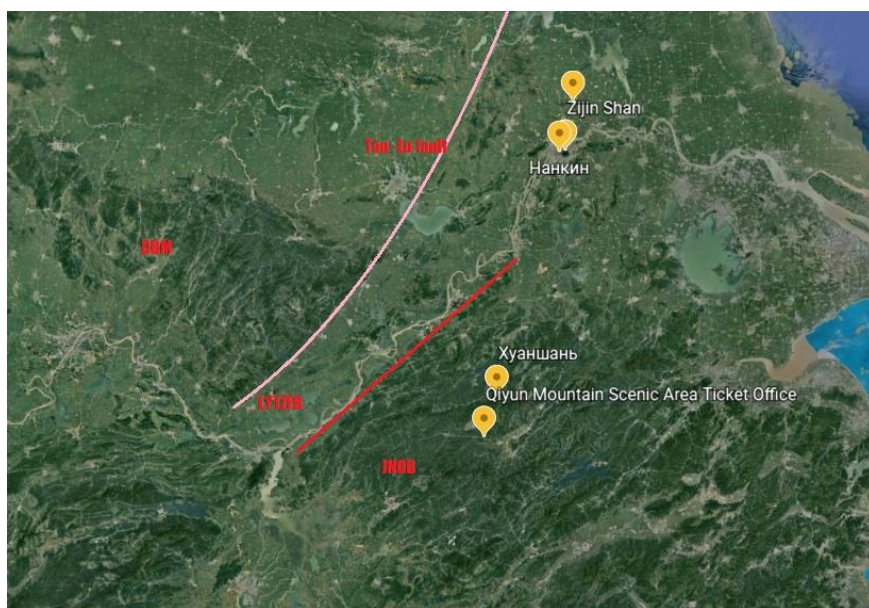


Рис. 5. Орогенный вулканический пояс (рисунок авторов с использованием сервиса «Google Планета Земля» в качестве основы)

Fig. 5. Zijinshan orogenic belt (figure by authors, made using Google Earth service as a basis)



Рис. 6. Гора Цзыцзыньшань (Пурпурная гора) (фото из открытого интернет-источника)

Fig. 6. Zijinshan Mountain (photo from an open Internet source)



Рис. 7. Горы Хуаншань (Жёлтые горы) (фото авторов)
Fig. 7. Huangshan Mountain (photo by authors)

В юрском периоде на территории произошло внедрение магмы гранитного состава и интенсивное воздымание. Далее происходил многостадийный процесс выветривания верхней части земной коры и интрузивных тел, в результате чего образовались гранитные останцы (см. рис. 7).

С начала четвертичного периода в результате прерывистого поднятия сформировалось три уровня эрозионных поверхностей. Первый уровень выделяется на высотах 1865–1500 м, второй уровень соответствует отметкам 1200–1500 м, третий уровень – ниже 1200 м (рис. 8).

