

На правах рукописи



МУНХУУ АЛТАНЦЭЦЭГ

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ Г. УЛАН-
БАТОРА В ГРАНИЦАХ ПОЙМЕННО-ТЕРРАСОВОГО
КОМПЛЕКСА Р. ТУУЛ**

1.6.21 – геоэкология (географические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Барнаул – 2022

Работа выполнена на кафедре обогащения полезных ископаемых и охраны окружающей среды им. С.Б. Леонова Института недропользования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Иркутский национальный исследовательский государственный технический университет» (ИРНИТУ).

Научный руководитель – Сарапулова Галина Ибрагимовна, доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Кирпотин Сергей Николаевич, доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией биоразнообразия и экологии, профессор кафедры ботаники Института биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск

Скрипко Вадим Валерьевич, кандидат географических наук, доцент, зав. кафедрой природопользования и геоэкологии Института географии Алтайского государственного университета, г. Барнаул

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск

Защита диссертации состоится «12» мая 2022 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.039.01 по защите докторских и кандидатских диссертаций при ФГБУН Институте водных и экологических проблем СО РАН по адресу: 656038, г. Барнаул, ул. Молодёжная, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Института водных и экологических проблем СО РАН и на сайте www.iwep.ru.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, подписанные и заверенные печатью организации, просим высылать по адресу: 656038, г. Барнаул, ул. Молодёжная, 1, Диссертационный совет, факс (385-2) 24-03-96, e-mail: iwep@iwep.ru.

Автореферат разослан «___» марта 2022 г.

Учёный секретарь диссертационного совета
кандидат географических наук, доцент



И.Д. Рыбкина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Бассейн р. Туул является частью международной трансграничной территории, включающей реку Селенгу и озеро Байкал – объект всемирного природного наследия (рис. 1). Наиболее антропогенно преобразованная часть бассейна располагается в пределах городской черты столицы Монголии – г. Улан-Батор.

Улан-Батор как город-миллионер оказывает существенное антропогенное воздействие на природную среду, что находит выражение в загрязнении ее основных компонентов и в целом урбанизированного ландшафта. Проведенные ранее геохимические исследования территории города не позволяют в полной мере оценить изменения, происходящие в пределах пойменно-террасового комплекса р. Туул. Остается также актуальным вопрос определения качества измененной деятельностью человека окружающей среды, то есть геоэкологической оценки этой территории.

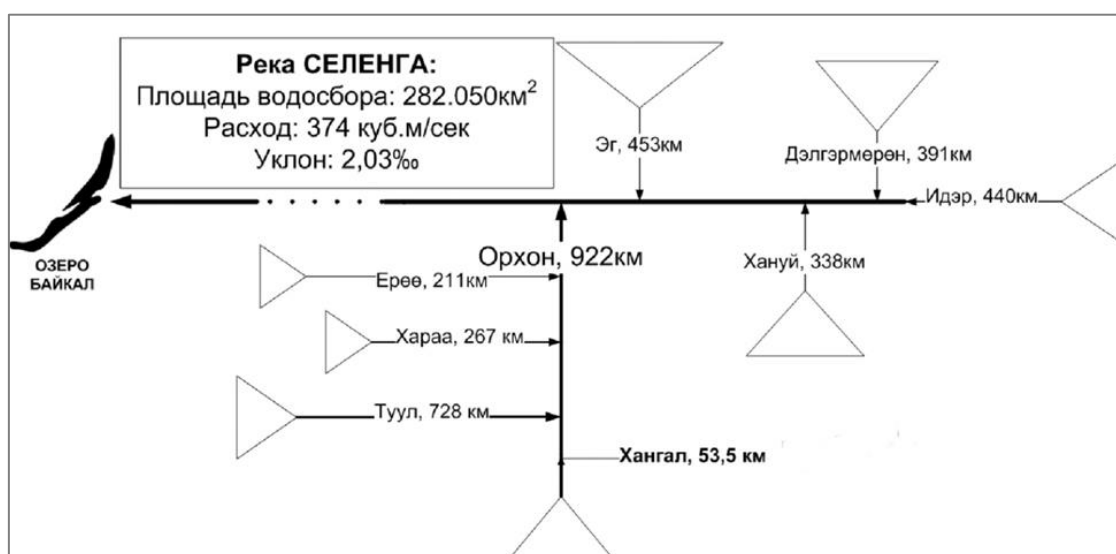


Рисунок 1 – Картосхема рек бассейна оз. Байкал на территории Монголии

Объект исследования – территория г. Улан-Батора и пойменно-террасовый комплекс р. Туул. **Предмет исследования** – изменения компонентов окружающей среды (речной воды и пойменных почв) под действием природных и антропогенных факторов.

Цель исследования – установить влияние урбанизированной территории г. Улан-Батора на пойменно-террасовый комплекс р. Туул и количественно оценить происходящие изменения качества речных вод и пойменных почв.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Изучить влияние природных и антропогенных факторов на формирование геоэкологической обстановки в г. Улан-Баторе.
2. Оценить изменения качества речных вод и пойменных почв под действием природных и антропогенных факторов.
3. Провести типизацию участков пойменно-террасового комплекса по интенсивности антропогенных воздействий.
4. Разработать рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации в г. Улан-Баторе в пределах пойменно-террасового комплекса р. Туул.

Методы исследования. В работе использованы комплексный и системный подходы, геоэкологические, ландшафтно-геохимические, структурно-логические и математико-статистические методы. В ходе выполнения полевых исследований отобрано 300 образцов почвы и воды, проведено 800 определений. *Пробы воды* отбирали в 11 створах реки, охватывая практически всю правобережную часть. Вертикаль пробоотбора в створе была установлена на расстоянии 3-5 м от берега, горизонт по вертикали составлял 30 см от поверхности воды. *Пробы почв* отбирали в нескольких повторностях с глубины 5-10 см на расстоянии 1-5 м от уреза воды. Масса объединенной пробы составляла 0,5-1,0 кг.

Аналитические определения проводились методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе «PerkinElmer-5000» в Институте технической физики АН Монголии и Центральной санитарной лаборатории г. Улан-Батора. Контрольные и сравнительные измерения осуществлены в лаборатории геохимии ландшафтов и географии почв Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (г. Иркутск), на кафедре обога-

щения полезных ископаемых и охраны окружающей среды им. С.Б. Леонова ИРНТУ (г. Иркутск).

Исходные материалы. Использовались фондовые и опубликованные материалы Министерства природных ресурсов Монголии, Института геоэкологии АН Монголии, данные Бассейнового водного управления р. Туул, Центральной санитарной лаборатории г. Улан-Батора. Полевые работы проводились в 2009-2012 гг. весной (май) и осенью (сентябрь), в разные по гидрологическому режиму периоды года.

