

**ГЕОГРАФИЯ ЗА РУБЕЖОМ**

УДК 504.4.062.2

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2019-4(193-201)

**А. МУНХУУ\*, И.Д. РЫБКИНА\*\*, Н.Ю. КУРЕПИНА\*\***\*Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия, bonya0526@yahoo.com\*\*Институт водных и экологических проблем СО РАН,  
656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1, Россия, irina.rybkina@mail.ru, nyukurepina@mail.ru**ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЙМЕННО-ТЕРРАСОВОГО КОМПЛЕКСА  
РЕКИ ТУУЛ В ГРАНИЦАХ УЛАН-БАТОРА (МОНГОЛИЯ)**

*Дана характеристика природных и антропогенных факторов, формирующих геоэкологическую ситуацию в пределах пойменно-террасового комплекса р. Туул в границах Улан-Батора. Среди них выделены геологическое строение и орография (приуроченность к межгорной котловине), специфика климатообразующих (частые температурные инверсии) и гидрологических (преимущественно летнее дождевое питание) характеристик, степень хозяйственной освоенности (высокая нагрузка в центральной части города) и заселенности административных районов и др. По полученным и опубликованным ранее (в 2009–2013 гг.) результатам гидро- и геохимического анализа территории выполнена типизация участков пойменно-террасового комплекса р. Туул по интенсивности антропогенного воздействия. Проведен анализ источников загрязнения, прежде всего крупных промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства — теплоэлектростанций города, пром-, мясо- и биокOMBинатов, птицефабрики, канализационных очистных сооружений и т. д. На основе сравнительного анализа средних концентраций покомпонентного состава речных вод и пойменных почв установлены максимальные превышения предельно и ориентировочно допустимых концентраций загрязняющих веществ. Выделены категории интенсивности антропогенного воздействия от пониженной до очень высокой. Показано, что, несмотря на высокую степень геохимической изученности городской территории Улан-Батора, в пределах пойменно-террасового комплекса р. Туул детальные исследования ранее не проводились. Впервые выполненная оценка геоэкологического состояния участков исследуемой территории позволила установить пути миграции химических веществ, связать их наличие в природных средах с источниками загрязнений. В зависимости от интенсивности антропогенного воздействия для каждого участка пойменно-террасового комплекса предложены природо- и водоохранные мероприятия. Результаты оценки представлены в виде картографического материала.*

*Ключевые слова: речной бассейн, городская территория, источники воздействий, качество речной воды, геохимия почв.*

**A. MUNKHUU\*, I.D. RYBKINA\*\*, N.Yu. KUREPINA\*\***\*Irkutsk National Research Technical University,  
664074, Irkutsk, ul. Lermontova, 83, Russia, bonya0526@yahoo.com\*\*Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
656038, Barnaul, ul. Molodezhnaya, 1, Russia, irina.rybkina@mail.ru, nyukurepina@mail.ru**ASSESSING THE GEOECOLOGICAL STATUS OF THE FLOODPLAIN-TERRACE COMPLEX  
OF THE TUUL RIVER WITHIN ULAANBAATAR (MONGOLIA)**

*The paper gives characteristics of natural and anthropogenic factors responsible for the geoecological situation inside the boundaries of the floodplain-terrace complex of the Tuul river within Ulaanbaatar. Among them, the geological structure and orography (occurrence in the intermontane depression), the specific character of climate-forming (frequent temperature inversions) and hydrological (mainly summer feed by rain water) characteristics, the degree of economic development (high pressure on the central city zone) and population density in administrative districts, etc. have been distinguished. Results obtained from hydro-*

*and geochemical analyses of the territory and published previously (during 2009–2013) were used in the typification of the areas of the floodplain-terrace complex of the Tuul river according to the intensity of anthropogenic impact. An analysis was made of the sources of pollution, primarily of large industrial enterprises and facilities of housing and communal services: combined heat and power plants, industrial, meat-packing and biological plants, the poultry farm, sewage treatment plants, etc. Based on a comparative analysis of average concentrations of the component composition of the river waters and floodplain soils, maximum exceedances of maximum and approximate permissible concentrations of pollutants were determined. Categories of the intensity of anthropogenic impact were identified to vary from decreased to very high. It is shown that, in spite of a high degree of geochemical understanding of the urban territory of Ulaanbaatar, no detailed investigations have been made within the floodplain-terrace complex of the Tuul river. The first-time assessment of the geoeological status of the sites across the study territory determined the migration routes of chemical substances and correlated their occurrence in natural environment with the sources of pollution. According to the intensity of anthropogenic impact, for each site of the floodplain-terrace complex we have suggested environmental and water protection measures. Results of the assessment are presented in the form of cartographic material.*

Keywords: river basin, urban area, sources of impact, river water quality, soil geochemistry.

## ВВЕДЕНИЕ

Река Туул и ее бассейн являются частью международной трансграничной территории, включающей р. Селенгу и оз. Байкал — объект Всемирного природного наследия. Наиболее антропогенно преобразованная часть бассейна располагается в пределах городской черты столицы Монголии — Улан-Батора.

