

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Бузмаков С.А. Сеть особо охраняемых природных территорий Пермского края // Географический вестник = Geographical bulletin. 2020. №3(54). С. 135–148. doi 10.17072/2079-7877-2020-3-135-148.

Please cite this article in English as:

Бузмаков С.А. Network of protected natural areas in the Perm region // Geographical bulletin. 2020. №3(54). P. 135–148. doi 10.17072/2079-7877-2020-3-135-148.

УДК 574.24; 547.472; 574.474

DOI: 10.17072/2079-7877-2020-3-148-158

ТЕХНОГЕННЫЙ ГАЛОГЕНЕЗ В ТОРФЯНЫХ БОЛОТНЫХ ВЕРХОВЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Елена Борисовна Двуреченская

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4273-1058>

e-mail: navrodskaya@gmail.com

Русское географическое общество, Москва

Выполнен анализ процессов засоления в связи с загрязнением нефтью и нефтепродуктами гумидных ландшафтов Западной Сибири почвы среднетаежных ландшафтов, исследована специфика техногенного хлоридно-натриевого галогенеза, развивающегося в гидроморфных почвах Западной Сибири. Полученные материалы первично обработаны: определены содержания солей, щелочно-кислотные характеристики, состав почвенного поглощающего комплекса, содержание органического углерода. Выявлены различия в латеральной и радиальной миграции солей в торфяных верховых болотных почвах рямовых и грядово-мочажинных болот.

Ключевые слова: болота Западной Сибири, органогенные гидроморфные почвы, загрязнение сточными водами, нефтепромыслы.

HALOGENESIS IN OLIGOTROPHIC SOILS OF THE MIDDLE TAIGA OF WESTERN SIBERIA

Elena B. Dvurechenskaya

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4273-1058>

e-mail: navrodskaya@gmail.com

Russian Geographical Society, Moscow

The paper provides analysis of salinization processes in the soils of middle taiga due to oil and petroleum products pollution of humid landscapes of Western Siberia. The specific features of man-made chloride-sodium halogenesis which develops in hydromorphic soils of Western Siberia have been investigated. The obtained materials have been initially processed: salt content, alkaline-acid characteristics, soil absorbent complex composition, and organic carbon content have been determined. There have been identified differences in lateral and radial migration of salts in peat bog soils of ryam and ridge-hollow bogs.

Keywords: Western Siberia swamps, organogenic hydromorphic soils, sewage pollution, oil fields.

Введение

Техногенный галогенез – процесс, возникающий в почвах при загрязнении их сырой нефтью и сточными водами, имеет важное значение при оценке экологического состояния почв как в районах нефтепромыслов, так и при транспортировке нефти. Феномен техногенного



галогенеза в Западной Сибири заключается в том, что процесс, характерный для аридных экосистем, протекает в регионе с гумидным климатом и промывным типом водного режима почв. Развитие процесса техногенного галогенеза происходит под воздействием высокоминерализованных техногенных потоков, в составе которых наиболее важны водорастворимые хлориды, а также сульфаты и карбонаты. Минерализация пластовых жидкостей может достигать 124 г/л в Западной Сибири, сточных вод – около 15–20 г/л [7]. При попадании в ландшафты высокоминерализованные растворы приводят к существенному засолению почв и в ряде случаев даже к формированию техногенных солончаков.

При достаточном развитии методик анализа данных чрезвычайно важно увеличивать пул фактических данных в системе доза-время-эффект с максимально точным описанием каждого из параметров. Данная работа основана на многолетних экспедиционных исследованиях автора в Западной Сибири.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования рассматриваются олиготрофные почвы верховых болот междуречья рек Большой Волысьях и Малый Салым. Для изучения техногенного галогенеза в рамках мониторинговых работ на крупном нефтепромысле были исследованы разливы сточных вод в августе 2018г. и в июле 2019г.: проведены полевые исследования (10 почвенных разрезов), аналитическая обработка (63 проб почвы, 240 проб-определений).

В процессе работ составлена почвенная карта исследуемой территории. Среди изученных почв доминирующими являются органогенные гидроморфные и почвы равнин. Органогенные гидроморфные почвы представлены торфяными болотными верховыми и грядово-мочажинными болот. Почвы равнин – торфяными перегнойными элювиально-глеевыми. В настоящей работе обсуждаются разливы сточных вод на торфяные болотные верховые почвы.

Исследования почв проведены по нескольким показателям: содержание легкорастворимых солей, значения pH, содержание органического углерода, состава почвенно-поглощающего комплекса (Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Al^{3+} , Na^+), содержание в водной вытяжке ионов Cl^- и Na^+ , общего содержания нефтепродуктов.

Болотные ландшафты считаются ультрапресными, содержание минеральных веществ здесь минимально (таблица), поэтому особый интерес представляет проявление здесь галогенеза, присущего в естественных условиях южным пустынным и полупустынным ландшафтам.

На участке исследований *болота рямового типа* занимают выпуклые вершины в пределах междуречья и отличаются сосново-кустарничково-сфагновой растительностью. Мезорельеф таких болот отличается выпуклыми буграми высотой от 40 до 70 см и диаметром от 50 до 100 см. [2]. В рямовых болотах формируются торфяные верховые почвы рямовых болот [10]. В летний период для этих почв характерны наличие деятельного торфяного слоя, лишённого гравитационной влаги, и уровень почвенно-грунтовых вод, составляющий в среднем 20–50 см. Данные почвы имеют кислую реакцию среды по всему профилю; низкое содержание солей. В ионно-солевом комплексе преобладают Al, H, Cl. Содержание органического углерода, составляя от 20 до 30%, равномерно увеличивается к низу профиля.