Теоретические основы исследования представлены в работах: Г.Г. Голубева, С.П. Горшкова, В.И. Данилова-Данильяна, В.С. Жекулина, Ю.А. Израэля, А.Г. Исаченко, Б. Коммонера, Б.И. Кочурова, В.Б. Поздеева, Н.Ф. Реймерса, А.М. Трофимова и др. – *по геоэкологической оценке территорий*; В.Н. Башкина, А.П. Виноградова, М.А. Глазовской, Л.Ф. Голдовской, В.В. Добровольского, Н.С. Касимова, В.В. Ковальского, В.А. Ковды, Н.Е. Кошелевой, А.С. Курбатовой, Б.Б. Польшина, А.И. Перельмана, Д.С. Орлова, Ю.Е. Саета, Н.Л. Солнцевой, М.Н. Строгановой и др. – *в области геохимии ландшафтов урбанизированных территорий*; Н.И. Коронкевича, Л.М. Корытного, Ф.Н. Милькова, А.М. Никанорова, А.Ю. Ретеюма, В.П. Самариной, Ю.Г. Симонова, И.А. Шикломанова и др. – *по изучению речных бассейновых систем*; П.Я. Бакланова, А.К. Тулохонова, С.С. Ганзея, Е.Ж. Гармаева и др. – *в области изучения трансграничных геосистем и речных бассейнов*; а также *ученых-исследователей Монголии* – Бата Б., Батхишига О., Баярсайхана Г., Гончигсумлаа Ч., Нарантуяа Н., Норовсурэна Ж., Уржинбадама Н., Чинзорига Г. и др.

Научная новизна. Впервые представлены результаты геоэкологической оценки г. Улан-Батора в границах пойменно-террасового комплекса р. Туул. При этом количественно оценены происходящие здесь изменения качества речной воды и пойменных почв. Впервые выполнена типизация

участков пойменно-террасового комплекса р. Туул по интенсивности антропогенных воздействий с использованием совокупности гидрохимических и геохимических показателей.

Практическая значимость. Результаты диссертационного исследования используются Главной санитарной лабораторией г. Улан-Батора в целях диагностики экологического состояния пойменно-террасового комплекса р. Туул, а также рекомендуются для использования в целях: корректировки Генплана города; планирования и размещения новых объектов гражданского и промышленного строительства; оценки кадастровой стоимости городских земель; оптимизации потоков городского транспорта; обоснования переноса юрточной части города в пригород и формирования пригородного юрточного пояса на склонах гор Баянзурх, Чингэлтэй, Богд-Хан, Сонгинохайрхан; планирования деятельности в сфере охраны окружающей среды города (реконструкция и строительство очистных сооружений, обоснование ремедиации участков загрязненных почв и др.).

Личный вклад автора. Диссертационная работа выполнена на материалах собственных исследований, проведенных в 2009-2013 гг. Автор лично принимала участие в работе Центральной Санитарной лаборатории г. Улан-Батора при отборе проб на маршрутах, их физико-химическом анализе и обработке полученных результатов.

Достоверность результатов подтверждена использованием современных методов анализа и сертифицированного измерительного оборудования; параллельной схемой опробования почвогрунтов и поверхностной воды; арбитражной проверкой результатов анализов (до 10% выборки) в аттестованных лабораториях г. Иркутска; апробацией результатов на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на 11 профильных конференциях (Иркутск, 2010, 2011; Владикавказ, 2010; Ке-

мерово, 2011; Москва, 2011; Нидерланды, 2011; Италия, 2012; Самара, 2013; Курск, 2013; Тамбов, 2013; Санкт-Петербург, 2013).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 20 работ, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения; содержит 100 страниц текста, 26 рисунков, 10 таблиц; библиографический список имеет 140 наименований.

Основные положения, выносимые на защиту

Геоэкологическая оценка территории г. Улан-Батора в границах пойменно-террасового комплекса р. Туул учитывает природные и антропогенные факторы её формирования: особенности геологического строения и орографии, специфику климатообразующих и гидрологических характеристик, степень хозяйственной освоенности и заселённости административных районов.

Река Туул – наиболее крупный приток р. Орхон, впадающий затем в р. Селенга. Из общей длины 728 км р. Туул течет в пределах г. Улан-Батора общей протяженностью около 35 км (от Гачуурта до Сонгино).

В пределах территории г. Улан-Батора выделяют следующие геоморфологические элементы: долина р. Туул, включающая устьевые части рек-притоков Сэлбэ и Улиастай, холмистые возвышенности Гандан и Наран, склоновые участки гор Махууртолгой и Улаанхуаран, северный склон г. Богд-Хан-Уул (Географический энциклопедический словарь, 1989). Холмистые возвышенности характеризуются сочетанием крутых, асимметричных склонов и плоских округлых вершин. Абсолютные высоты на территории города колеблются в пределах 1300-1350 м над ур. м. Река Туул берет начало на нагорье Хэнтэй, дренирует низкогорья и холмистые равнины северной части Монголии, имеет водосборный бассейн общей площадью 53,2 тыс. км². Ширина поймы в верхнем течении выше устья притока р. Улиастай составляет 3 км.

Климат г. Улан-Батора непосредственно связан с его географическим положением и обусловлен взаимодействием основных климатообразующих факторов. Территория города находится в сфере влияния западного ветрового переноса с характерными для него циклоническими и антициклоническими процессами. По географическим и термическим условиям, а также по режиму увлажнения относится к умеренной континентальной зоне с небольшой продолжительностью солнечного сияния 2862-2816 час в год, жарким летом и холодной зимой. Повторяемость приземных инверсий температур воздуха холодного периода в среднем составляет 130 дней в год. За лето выпадает до 80% годовой нормы осадков.

Бассейн р. Туул имеет довольно развитую гидрографическую сеть. Ее притоки-реки: Тэрэлж – длина 65 км, площадь водосбора 1232 км²; Холын-Хондий – длина 23 км, площадь водосбора 280 км²; Улиастай – длина 35 км, площадь водосбора 317 км²; Сэлбэ – длина 34.7 км, площадь водосбора 305 км²; а также Гачуурт, Баян-Тургэн и другие.

Среднегодовой расход р. Туул составляет 25 м³/с. По гидрологическому режиму относится к рекам с преимущественно летним дождевым питанием. В течение года отмечается с ноября по апрель ледостав, в мае – начале июня уровень воды повышается в связи с весенним половодьем, летом и ранней осенью характерны дождевые паводки (рис. 2).