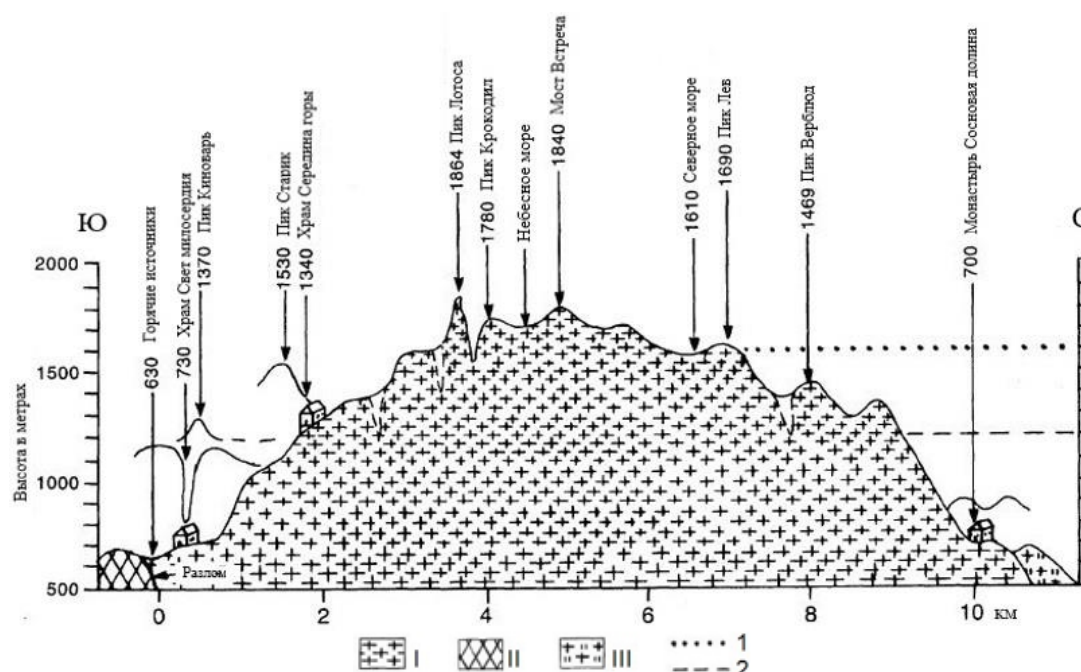


Рис. 8. Геолого-геоморфологический разрез массива Хуаншань с указанием расположения топографических объектов и палеогеографических и денудационных поверхностей [3]:
I – граниты; II – синийская система; III – гранодиориты

1 – нижняя часть эрозионной поверхности; 2 – нижняя часть денудационной поверхности

Fig. 8. Geological-geomorphological section of Huangshan mountain indicating the location of topographic features and paleogeographic and denudation surfaces [3]:
I – granites; II – Sinian system; III – granodiorites

1 – lower part of the erosion surface; 2 – lower part of the denudation surface



Следующим объектом исследования стал Пик Лотоса, расположенный в Жёлтых горах. Это самая высокая точка на исследуемой площади с абсолютной отметкой 1865 м.

Немаловажным пунктом экспедиционной программы была гора Цюнь. Это национальный горный парк, расположенный в уезде Сюнин в провинции Аньхой. Гора известна как одна из четырех священных гор в даосизме Китая. Слагающие ее породы представлены известковым песчаником, известковым алевролитом, алевроитовым известняком с прослоями конгломератов мелового возраста, воздействие процессов выветривания, денудации и абразии на которые происходило крайне неравномерно, что привело к образованию останцов, естественных мостов, пещер (рис. 9) [4].

Очередным объектом исследования стали горячие источники Тяньшань, также расположенные в окрестностях г. Нанкин. Выходы подземных вод здесь приурочены к тектоническим нарушениям, ориентированным в северо-восточном, северо-западном и субширотном направлениях. Температура горячих источников Тяньшань – 53–65 °С. Минерализация – 1,5–2 г/л, характерно относительно высокое содержание сульфатов кальция и магния, а также радона (до 159–201 эман), фтора, стронция, тория и азота, не-

большое количество оксида углерода и кислорода.

Питание подземных вод происходит за счет атмосферных осадков, а источниками тепла являются мантийный тепловой поток и радиогенное тепло мезозойского гранитного тела, температура подземных вод увеличивается с глубиной проникновения зон разрывных нарушений (глубина гидротермальной циркуляции – 3 км) (рис. 10).

Воды горячих источников используются в спа-центрах.

На ряде предыдущих точек студенты ознакомились с широко развитыми процессами физического выветривания. Следующая точка наблюдения – пещера Шанджуань (рис. 11) – является результатом химического выветривания, связанного с выщелачиванием карбонатных пород.

Шанджуань расположена на юго-западе уезда Исин. Она представляет собой четырехуровневую карстовую пещеру. Высота пещер варьирует от 1,5 до 30 м, каждая имеет свои особенности.

Верхний зал пещеры имеет площадь около 1000 м², длину 70 м, ширину 30 м и высоту 30 м. Температура его стабильна и составляет 23 °С, что обусловлено структурой останцов, препятствующей конвекции воздуха между средним и верхним залом пещеры.

