



УДК 551.4 (571.5)

Химический состав естественных и антропогенно нарушенных почв правобережного лесостепного Приангарья (на примере Боханского района Иркутской области)

И. А. Белозерцева^{1,2}, Ю. В. Рыжов¹

¹*Институт географии им В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск*

²*Иркутский государственный университет, Иркутск*

Аннотация. По результатам почвенно-геохимических работ, проведённых в 2008–2011 гг., приведена характеристика химического состава почв правобережного лесостепного Приангарья (на примере Боханского района). Анализ загрязнения почв данной территории в целом показал повышенное содержание химических элементов в почвах, которые относятся к двум классам токсичности: Pb, Cd, Zn (I кл.), Cr, Co (II кл.), содержание которых превышает кларк литосферы в 1,3–2 раза. Концентрация хрома и цинка превышает ПДК в 1,1 и 1,2 раза соответственно. Среднее содержание нефтепродуктов в почвах данного района выше чем в Жигаловском и Усть-Кутском районах в 7 раз, составляя в среднем 0,14 мг/г. Вблизи свалки д. Буреть концентрация нефтепродуктов превышает ПДК в 2,2 раза. Фоновое содержание фенолов для различных типов почв составляет от 0,14 до 0,98 мг/кг. Вблизи населённых пунктов содержание фенолов превышает фон в 2 раза.

Ключевые слова: загрязнение, тяжёлые металлы, нефтепродукты, фенолы, почвы, Приангарье.

Введение

Природные характеристики территории Боханского района Иркутской области весьма типичны для правобережного лесостепного Приангарья. В орографическом отношении район расположен в пределах Лено-Ангарского плато и Иркутско-Черемховской равнины, приуроченных к южной части Средне-Сибирского плоскогорья. Рельеф местности пологохолмистый, абсолютные отметки высот достигают 900 м, глубина расчленения составляет 100–300 м. Сейсмичность территории равна VI баллам.

Различия структурно-геологического строения рассматриваемого участка выражаются в своеобразии гидрогеологических условий. Северо-восточная часть района относится к Лено-Ангарскому плато, сложенному терригенно-карбонатными отложениями верхнего кембрия. Они представлены песчаниками, алевролитами, мергелями с прослоями доломитов, известняков, гипса. Центральная и южная части Боханского района в верхах геологического разреза представлены юрскими осадочными горными поро-

дами. Среди них преобладают песчаники, алевролиты, аргиллиты с прослоями конгломератов и углей. В долинах крупных рек (Ида, Оса, Тараса, Харагун) развиты аллювиальные и аллювиально-делювиальные четвертичные отложения (пески, галечники, илы). Основными водотоками являются Ангара, Ида, Оса. Сток поверхностных и подземных вод направлен преимущественно на запад в сторону долины Ангары. По геокриологическому районированию исследуемая территория входит в провинцию многолетнемёрзлых пород южной части Сибирской платформы, в область редких островов и линз многолетней мерзлоты. По структуре мерзлота редкоостровная, малоледяная, деградирующая, температура мёрзлых толщ близка к 0 °С. По условиям залегания мёрзлые породы относятся к долинному типу.

Климат района отличается резко выраженной континентальностью, многолетняя средняя годовая температура воздуха имеет отрицательное значение (-2,3 °С), а среднегодовые амплитуды температур – до 43 °С.

Согласно эколого-ландшафтно-геохимическому районированию [22] территория относится к Иркутско-Черемховской-Предсаянской южнотаёжной, местами остепнённой и подгорной тёплой и умеренно тёплой, умеренно и недостаточно влажной, повышено продуктивной подобласти Южносибирской подтаёжно-горно-таёжной области. Древесная растительность в основном представлена сосной, берёзой, лиственницей и осиной. Степная растительность приурочена к речным долинам и придолинным крутым южным склонам.

На территории исследования расположены обширные заброшенные пахотные угодья и большое число скотоводческих ферм. Подробно изучены почвы участка, где сконцентрированы 16 буровых скважин газоконденсатного месторождения, разбуривавшиеся в основном в 60-е гг. XX в. Особо детальные исследования выполнены в районе новой буровой скважины № 1 и старых законсервированных скважин, в которых нами отмечено газопоявление (скв. № 3, 9, 11).