Город территориально тяготеет к речной долине р. Туул, он вытянут вдоль реки и фактически занимает межгорную котловину, в которой протекает основной водоток. Здесь же, вдоль реки, располагаются главные источники загрязнения, которые влияют на геоэкологическую ситуацию и интенсивность хозяйственных воздействий на природную среду. Актуальность проблем загрязнения водотока и дефицита водных ресурсов требует пристального внимания исследователей к изучению гидро- и геохимических характеристик этой территории.

Проведенные ранее геохимические исследования урбанизированного ландшафта Улан-Батора [1] не позволяют в полной мере оценить изменения природных компонентов речной долины р. Туул и ее пойменно-террасового комплекса. Поэтому вопрос определения качества измененной деятельностью человека окружающей среды и оценки интенсивности антропогенного воздействия на эту территорию по-прежнему актуален.

## ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ

Река Туул — наиболее крупный приток р. Орхон, впадающий в р. Селенгу. Длина Туула — 704 км, общая площадь водосборного бассейна — 53,2 тыс. км<sup>2</sup>. Протяженность участка реки в пределах Улан-Батора (от Гачуурта до Сонгино) — около 35 км. По данным литературных источников и полевых наблюдений авторов изучены природные условия и основные факторы, влияющие на формирование геоэкологической ситуации в городе.

Улан-Батор расположен в зоне развития низко- и среднегорного рельефа, в долине р. Туул. Абсолютные высоты территории города колеблются в пределах 1300–1350 м над ур. моря. Окружающие город холмистые возвышенности характеризуются сочетанием крутых асимметричных склонов и плоских округлых вершин. Туул берет свое начало на нагорье Хэнтэй, затем дренирует низкогорья и холмистые равнины северной части Монголии.

На территории Улан-Батора выделяют следующие геоморфологические элементы: надпойменные и пойменную террасы долины р. Туул, включающей устьевые части ее притоков — рек Сэлбэ и Улиастай, холмистые возвышенности Гандан и Наран, южные склоны гор Махууртолгой и Улаанхуаран и северные склоны горы Богд-Хан-Уул [2].

Климат Улан-Батора 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 Улан-Батор относится к умеренной континентальной зоне с продолжительностью солнечного сияния 2862–2816 ч/год, жарким летом и холодной зимой. Повторяемость приземных инверсий температур воздуха холодного периода в среднем составляет 130 дней в году. За летние месяцы выпадает до 80 % годовой нормы осадков (256 мм). Самым сухим месяцем года является январь (2 мм), наибольшее количество осадков выпадает в июле (67 мм).

Бассейн р. Туул имеет довольно развитую гидрографическую сеть. Его притоки — реки Тэрэлж (длина 65 км, площадь водосбора 1232 км<sup>2</sup>), Холын-Хондий (23 км, 280 км<sup>2</sup>), Улиастай (35 км, 317 км<sup>2</sup>), Сэлбэ (35 км, 305 км<sup>2</sup>), а также Гачуурт, Баян-Тургэн и др. [3].

Среднегодовой расход р. Туул (пост отбора проб в Улан-Баторе) составляет 26,6 м<sup>3</sup>/с [4]. При этом максимальные значения расходов могут возрастать до 1580 м<sup>3</sup>/с, как в июле 1966 г., что соответствует среднемноголетним значениям в интервале 300–350 м<sup>3</sup>/с [5]. В минимальные по водности периоды, например в зимнюю межень, речные расходы имеют нулевое значение. По гидрологическому режиму Туул относится к рекам с преимущественно летним дождевым питанием (69 % стока). С ноября по апрель отмечается ледостав, в мае—начале июня уровень воды повышается в связи с весенним половодьем, летом и ранней осенью наблюдаются дождевые паводки.

Долина р. Туул на протяжении всего участка в пределах Улан-Батора однотипна и представлена надпойменными и пойменной террасами, затопляемой паводками редкой повторяемости. Ширина поймы в верхней части бассейна (выше р. Улиастай) около 3 км. Строение поймы достаточно сложное: здесь расположено множество озер старичного происхождения, а также мелких проток. Подверженная влиянию паводковых вод, пойма находится в зоне воздействия деформационных русловых процессов.

Русло р. Туул (ширина долины от 30 до 80 м) почти на всем протяжении рассматриваемого участка тяготеет к левому борту долины. Ложе, сильно разветвленное на рукава и протоки, имеет ширину 10–30 м. Берега реки невысокие — от 0,1 до 1,5 м, подвержены размыву. Скорость течения — 0,5–0,7 м/с в межень и 2,5–3 м/с в период паводка. Коэффициент шероховатости русла — 0,03–0,05.

Почвообразование в пойме 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 чаще расположены на более возвышенных участках. Здесь отличительной чертой морфологии профиля почв является наличие гумусовых затеков, языков и карманов, а также солевой корки на поверхности [6].

Для дерновых почв характерно рыхлое, грубоскелетное и грубогумусное микростроение, слабая агрегированность почвенной массы, отсутствие железистых макро- и микроновообразований, а также новообразованного кальцита. Глинистой плазмы очень мало, и нет признаков ее подвижности. К особенностям почвы относятся низкое содержание гумуса (1,8–2,4 %), слабощелочная реакция и слабая емкость поглощения (20–35 мг-экв/100 г), малая водоудерживающая способность [7, 8].