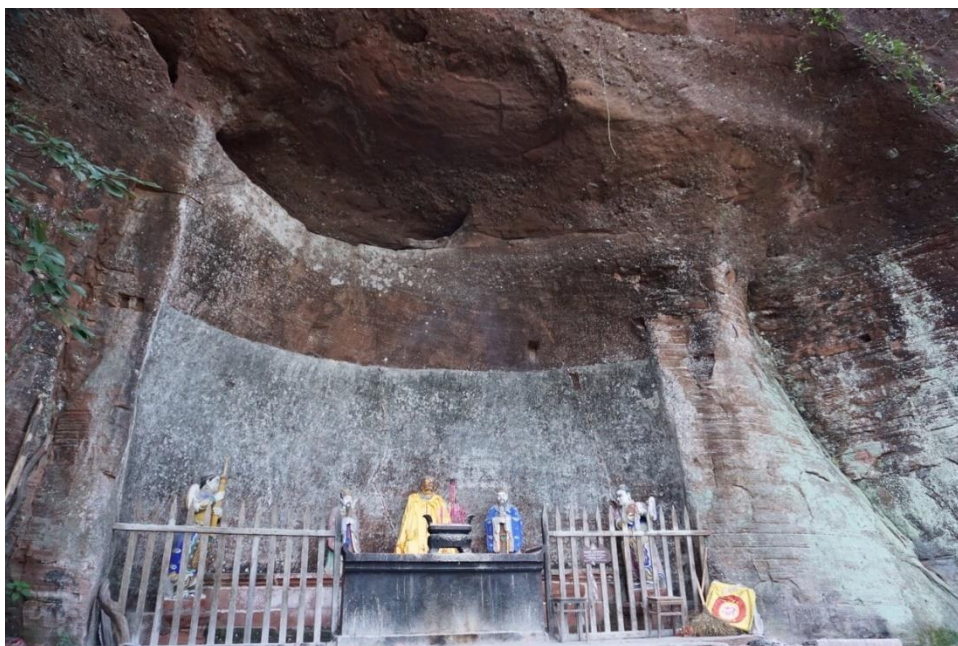


Рис. 9. Результаты выветривания горных пород массива Цюньшань (фото авторов)
Fig. 9. Results of rock weathering, Qiyun Shan Mountain (photo by authors)



Рис. 10. Ресурсное и тепловое питание горячих источников Таньшань:

1 – выход источника подземных вод; 2 – направление движения потоков подземных вод³

Fig. 10. Feed and discharge mode of Tangshan hot springs:

1 – underground source outlet; 2 – direction of the underground water streams³



Рис. 11. Один из залов пещеры Шанджуань (фото авторов)

Fig. 11. Shanjuan Cave (photo by authors)

Главный вход в пещеру находится на среднем уровне. На этом же уровне наблюдается большое количество сталактитов, сталагмитов и сталагнатов, образовавшихся в результате химического выветривания, некоторые из них украшены стихами и росписями, относящимися к периоду правления династий Лян и Тан.

Пещера нижнего уровня называется «Водопадной». Она имеет длину 180 м, ширину 18 м и высоту 22 м. Снаружи пещеры нахо-

дится небольшой водопад высотой 6 м, вода которого инфильтруется под землю и формирует подземную реку.

«Водяная пещера» – это карстовый тоннель со 120-метровой подземной рекой глубиной около 4 м. Путь по ней можно пройти только на лодке. Высота пещеры от поверхности воды не превышает 1,5–2 м.

Организаторы экспедиции выбрали время для того, чтобы студенты могли стать свидетелями уникального природного явления –

³По материалам: Liu S. Geological setting of Nanjing and adjacent areas. Nanjing: Nanjing University, 2019. 46 p.



приливной волны (или бора) на р. Фучуньцзян. Бор образуется во время прилива, когда поступающие в широкий залив массы воды нагнетаются в суженное устье, где они концентрируются, образуя волновой фронт. В некоторых случаях за фронтом следуют одна или несколько одиночных волн. Из-за неоднородности речного дна приливная волна имеет s-образную форму (рис. 12).

Сам же прилив вызывается тем, что в эти дни Солнце, Луна и Земля располагаются на одной прямой и суммарная сила притяжения двух светил усиливает приливную мощь. Волна может достигать 9 м, однако экспеди-

ционному составу повезло меньше: высота волны была около 30–40 см (рис. 13).

Следующий объект – оз. Цяньдаоху (Озеро тысячи островов) – искусственное озеро в провинции Чжэцзян, появившееся в 1959 г. после строительства гидроэлектростанции на р. Синьянь (рис. 14).

Воды оз. Цяньдаоху затопили часть горной системы, вершины которой в настоящее время и представляют собой острова (рис. 15), общее их количество достигает 1078. Площадь озера – 600 км², объем воды – 18 км³, суммарная площадь островов – около 86 км².