Освоение и эксплуатация углеводородных месторождений должны производиться с учётом особенностей природной среды, её состояния, исходного уровня загрязнения и трансформации ландшафтов. Оценка начального состояния территории позволяет своевременно выявить потенциальные источники загрязнения среды и прогнозировать её изменения под влиянием растущих техногенных нагрузок.

Цель настоящего исследования – провести систематизацию и картографирование почв типичной для правобережного лесостепного Приангарья территории Боханского района Иркутской области, а также определить и картографировать фоновое содержание некоторых загрязняющих химических элементов и соединений (макро- и микроэлементов, нефтепродуктов, фенолов) в естественных и антропогенно нарушенных почвах района.

Материалы и методы

Пробы почв на исследованной территории отобраны в 2008–2011 гг. в ходе работ комплексных экспедиций сотрудников Института географии СО РАН с участием студентов Иркутского и Томского госуниверситетов. Отбор

проводили в соответствии с действующими ГОСТами [4; 6; 16] и рекомендациями [21]. При отборе использована система экологических наблюдений за состоянием почвогрунтов, спроектированная на основе ландшафтно-геохимической дифференциации с учётом геохимических барьеров и наиболее вероятных путей поверхностной и грунтовой миграции загрязняющих веществ в соответствии с требованиями ГОСТа [6] и методических рекомендаций для инженеров-экологов и специалистов аналитических служб природоохранных подразделений предприятий нефтегазодобывающей промышленности [2]. Пробы почв отбирались на законсервированных и планируемой к запуску площадках буровых скважин и в их окрестностях (с учётом стока поверхностных вод и розы ветров). На фоновых территориях отбор проб почв осуществлялся по координатной сетке с расстояниями между линиями до 5–10 км в зависимости от их доступности. Всего заложено 164 почвенных разреза и прикопки, из которых для физико-химических анализов отобрано 412 образцов. Систематизация почв проведена на основе морфологических описаний и диагностики в соответствии с принципами «Классификации и диагностики почв России» [18; 19].

Анализ почв (определение содержания химических элементов) проведён в соответствии с общими требованиями ГОСТов [5; 15] в химико-аналитическом центре ИГ СО РАН (Центр коллективного пользования ИНЦ СО РАН).

Величина pH определена в суспензии потенциометрическим методом с использованием комбинированных электродов при соотношении почва : раствор, равном 1 : 2,5 [9], содержание гумуса – методом Тюрина в модификации ЦИНАО [10]. Для определения содержания подвижных соединений натрия использована методика ПНДФ [25]; подвижного магния – метод ЦИНАО [12]; хлорида – метод прямой ионометрии и потенциометрического титрования с использованием ионоселективного электрода [11]; подвижных соединений калия – метод Кирсанова в модификации ЦИНАО [8]; обменного аммония и нитратов – метод ЦИНАО [13; 14]. Валовое содержание металлов установлено с применением метода атомно-эмиссионной спектроскопии на спектрометре ОПТИМА-2000DV (PerkinElmer, США) [26] с учётом требований ГОСТ [5; 7].

Результаты и обсуждение

В результате проведённых исследований составлена почвенная карта района (рис. 1, табл. 1). Почвенный покров территории разнообразен и согласно почвенному районированию [20] относится к округам чернозёмов, дерново-карбонатных (тёмногумусовых), серых лесных и дерново-подзолистых почв равнин в пределах подтайги, лесостепи и островных степей. Чернозёмы и серые почвы занимают средние и высокие террасы рек, а также средние и нижние части южных склонов на суглинистых отложениях под степями и лесостепями. Большая часть чернозёмов и тёмногумусовых почв распаханы и ныне находятся в залежном состоянии. Под луговыми степями сформировались чернозёмы гидрометаморфизованные.