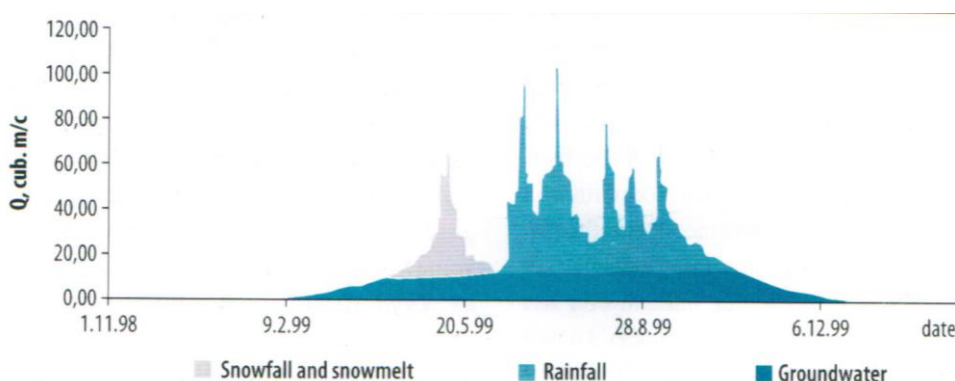


Рисунок 2 – Гидрограф речных расходов р. Туул в районе г. Улан-Батора (по данным бассейнового управления)

Долина р. Туул на протяжении всего участка в пределах г. Улан-Батор однотипна и представлена надпойменными террасами и низкой поймой, затапливаемой паводками редкой повторяемости.

Поверхность поймы слабо задернована, сложена аллювиальными отложениями – валунами, галечниками, реже гравелитистыми песками. Пойма реки сильно расчленена старыми и современными формами русловой деятельности. Подверженная активной деятельности паводковых вод, пойма находится в зоне воздействия деформационных процессов русла и по существу является его продолжением.

Русло реки Туул почти на всем протяжении рассматриваемого участка тяготеет к подошве левого борта долины. Ширина его колеблется от 30 до 80 м. Ложе русла р. Туул сложено валунно-галечниковым материалом, сильно разветвлено на рукава и протоки, имеет ширину 10-30 м. Берега русла невысокие – от 0,1 до 1,5 м, подвержены размыву. Скорость течения 0,5-0,7 м/с в межень и 2,5-3,0 м/с в период паводка.

Почвообразование в долине р. Туул характеризуется замедленными темпами биологического круговорота, химического выветривания, краткосрочностью периода биологически активных температур, длительностью холодного периода и глубоким промерзанием почвенного слоя. По гранулометрическому составу это легкие супесчаные, реже суглинистые почвы. Последние, как правило, расположены на более возвышенных местах. Характерной чертой морфологии профиля этих почв является наличие гумусовых затеков, языков и карманов, а также солевой корки на поверхности (Голованов Д.Л., Батхишиг О., Гунин П.Д. и др. 2012).

Для дерновых почв характерно рыхлое, грубоскелетное и грубогумусное микростроение, слабая агрегированность почвенной массы, отсутствие железистых макро- и микро-новообразований, а также новообразованного кальцита. Глинистой плазмы очень мало и нет признаков ее подвижности. Почвы характеризуются незначительным содержанием (1,8-

2,4%) гумуса, слабощелочной реакцией и низкой емкостью поглощения 20-35 мг-экв/100 г почвы, малой водоудерживающей способностью (Батхишиг О., 1999; Уржинбадам Н., Гончигсумлаа Ч., 1999).

По ботанико-географическому районированию территория города Улан-Батора относится к Евроазиатской степной области, Дауро-Монгольской (Центрально-азиатской) подобласти, Монгольской степной провинции. Растительный покров территории города Улан-Батора обусловлен спецификой природных условий. Здесь представлены лесные и кустарниковые сообщества, петрофитно-разнотравно-дерновинно-злаковые, разнотравно-дерновинно-злаковые и дерновинно-злаковые степи, злаково-разнотравно-осоковые луга, а также сорные группировки.

В административном отношении территория Улан-Батора разделена на 9 районов с общей численностью населения свыше 1,3 млн чел. Самым крупным по числу жителей является муниципальный район города – Баянзурх. Минимальное число жителей – в Налайхе, недавно присоединенном к городу муниципальном образовании. По плотности проживающего населения районы распределяются последовательно от большего к меньшему: Баянгол – Чингэлтэй – Сухэ-Батор – Хан-Уул – Сонгинохайрхан – Баянзурх – Налайх (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика административных районов г. Улан-Батора (составлено по: Нийслэлийн статистикийн газар – Статистик үзүүлэлт – 04. Улаанбаатар хотын суурин хүн ам, дүүргээр, оны эцэст, мянган хүн; Нийслэлийн статистикийн газар – Нийслэлийн хороо – 2012 он)

Дуур (район)	Хороо шт.	Население, чел. (01.01.2015)	Площадь, км ²	Плотность населения, чел./км ²
Баянгол	23	208 898	29,5	7 081
Чингэлтэй	19	159 514	89,3	1 786
Сухэ-Батор	20	136 424	208,4	655
Хан-Уул	16	138 368	484,7	286
Сонгинохайрхан	32	295 827	1200,6	246
Баянзурх	28	308 672	1244,1	248
Багануур	5	28 333	620,2	46
Налайх	7	34 547	687,6	50
Багахангай	2	3 903	140,0	28
Улан-Батор	152	1 314 486	4704,4	279

В промышленном отношении лидируют три района города – Сухэ-Батор, Хан-Уул и Сонгинохайрхан (рис. 3). Следует отметить ускорение процессов индустриализации и урбанизации в последние годы, а также нарастающий захват территорий пойменно-террасового комплекса р. Туул. По существующим планам застройки и развития город будет прирастать территориями в западном и южном направлении.



Рисунок 3 – Плотность населения и объемы промышленного производства в административных районах г. Улан-Батора

Основными источниками загрязнения, определяющими виды антропогенных воздействий на пойменно-террасовый комплекс р. Туул, являются объекты жилищно-коммунального хозяйства, предприятия промышленного (главным образом, перерабатывающего) производства, частный сектор и юрточная часть города, автотранспорт.

Размещение объектов воздействия и источников загрязнения в пределах пойменно-террасового комплекса р. Туул представлено на рис. 4. Из объектов ЖКХ в Улан-Баторе имеется два подземных водозабора в пойме реки выше города с общим объемом забора воды 160,0 тыс. м³/сутки, что составляет 7,5% среднемноголетних речных расходов (соответствует низ-

кому уровню водного стресса). На технические нужды водозабор также проводится в Сонгино. Сброс сточных вод осуществляют Центральные КОС в нижней части города объемом 170-190 тыс. м³/сутки при кратности разбавления речными водами 1:10.

Из промышленных предприятий значительное воздействие оказывают ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4, предприятия пищевой и мясной промышленности (мясо-, био- и промкомбинаты), кожеобработки, птицеводства (птицефабрика). ТЭЦ работают на сернистых углях из Багануура и Шарын гола. По данным МПР Монголии, на ТЭЦ-4 ежегодно сжигается 1935 тыс. т угля. При этом образуется 22 170 т NO₂ и 17 416 т SO₂. Суммарный выброс взвешенных веществ в атмосферный воздух города от стационарных и передвижных источников загрязнения составляет 61,44 г/м³.