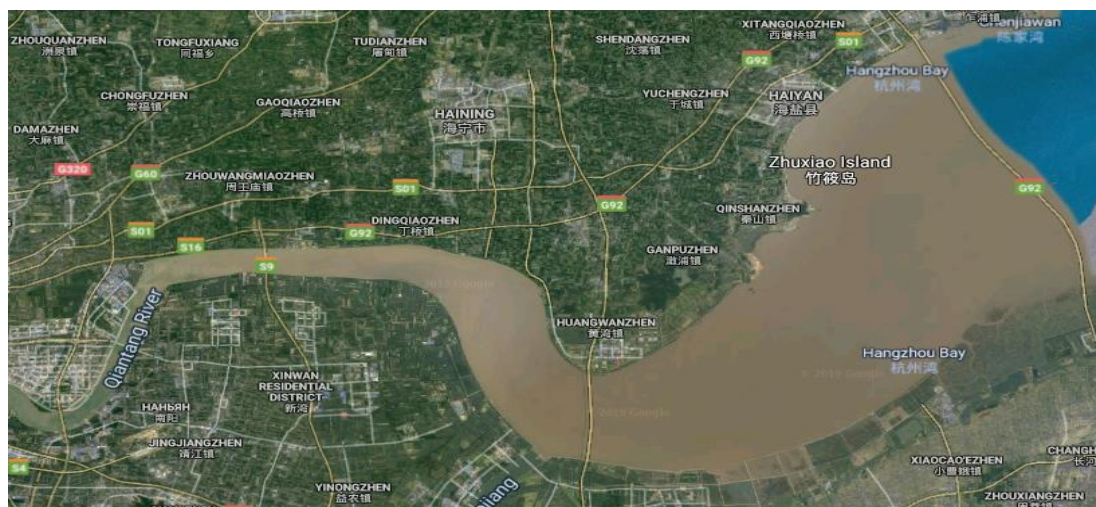


Рис. 12. Приливная волна на р. Фучуньцзян, г. Ханчжоу (фото из открытого интернет-источника)
Fig. 12. Tidal bore on the Fuchunjiang River, Hangzhou (photo from an open Internet source)



Рис. 13. Приливная волна 14 сентября 2019 г. (фото авторов)
Fig. 13. Tidal bore, September 14, 2019 (photo by authors)



Рис. 14. Озеро Цяньдахоу (Озеро тысячи островов) (фото авторов)

Fig. 14. Qiandao Lake (photo by authors)

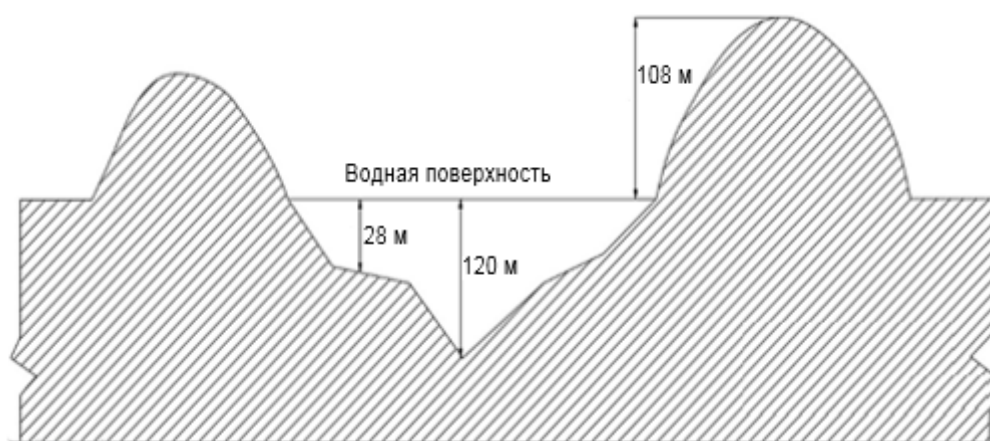


Рис. 15. Разрез озера Цяньдахоу (рисунок автора М.А. Вантеевой):

28 м – средняя глубина озера; 120 м – максимальная глубина озера;
108 м – среднее превышение поверхности островов над урезом воды

Fig. 15. Profile of Lake Qiandao (figure by the author Marina A. Vanteeva):