Грядово-мочажинные болота развиваются на однородных по уклону поверхностях. Такие болота отличаются специфическим мезорельефом в виде гряд и мочажин (рис. 1). В их формировании участвуют водотоки (торфяные речки, ручьи), осуществляющие дренаж и обеспечивающие различия в питании растений [2].

Основными источниками поступления легкорастворимых солей на территории Приразломного лицензионного участка являются нефтепроводы, водоводы и кустовые площадки. Рассмотрим различия в геохимической трансформации почв при различных видах воздействия.

Экология и природопользование
Джуреченская Е.Б.

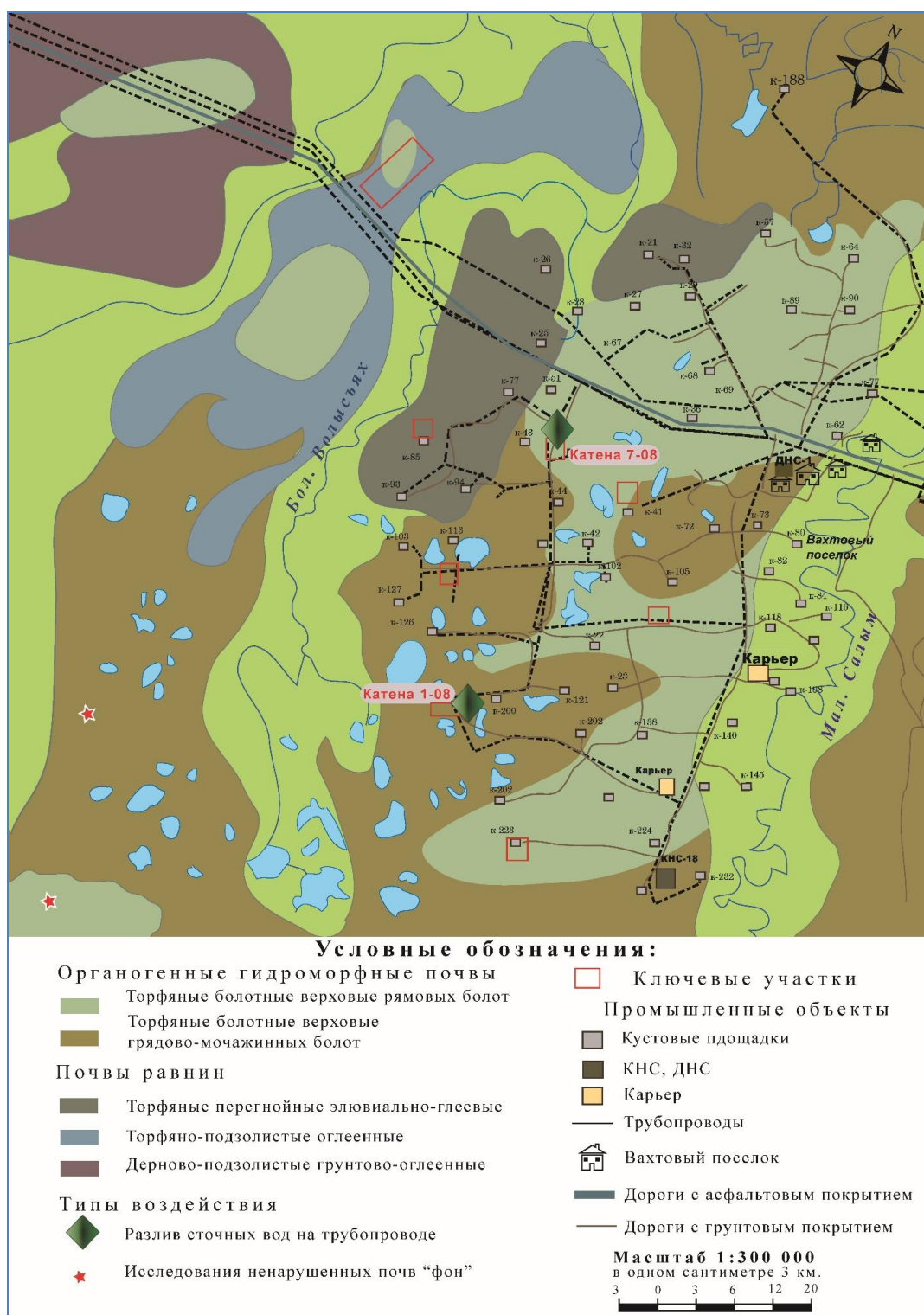


Рис. 1. Почвенная карта района исследований

Fig. 1. Soil map of the research area

На поверхности грядово-мочажинных болот междуречья мочажины занимают 50–60% площади. Ширина мочажин в среднем составляет 50–70 м. Ширина гряд – около 30 м. Гряды возвышаются над мочажинами на 50–70 см. В пределах гряд преобладает мелкобугристый рельеф.

*Экология и природопользование
Двуреченская Е.Б.*

Почвы грядово-мочажинных болот по основным химическим показателям слабо отличаются от почв рямовых болот. Различия выражены, в основном, в степени гидроморфизма. Почвы грядово-мочажинных болот более гидроморфны.

Почвы грядово-мочажинных болот имеют кислую реакцию среды. Показатели pH колеблются от 4,3 до 4,6. Содержание солей незначительно снижается к низу профиля от 0,01 до 0,005%. Содержание органического углерода максимально в верхней части профиля (30%) [10].

Исследования химических показателей на фоновых участках
Studies of chemical indicators in natural landscape areas

Тип экосистемы	Тип почв	Глубина, см	pH	Содержание солей, %
Рямовое болото	Торфяная болотная верховая рямовых болот	0–15	4,52	0,01
Рямовое болото	Торфяная болотная верховая рямовых болот	15–25	4,05	0,007
Грядово-мочажинное болото	Торфяная болотная верховая грядово-мочажинных болот	0–10	4,32	0,345
Грядово-мочажинное болото	Торфяная болотная верховая грядово-мочажинных болот	10–30	4,61	0,315

Результаты и их обсуждение

Легкорастворимые соли на Приразломном месторождении поступают в природную среду, как правило, с потоками сточных вод при авариях на нефтепроводах, водоводах и со стоками от кустовых площадок.