Рисунок 4 – Источники загрязнения и точки отбора проб речной воды и пойменных почв (нумерация точек отбора приведена в табл. 2)

В юрточной части Улан-Батора проживает 620 тыс. чел. Потребление здесь угля частными отопительными устройствами достигает 235 тыс. т в год. При сжигании его в воздух попадают 6100 т CO₂, 31 978 т SO₂. В почвах жилых кварталов юрточной части обнаружены тяжелые металлы (свинец, цинк, железо и др.) на локальных участках суммарной площадью 4,5 км² (Кошелева, Касимов и др., 2012; Кошелева, Касимов и др., 2013).

Таким образом, основными путями миграции загрязняющих веществ на территории города в границах пойменно-террасового комплекса р. Туул являются воздушный, водный и литогенный.

За период наблюдений выявлено, что вода в р. Туул имеет величину общей жесткости 1,2–2,7 мг-экв/дм³ (ПДК 7 мг-экв/дм³), уровень минерализации от 115 до 290 мг/дм³ (ультра пресная) с незначительными колебаниями в мае и сентябре. В ионной композиции консервативных ингредиентов выявлены колебания содержания Ca^{2+} относительно равномерного распределения значений Mg^{2+} . Неконсервативные компоненты SO_4^{2-} , Na^+ , Cl^- обнаружили большую вариативность их распределения. Выраженный пульсирующий характер изменения их концентраций подтверждает техногенное происхождение этой группы веществ в результате выноса с поверхностным стоком. Так, для ионов Na^+ , Cl^- уровень вариации концентраций достигал 75%.

В качестве репера для оценки уровня изменения химического состава воды от естественного природного использовали содержание HCO_3^- , поскольку для речных вод – это ключевой показатель природных свойств, который определяет гидрокарбонатно-кальциевое равновесие в большей части рек мира. Расчет отношений гидрокарбонатного иона к остальным ионам обнаружил значительный разброс полученных величин. Выявленные факты подтверждают техногенное солевое загрязнение. Так, отношение $\text{HCO}_3^-/\text{Ca}^{2+}$ характеризует активное поступление ионов кальция в поверхностную воду. Соотношение гидрокарбонатных и сульфатных ионов значительно отклоняется от традиционно наблюдаемых для пресных гидрокарбонатных вод кальциевой группы, что говорит о формировании сульфатного типа воды в р. Туул. К тому же смена гидрокарбонатно-кальциевого типа на сульфатно-гидрокарбонатный тип группы кальция происходит на фоне повышения минерализации до 290-520 мг/дм³.

Для Cd, Ni, Co наблюдается относительно монотонное распределение концентраций, не превышающих нормативы в пределах 0,001-0,006 мг/л (ПДК Ni 0,02 мг/л, Cd 1,0 мкг/л, Co 0,1мг/л). Для Zn наиболее значимы содержания в створах: Промкомбинат, Сонсголон, Птицефабрика, Сонгино, Биокомбинат (ПДК Zn 1,0 мг/л). Для Cr выявлено аналогичное распределение. Для Pb наблюдается увеличение содержания относительно створов Промкомбината, Птицефабрики, Сонгино, Биокомбината (ПДК Pb 0,1 мг/л). Для Cu зарегистрированы повышенные значения концентраций, практически, в тех же пунктах наблюдения (ПДК Cu 1,0 мг/л). Для Mn превышение ПДК обнаружено в створе Промкомбината (ПДК Mn 0,1 мг/л). ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования приведены по ГН 2.1.5.1315-03.

Для описания общего уровня загрязнения пойменных аллювиальных почв в соответствии с требованиями санитарно-гигиенического контроля (СанПиН 2.1.7.1287–03) использованы валовые содержания Zn, Pb, Cd и As – 1 класс опасности, а также Ni, Co, Cu, Cr – 2 класс опасности. Выявлена пространственная неоднородность распределения валового содержания указанных тяжелых металлов (ТМ). Показано, что почвы в районах Зайсан, Птицефабрики, ТЭЦ, Сонгино, Ярмаг, Промкомбината, Сонсголон характеризуются превышением принятых в России нормативов ПДК для большинства элементов или фиксируются на границе норматива.

Превышение ОДК (ГН 2.1.7.2511-09) валового содержания и ПДК (ГН 2.1.7.2041-06) подвижных форм ТМ отмечено жирным шрифтом значений в табл. 2. Содержание во многом зависит от совокупности факторов, характеризующих почвенный покров (рН, поглощающая емкость, гранулометрический состав и др.). Отмечены превышения ПДК Mn, Cu, Cr, Pb в районах Сонсголон, Ярмаг, Птицефабрики.

Таблица 2. Тяжелые металлы и As в аллювиальной почве реки Туул (мг/кг), май 2012 г.

№	Пункт отбора	Содержание	Zn	Mn	Cu	Cd	Cr	Ni	Co	Pb	As
1	Гачуурт	валовое	38.23	325.16	21,18	1.20	56.8	28.54	8.15	41.18	1.70
		подвиж. форма	7.15	88.13	4.28	-	5.23	4.15	<1	4.51	
2	Налайх	валовое	40.32	318.63	27.16	1.00	67.18	30.59	13.53	40.19	1.50
		подвиж. форма	5.15	68.27	2.22	-	4.19	2.18	<1	3.11	
3	Баянзурх	валовое	76.52	342.18	30.19	0.40	37.18	83.10	11.03	64.09	1.04
		подвиж. форма	4.25	125.11	2.14	-	3.25	4.32	<1	5.14	
4	Зайсан	валовое	87.85	321.43	46.16	1.00	77.18	50.79	10.53	44.19	1.30
		подвиж. форма	3.58	98.72	5.52	-	4.52	3.65	<1	4.52	
5	Промкомбинат	валовое	58.12	331.58	47.35	1.12	79.52	89.6	14.82	70.61	2.20
		подвиж. форма	5.65	52.13	3.18	-	6.48	4.68	<1	3.45	
6	Сонсголон	валовое	59.62	358.73	78.13	1.05	57.17	60.69	21.43	37.11	2.10
		подвиж. форма	5.12	158.78	3.97	-	10.45	2.14	<1	6.17	
7	Яармаг	валовое	91.28	279.08	67.36	1.00	63.15	90.3	19.23	57.49	2.20
		подвиж. форма	4.36	97.58	3.28	-	7.52	2.97	<1	7.52	
8	ТЭЦ-4	валовое	99.32	318.63	67.16	1.05	65.32	50.45	9.28	75.85	2.00
		подвиж. форма	3.53	79.52	1.45	-	3.52	4.12	<1	5.15	
9	Сонгино	валовое	99.32	352.73	57.16	2.05	90.28	81.59	8.13	55.19	1.60
		подвиж. форма	8.12	152.11	3.88	-	22.73	2.48	<1	5.65	
10	Биокомбинат	валовое	96.12	313.23	55.56	1.13	79.38	20.52	16.13	60.19	1.90
		подвиж. форма	5.16	99.15	3.62	-	4.55	3.52	<1	5.45	
11	Птицефабрика	валовое	90.06	379.53	39.17	1.00	100.20	19.79	29.58	62.79	2.50
		подвиж. форма	7.56	187.32	5.8	-	16.25	2.45	<1	6.13	
ОДК* валового содержания (ГН 2.1.7.2511-09) для разных типов почв			55-220	1500	33-132	0.5-2	50	20-80	50	32-130	2-10
ПДК** подвижных форм элементов (ГН 2.1.7.2041-06)			23	80-700	3	-	6	4	5	6	-
Кларки по А.П. Виноградову (1957)			83	1000	47	0.13	83	58	18	16	1.7