28 m – average depth of the lake; 120 m – maximum depth of the lake;
108 m – average elevation of the islands' surface above the water's edge

Значительную роль в развитии экосистемы региона играет деятельность человека. В связи с работой многочисленных химических и производственных предприятий в воде оз. Тайху (рис. 16) значительно увеличилось содержание азота и фосфора, из-за чего начиная с 1980-х гг. произошло широкое распространение цианобактерий. К концу 1990-х гг. цветение *Microcystis* стало регулярным летним феноменом. Цианобактерии *Microcystis aeruginosa* выделяют токсины, которые могут повредить печень, кишечный тракт и

нервную систему. В мае 2007 г. масштабное цветение *Microcystis* поразило систему водоснабжения городского округа Уси на северном берегу озера, в результате чего на неделю более двух миллионов человек остались без питьевой воды [5].

Студенты ИРНИТУ посетили лабораторию, работники которой производят мониторинг химического и биологического составов вод оз. Тайху и проводят исследования с целью очистки озера от цианобактерий (рис. 17).

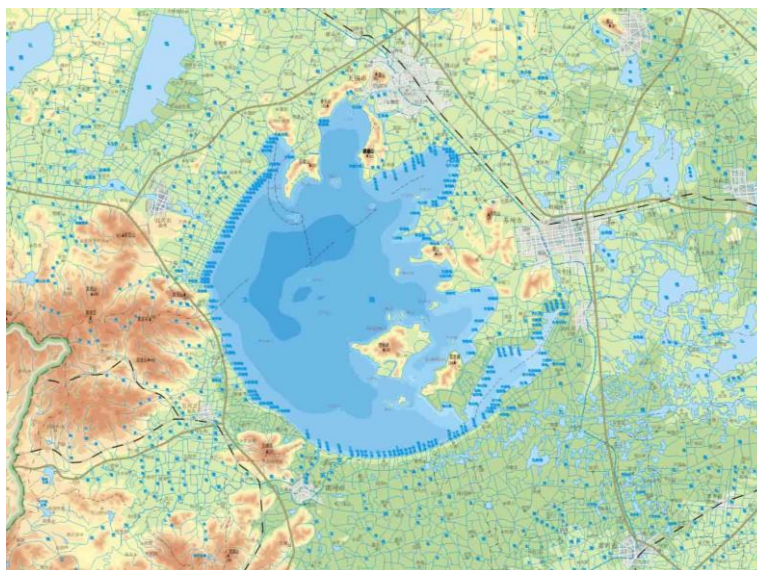


Рис. 16. Озеро Тайху⁴
Fig. 16. Taihu Lake⁴



Рис. 17. Полигон лаборатории мониторинга озера Тайху (фото авторов)
Fig. 17. Monitoring laboratory, Taihu lake (photo by authors)

Во время экспедиции также было уделено внимание и историко-культурным объектам: например, был посещен национальный музей-геопарк Фаншань Таншань (рис. 18), экспозиции которого посвящены как геологии, так и антропологии. Музей занимает 15 га. Он находится в 40 километрах к востоку от Нанкина, недалеко от всемирно значимых археологических памятников, таких как пещеры Нанкин Хулу («человек-обезьяна»), обнаруженные в 1993 г. В пещерах сохранились

окаменелости человека, жившего 160 тыс. лет назад.

На вершине Пурпурной горы располагается обсерватория Цзыцзиньшань (рис. 19), сооруженная в сентябре 1934 г. и явившаяся первым учреждением для проведения современных астрономических исследований в Китае. В музее, расположенном на территории обсерватории, выставлены старинные китайские астрономические приборы.

⁴ Zhu G. Taihu Laboratory for Lake Ecosystem Research. 2019.



Рис. 18. Национальный музей-геопарк Фаншань Таншань
(фото из открытого интернет-источника)

Fig. 18. Fangshan Tangshan National Museum-Geopark
(photo from an open Internet source)

