УДК 502/504, 001.89 *ISSN 1609-0683*
DOI: https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2026/2/160-165

О результатах совместных российско-китайских полевых исследований в провинции Сычуань в 2025 году: достижения, вызовы, перспективы

Д. Р. Владимиров[1]✉, Ш. Дэн[2], Ц. Е[2], И Ло[2], А. А. Воронин[1], Н. С. Горбунова[1], Ю. С. Горбунова[1], С. М. Матвеев[3], С. А. Сенатор[4], Л. Чжао[2], Ч. Сюй[2]

[1]Воронежский государственный университет, Российская Федерация (394036, г. Воронеж, Университетская пл., 1)
[2]Сычуаньский институт ядерно-геологической службы, Китай (610061, Китай, провинция Сычуань, город Чэнду, район Цзиньцзян, Восточная 4-я секция Второй кольцевой дороги, 298)
[3]Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Российская Федерация (394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8)
[4]Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН, Российская Федерация (127276, г. Москва, ул. Ботаническая, 4)

Аннотация. В статье сообщается о ходе реализации научно-технического сотрудничества между научными и образовательными организациями Воронежской области, г. Москвы и провинции Сычуань (КНР). Обобщены результаты полевых исследований, проведённых членами российско-китайского научного консорциума в сентябре 2025 г. в провинции Сычуань по таким ключевым направлениям, как безопасное использование почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, контроль численности инвазионных видов растений, управление искусственными лесными экосистемами.

Ключевые слова: кадмий, селен, тяжёлые металлы, инвазионные виды, сидераты, геотекстиль, микроэволюция, чужеродные виды, российско-китайское сотрудничество.

Благодарности. Авторы выражают признательность Сычуаньской провинциальной академии наук о природных ресурсах и Сычуаньскому институту ядерно-геологической службы за организацию полевых исследований, предоставление аналитических данных и многолетнее плодотворное сотрудничество.

Для цитирования: Владимиров Д. Р., Ш. Дэн, Ц. Е, И Ло, Воронин А. А., Горбунова Н. С., Горбунова Ю. С., Матвеев С. М., Сенатор С. А., Л. Чжао, Ч. Сюй. О результатах совместных российско-китайских полевых исследований в провинции Сычуань в 2025 году: достижения, вызовы, перспективы // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2026, № 2, с. 160-165. DOI: https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2026/2/160-165

С 22 по 28 сентября 2025 г. группа российских учёных из Воронежа и Москвы посетила провинцию Сычуань (КНР) в рамках научно-технического сотрудничества между Воронежским государственным университетом (ВГУ), Сычуаньской провинциальной академией наук о природных ресурсах (СПАНПР) и Сычуаньским институтом ядерно-геологической службы (СИЯГС). Научно-техническое сотрудничество ВГУ с научными организациями провинции Сычуань продолжается уже более 10 лет. Основанием для него являются меморандумы о взаимопонимании, впервые подписанные с СПАНПР в 2013 г., с СИЯГС в 2014 г. С декабря 2023 г. между ВГУ и СПАНПР также действует договор о сотрудничестве.

В состав российской делегации вошли представители ВГУ Владимиров Д. Р., Воронин А. А., Горбунова Н. С. и Горбунова Ю. С; Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г. Ф. Морозова (ВГЛТУ) Матвеев С. М.; Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН (ГБС РАН) Сенатор С. А.

23 сентября 2025 г. состоялась официальная встреча в конференц-зале СПАНПР в г. Чэнду (КНР), на которой заместитель директора СПАНПР профессор Ло Юн и директор СИЯГС профессор Кан Кунюэ подтвердили заинтересованность в дальнейшем развитии российско-китайского сотрудничества. Выступавшие отметили успешные примеры выполнения совместных научных проектов, в том числе по гранту «Улучшение

© Владимиров Д. Р., Ш. Дэн, Ц. Е, И Ло, Воронин А. А., Горбунова Н. С., Горбунова Ю. С., Матвеев С. М., Сенатор С. А., Л. Чжао, Ч. Сюй, 2026
✉ Владимиров Дмитрий Романович, e -mail: kvint_88@mail.ru
Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

качества почв и их безопасное использование», поддержанному Департаментом науки и технологий провинции Сычуань в 2022 г., а также проекты по изучению инвазионных видов растений города Чэнду и контролю опустынивания на Тибетском нагорье, реализованные в 2017-2019 гг. Координатор работы от ВГУ Владимиров Д. Р. подвёл итоги 12 лет взаимодействия с китайской стороной и отметил, что за это время удалось сформировать мобильный российско-китайский научный консорциум, доказавший способность совместно решать сложные экологические задачи.