По ботанико-географическому районированию территория города относится к Евроазиатской степной области, Дауро-Монгольской (Центрально-Азиатской) подобласти, Монгольской степной провинции [9]. Растительный покров представлен лесными и кустарниковыми сообществами, петрофитно-разнотравно-дерновинно-злаковыми, разнотравно-дерновинно-злаковыми и дерновинно-злаковыми степями, злаково-разнотравно-осоковыми лугами, сорными группировками.

В ходе полевых исследований 2009–2013 гг. весной (май) и осенью (сентябрь), в разные по гидрологическому режиму периоды года, отобрано 300 образцов почвы и воды, выполнено 800 определений покомпонентного состава. Пробы воды отбирались в 11 пунктах (створах реки) на расстоянии 3–5 м от берега, с глубины 30 см от поверхностного слоя воды. Пробы почв отбирались в нескольких повторностях с глубины 5–10 см на расстоянии 1–5 м от уреза воды. Масса пробы составляла 0,5–1 кг.

Аналитические определения проводились методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе Perkin Elmer-5000 в Институте технической физики АН Монголии и Центральной санитарной лаборатории Улан-Батора. Контрольные и сравнительные измерения осуществлены в лаборатории геохимии ландшафтов и географии почв Института географии СО РАН, на кафедре обогащения полезных ископаемых и охраны окружающей среды Иркутского национального исследовательского технического университета. Результаты измерений опубликованы в [10–14].

В настоящей работе приводится географическая интерпретация полученных данных гидро- и геохимического анализа, а также картографическая привязка результатов исследований и ранжирование участков пойменно-террасового комплекса р. Туул по интенсивности антропогенного воздействия для разработки мероприятий по их снижению.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Интенсивность антропогенного воздействия имеет прямую и опосредованную связь с численностью проживающего населения, распределением его по территории и видами экономической деятельности горожан. При общей численности населения Улан-Батора свыше 1,3 млн чел. (табл. 1)

Таблица 1

Характеристика административных районов Улан-Батора [18]

Район	Количество подрайонов	Численность населения, чел. На 01.01.2015	Площадь, км <sup>2</sup>	Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>
Баянгол	23	208 898	29,5	7081
Чингэлтэй	19	159 514	89,3	1786
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	3903	140,0	28
В целом по Улан-Батору	152	1 314 486	4704,4	279