Характер миграции и аккумуляции водорастворимых солей в природных ландшафтах зависит от особенностей протекания процесса техногенного галогенеза. В свою очередь, интенсивность техногенного галогенеза определяется тремя основными факторами: 1) геохимическими особенностями пластовых жидкостей (их минерализации и составом); 2) природными условиями, среди которых важнейшее значение имеет соотношение осадки – испарение – характер дренажа территории; 3) сорбционные свойства и проницаемость почв.

Техногенный галогенез, протекающий в гумидных ультрапресных болотных ландшафтах, наиболее экологически опасен за счёт значительной разницы в содержании солей в природной системе и в поступающем потоке загрязнителя.

В состав высокоминерализованных потоков на территории Приразломного лицензионного участка в пределах исследуемого междуречья входят Na, Ca, Mg, Cl, что подтверждается высокими значениями коэффициентов корреляции между этими элементами (в пределах 0,85–0,98). Пластовые жидкости и стоки Приразломного лицензионного участка характеризуются относительно невысокими концентрациями солей (16–18 г/л) [7], определяющими и более низкий общий уровень солевого давления на почвы. Природные особенности участка исследований, определяющие значительную переувлажненность почв, не способствуют активному накоплению водорастворимых солей. С другой стороны, плохой дренаж на исследуемой территории и, следовательно, недостаточный отток растворов, а также повсеместное распространение болотных торфяных почв, обладающих повышенной солеёмкостью [8], создают благоприятные условия для формирования высококонтрастных солевых техногенных аномалий.

Современные исследования сфокусированы, в большей степени, на разработке новых методик рекультивации районов разливов минерализованных пластовых вод как в аридных условиях, так и в гумидных районах [8; 11; 12]. В настоящее время все чаще обращают внимание на неразрывную связь нефтепромыслового техногенеза и засоления. Например,

Экология и природопользование
Двуреченская Е.Б.

при индикации состояния экосистем в районах нефтепромысла, в работе Бузмакова и др. (2018), как один из маркеров состояния выделяют количество галофильных групп микроорганизмов.

Большинство исследований техногенно-заселенных почв в гумидных районах касаются дерново-подзолистых почв [6; 7; 12; 13]. Лишь некоторые современные работы затрагивают вопросы загрязнения олиготрофных почв [8; 12].

Воздействие аварийных разливов сточных вод на водотоках связано с поступлением сильноминерализованных потоков. В торфяных болотных почвах содержание солей увеличивается до 5–6%. Количество легкорастворимых солей обусловлено объемом сброса сточных вод и особенностями принимающей среды. Емкие торфяные горизонты способствуют устойчивому накоплению солей.

Согласно литературным данным, формы и химизм техногенного засоления имеют высокую вариабельность. Существуют различия в распределении солей между типами торфяных болотных верховых почв.

Важной закономерностью техногенного галогенеза Западной Сибири являются эвтрофикация торфяных олиготрофных почв и их трансформация в болотные мезотрофные и эвтрофные почвы [3; 12]

В почвах грядово-мочажинных болот аккумуляция солей происходит в верхней части почвенного профиля. Максимум на глубине 5 см она достигает 5,6%, вниз по профилю содержание солей падает до 1% (рис. 2). В пространственном распределении наибольшее количество солей приурочено к источнику аварии.

В грядово-мочажинных болотах легкорастворимые соли аккумулируются на грядах. Это связано с большей испаряемостью растворов на грядах за счёт большего альбедо поверхности и более высокого гипсометрического уровня в сравнении с мочажинами. NaCl доминируют в составе солей. Максимальные концентрации приурочены к нижним горизонтам, что обусловлено вмещением натрия и хлора в состав солей органических кислот, не определяемых из-за отсутствия методик.

Н.П. Солнцева (1998) считает, что органогенные почвы наиболее устойчивы к изменению щелочно-кислотных условий. Однако распределение щелочно-кислотных условий характеризуется существенным смещением к щелочному плечу у источника воздействия. Максимальные значения рН в загрязненных сточными водами в торфяных почвах составляет 7,2 в грядово-мочажинных болотах. Наибольшая щелочность приурочена к нижним горизонтам. В грядово-мочажинных болотах максимальная щелочность наблюдается в нижних частях гряд (рис. 3). Это связано с преобладающими горизонтальными движениями болотных вод, транспортирующих загрязнитель от гряды к гряде.

Рямовые верховые болотные почвы в целом суше, чем грядово-мочажинные, межбугровые пространства обводнены слабее, но даже содержащейся здесь влаги достаточно для вымывания солей вниз по профилю. Основная масса солей концентрируется в нижних горизонтах почв в рямовом болоте (рис. 4) благодаря преобладанию вертикальных направлений движения болотных вод. Содержание Cl в горизонте Оч составляет 1,5 мг*экв/100 г, в горизонте Т1 – 5 мг*экв/100 г, а Na 2,5 мг*экв/100 г и 5 мг*экв/100 г соответственно. В почвах рямовых болот распределение щелочно-кислотных условий в целом более равномерно, область максимального подщелачивания приурочена к нижним горизонтам вследствие преобладающих вертикальных миграций болотных вод (рис. 5). Таким образом, подщелачивание среды в болотах не связано с засолением, а зависит от углеводородного загрязнения.

Экология и природопользование
Двуреченская Е.Б.