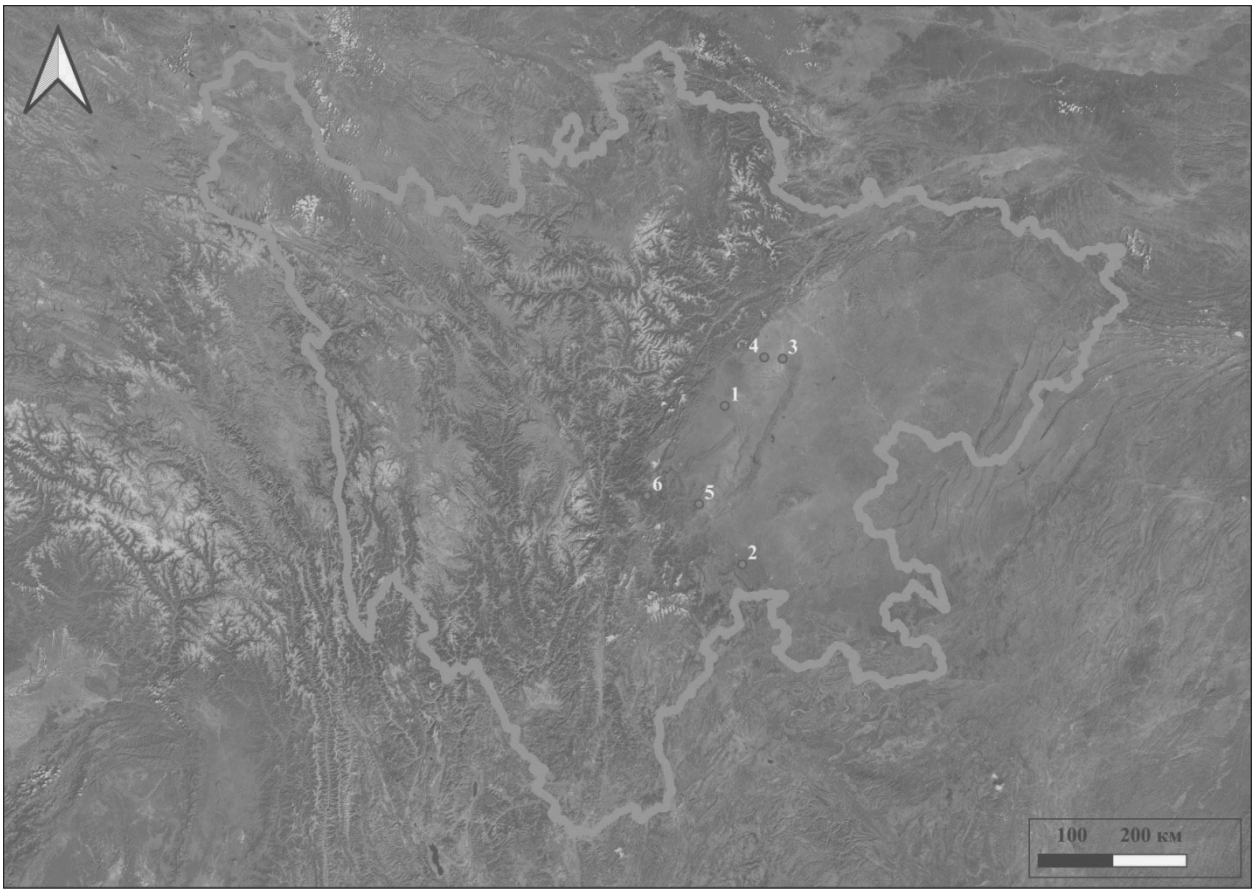
В период с 24 по 27 сентября 2025 г. российские и китайские учёные провели полевые исследования в центральной части провинции Сычуань, в ходе которых обследовали опытные рисовые поля в окрестностях городов Чунчжоу и Мучуань, а также плантации киви в городах Дэян и Шифан. Кроме того, члены делегации ознакомились с коллекцией растений Эмэйшаньской опытной станции биологических ресурсов и посетили отделение международного национального парка большой панды в городе Инцзин (рис.). 28 сентября в городе Чэнду прошла итоговая встреча, на которой обсуждались результаты полевых исследований и план работ на 2026-2028 гг.