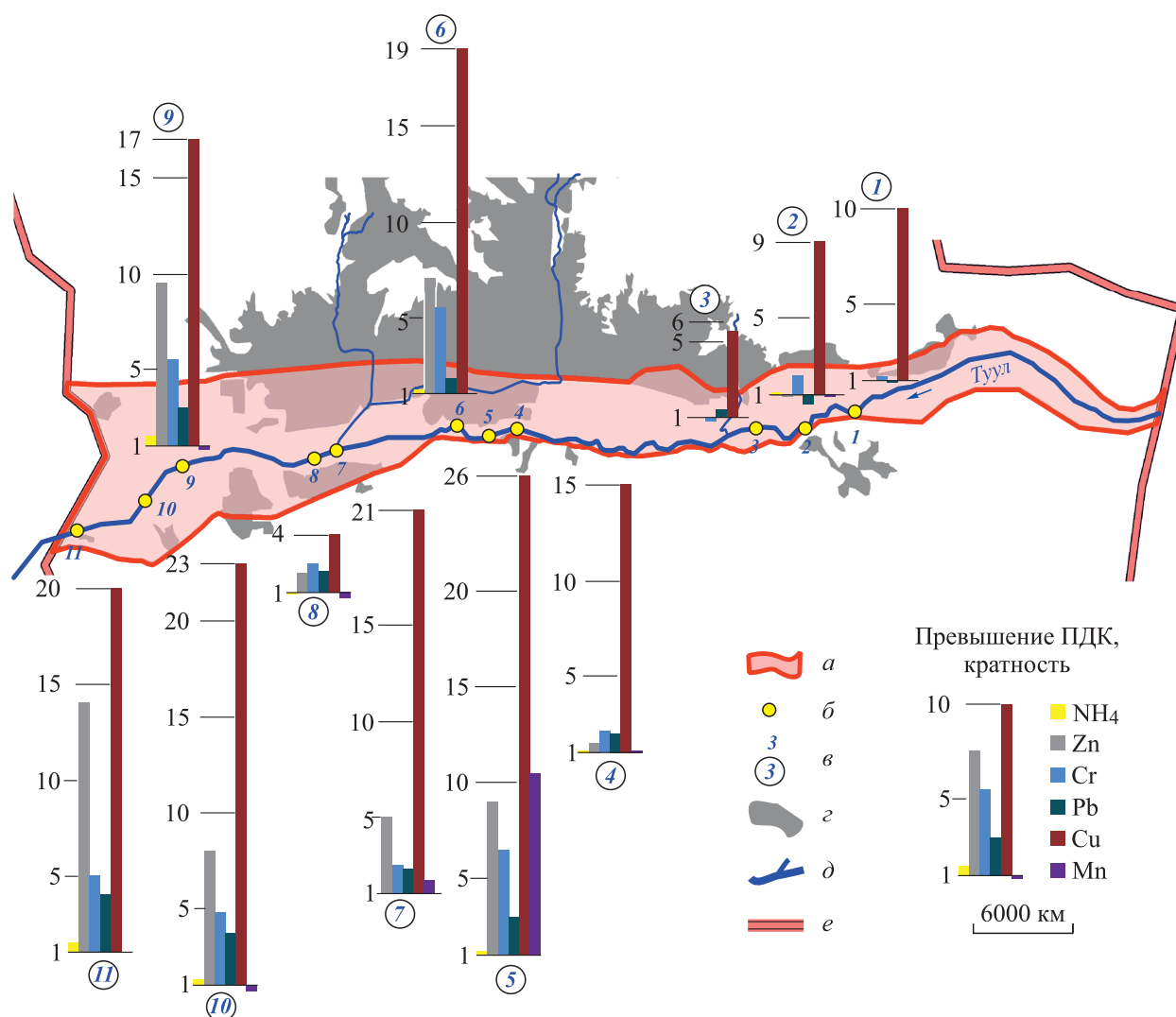


Рис. 1. Превышение ПДК гидрохимических показателей.

Здесь и на рис. 2, 3. Пункты отбора проб: 1 – Гачуурт, 2 – Налайх, 3 – Баянзурх, 4 – Зайсан, 5 – промкомбинат, 6 – Сонголон, 7 – Яармаг, 8 – ТЭЦ-4, 9 – Сонгино, 10 – биокомбинат, 11 – птицефабрика. а – пойменно-террасовый комплекс Улан-Батора; б – пункты отбора проб; в – номер пункта; г – застроенная территория Улан-Батора; д – р. Туул с притоками; е – граница Улан-Батора.

самым крупным по числу жителей является муниципальный район города Баянзурх. Минимальное число жителей — в районе Налайх, недавно присоединенном к городу муниципальном образовании. Распределение районов по плотности населения в порядке убывания следующее: Баянгол — Чингэлтэй — Сухэ-Батор — Хан-Уул — Сонгино — Баянзурх — Налайх — Багахантай.

Основной вид экономической деятельности горожан — промышленное производство. В промышленном отношении лидируют три района города — Сухэ-Батор, Хан-Уул и Сонгино. Следует также указать на ускорение процессов индустриализации и урбанизации в последние годы, с которыми связано строительство в пределах пойменно-террасового комплекса р. Туул. По существующим планам застройки и развития город будет прирастать территорией в западном и южном направлениях [15–17].

В числе основных источников воздействия и загрязнения р. Туул — объекты жилищно-коммунального хозяйства. В Улан-Баторе два подземных водозабора, расположенных в пойме реки выше города, с общим объемом забора воды 160 тыс. м<sup>3</sup>/сут, что составляет 7,5 % среднемноголетних речных расходов и соответствует низкому уровню водного стресса. Для технических нужд водозабор производится в Сонгино. Сброс сточных вод осуществляют центральные канализационно-очистные сооружения в нижней части города объемом 170–190 тыс. м<sup>3</sup>/сут при кратности разбавления речными водами 1:10, что крайне недостаточно с позиции экологических критериев качества речных вод.

Из промышленных предприятий значительное воздействие оказывают ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4, предприятия пищевой и мясной промышленности (мясо-, био- и промкомбинаты), кожевенного производства, птицеводства (птицефабрика). ТЭЦ работают на сернистых углях из Багануура и Шарынгола. По данным Министерства природных ресурсов Монголии, на ТЭЦ-4 ежегодно сжигается 1935 тыс. т угля. При