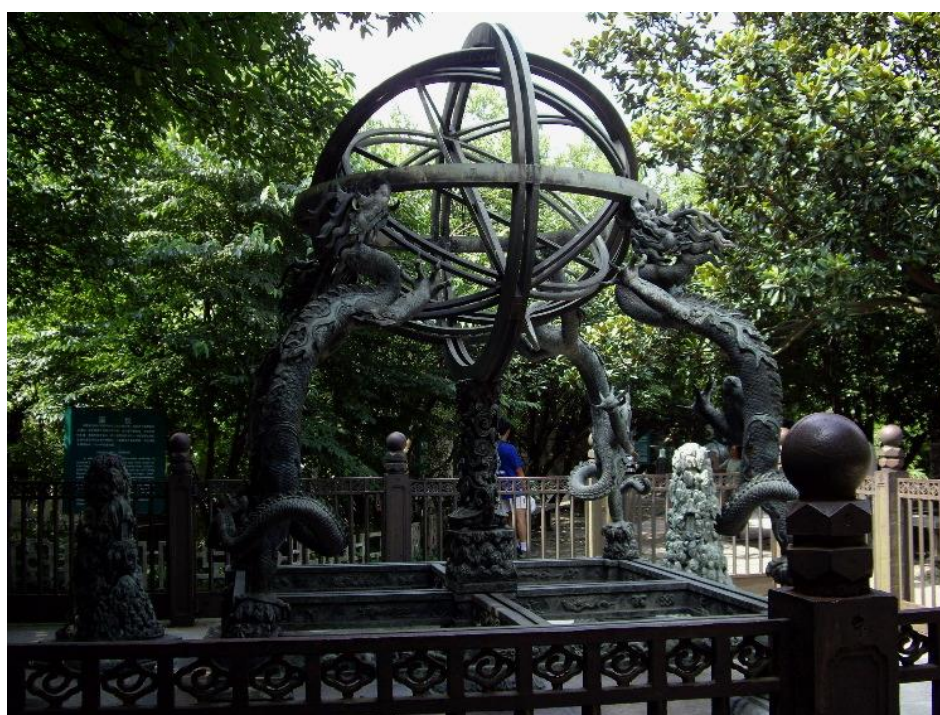


Рис. 19. Экспонат обсерватории Цзыцзиньшань (фото авторов)

Fig. 19. Zijinshan Observatory (photo by authors)

Также при обсерватории на Пурпурной горе в 2015 г. был открыт музей метеоритов. Основание музея метеоритов предложено Сюем Вейбяо, главным ученым из Лаборатории небесной химии и планетарной науки. Это первый музей такого рода в Китае. В музее имеются три выставочных зала, в которых представлены фотографии небесных тел и метеоритов и полные и точные данные о них. Здесь же находятся более 30 уникальных метеоритов из Китая, Швеции, Аргентины, Африки, России и других стран. В музее также представлены украшения, изготовлен-

ные с использованием вставок из метеоритов (рис. 20).

Полевые маршруты завершились посещением китайского сада Сучжоу и водного городка Чжоучжуан.

Сучжоу (рис. 21) – самый большой и самый известный сад Китая, принадлежавший бывшему чиновнику и поэту Ван Сяньчэня и раскинувшийся почти на 5 га в одноименном городском округе. Он внесен в список всемирного культурного наследия ЮНЕСКО. Сад Сучжоу существует со времен династии Юань, это целая философская концепция,



Рис. 20. Экспонаты музея метеоритов (фото авторов)
Fig. 20. Exhibits of the Meteorite Museum (photo by authors)

в которой все продумано до мелочей, он был воспет поэтами и художниками в своих неслыханных произведениях, после многократных перестроек в 1949 г. раздробленные части сада были, наконец, объединены, и к 1952 г. его облик был восстановлен.

Чжоучжуан – древний городок на воде, названный Восточной Венецией и расположенный в уезде Куньшань городского округа Сучжоу. Он известен своим древним культурным наследием, хорошо сохранившимися старинными жилыми домами и местными традициями и обычаями. В городе проживает около тысячи семей, большинство домов бы-

ло построено во время правления династий Мин и Цин. Именно эти старинные здания, прекрасно сохранившиеся до сегодняшнего дня, привлекают туристов. В 1998 г. город вошел в список историко-культурного наследия ЮНЕСКО.

Результаты исследований

В завершение экспедиции 19 сентября 2019 г. студентами было представлено три отчета на английском языке. Они легли в основу докладов для конференции «Игошинские чтения-2019», а также соответствующих статей.