Полевые исследования проводились маршрутным методом с закладкой временных пробных площадей. Отбор почвенных образцов проводился с поверхности (0-20 см) и из нижележащих горизонтов. Определение содержания тяжёлых металлов и селена выполнялось китайской стороной с использованием методов атомно-абсорбционной спектрометрии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Геоботаническое описание сообществ выполнялось по стандартным методикам.

Результаты полевых исследований обобщены ниже:

Проблема загрязнения почв тяжёлыми металлами

1. Снижение концентрации кадмия в почвах. В ходе обследования опытных полей СИЯГС в окрестностях г. Чунчжоу подтверждено содержание повышенных концентраций подвижных форм кадмия в почвах, что характерно для некоторых сельскохозяйственных районов провинции Сычуань и связано как с природными геохимическими особенностями региона, так и с многолетним применением минеральных удобрений и средств защиты растений. По результатам совместных обсуждений российскими участниками консорциума внесены следующие предложения по снижению концентрации кадмия в почвах:



Условные обозначения: 1 – Чунчжоу; 2 – Мучуань; 3 – Дэян; 4 – Шифан; 5 – Эмэйшаньская опытная станция биологических ресурсов; 6 – Отделение международного национального парка большой панды в городе Инцзин

Рис. Пункты исследований на территории провинции Сычуань
[*Fig.* Research points in Sichuan province]

а) повышение органического вещества почв методом сидерации. Рекомендуется внедрение растений-сидератов (представители семейства Fabaceae, Phacelia sp. и др.), которые после заделки в почву обогащали бы её органическим веществом. Результатом станет химическая сорбции кадмия и перевод его в труднодоступное для живых организмов состояние. Внесение илистых частиц не рекомендуется, т.к. может вызывать вытеснение кислорода из почвы и привести к оглеению. Метод сидерации является длительным процессом (не менее 3-5 лет), однако он обеспечивает устойчивый эффект и дополнительно улучшает агрофизические свойства почв;

б) внесение глинистых частиц. Тонкие частицы размером менее 0,001 мм способны адсорбировать кадмий на своей поверхности за счёт физической сорбции. Данный метод может применяться как дополнительный к сидерации, особенно на почвах с лёгким гранулометрическим составом;

в) использование искусственных адсорбентов. В качестве эффективных сорбентов кадмия рекомендуется применять биогумус, биоуголь и другие материалы. Эти материалы обладают высокой удельной поверхностью и катионообменной способностью.

2. Контроль содержания селена и сопутствующих тяжёлых металлов. На опытных полях СПАНПР в пригороде г. Мучуань изучены почвы с повышенным содержанием селена и сопутствующих тяжёлых металлов. Селен – эссенциальный микроэлемент, но его избыток в почве может оказывать токсическое действие на растения и, через трофические цепи, на человека.

Для снижения подвижности селена и других тяжёлых металлов предложено внесение извести с целью подщелачивания почвенной среды. В щелочной среде большинство катионов тяжёлых металлов образуют труднорастворимые гидроксиды и карбонаты, что снижает их концентрацию в почвенном растворе. Оптимальная доза извести должна определяться опытным путём: на разных ключевых участках одного поля вносятся дозы от минимальных до максимальных, после чего проводится регулярный мониторинг концентраций подвижных соединений.

Биологические методы, включающие внесение микроорганизмов и высев растений-сидератов в данных условиях неоправданы, т.к. внесение микроорганизмов требует поддержания узкого диапазона комфортных температур и влажности для своего развития, что трудно обеспечить в полевых условиях, а известные растения-сидераты плохо адаптированы к местным эдафическим условиям со специфическим геохимическим фоном.