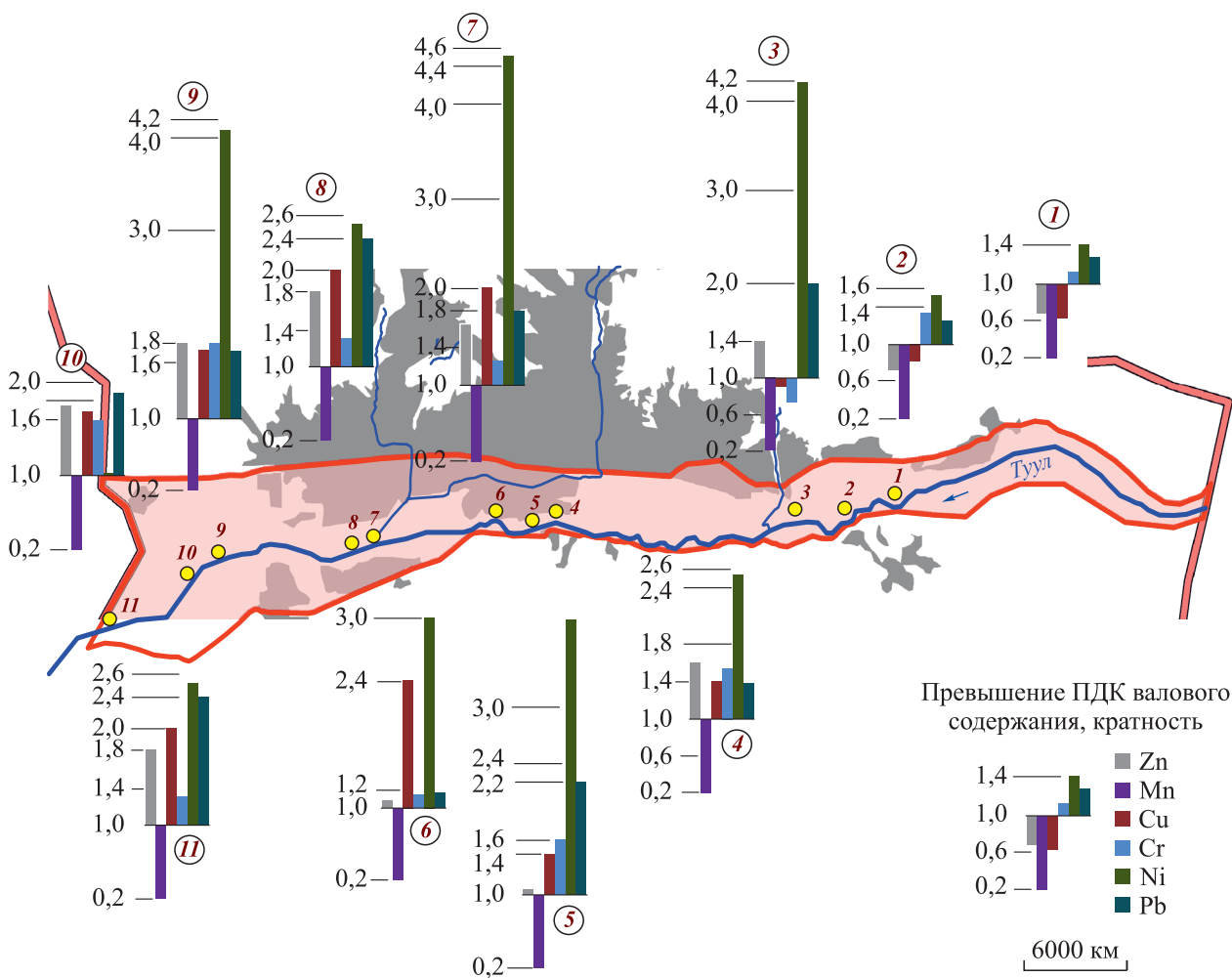


Рис. 2. Превышение ПДК геохимических показателей почв (валового содержания ТМ, кратность).