Приведены значения нормативов: *ОДК_{вал}: для песчаных – супесчаных – глинистых почв. ** ПДК подвижных форм элементов из ацетатно-аммиачного буферного (ААБ) раствора.

Типизация участков пойменно-террасового комплекса реки Туул в пределах г. Улан-Батора по интенсивности антропогенных воздействий позволяет разработать направления деятельности по охране окружающей среды и наметить первоочередные мероприятия

по улучшению геоэкологического состояния урбанизированной территории.

Отмечена нарастающая тенденция загрязнения вниз по течению реки по следующим показателям: NH_4 , Zn, Cr, Pb, Cu (рис. 5). Для NH_4 максимальные превышения (1,5 ПДК) отмечены в створах Птицефабрики и Сонгино. По Zn – 14 ПДК – в створе Птицефабрики. По Cr – 6,5 ПДК – в створе Промкомбината. По Pb – 4 ПДК – в створе Птицефабрики. Для Cu максимальные превышения отмечены в створах Промкомбината (26 ПДК), Биокомбината (23 ПДК) и Яармаг (21 ПДК). Для Mn практически единственное превышение (10,5 ПДК) отмечено в створе Промкомбината.

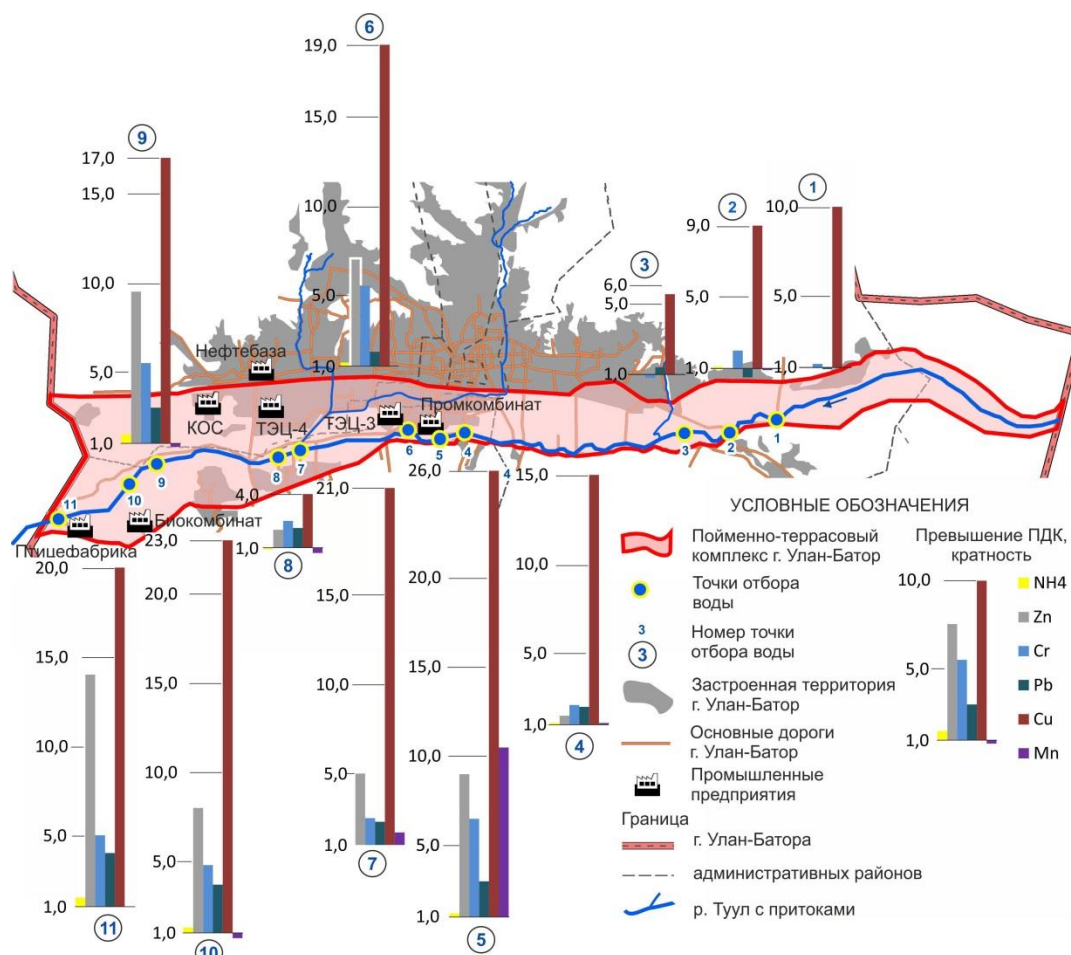


Рисунок 5 – Превышение ПДК гидрохимических показателей

Нарастающая тенденция загрязнения прослеживается и на примере результатов геохимических исследований пойменных почв (рис. 6). Прак-

тически по всем изучаемым ингредиентам (кроме Mn) отмечены превышения ПДК в почвах ниже расположенных по течению участков – Ярмаг, Сонгино, ТЭЦ-4 и др. Так, по Zn максимальные превышения (1,7-1,8 ПДК) отмечены в последних шести створах. По Cu – 2,0-2,4 ПДК – в Сонсголон, Ярмаг, ТЭЦ-4. По Cr – 1,8-2,0 ПДК – Сонгино и в районе Птицефабрики. По Ni – 4,5 ПДК – в районе Промкомбината и Ярмаг. По Pb – 2,4 ПДК – в районе ТЭЦ-4.