Поступление сточных вод вызывает слабое увеличение содержания БВ (битуминозных веществ) в почвах болот (до 4 мг/кг). Для распределения БВ в рямовых и грядово-мочажинных болотах характерно расположение максимума в нижних горизонтах (рис. 6, 7). Расположения максимумов содержания БВ совпадает с расположением областей максимальной щелочности (рис.3; 4; 5; 6).

Различия в распределении хлора и натрия связаны с наличием и мощностью органогенных горизонтов и степенью гидроморфизма. В грядово-мочажинных болотах хлор распространяется на большие расстояния от источника воздействия (до 100 м), чем натрий (до 50 м). В рямовых болотах различия в распределении хлора и натрия более сглажены (20 м и 30 м соответственно).

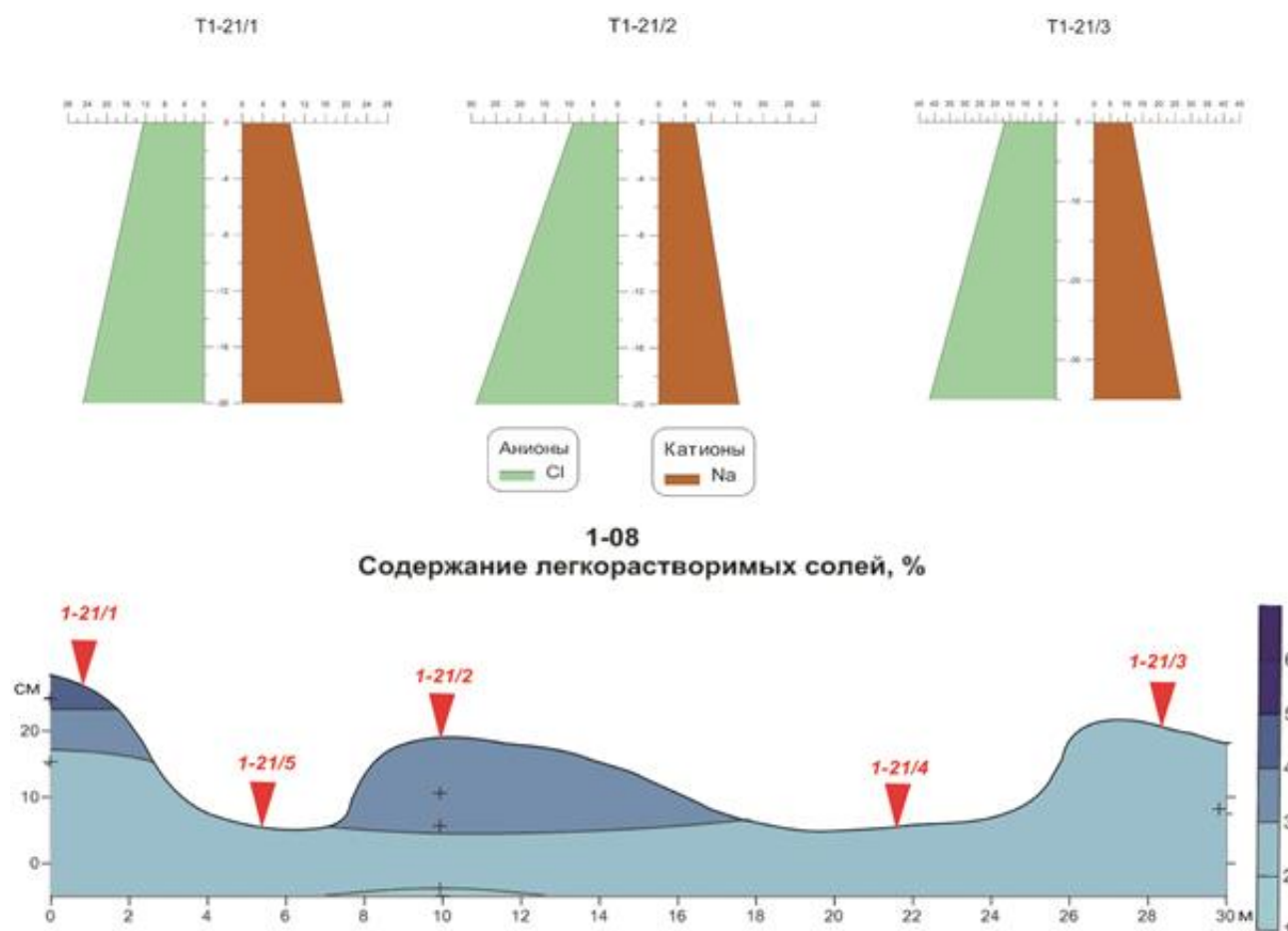


Рис. 2. Изменение содержания легкорастворимых солей в торфяных болотных верховых почвах грядово-мочажинных болот и трансформация ионно-солевого комплекса при аварии на водоводе
Fig. 2. Change in the content of readily soluble salts in raised peat bog soils of ridge-hollow bogs and transformation of the ion-salt complex in the event of a water conduit accident

Слабая расчлененность территории, плохие условия дренажа определяют контрастность почвенного покрова. В пределах территории исследования доминируют торфяные болотные верховые и торфяно-подзолистые почвы. Значительная естественная обводненность природных комплексов, бедность элементного состава материнских пород (среди которых значительное место занимают пески), ультрапресный состав поверхностных и почвенно-грунтовых вод определяют химические свойства почв исследуемого участка.

Экология и природопользование
Дзуреченская Е.Б.