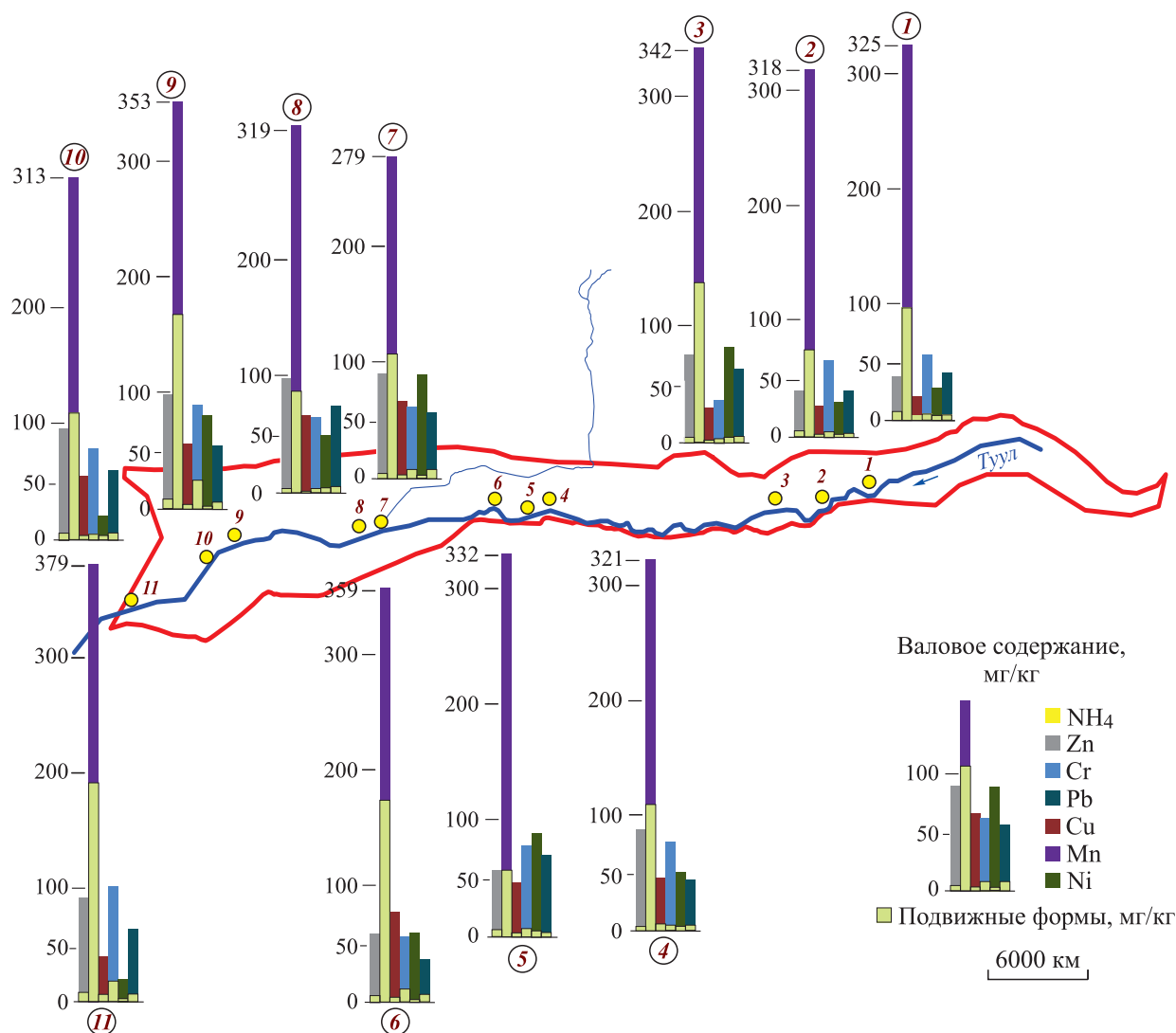


Рис. 3. Превышение ПДК геохимических показателей почв.

этом образуется 22 170 т  $\text{NO}_2$  и 17 416 т  $\text{SO}_2$ . Суммарный выброс взвешенных веществ в атмосферный воздух города от стационарных и передвижных источников загрязнения составляет  $61,44 \text{ г/м}^3$ .

В юрточной части Улан-Батора проживает 620 тыс. чел., однако с 2009 г. происходит переселение жителей за городскую черту. Потребление здесь угля частными отопительными устройствами достигает 235 тыс. т/год. При его сжигании в воздух попадает 6100 т  $\text{CO}_2$ , 31 978 т  $\text{SO}_2$ . В почвах жилых кварталов юрточной части обнаружены тяжелые металлы (свинец, цинк и др.) на отдельных участках суммарной площадью  $4,5 \text{ км}^2$  [19].

За период наблюдений выявлено, что вода в р. Туул имеет величину общей жесткости 1,2–2,7 мг-экв/дм<sup>3</sup> (ПДК 7 мг-экв/дм<sup>3</sup>), уровень минерализации от 115 до 290 мг/дм<sup>3</sup>, с незначительными колебаниями в мае и сентябре. В ионной композиции консервативных ингредиентов выявлены колебания содержания  $\text{Ca}^{2+}$  относительно равномерного распределения значений  $\text{Mg}^{2+}$ . Неконсервативные компоненты  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  обнаружили большой разброс величин. Выявленный неустойчивый характер изменения их концентраций подтверждает техногенное происхождение этой группы веществ в результате поступления с диффузным стоком. Так, для ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  уровень вариации концентраций достигал 75 %.

В качестве репера для оценки уровня изменения химического состава воды относительно естественного природного использовали содержание  $\text{HCO}_3^-$ , поскольку для речных вод это ключевой по-

казатель природных свойств, который определяет гидрокарбонатно-кальциевое равновесие. 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. К тому же смена гидрокарбонатно-кальциевого типа на сульфатно-гидрокарбонатный группы кальция происходит на фоне повышения минерализации.

Кроме макрокомпонентного состава вод, исследовались и микрокомпонентные примеси, прежде всего тяжелые металлы. 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 мкг/л, Co 0,1 мг/л). Отмечена нарастающая тенденция к загрязнению вниз по течению реки по следующим показателям:  $\text{NH}_4$ , Zn, Cr, Pb, Cu (рис. 1). Для  $\text{NH}_4$  максимальные превышения (1,5 ПДК) фиксируются в створах в районе 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 в районе Яармаг (21 ПДК). Для Mn единственное превышение (10,5 ПДК) отмечено в створе промкомбината. ПДК химических элементов в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования приведены по ГН 2.1.5.1315-03.

Для описания общего уровня загрязнения пойменных почв в соответствии с требованиями санитарно-гигиенического контроля (СанПиН 2.1.7.1287-03) использованы валовые содержания Zn, Pb, Cd и As — 1-й класс опасности, а также Ni, Co, Cu, Cr — 2-й класс опасности. Выявлена простран-

Таблица 2

Ранжирование участков пойменно-террасового комплекса р. Туул по интенсивности антропогенного воздействия