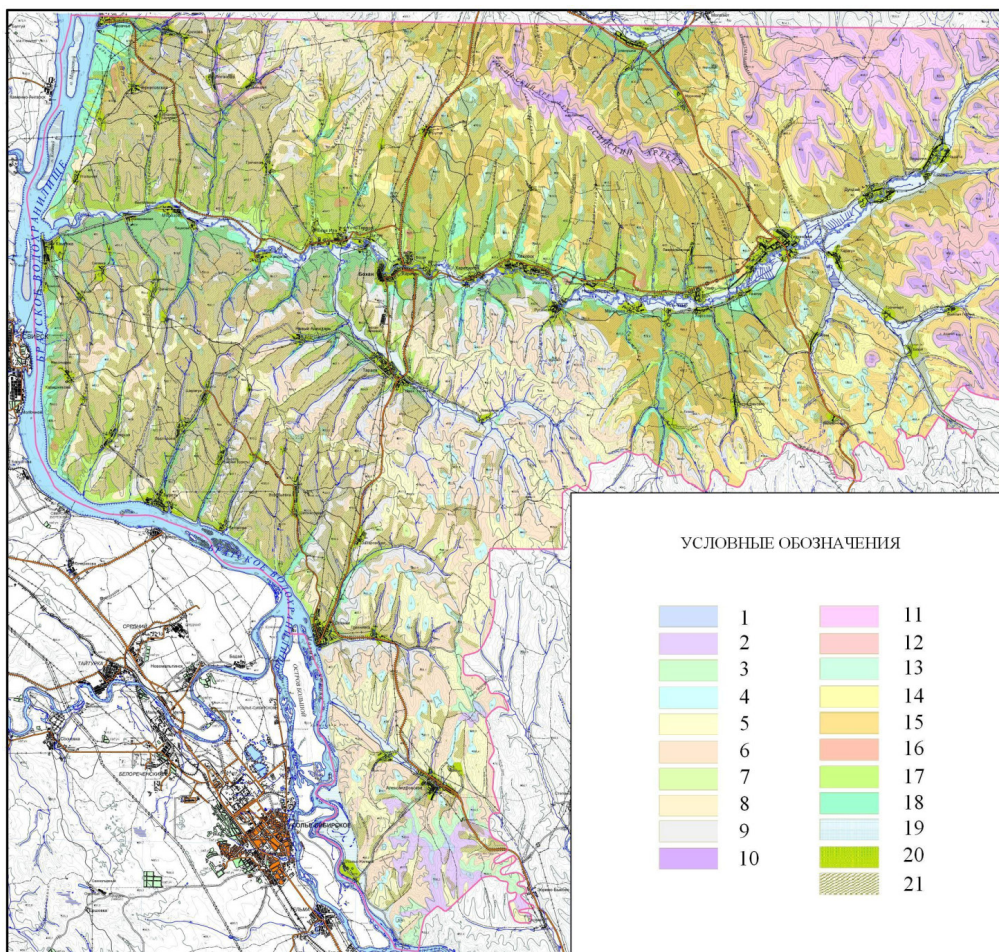


Рис. 1. Карта почв Боханского района Иркутской области

Таблица 1

Легенда к карте «Почвы Боханского района»

| № усл. обозн. | Основные почвы | Сопутствующие (около 15–20 % к площади контура) | Встречающиеся (около 5–10 %) | Подстилающие и коренные породы |
|---------------|----------------------------|---|------------------------------|---|
| 1 | Бурозём оподзоленный | Бурозём грубогумусный | Дерново-подзолистая | Песчаники преимущественно аркозовые с прослоями алевролитов и аргиллитов, линзы конгломератов, угли непроизводственной мощности |
| 2 | Дерново-подзолистая | Серая типичная | Бурозём типичный | |
| 3 | Дерново-подзолисто-глеевая | Подбур иллювиально-гумусовый | Дерново-подбур оподзоленный | |
| 4 | Бурозём типичный | Бурозём оподзоленный | Дерново-подбур оподзоленный | Песчаники, алевролиты, аргиллиты и пласты углей |
| 5 | Серая типичная | Тёмно-серая | Бурозём типичный | |
| 6 | Подбур оподзоленный | Подбур иллювиально-гумусовый | Дерново-подзолистая | |