Проблема биоинвазий чужеродных видов растений

1. Контроль численности Alternanthera philoxeroides (Mart.) Griseb. *на плантациях киви*. Одной из проблем исследовательских баз по изучению киви в городах Дэян и Шифан является массовое распространение опасного инвазионного вида *A. philoxeroides*. Из литературных источников (European Plant Protection…, 2016; Clements et al., 2017) известно, что биомасса подземных органов этого вида может в 10 раз превышать его надземную биомассу. Это значительно затрудняет механическое удаление и обусловливает высокую восстановительную способность популяции после повреждений. Для контроля численности *A. philoxeroides* предложены следующие решения:

а) комплексный подход по контролю численности инвазионного вида. Эффективная борьба с *A. philoxeroides* должна включать регулярную уборку растительных остатков с полей и обочин, контроль чистоты дорожек и подъездных путей для предотвращения заноса пропагул (рассеиваемой части растения); скашивание до появления семян (возможно механизированное, с использованием косилок), что позволяет снизить репродуктивный потенциал вида; использование геотекстильных материалов для изоляции семенного банка;

б) применение геотекстиля. Геополотно толщиной не менее 100 мкм застилается в начале вегетационного сезона до появления всходов *A. philoxeroides* (либо после удаления вегетирующих растений). Возможны два варианта использования геотекстиля:

вариант 1: укрытие почвы с фиксацией полотна по краям балластом на срок не менее двух-трёх лет. За это время запасы подземных органов и семян в почве истощаются. После удаления геополотна необходимо немедленно высевать конкурентоспособные аборигенные виды, адаптированные к местным условиям, быстрорастущие и образующие большое количество семян;

вариант 2: геополотно не убирается, а засыпается привозным грунтом, не содержащим семян или частей растений *A. philoxeroides*. В этот грунт непосредственно высеваются местные растения, что позволяет быстро сформировать устойчивый растительный покров.

в) сидераты как средство подавления сорняков. Рекомендуется внедрение растений-сидератов, подавляющих рост сорных растений (*Glycine max* (L.) Merr., *Phacelia* sp., *Lathyrus sp.* и др.). Заделка сидератов на глубину 20 см проводится в период активного развития сорняков, после чего необходим повторный высев для дальнейшего контроля численности инвазионного вида. Дополнительным достоинством метода является обогащение почвы органическим веществом, что, одновременно способствует снижению подвижности кадмия.

2. Изучение чужеродных видов растений в природном и антропогенном ареалах. В ходе полевых исследований на Эмэйшаньской опытной станции биологических ресурсов и прилегающей к ней территории, обнаружены инвазионные виды, общие для России и Китая (например, *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav. и др.). Кроме того выявлен ряд видов, аборигенных для европейской части России, но чужеродных для провинции Сычуань (например, *Glechoma hederacea* L.). Такие виды представляют собой перспективный объект для изучения внутривидовой изменчивости и микроэволюционных

процессов в условиях их природного и антропогенного ареалов. Это открывает возможности для выявления закономерностей микроэволюции, происходящей при инвазии растений, а также факторов, обусловливающих микроэволюционные процессы.

При этом комплексное и детальное исследование невозможно осуществить одновременно для всех чужеродных видов, поэтому приоритетными для изучения должны быть виды-мишени, внедрение которых наносит явный ущерб экосистемам, экономике региона или здоровью населения.

В результате исследования видов-мишеней можно выявить: диапазон изменчивости морфологических и анатомических признаков (размеры, форма листьев, анатомическое строение тканей), сроки наступления фенологических фаз (вегетации, цветения, плодоношения) в разных частях ареала. Дополнительно можно провести молекулярно-генетические исследования (с использованием ДНК-маркеров и оценки экспрессии генов устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам). Полученная в результате информация может быть использована при прогнозировании дальнейшего распространения инвазионных видов растений и разработке эффективных мер управления ими с учётом адаптационного потенциала популяций.

Проблема управления искусственными лесными экосистемами

На территории отделения международного национального парка большой панды в городе Инцзин наблюдается значительное превышение оптимальной густоты искусственных молодняков бамбуковых лесов на горных склонах. Изреживание насаждений рубкой не рекомендовано, в связи с опасностью эрозии склонов и высокой побегообразовательной способностью бамбука после рубки, стимулирующей рост молодых побегов. Рекомендован мониторинг естественной динамики насаждений, при необходимости – физическое удаление корней путём выкапывания.