Участок	Пункты отбора проб	Наименование	Источники воздействия	Вид воздействия (путь миграции веществ)	Интенсивность воздействия (превышение ПДК, кратность)	Водо- и природоохранные мероприятия
I	1–3	Гачуурт, Налайх, Баянзурх	Автомагистрали, индивидуальные предприятия по производству шерстяных изделий	Аэрогенно-водородный	Пониженная — до 10 ПДК	Разработка экологических паспортов промышленных предприятий города, инвентаризация источников загрязнения
II	4–6	Зайсан, промкомбинат, Сонгсолоон	Плотная застройка поймы, деловой центр города, автомагистрали, промкомбинат, мясокомбинат	Аэрогенно-водородный, литогенный	Очень высокая — до 26 ПДК	Разработка экологических принципов территориального планирования, создание дополнительных площадей по озеленению автомагистралей и жилых кварталов, создание экологического каркаса Улан-Батора, регламентация хозяйственной деятельности в пределах водоохранной зоны р. Туул и ее прибрежно-защитной полосы, разработка правил землепользования на территории пойменных участков реки, строительство ливневой канализации в городе с целью очистки стоков, поступающих с территории города
III	7, 8	Яармаг, ТЭЦ-4	ТЭЦ-3, ТЭЦ-4, частный сектор, юрточная часть, плотная застройка на террасах р. Туул, автомагистрали	Аэрогенно-водородный, литогенный	Высокая — до 21 ПДК	Смена топлива на действующих электростанциях (отказ от сернистых углей), дополнительная система очистки отходящих газов на ТЭЦ, вынос юрточной части города за его пределы
IV	9, 10	Сонгино, биокомбинат	Биокомбинат (ветеринарные препараты), канализационные очистные сооружения, юрточная часть	Гидрогенный, литогенный	Высокая — до 23 ПДК	Реконструкция действующих очистных сооружений и строительство новых мощностей по очистке сточных вод, предотвращение аварийных и залповых выбросов и сбросов от промышленных источников загрязнения
V	11	Птицефабрика	Птицефабрика, автомагистрали	Гидрогенный	Повышенная — до 20 ПДК	Регламентация хозяйственной деятельности в пределах водоохранной зоны реки

ственная неоднородность распределения указанных тяжелых металлов (ТМ) в почвах по валовому содержанию с превышением ОДК (ГН 2.1.7.2511-09), а также и подвижных форм ТМ с превышением ПДК (ГН 2.1.7.2041-06).

Практически по всем изучаемым ингредиентам (кроме Mn) отмечены превышения ОДК в почвах расположенных ниже по течению участков Яармаг, Сонгино, ТЭЦ-4 и др. Так, по Zn максимальные превышения (1,7–1,8 ПДК) отмечены в почвах последних шести створов (рис. 2); по Cu (2–2,4 ПДК) — в районах Сонголон, Яармаг, ТЭЦ-4; по Cr (1,8–2 ПДК) — в Сонгино и районе птицефабрики; по Ni (4,5 ПДК) — в районе промкомбината и на участке Яармаг; по Pb (2,4 ПДК) — в районе ТЭЦ-4.

В валовом содержании тяжелых металлов увеличивается доля их подвижных форм вниз по течению: для Mn пик (187,32 мг/кг) — в районе птицефабрики, Cr (22,73) — Сонгино, Ni (4,68 мг/кг) — в районе промкомбината (рис. 3). Для Zn, Cu, Pb отмечены повышенные значения подвижных форм в районах Гачуурт и Сонголон, что свидетельствует о негативном воздействии на природный комплекс.

Полученные результаты позволяют выделить участки пойменно-террасового комплекса с разной интенсивностью антропогенного воздействия — от пониженной (пункты 1–3) и повышенной (11) до высокой (7–10) и очень высокой (4–6) в центральной части города (табл. 2).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выделены следующие факторы формирования геоэкологической ситуации — особенности геологического и геоморфологического строения территории, орографии, специфика климатических и гидрологических условий, степень хозяйственной освоенности и заселенности муниципальных районов Улан-Батора. Основными источниками загрязнения окружающей среды города являются объекты жилищно-коммунального хозяйства, промышленные предприятия, юрточная часть, автотранспорт.

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

Выполнено ранжирование участков пойменно-террасового комплекса р. Туул по интенсивности антропогенного воздействия в зависимости от кратности превышений ПДК: пониженные (до 10 ПДК), повышенные (до 20 ПДК), высокие (до 25 ПДК) и очень высокие (более 25 ПДК). На участке с очень высокой интенсивностью воздействия отмечается плотная застройка поймы реки; основными источниками загрязнения выступают мясо- и промкомбинаты. Два участка с высокой интенсивностью воздействия характеризуются юрточной застройкой, наличием предприятий энергетики, биокомбината и канализационных очистных сооружений.