Рис. 21. Сад Сучжоу (фото авторов)
Fig. 21. Suzhou Garden (photo by authors)



Заключение

Экспедиция в г. Нанкин – уникальная возможность на практике познакомиться с историческим наследием одной из древнейших культур, с геологической историей территории, расположенной в развивающемся в тектоническом отношении регионе, с ее геологическими особенностями, эндогенными и экзогенными геологическими процессами. Научное международное сотрудничество,

особенно во время политически нестабильной ситуации, крайне важно. Авторы данной статьи как студенты, занимающиеся исследовательской деятельностью в области геологии, познакомились с зарубежными коллегами и приобрели опыт международного профессионального общения, получили возможность вести научный диалог, получать консультации иностранных ученых.

Библиографический список

1. Shu L.-S., Faure M., Yu J.-H., Jahn B.-M. Geochronological and geochemical features of the Cathaysia block (South China): new evidence for the Neoproterozoic breakup of Rodinia // *Precambrian Research*. 2011. Vol. 187. Iss. 3-4. P. 263–276. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.03.003>
2. Molnar P., Tapponnier P. Cenozoic tectonics of Asia: effects of continental collision // *Science*. 1975. Vol. 189. Iss. 4201. P. 419–426. <https://doi.org/10.1126/science.189.4201.419>
3. Huang P.-H., Diffendal R.F., Yang M.-Q. Structural and geomorphological evolution of Huangshan (Yellow

Mountain), Anhui Province, China // *Natural Resources*. 2002. Vol. 120. P. 109–124.

4. Ma C., Zhu C., Peng H., Zheng C., Xiang F., Sun Y., et al. Danxia landform genesis of the Qiyun Mountain, Anhui Province // *Journal of Geographical Sciences*. 2006. Vol. 16. Iss. 1. P. 45–56. <https://doi.org/10.1007/s11442-006-0105-3>

5. Tang X., Krausfeldt L.E., Shao K., LeCleir G.R., Stough J.M.A., Gao G., et al. Seasonal gene expression and the ecophysiological implications of toxic *Microcystis aeruginosa* blooms in Lake Taihu // *Environmental Science & Technology*. 2018. Vol. 52. P. 11049–11059. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b01066>

References

1. Shu LS, Faure M, Yu JH, Jahn BM. Geochronological and geochemical features of the Cathaysia block (South China): new evidence for the Neoproterozoic breakup of Rodinia. *Precambrian Research*. 2011;187(3-4):263–276. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.03.003>
2. Molnar P, Tapponnier P. Cenozoic tectonics of Asia: effects of continental collision. *Science*. 1975;189(4201):419–426. <https://doi.org/10.1126/science.189.4201.419>
3. Huang PH, Diffendal RF, Yang MQ. Structural and geomorphological evolution of Huangshan (Yellow Mountain), Anhui Province, China. *Natural Resources*. 2002;120:109–124.

4. Ma C, Zhu C, Peng H, Zheng C, Xiang F, Sun Y, et al. Danxia landform genesis of the Qiyun Mountain, Anhui Province. *Journal of Geographical Sciences*. 2006;16(1):45–56. <https://doi.org/10.1007/s11442-006-0105-3>

5. Tang X, Krausfeldt LE, Shao K, LeCleir GR, Stough JMA, Gao G, et al. Seasonal gene expression and the ecophysiological implications of toxic *Microcystis aeruginosa* blooms in Lake Taihu. *Environmental Science & Technology*. 2018;52:11049–11059. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b01066>

Критерии авторства / Authorship criteria

Вантеева М.А., Устюжанин А.О., Сапрыкина М.И., Ярошук И.А., Масликов О.С., Ковтун К.К., Бабуева К.В., Семилет А.А., Гиренко Ю.Е., Тимашева В.В., Соболева С.М., Чжан Юнчжань, Аузина Л.И., Лобацкая Р.М., Войтюк А.А. написали статью, имеют равные авторские права и несут одинаковую ответственность за плагиат.

Marina A. Vanteeva, Alexander O. Ustyuzhanin, Maria I. Saprykina, Ilya A. Yaroshchuk, Oleg S. Maslikov, Ksenia K. Kovtun, Ksenia V. Babueva, Andrey A. Semilet, Yury E. Girenko, Veronika V. Timasheva, Sofya M. Soboleva, Yongzhan Zhang, Larisa I. Auzina, Raisa M. Lobatskaya, Alena A. Voitiuk are the authors of the article, hold equal copyright and bear equal responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов / Responsibility for plagiarism

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.