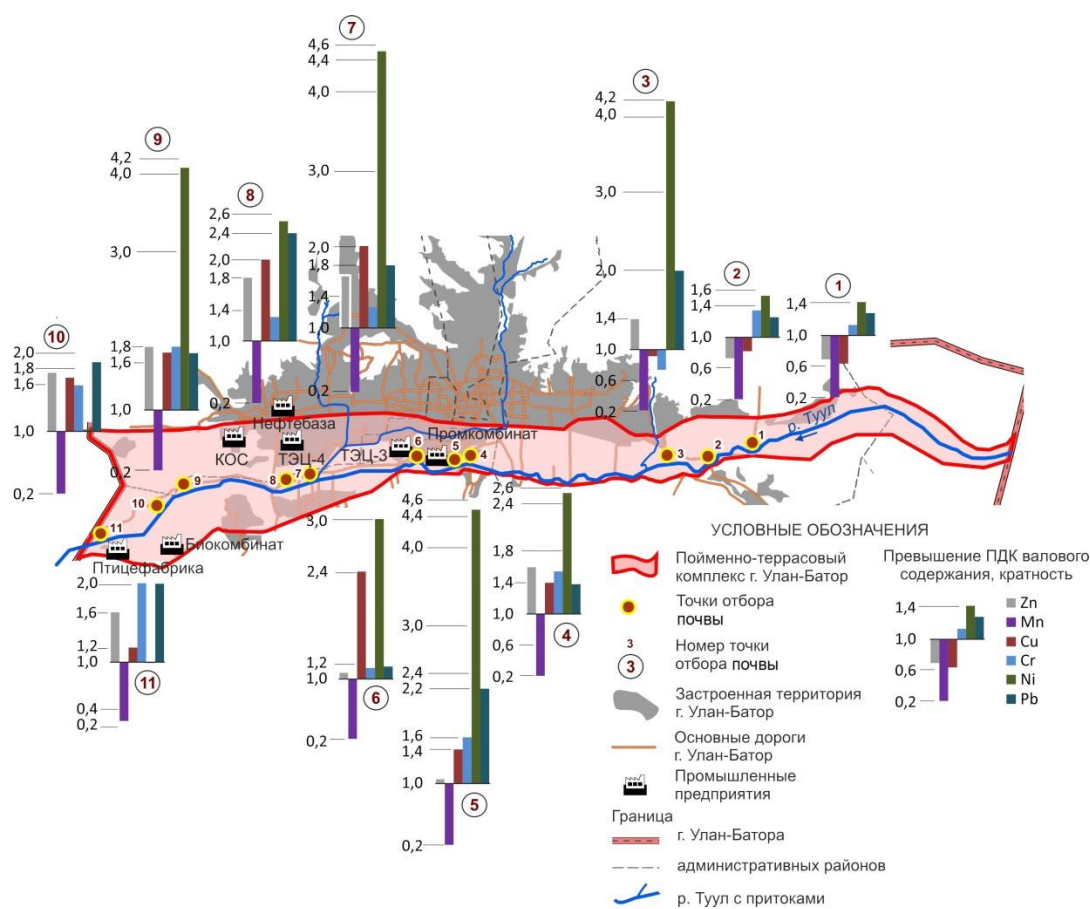


Рисунок 6 – Превышение ПДК геохимических показателей почв (валового содержания ТМ)

По доле подвижных форм в валовом содержании тяжелых металлов отмечена нарастающая тенденция вниз по течению: для Mn – пик (49%) – в районе Птицефабрики, для Cr – пик (25%) – Сонгино, для Ni – пик (17%) – район Биокомбината (рис. 7). Для Zn, Cu, Pb отмечены пульсирующие повышения доли подвижных форм до 16-20% в районах Гачуурт и Сонс-

голон. Повышение доли подвижных форм в общем валовом содержании металла свидетельствует о большей экологической опасности элемента.

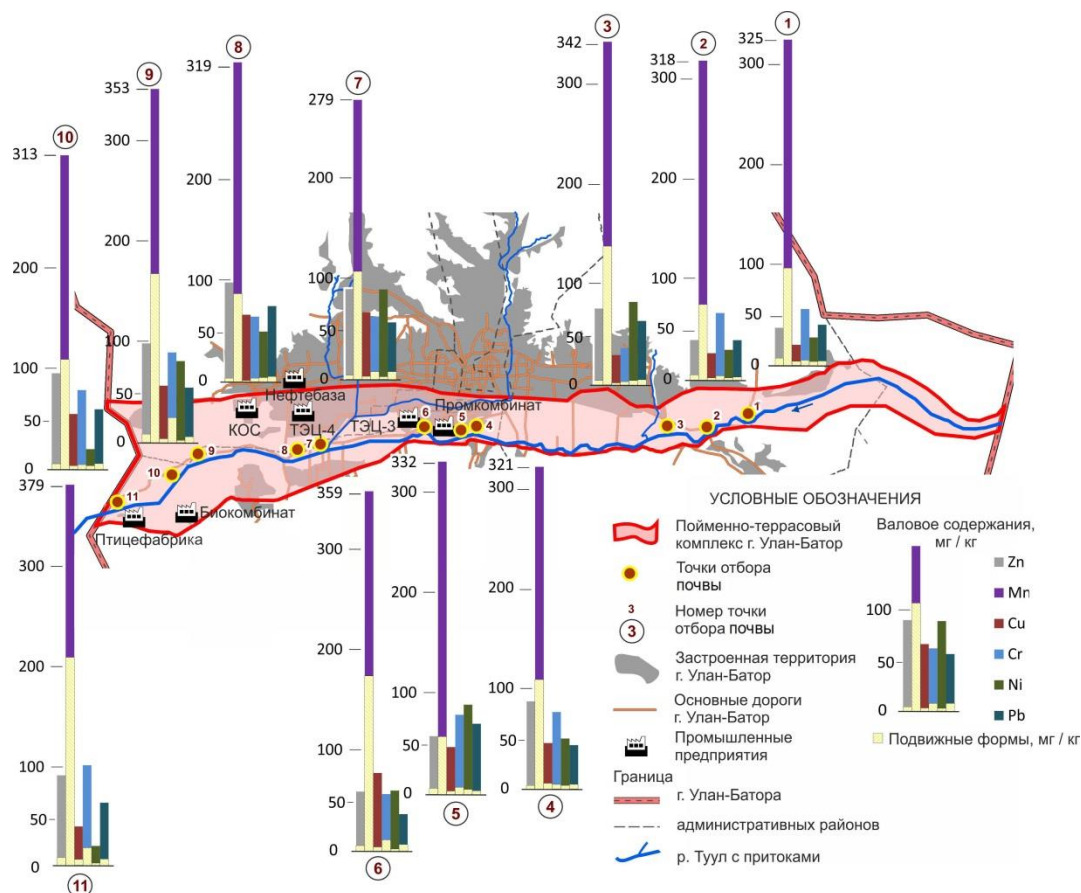


Рисунок 7 – Превышение ПДК геохимических показателей почв (доля подвижных форм ТМ в их валовом содержании)

Полученные результаты позволяют выделить 5 участков пойменно-террасового комплекса с разной интенсивностью антропогенных воздействий (рис. 8): от пониженной (в пунктах 1-3) и повышенной (п. 11) до высокой (пп. 7-10) и очень высокой (пп. 4-6) в центральной части города (табл. 3).