Итогом работы российско-китайского научного консорциума в сентябре 2025 года стало: 1) определение приоритетных методов снижения концентрации кадмия, селена и других тяжёлых металлов в почвах; 2) разработка комплексного подхода по контролю численности инвазионного вида *Alternanthera philoxeroides*; 3) инициирование программы по изучению микроэволюционных процессов у растений в природном и антропогенном ареалах; 4) подготовка рекомендаций по управлению искусственными лесными экосистемами; 5) подтверждение эффективности научно-технического сотрудничества между ВГУ, ВГЛТУ, ГБС РАН, СПАНПР и СИЯГС; 6) определение возможных направлений научной деятельности УНУ «Ботанический сад им. проф. Б. М. Козо-Полянского» и Эмэйшаньской опытной станцией биологических ресурсов.

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности и высокой научной и практической значимости российско-китайского взаимодействия в области экологических исследований и подчеркивают необходимость дальнейшего расширения сотрудничества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. European Plant Protection Organisation. *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. // *EPPO Bull,* 2016, vol. 46, pp. 8-13.

2. Herbicide efficacy for aquatic *Alternanthera philoxeroides* management in an early stage of invasion: integrating above-ground biomass, below-ground biomass and viable stem fragmentation / Clements D., Dugdale T. M., Butler K. L., Florentine S. K., Sillitoe J. // *Weed Res*, 2017, vol. 57, pp. 257-266.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 13.03.2026
Принята к публикации: 20.05.2026

UDC 502/504, 001.89 *ISSN 1609-0683*
DOI: https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2026/2/160-165

On the Results of Joint Russian-Chinese Field Studies in Sichuan Province in 2025: Achievements, Challenges, Prospects

D. R. Vladimirov[1] ✉, Shuanglin Deng[2], Jiaolong Ye[2], Yi Lo[2], A. A. Voronin[1], N. S. Gorbunova[1], Yu. S. Gorbunova[1], S. M. Matveev[3], S. A. Senator[4], Li Zhao[2], Zhengqiang Xu[2]

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Russian Federation (1, Molodezhnaya Str., Barnaul, 656038)

Abstract. The article reports on the progress of scientific and technical cooperation between scientific and educational organizations of the Voronezh Region, Moscow and Sichuan Province (China). The results of field research conducted by members of the Russian-Chinese scientific consortium in September 2025 in Sichuan Province in such key areas as the safe use of soils contaminated with heavy metals, control of the number of invasive plant species, and management of artificial forest ecosystems are summarized.

Key words: cadmium, selenium, heavy metals, invasive species**, green manure, geotextile,** microevolution, alien species, Russian-Chinese cooperation.

Acknowledgments. The authors would like to thank the Sichuan Provincial Academy of Natural Resource Sciences and the Sichuan Institute of Nuclear Geology for organizing field research, providing analytical data, and for many years of fruitful cooperation.

For citation: Vladimirov D. R., S. Deng, J. Ye, Y. Luo, Voronin A. A., Gorbunova N. S., Gorbunova Yu. S., Matveev S. M., Senator S. A., L. Zhao, Zh. Xu, S. Deng. On the Results of Joint Russian-Chinese Field Studies in Sichuan Province in 2025: Achievements, Challenges, Prospects. *Vestnik Voronezskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2026, no. 2, pp. 160-165. DOI: https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2026/2/160-165

REFERENCES

1. European Plant Protection Organisation. Alternanthera philoxeroides (Mart.) Griseb. *EPPO Bull,* 2016, vol. 46, pp. 8-13.

2. Herbicide efficacy for aquatic Alternanthera philoxeroides management in an early stage of invasion: integrating above-ground biomass, below-ground biomass and viable stem fragmentation / Clements D., Dugdale T. M., Butler K. L., Florentine S.K., Sillitoe J. *Weed Res*, 2017, vol. 57, pp. 257-266.