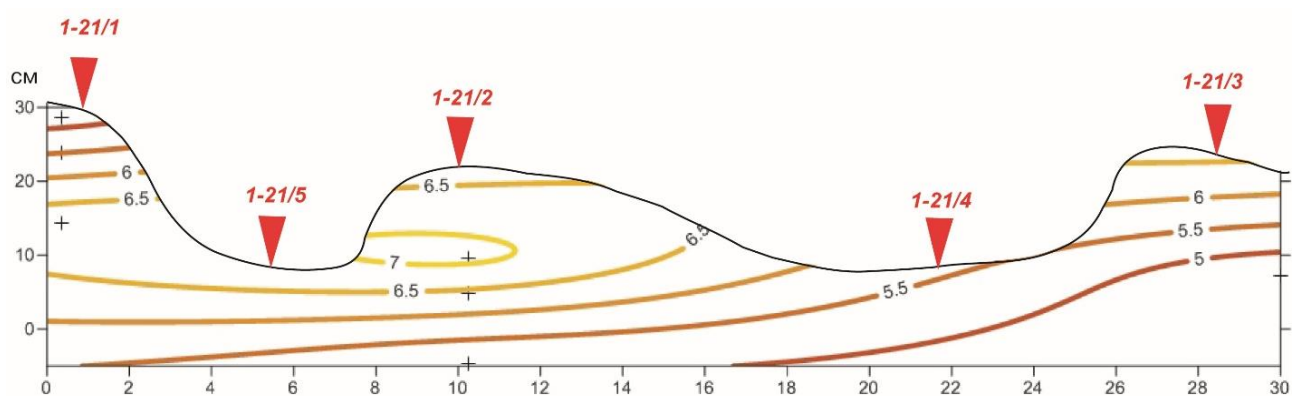


Рис. 3. Изменение значений pH в торфяных болотных верховых почвах грядово-мочажинных болот при аварии на водоводе.

Fig. 3. Changes in pH values in raised peat bog soils of ridge-hollow bogs in the event of a water conduit accident

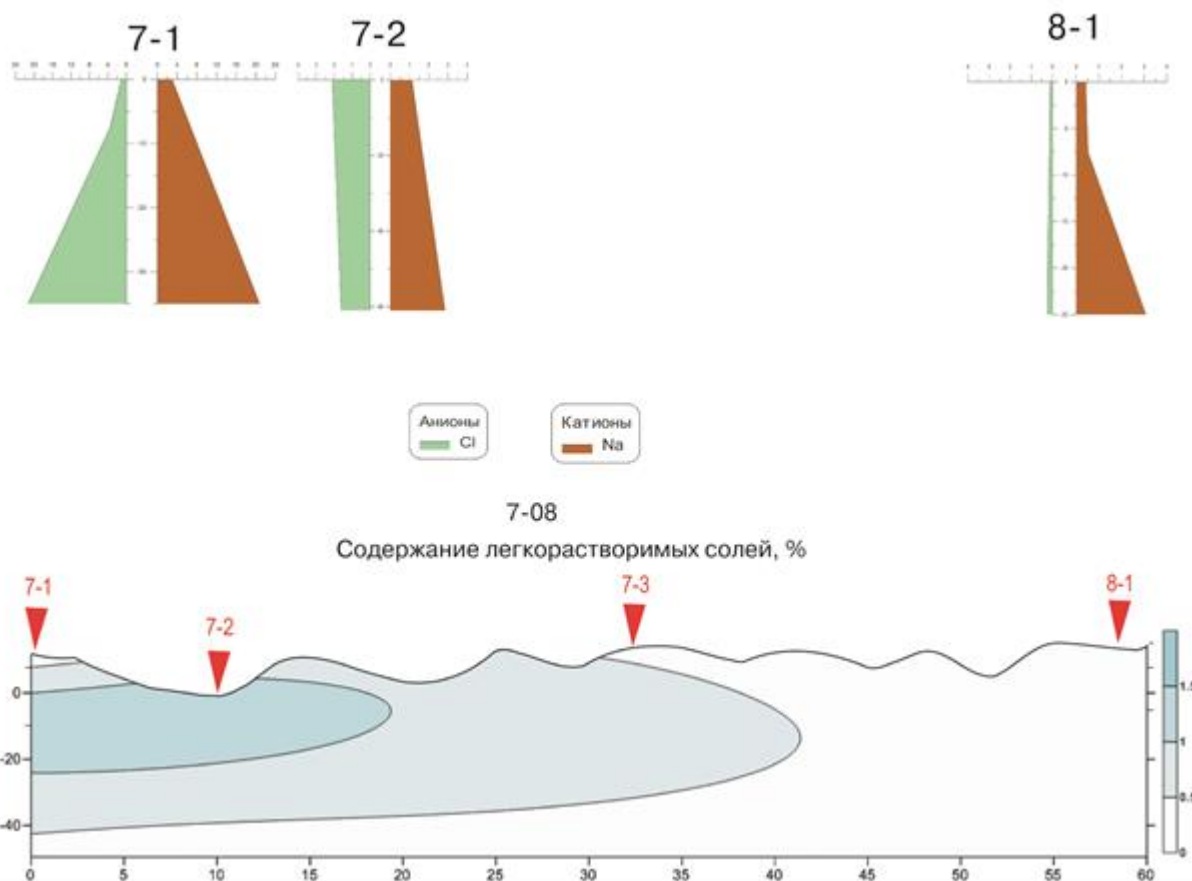


Рис. 4. Изменение содержания легкорастворимых солей и трансформация ионно-солевого комплекса в торфяных болотных верховых почвах рямовых болот при аварии на водоводе

Fig. 4. Change in the content of readily soluble salts and transformation of the ion-salt complex in raised peat bog soils of ryam bogs during a water conduit accident

Экология и природопользование
Двуреченская Е.Б.