В границах каждого участка следует предложить направления деятельности по охране окружающей среды и первоочередные мероприятия. Так, для второго участка с очень высокой интенсивностью антропогенных воздействий следует рекомендовать строительство ливневой канализации и разработку экологических паспортов промышленных предприятий, ре-

планирование хозяйственной деятельности в границах водоохранной зоны реки Туул.

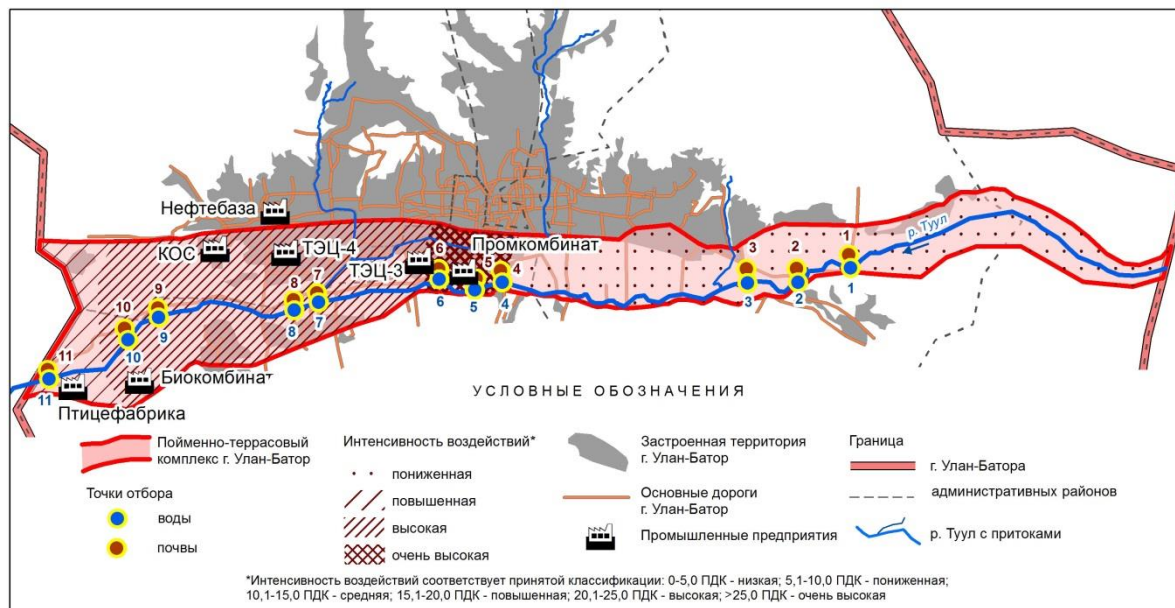


Рисунок 8 – Типизация участков пойменно-террасового комплекса р. Туул по интенсивности антропогенных воздействий

Таблица 3 – Участки пойменно-террасового комплекса р. Туул

Участок	Точки отбора проб	Наименование	Источники воздействия	Вид воздействия	Интенсивность воздействий, в долях ПДК
I	1, 2, 3	Налайх, Гачуурт, Баянзурх	Автомобильные магистрали, индивидуальные предприниматели по производству шерстяных изделий	аэрогенно-гидрогенный	пониженная - до 10,0 ПДК
II	4, 5, 6	Зайсан, Промкомбинат, Сонсголон	Плотная застройка поймы, деловой центр города, автомобильные магистрали, промкомбинат, мясокомбинат	аэрогенно-гидрогенный, литогенный	очень высокая - до 26,0 ПДК
III	7, 8	Ярмаг, ТЭЦ-4	ТЭЦ - 3, ТЭЦ - 4, частный сектор, юрточная часть, плотная застройка на террасах р. Туул, автомобильные магистрали	аэрогенно-гидрогенный, литогенный	высокая - до 21,0 ПДК
IV	9, 10	Сонгино, Биокомбинат	Биокомбинат (ветеринарные препараты), КОС, юрты, частный сектор	гидрогенный, литогенный	высокая - до 23,0 ПДК
V	11	Птицефабрика	Птицефабрика, автомобильные магистрали	гидрогенный	повышенная - до 20,0 ПДК

Для участка №3, на территории которого расположены ТЭЦ города, в качестве первоочередных мероприятий следует запланировать смену топлива с отказом от использования углей с высоким сернистым содержанием, а также предусмотреть дополнительную систему очистки отходящих

газов. Кроме этого, для находящейся здесь юрточной части подготовить обоснование с целью переноса в пригород и формирования юрточного пояса на склонах прилегающих гор.

На территории четвертого участка пойменно-террасового комплекса р. Туул следует предусмотреть реконструкцию действующих очистных сооружений и строительство новых мощностей по очистке сточных вод города, разработать систему мероприятий по предотвращению аварийных и залповых сбросов на таких крупных промышленных предприятиях, как биокомбинат города, провести инвентаризацию других промышленных объектов.

В планах перспективного развития западной и южной частей города, включая пятый участок пойменно-террасового комплекса реки, следует учесть особые режимы в правилах застройки и землепользования этой территории, создать дополнительные площади для озеленения автомагистралей и жилых кварталов, запретить строительство в водоохранной зоне и прибрежно-защитной полосе.

Самым важным и ответственным участком пойменно-террасового комплекса является первый: здесь размещены водозаборные сооружения города. Несмотря на то, что интенсивность антропогенных воздействий на участке минимальная, необходимо поддержание экологического равновесия этой территории и выполнение экологических принципов перспективного планирования, в том числе строгое соблюдение санитарно-защитных зон источников водоснабжения. Для субъектов индивидуального и частного предпринимательства требуется разработка реестра особо опасных веществ с целью минимизации вредного воздействия.

Основные выводы:

1. Изучены географические особенности территории города, имеющие важное значение для геоэкологической оценки. Выделены следующие факторы формирования геоэкологической ситуации – особенности геоло-

гического строения и орографии, специфика климатических и гидрологических условий, степень хозяйственной освоенности и заселенности муниципальных районов Улан-Батора. Основными источниками загрязнения окружающей среды города признаны объекты жилищно-коммунального хозяйства, промышленные предприятия, юрточная часть, автотранспорт.

2. Пространственный анализ изменения качества речных вод и пойменных почв показывает, что ниже расположенные по течению участки пойменно-террасового комплекса р. Туул характеризуются концентрациями веществ с превышением ПДК в 1,5-2 – 20-26 раз. Для большинства исследуемых показателей отмечены превышения ПДК в следующих пунктах отбора проб: Яармаг, Сонгино, Птицефабрика, Пром- и Биокомбинат, ТЭЦ.