Conflict of interests: the authors declare no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 13.03.2026
Accepted: 20.05.2026

Владимиров Дмитрий Романович
Кандидат географических наук, доцент кафедры рекреационной географии, страноведения и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-8401-7816, e-mail: kvint_88@mail.ru

Дэн Шуанлинь
Проректор, Сычуаньский институт ядерно-геологической службы, г. Чэнду, Китай, e-mail: 82818285@qq.com

Е Цзяолун
Руководитель проектов отдела экологической ремедиации, Сычуаньский институт ядерно-геологической службы, г. Чэнду, Китай, e-mail: yjl051766@163.com

Ло И
Заместитель директора, Сычуаньский институт ядерно-геологической службы, г. Чэнду, Китай, e-mail: 120408569@qq.com

Воронин Андрей Алексеевич
Кандидат сельскохозяйственных наук, директор Ботанического сада имени профессора Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-8315-3827, e-mail: voronin@bio.vsu.ru

Dmitry R. Vladimirov
Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof. at the Department of Recreational Geography, Country Studies and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russia, ORCID: 0000-0002-8401-7816, e-mail: kvint_88@mail.ru

Deng Shuanglin (corresponding author)
Vice-Rector, Sichuan Institute of Nuclear Geological Survey, Chengdu, China, e-mail: 82818285@qq.com

Ye Jiaolong,
Project Manager at the Ecological Remediation Department, Sichuan Institute of Nuclear Geological Survey, Chengdu, China, e-mail: yjl051766@163.com

Luo Yi
Deputy Director, Sichuan Institute of Nuclear Geological Survey, Chengdu, China, e-mail: 120408569@qq.com

Andrey A. Voronin
Cand. Sci. (Argicult.), Director of the Botanical Garden named after Professor B.M. Kozo-Polyansky of the Voronezh State University, Voronezh, Russia, ORCID: 0000-0001-8315-3827, e-mail: voronin@bio.vsu.ru

© Vladimirov D. R., S. Deng, J. Ye, Y. Luo, Voronin A. A., Gorbunova N. S., Gorbunova Yu. S., Matveev S. M., Senator S. A., L. Zhao, Zh. Xu, S. Deng, 2026

✉ Dmitry R. Vladimirov, e-mail: kvint_88@mail.ru

The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Горбунова Юлия Сергеевна
Кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-1203-9087, e-mail: gorbunova.vsu@mail.ru

Горбунова Надежда Сергеевна
Кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-7986-8106, e-mail: vilian@list.ru

Матвеев Сергей Михайлович
Доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-8532-1484, e-mail: lisovod@bk.ru

Сенатор Степан Александрович
Кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории природной флоры Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-1932-2475, e-mail: stsenator@yandex.ru

Чжао Ли
Менеджер отдела экологической ремедиации, Сычуаньский институт ядерно-геологической службы, г. Чэнду, Китай, e-mail: louie.zh_2000@foxmail.com

Сюй Чжэнцян
Помощник менеджера отдела экологической ремедиации, Сычуаньский институт ядерно-геологической службы, г. Чэнду, Китай, e-mail: 84008181@qq.com

Yulia S. Gorbunova
Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof. at the Department of Ecology and Land Resources, Voronezh State University, Voronezh, Russia, ORCID: 0000-0003-1203-9087, e-mail: gorbunova.vsu@mail.ru

Nadezhda S. Gorbunova
Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof. at the Department of Ecology and Land Resources, Voronezh State University, Voronezh, Russia, ORCID: 0000-0002-7986-8106, e-mail: vilian@list.ru

Sergey M. Matveev,
Dr. Sci. (Biol.), Professor, Head of the Department of Forestry, Forest Mensuration and Forest Management, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, ORCID: 0000-0001-8532-1484, e-mail: lisovod@bk.ru

Stepan A. Senator
Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher at the Department of Natural Flora, N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the RAS, Moscow, Russia, ORCID: 0000-0003-1932-2475, e-mail: stsenator@yandex.ru

Zhao Li
Manager at the Ecological Remediation Department, Sichuan Institute of Nuclear Geological Survey, Chengdu, China, e-mail: louie.zh_2000@foxmail.com

Xu Zhengqiang
Assistant Manager at the Ecological Remediation Department, Sichuan Institute of Nuclear Geological Survey, Sichuan Institute of Nuclear Geological Survey, Chengdu, China, e-mail: 84008181@qq.com