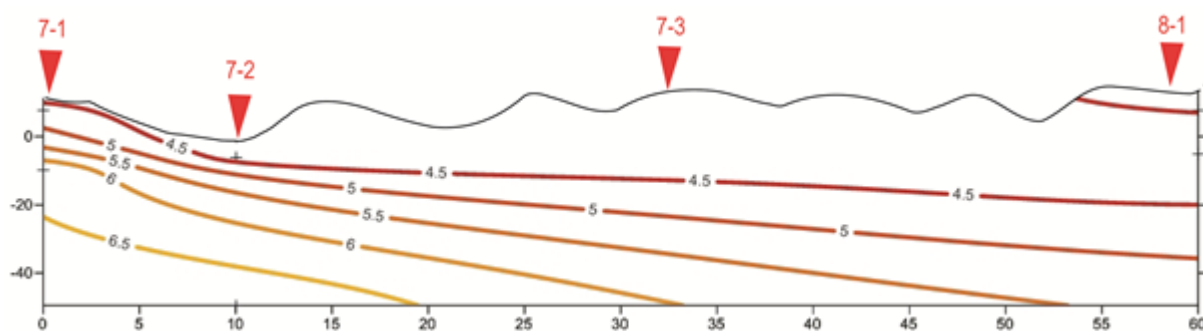


Рис. 5. Изменение значений pH в торфяных болотных верховых почвах рямовых болот при аварии на водоводе
Fig. 5. Changes in pH values in raised peat bog soils of ryam bogs during a water conduit accident

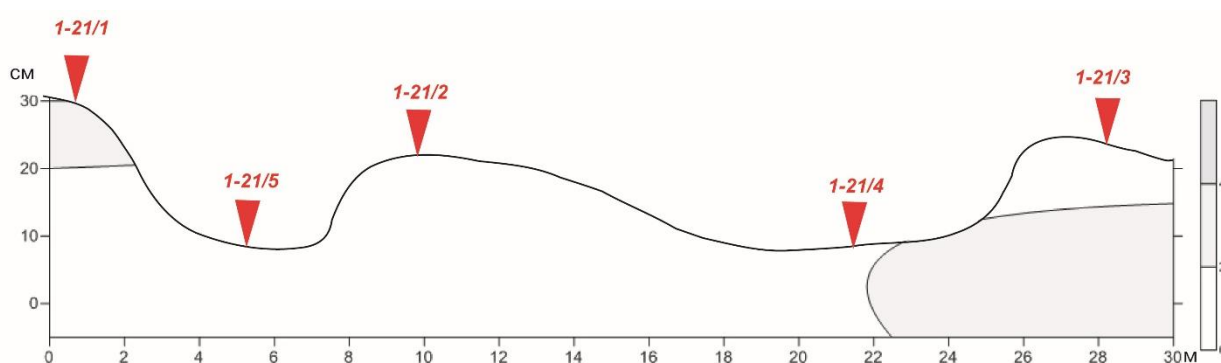


Рис. 6. Латеральное распределение битуминозных веществ в торфяных болотных верховых почвах
грядово-мочажинных болот при аварии на водоводе
Fig. 6. Lateral distribution of bituminous substances in raised peat bog soils of ridge-hollow bogs during
a water conduit accident

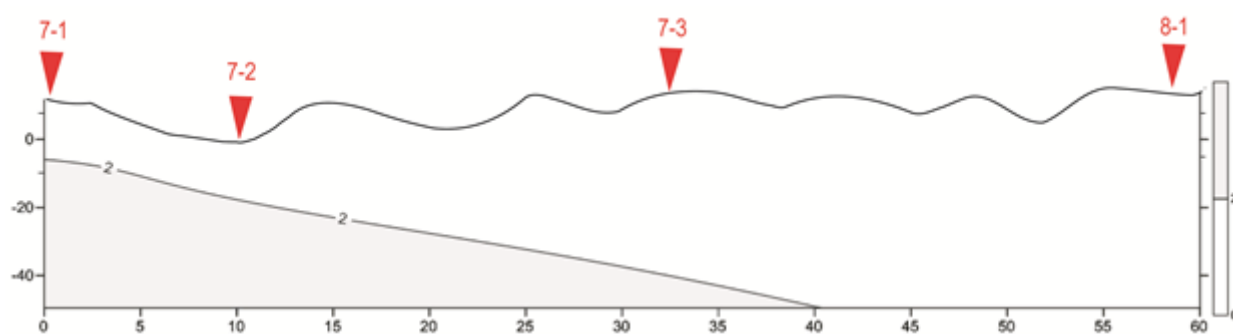


Рис. 7. Латеральное распределение битуминозных веществ в торфяных болотных верховых почвах
рямовых болот при аварии на водоводе
Fig. 7. Lateral distribution of bituminous substances in raised peat bog soils of ryam bogs during a water conduit accident

Выводы

В процессе проведенных исследований выявлены некоторые сходства и различия в характере распределения загрязняющих веществ среди почв средней тайги Западной Сибири.

1. Миграция и аккумуляция легкорастворимых солей в органогенных почвах зависит в большей степени от микрорельефа болот и направления движения болотных вод.

2. Различия в распределении рямовых и грядово-мочажинных болот связаны с направлением движения болотных вод и микрорельефом болот.

3. В грядово-мочажинных болотах загрязнение отличается большим пространственным распределением, чем в рямовых болотах. Гряды являются механическими барьерами на пути

Экология и природопользование
Двуреченская Е.Б.

миграции загрязнителя. В рямовых болотах, питающихся атмосферными осадками, области максимального загрязнения смещаются в нижние горизонты.

4. Подщелачивание среды в болотах не связано с засолением, а зависит от углеводородного загрязнения.

5. Легкорастворимые соли концентрируются в нижних горизонтах во всех исследуемых почвах, так как обладают большей подвижностью.