Представленное ранжирование участков пойменно-террасового комплекса р. Туул по интенсивности антропогенного воздействия выступает методической основой для определения первоочередных природоохранных мероприятий по улучшению геоэкологической ситуации в Улан-Баторе, в том числе для регламентации хозяйственной деятельности в водоохранной зоне, реконструкции канализационных очистных сооружений, инвентаризации источников загрязнения, строительства ливневой канализации и др.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Сорокина О.И., Гунин П.Д., Бажа С.Н., Энх-Амгалан С. Геохимия ландшафтов Улан-Батора // Изв. РАН. Сер. геогр. — 2013. — № 5. — С. 109–124.
2. **Географический** энциклопедический словарь: географические названия. 2-е изд., доп. / Под ред. А.Ф. Трешникова. — М.: Советская энциклопедия, 1989. — 592 с.
3. Туул голын сав газрын усны нооцийн нэгдсэн менежментийн толовлогоо боловсруулахад зориулсан судалгааны эмхэтгэл. — Улаанбаатар, 2012. — 598 с. (на монгол. языке).
4. Davaa Gombo and Erdenetuya Magsar. Hydrological changes in the upper Tuul River basin // Proc. of the 3<sup>rd</sup> International Workshop on Terrestrial Changes in Mongolia. — Tsukuda, 2004. — P. 16–19.
5. Tuul River // Catalog river. Hydrology section, Institute of Meteorology and Hydrology, Mongolia [Электронный ресурс]. — [http://hywr.kuciv.kyotou.ac.jp/ihp/riverCatalogue/Vol\\_06/Mongolia-1\\_TUUL\\_river.pdf](http://hywr.kuciv.kyotou.ac.jp/ihp/riverCatalogue/Vol_06/Mongolia-1_TUUL_river.pdf) (дата обращения 04.02.2019).
6. Голованов Д.Л., Батхишиг О., Гунин П.Д., Ариунболд Е., Бажа С.Н., Данжалова Е.В., Петухов И.А., Сорокина О.И., Энх-Амгалан С. Субэкральное ощелачивание почв — один из механизмов опустынивания ландшафта



- тов на южной границе сухих степей Центральной Монголии // Geographical Review of Mongolia. — 2011. — № 7. — С. 46–48.
7. **Батхишиг О.** Почвенно-геохимические особенности долины р. Туул: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Улан-Батор, 1999. — 23 с.
  8. **Уржинбадам Н., Гончигсумлаа Ч.** Улаанбаатар хотын байгаль орчны геохимийн судалгааны унэлгээ. — Улаанбаатар, 1999. — 87 с. (на монгол. языке).
  9. **Камелин Р.В.** Монголия на карте ботанико-географического районирования Палеарктики // Turczaninowia. — 2010. — 13 (3). — С. 5–11.
  10. **Гангомор С., Мунхуу А., Сарапулова Г.И.** Влияние техногенеза на устойчивость геосистем в условиях урбанизации // Естественные и технические науки. — 2010. — № 3. — С. 286–287.
  11. **Сарапулова Г.И., Мунхуу А.** Эколого-гидрохимическая оценка водотока на урбанизированной территории г. Улан-Батора // Перспективы развития технологии, экологии и автоматизации химических пищевых и металлургических производств. — Иркутск: Изд-во Ирк. техн. ун-та, 2010. — С. 186–189.
  12. **Сарапулова Г.И., Мунхуу А.** Трансформация геосистем в условиях урбанизации. Ч. 1. Гидрохимические параметры водотока // Вестн. Ирк. техн. ун-та. — 2011. — № 10. — С. 170–176.
  13. **Сарапулова Г.И., Мунхуу А.** Гидрохимическая оценка сопредельной среды «почва–вода» в условиях урбанизации // Междунар. журн. экспериментального образования. — 2012. — № 7. — С. 79–81.
  14. **Сарапулова Г.И., Мунхуу А., Соколова Н.М.** Трансформация свойств почв в условиях урбанизации // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Вопросы образования и науки в XXI веке». — Тамбов, 2013. — С. 98–99.
  15. **The Study on City Master Plan and Urban Development Program of Ulaanbaatar City in Mongolia.** Ulaanbaatar, 2006 [Электронный ресурс]. — [https://www.jica.go.jp/english/our\\_work/social\\_environmental/archive/pro\\_asia/mongolia\\_2.html](https://www.jica.go.jp/english/our_work/social_environmental/archive/pro_asia/mongolia_2.html) (дата обращения 15.11.2018).
  16. **Улаанбаатар хот 2020 ерөнхий төлөвлөгөө:** Байршлын схем. — Улаанбаатар, 2009. — (на монгол. языке).
  17. **Баярсайхан Г.** Генеральное планирование города Улан-Батора и исследования размещения хозяйственных структур и производственных объектов // Горный информ.-аналит. бюлл. (науч.-техн. журн.). — 2009. — № 2. — С. 64–68.
  18. **Нийслэлийн статистикийн газар:** Статистик үзүүлэлт–04. Улаанбаатар хотын суурин хүн ам, дүүргээр, оны эцэст, мянган хүн; Нийслэлийн статистикийн газар. Нийслэлийн хороо–2012 он [Электронный ресурс]. — <http://ubstat.mn/StatTable=20> (дата обращения 10.01.2019).
  19. **Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Сорокина О.И., Власов Д.В.** Оценка загрязнения городских ландшафтов с использованием интегральных показателей // Геохимия ландшафтов и география почв (к 100-летию М.А. Глазовской): Доклады Всерос. науч. конф. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. — С. 174–177.

*Поступила в редакцию 19.11.2018*

*После доработки 13.02.2019*

*Принята к публикации 26.06.2019*