3. Выполнена типизация участков пойменно-террасового комплекса р. Туул по интенсивности антропогенных воздействий: пониженные (до 10 ПДК), повышенные (до 20 ПДК), высокие (до 25 ПДК) и очень высокие (более 25 ПДК). На участке с очень высокой интенсивностью воздействий отмечается плотная застройка поймы реки с прилегающим деловым центром города; основными источниками загрязнения выступают мясо- и промкомбинат. Два участка с высокой интенсивностью воздействий характеризуются юрточной застройкой, наличием предприятий энергетики, биокомбинатом и КОС. Для всех трех участков основными путями миграции загрязняющих веществ являются гидрогенный и литогенный, а также воздушный.

4. Типизация участков пойменно-террасового комплекса р. Туул по интенсивности антропогенных воздействий позволяет разработать комплекс природоохранных мероприятий для улучшения геоэкологической ситуации в г. Улан-Баторе, в том числе регламентация хозяйственной деятельности в водоохранной зоне, реконструкция канализационных очистных сооружений, инвентаризация источников загрязнения, строительство ливневой канализации и др.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях из перечня ВАК РФ:

1. Гантомор С., Мунхуу Алтанцэцэг, Сарапулова Г.И. Влияние техногенеза на устойчивость геосистем в условиях урбанизации // Естественные и технические науки. 2010. № 3. С. 286-287.
2. Сарапулова Г.И., Мунхуу Алтанцэцэг Трансформация геосистем в условиях урбанизации. 1. Гидрохимические параметры водотока. // Вестник ИрГТУ. 2011. № 10. С. 170-176.
3. Сарапулова Г.И., Мунхуу Алтанцэцэг Трансформация геосистем в условиях урбанизаций. 2. Экогеохимические исследования сопряженной системы // Вестник ИрГТУ. 2013. № 1. С. 41-47.
4. Munkhuu A., Rybkina I.D., Kurepina N.Y. Assessing the Geocological status of the Floodplain-Terrace Complex of the Tuul River Within UlaanBaatar (Mongolia) // Geography and Natural Resources. 2019. Т. 40. № 4. С. 404-412.

Монография

5. Сарапулова Г.И., Мунхуу Алтанцэцэг Глава V. Экодиагностика почв аквальных ландшафтов в условиях урбанизации // Избранные вопросы современной науки. Коллективная монография. М.: Изд-во «Перо», 2013. С. 118-148.

В рецензируемых, международных изданиях и сборниках:

6. Сарапулова Г.И., Мунхуу Алтанцэцэг Экодиагностика почв аквальных ландшафтов в условиях урбанизации // Международный журнал экспериментального образования. 2011. №7. С. 55-58.
7. Сарапулова Г.И., Мунхуу Алтанцэцэг Гидрохимическая оценка сопредельной среды «почва–вода» в условиях урбанизации // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 7. С. 79–81.
8. Сарапулова Г.И., Мунхуу Алтанцэцэг Распределение токсичных загрязнителей в системе «почва–вода» в условиях урбанизации // Ecology and Development of Society. 2012. № 4(6). P. 72-76.
9. Сарапулова Г.И., Гантомор С., Мунхуу Алтанцэцэг Влияние техногенеза на миграцию тяжелых металлов в почвенных экосистемах г. Улан–Батора // Динамика геосистем и оптимизация природопользования. Межд. конф. Ин–т географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, 2010. С. 192-195.
10. Сарапулова Г.И., Гантомор С., Мунхуу Алтанцэцэг Трансформация свойств экосистем в горных условиях Монголии // Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений. Материалы УШ Межд.научн. конф. Владикавказ, 2010. Т. 3. С.286-287.
11. Сарапулова Г.И., Мунхуу Алтанцэцэг Эколого-гидрохимическая оценка водотока на урбанизированной территории г. Улан–Батора // Перспективы развития технологии, экологии и автоматизации химических

пищевых и металлургических производств. Иркутск: ИрГТУ, 2010. С. 186-189.

12. Мунхуу Алтанцэцэг, Сарапулова Г.И., Техногенное воздействие на качество воды р. Туул (Монголия) // Материалы докладов XV Всерос. студ. науч.–практ. конф. «Безопасность–2010». Иркутск: ИрГТУ, 2010. С. 105-107.

13. Сарапулова Г.И, Мунхуу Алтанцэцэг Оценка гидрохимических параметров в условиях урбанизации // Материалы IV межд. науч.–практ. конф. «Современное состояние естественных и технических наук». Москва, 2011. С.135–137.

14. Сарапулова Г.И, Напрасникова Е.В, Мунхуу Алтанцэцэг Биоиндикация почв аквальных ландшафтов урбанизированных территорий г. Улан–Батора // Материалы IV Межд. науч. конф. «Наука в современном мире». Москва, 2011. С. 26–30.

15. Сарапулова Г.И, Давыдова Н.Д, Мунхуу Алтанцэцэг Изучение аквальных ландшафтов г. Улан–Батора // Перспективы развития технологии переработки углеродородных, растительных и минеральных ресурсов. Иркутск: ИрГТУ, 2011. С. 144–146.

16. Сарапулова Г.И, Мунхуу Алтанцэцэг Оценка экологической безопасности водотока в условиях урбанизации // Всерос. науч. конф. «Экологический риск и экологическая безопасность». Иркутск: Ин–т географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2012. С. 142–144.

17. Сарапулова Г.И, Мунхуу Алтанцэцэг Экологические проблемы трансграничных водотоков // Материалы IV Всерос. конф. «Эколого–географические проблемы регионов России». Самара, 2013. С. 218–222.

18. Сарапулова Г.И., Мунхуу Алтанцэцэг, Соколова Н.М. Трансформация свойств почв в условиях урбанизации // Сб. Межд. науч. конф. «Вопросы образования и науки в XXI веке. Тамбов, 2013. С. 98–99.

19. Мунхуу Алтанцэцэг Биотестирование и фитоиндикация почв г. Улан–Батора // Матер. III межд. науч.–практ. конф. «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире». Санкт–Петербург, 2013. С. 94–98.

20. Алтанцэцэг М., Курепина Н.Ю., Рыбкина И.Д. Картографическая интерпретация гидро- и геохимических характеристик пойменно-террасового комплекса р. Туул в пределах г. Улан-Батор (Монголия) // Экономический коридор «Китай–Монголия–Россия»: географические и экологические факторы и возможности территориального развития. Тез. Межд. геогр. конф. Изд-во: ИГ СО РАН, 2018. С. 5-6.

Подписано в печать 10.03.2022. Формат 60x84/16
Печать цифровая. Усл. печ. л. 1,1
Тираж 80 экз. Заказ № 4711

Отпечатано в типографии ООО «Бизнес-Коннект»
656043 г. Барнаул, пр. Ленина 23
тел. (3852) 35-31-57