6. Латеральное распределение легкорастворимых солей в болотных торфяных верховых почвах зависит от степени их гидроморфизма. В более влажных – болотных торфяных верховых почвах грядово-мочажинных болот соли распространяются на большие площади, средняя их концентрация ниже, чем в рямовых, где солевые аккумуляции имеют локальный характер.

7. В составе ионно-солевого комплекса увеличивается доля хлора и натрия на несколько порядков во всех типах исследованных почв.

8. В болотных торфяных верховых почвах ореол распространения иона хлора распространяется на большие расстояния, чем иона натрия (30 м и 35 м соответственно).

Выявленные закономерности в геохимической трансформации почв средней тайги Западной Сибири под воздействием техногенных углеводородов и легкорастворимых солей необходимо учитывать при планировании работ ЛАРН (ликвидации аварийных разливов нефти), поскольку именно учёт различий в характере воздействия на различные типы почв позволит повысить их экономическую выгоду.

Библиографический список

1. Бузмаков С.А., Хотяновская Ю.В., Андреев Д.Н., Егорова Д.О., Назаров А.В. Индикация состояния экосистем в условиях нефтепромыслового техногенеза // Географический вестник = Geographicalbulletin. 2018. №4(47). С. 90–102. doi 10.17072/2079-7877-2018-4-90-102
2. Лисс О.В. Болотные системы Западной Сибири и их природные условия. М.: Недра, 2001. 162–183 с.
3. Ронжина Т.В. Техногенная трансформация дерново-подзолистых почв в районах добычи углеводородного сырья при разливе сточных вод // Естественные и технические науки. 2009. № 6. С. 452–454.
4. Ронжина Т.В., Кречетов П.П. Изменение кислотно-основного состояния почв в результате реализации механизмов геохимической буферности при импактном воздействии минерализованных вод на дерново-подзолистые почвы // Фундаментальные исследования. 2013. № 10(6). С. 1293–1296.
5. Самофалова И.А. Агроэкологическая оценка техногенно-засоленных почв на территории Аптугайского нефтяного месторождения // Антропогенная трансформация природной среды. 2019. №5. С. 51–55.
6. Сванидзе И.Г., Якимов А.С., Казанцева М.Н., Соромотин А.В., Изменение свойств почв речных долин южной тайги Западной Сибири под воздействием минерализованных артезианских вод // Почвоведение. 2014. № 3. С. 364–374. 0.83 / 0.42 п.л.
7. Солнцева Н.П. Общие закономерности трансформации почв в районах добычи нефти (Формы проявления, основные процессы, модели) // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1998. С. 23–42.
8. Соловьева З.Е., Трофимов С.Я., Особенности трансформации почвенно-растительного покрова при загрязнении нефть и минерализованными водами в Среднем Приобье // Вестник Московского университета. Сер. 17 Почвоведение. 2008. №1. С. 3–12.
9. Соромотин А. В., Гашев С. Н., Казанцева М. Н. Солевое загрязнение таежных биоценозов при нефтедобыче в среднем Приобье // Проблемы географии и экологии Западной Сибири. Тюмень, 1996. № 3. С.212–131.
10. Хренов В.Я. Почвы Тюменской области: словарь-справочник. Екатеринбург: УрО РАН, 2002.
11. Breit, G.N., Kharaka, Y.K., and Rice, C.A. Database of the composition of water produced with oil and gas, in Sublette, Kerry, ed., Proceedings of the 7th International Petroleum Environmental Conference, November 7–10, 2000, Albuquerque, N.M.: Tulsa, Oklahoma, The University of Tulsa Division of Continuing Education

Экология и природопользование
Дзуреченская Е.Б.

and the Integrated Petroleum Environmental Consortium (IPEC), 13 p. Available at: <http://ipec.utulsa.edu/Conf/7thIPEC.pdf> NOTE: This paper is a discussion of the origin, culling and editing of a major produced water chemistry database available online at <http://energy.cr.usgs.gov/prov/prodwat/intro.htm>

12. *Modeling study of produced water release scenarios. Draft project study for the development of generic site assessment criteria for salinity below root zone. Report on salt transport model.* American Petroleum Institute. 2005. № 4734. 125 p.

13. Sere G., Ouvrard S., Magnenet V., Pey B., Morel J.L., and Schwartz C. Predictability of the evolution of the soil structure using water flow modeling for a constructed technosols. *Vadose zone Journal*. 2012. № 11(1), doi:10.2136/vzj2012.0009, 14 p.

Refereces

1. Buzmakov S.A., Khotyanovskaya YU.V., Andreyev D.N., Yegorova D.O., Nazarov A.V. (2018), *Indikatsiya sostoyaniya ekosistem v usloviyakh neftepromyslovogo tekhnogeneza* // *Географический вестник* = *Geographicalbulletin.* №4(47). S. 90–102. doi 10.17072/2079-7877-2018-4-90-102

2. Liss O.V. (2001), *Bolotnyye sistemy Zapadnoy Sibiri i ikh prirodnyye usloviya*. М.: «Nedra»,. 162–183 s.

3. Ronzhina T.V. (2009) *Tekhnogennaya transformatsiya dernovo-podzolistykh pochv v rayonakh dobychi uglevodородного syr'ya pri razlive stochnykh vod* // *Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki*. № 6. S. 452–454.

4. Ronzhina T.V., Krechetov P.P. (2013), *Izmeneniye kislotno-osnovnogo sostoyaniya pochv v rezul'tate realizatsii mekhanizmov geokhimicheskoy bufernosti pri impaktnom vozdeystvii mineralizovannykh vod na dernovo-podzolistyye pochvy* // *Fundamental'nyye issledovaniya*. № 10(6). S. 1293–1296.

5. Samofalova I.A. (2019), *Agroekologicheskaya otsenka tekhnogenno-zasolennykh pochv na territorii Aptugayskogo neftyannogo mestorozhdeniya* // *Антропогенная трансформация природной среды*. 2019. №5. S. 51–55. 6.