Окончание табл. 1

| № усл. обозн. | Основные почвы | Сопутствующие (около 15–20 % к площади контура) | Встречающиеся (около 5–10 %) | Подстилающие и коренные породы |
|---------------|---|---|---|--|
| 7 | Бурозём грубогумусный | Бурозём оподзоленный | Подбур иллювиально-гумусовый | Конгломераты, гравелиты, песчаники, брекчии, переотложенная кора выветривания |
| 8 | Тёмно-серая | Серая типичная | Бурозём типичный | |
| 9 | Подбур иллювиально-гумусовый | Подбур оподзоленный | Бурозём оподзоленный | |
| 10 | Подбур иллювиально-железистый | Подбур оподзоленный | Бурозём тёмный остаточно-карбонатный | Красноцветные песчаники, алевролиты, мергели |
| 11 | Серая метаморфическая | Серая типичная | Тёмногумусовая глинисто-иллювирированная | |
| 12 | Дерново-подбур оподзоленный | Дерново-подзолистая | Бурозём грубогумусный | |
| 13 | Перегноино-тёмногумусовая | Перегноино-тёмногумусовая остаточно-карбонатная | Серогумусовая глинисто-иллювирированная | Пестроцветные мергели с прослоями песчаников, алевролиты, доломиты, гипсы, глинисто-гипсовые породы |
| 14 | Чернозём глинисто-иллювиальный | Тёмногумусовая глинисто-иллювирированная | Тёмногумусовая типичная | |
| 15 | Серогумусовая глинисто-иллювирированная | Серогумусовая типичная | Тёмногумусовая глинисто-иллювирированная | |
| 16 | Тёмногумусовая глинисто-иллювирированная | Перегноино-тёмногумусовая (остаточно-карбонатная) | Чернозём глинисто-иллювиальный | Доломиты, известняки водорослевые, кавернозные и брекчированные известняки, ангидрито-доломиты с пропластками чёрных листоватых глинисто-мергелистых известняков и песчаников, гипсы |
| 17 | Чернозём криогенно-мицеллярный | Тёмногумусовая типичная | Тёмногумусовая глинисто-иллювирированная | |
| 18 | Тёмногумусовая типичная | Серая глубококарбонатная | Бурозёмы тёмные остаточно-карбонатные | |
| 19 | Аллювиальная тёмногумусовая (гидрометаморфическая), серогумусовая, слоистая | Аллювиальная перегноино-глеявая, торфяно-глеявая | Аллювиальная серогумусовая глеевая, чернозём гидрометаморфизованный | Галечники, пески, суглинки, илы и другие аллювиально-делювиальные отложения |
| 20 | Агрозём | Урбанозём | Технозём | Коренные и подстилающие породы все вышеуказанные от песчаников до аллювиальных отложений |
| 21 | Агросерая, агробурозём | Агротемногумусовая, агрочернозём | Агроподбур, агроаллювиальная тёмногумусовая и другие агропочвы | |

Серогумусовые и тёмногумусовые глинисто-иллювирированные почвы сформировались на красноцветных карбонатно-силикатных отложениях пологих склонов и невысоких водоразделов под светлохвойными и берёзовыми травяными лесами, которые частично распаханы. На покатых южных склонах преобладают сочетания подбуров и перегнойно-тёмногумусовых почв, а на покатых северных склонах доминируют дерново-подзолистые, подбуры, встречаются тёмногумусовые глинисто-иллювирированные.

Непосредственно на участке, где заложены буровые площадки, сформировались в основном тёмногумусовые почвы (в том числе типичные, глинисто-иллювирированные, оподзоленные) и их антропогенные аналоги на карбонатных суглинистых отложениях пологих склонов с бугристо-западинным микрорельефом. В целом освоенная часть района вблизи населённых пунктов имеет хорошие высоко плодородные почвы. Поселения, как правило, расположены по долинам рек с исходно плодородными землями, кроме того, почвы хорошо удобрены в связи с развитым ранее скотоводческим хозяйством.

В поймах и на нижних террасах рек на фоне аллювиальных серогумусовых, аллювиальных тёмногумусовых и чернозёмов гидрометаморфизованных выделяются аллювиальные перегнойно-глеевые и аллювиальные торфяно-глеевые, что обусловлено разнообразием гидротермических условий. Иногда встречаются погребённые гумусовые горизонты, залегающие на глубинах 20–30 и 30–60 см, что свидетельствует о смене ландшафтной обстановки.

Почвы населённых пунктов и промышленных объектов весьма разнообразны. Это естественные почвы с урбаногенными признаками; урбопочвы – естественные поверхностно-преобразованные; почвы глубокопреобразованные – урбанозёмы, лишённые естественных генетических горизонтов; искусственно созданные из насыпных или намывных грунтов почвоподобные тела – технозёмы. На сельскохозяйственных угодьях встречаются агропочвы (например, агрочернозёмы) и агрозёмы (глубокопреобразованные почвы).