*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
All authors have read and approved the final version of this manuscript.*

Сведения об авторах / Information about the authors



Вантеева Марина Андреевна,
студентка,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: vanteeva98@mail.ru
Marina A. Vanteeva,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: vanteeva98@mail.ru



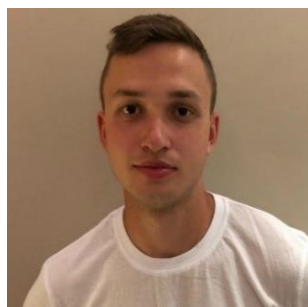
Устюжанин Александр Олегович,
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: al.ust7@yandex.ru
Alexander O. Ustyuzhanin,
Master Degree Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: al.ust7@yandex.ru



Сапрыкина Мария Игоревна,
студентка,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: msaprykina@live.ru
Mariya I. Saprykina,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: msaprykina@live.ru



Ярошук Илья Александрович,
студент,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: ilya.yaroshuck@yandex.ru
Ilya A. Yaroshchuk,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: ilya.yaroshuck@yandex.ru



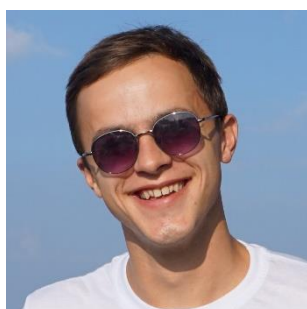
Масликов Олег Сергеевич,
студент,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: maslikov-oleg@mail.ru
Oleg S. Maslikov,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: maslikov-oleg@mail.ru



Ковтун Ксения Константиновна,
студентка,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: 89500941046k@gmail.com
Ksenia K. Kovtun,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: 89500941046k@gmail.com



Бабуева Ксения Владимировна,
студентка,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: ksyu.babueva@mail.ru
Kseniya V. Babueva,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: ksyu.babueva@mail.ru



Семилет Андрей Алексеевич,
студент,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: andrey.semilet.99@mail.ru
Andrey A. Semilet,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: andrey.semilet.99@mail.ru



Гиренко Юрий Евгеньевич,
студент,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: girenkoyurii@mail.ru
Yuriy E. Girenko,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: girenkoyurii@mail.ru



Тимашева Вероника Валерьевна,
студентка,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: verona.tima@gmail.com
Veronika V. Timasheva,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: verona.tima@gmail.com

**Соболева Софья Михайловна,**

студентка,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: sonyairkutsk04@gmail.com

Sofia M. Soboleva,

Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: sonyairkutsk04@gmail.com

**Чжан Юнчжань,**

кандидат наук,
Школа географии и океанологии,
Нанкинский университет,
210023, г. Нанкин, просп. Сяньлинь, 163, Китай,
e-mail: zhangyzyh@nju.edu.cn

Yongzhan Zhang,

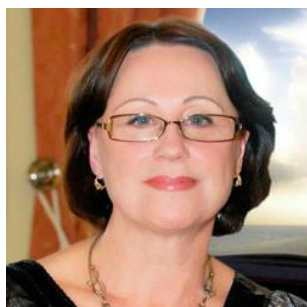
PhD,
School of Geography & Ocean Science,
Nanjing University,
163 Xianlin Ave, Nanjing 210023, China,
e-mail: zhangyzyh@nju.edu.cn

**Аузина Лариса Ивановна,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент,
доцент кафедры прикладной геологии,
геофизики и геоинформационных систем,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉ e-mail: lauzina@mail.ru

Larisa I. Auzina,

Cand. Sci. (Geol. & Mineral.), Docent,
Associate Professor, Department of Applied Geology,
Geophysics, and Geoinformation Systems,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉ e-mail: lauzina@mail.ru

**Лобацкая Раиса Моисеевна,**

доктор геолого-минералогических наук, профессор,
заведующая кафедрой ювелирного дизайна и технологий,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: lobatskaya@gmail.com

Raissa M. Lobatskaya,

Dr. Sci. (Geol. & Mineral.), Professor,
Head of the Department of Jewelry Design and Technology,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: lobatskaya@gmail.com



Войтюк Алена Александровна,

зам. директора по научной и международной деятельности,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: alena_vojtuk@mail.ru

Alena A. Voitiuk,

Deputy Director on Scientific and International Activities,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: alena_vojtuk@mail.ru