6. Svanidze I.G., A.S. Yakimov, M.N. Kazantseva, A.V. Soromotin (2014), *Izmeneniye svoystv pochv rechnykh dolin yuzhnoy taygi Zapadnoy Sibiri pod vozdeystviyem mineralizovannykh arteziyanskykh vod* // *Pochvovedeniye*. 2014. № 3. S. 364–374. 0.83/0.42 p.l.

7. Solntseva N.P. (1998), *Obshchiye zakonomernosti transformatsii pochv v rayonakh dobychi nefi (Formy proyavleniya, osnovnyye protsessy, modeli)* // *Vosstanovleniye neftezagryaznennykh pochvennykh ekosistem*. – М.: «Nauka», 1998. – S. 23–42. 8.

8. Solov'yeva Z.Ye., Trofimov S.YA. (2008), *Osobennosti transformatsii pochvenno-rastitel'nogo pokrova pri zagryaznenii nefi i mineralizovannymi vodami v Srednem Priob'ye* // *Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 17 Pochvovedeniye*. №1. S. 3–12. 9.

9. Soromotin A. V., Gashev S. N., Kazantseva M. N. (1996) *Solevoye zagryazneniye tayezhnykh biotsenozov pri neftedobyche v srednem Priob'ye* // *Problemy geografii i ekologii Zapadnoy Sibiri*. Tyumen'. 1996. № 3. S. 212–131. 10.

10. Khrenov V.YA., (2002), *Pochvy Tyumenskoy oblasti: Slovar'-spravochnik*. Yekaterinburg: UrO RAN.

11. Breit, G.N., Kharaka, Y.K., and Rice, C.A., (2000), *Database of the composition of water produced with oil and gas, in Sublette, Kerry, ed., Proceedings of the 7th International Petroleum Environmental Conference, November 7-10, 2000, Albuquerque, N.M.: Tulsa, Oklahoma, The University of Tulsa Division of Continuing Education and the Integrated Petroleum Environmental Consortium (IPEC), 13 p. Available at: <http://ipec.utulsa.edu/Conf/7thIPEC.pdf> NOTE: This paper is a discussion of the origin, culling and editing of a major produced water chemistry database available online at <http://energy.cr.usgs.gov/prov/prodwat/intro.htm>*

12. *Modeling study of produced water release scenarios. Draft project study for the development of generic site assessment criteria for salinity below root zone. Report on salt transport model.* American Petroleum Institute. 2005. № 4734. 125 p.

13. Sere G., Ouvrard S., Magnenet V., Pey B., Morel J.L., and Schwartz C. Predictability of the evolution of the soil structure using water flow modeling for a constructed technosols. *Vadose zone Journal*. 2012. № 11(1), doi:10.2136/vzj2012.0009, 14 p.

Поступила в редакцию: 04.06.2020

Сведения об авторе**Двуреченская Елена Борисовна**

научный сотрудник,
Московское городское отделение Русского
географического общества;
109012, Россия, Москва, Новая площадь, д. 10,
стр. 2,

About the author**Dvurechenskaya B. Elena**

Researcher, Moscow City Branch of the Russian
Geographical Society; 10, build. 2, Novaya
ploshchad, Moscow, 109012, Russia

e-mail: navrodszkaya@gmail.com

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Двуреченская Е.Б. Техногенный галогенез в торфяных болотных верховых почвах средней тайги Западной Сибири // Географический вестник = Geographical bulletin. 2020. №3(54). С. 148–158. doi 10.17072/2079-7877-2020-3-148-158.

Please cite this article in English as:

Dvurechenskaya E.B. Halogenesis in oligotrophic soils of the middle taiga of Western Siberia // Geographical bulletin. 2020. №3(54). P. 148–158. doi: 10.17072/2079-7877-2020-3-148-158.

УДК 911.5+504.54

DOI: 10.17072/2079-7877-2020-3-158-169

АНТРОПОГЕННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В XIX–XXI ВВ.**Андрей Петрович Гусев**ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1169-1172>, Scopus Author ID: 55426639200

e-mail: gusev@gsu.by

*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Гомель, Беларусь***Светлана Владимировна Андрушко**ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8940-6466>

e-mail: sandrushko@list.ru

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Гомель, Беларусь

В связи с относительно высокой степенью антропогенной трансформации ландшафты Белорусского Полесья следует рассматривать как природно-антропогенные, представленные 3 классами: сельскохозяйственные, сельскохозяйственно-лесные и лесные (подкласс лесохозяйственные). Изучение антропогенных преобразований ландшафтов восточной части Белорусского Полесья в XIX–XXI вв. предполагает исследование динамики структуры землепользования, а также оценку антропогенных преобразований и изменений экологической стабильности ландшафтов Белорусского Полесья. Заключительным этапом исследования является определение структуры природно-антропогенных ландшафтов и ее временных изменений. Установлено, что за 150 лет в регионе увеличилась удельная площадь застроенных и нарушенных земель (в 11,5 раза), удельная площадь пахотных земель (в 2 раза), сократилась площадь болот (в 7,4 раза); удельная площадь лесов и лугов осталась на прежнем уровне. В наибольшей степени изменилась структура землепользования в озерно-аллювиальных и озерно-болотных ландшафтах (значительная часть болот преобразована в сельскохозяйственные и лесные земли). Выявлено, что наибольшая антропогенная трансформация характерна для вторично-моренного, моренно-зандрового и холмисто-моренно-эрозионного ландшафтов, что обусловлено их значительной сельскохозяйственной освоенностью (как в середине XIX, так и в начале XXI вв.), а также размещением в их пределах крупных городов юга Беларуси (Гомель, Мозырь, Речица).