Фоновые концентрации химических элементов для различных типов почв, приведённые в табл. 2, рассчитаны как средние по данным исследований 2008–2011 гг. Содержание большинства проанализированных элементов ниже среднего содержания в земной коре. Уровень содержания в почвах макро- и микроэлементов ниже или в пределах ОДК и ПДК [23; 27–30]. Небольшое превышение ПДК (в 1,1 раз) установлено для содержания цинка в аллювиальных серогумусовых почвах (рис. 2). Сравнение содержания химических элементов в исследуемых почвах проведено со средним содержанием их в почвах земного шара (Кларк) [3; 24].

Рассчитанные коэффициенты концентрации (K_k) элементов по отношению к кларкам литосферы, кислых пород и почв показали, что анализируемые почвы территории исследования имеют по содержанию большинства элементов – кларк концентрации ниже 1. Концентрация Cg и Cd незначительно превышает кларк для литосферы, что может быть объяснено их повышенным содержанием в юрских и кембрийских отложениях.

Таблица 2

Фоновые уровни содержания загрязняющих веществ в почвах Боханского района

| Тип почвы | % | | мг/кг | | | | | | | | | | | Mg ммоль, 100г | Na моль / 100г | Фенолы, мг/кг | Нефте- про- дукты, мг/г |
|--|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | Cl ⁻² | Fe | Mn | Co | Zn | Cu | Ni | Cr | Pb | Cd | N- NH ₄ | N-NO ₃ | K ₂ O | | | | |
| Дерново-подзолистая | <u>0.003–0.004</u> 0,004 | <u>1.5–0.4</u> 1,0 | <u>525–670</u> 598 | <u>5–8</u> 7 | <u>34–38</u> 36 | <u>5–8</u> 7 | <u>15–18</u> 16 | <u>49–57</u> 53 | <u>21–15</u> 18 | <u>0.19–0.12</u> 0,16 | <u>15–20</u> 18 | <u>1–31</u> 16 | <u>115–230</u> 173 | <u>2–5</u> 4 | <u>1.0–1.2</u> 1,1 | <u>0.45–0.34</u> 0,40 | <u>0.10–0.35</u> 0,23 |
| Подбур иллювиально-гумусовый (оподзоленный) | <u>0.002–0.007</u> 0,005 | <u>1.5–1.1</u> 1,3 | <u>497–600</u> 549 | <u>7–11</u> 9 | <u>50–72</u> 61 | <u>6–15</u> 11 | <u>20–45</u> 33 | <u>26–84</u> 55 | <u>12–16</u> 14 | <u>0.15–0.22</u> 0,19 | <u>8–43</u> 26 | <u>1–48</u> 25 | <u>185–600</u> 393 | <u>2–5</u> 4 | <u>1.0–1.2</u> 1,1 | <u>0.24–1.97</u> 1,10 | <u>0.15–0.09</u> 0,12 |
| Подбур иллювиально-железистый | <u>0.005–0.007</u> 0,006 | <u>1.2–1.9</u> 1,6 | <u>307–430</u> 369 | <u>6–9</u> 7 | <u>34–53</u> 44 | <u>5–10</u> 8 | <u>18–33</u> 26 | <u>58–80</u> 69 | <u>8–17</u> 13 | <u>0.16–0.20</u> 0,18 | <u>10–36</u> 23 | <u>10–36</u> 23 | <u>230–400</u> 325 | <u>4–5</u> 5 | <u>1.0–1.2</u> 1,1 | <u>0.31–0.38</u> 0,35 | <u>0.12–0.47</u> 0,30 |
| Бурозём | <u>0.004–0.007</u> 0,006 | <u>1.2–1.4</u> 1,3 | <u>275–335</u> 305 | <u>7–9</u> 8 | <u>56–64</u> 60 | <u>5–11</u> 8 | <u>22–25</u> 24 | <u>49–76</u> 63 | <u>10–12</u> 11 | <u>0.26–0.30</u> 0,28 | <u>12–13</u> 13 | <u>19–20</u> 20 | <u>150–780</u> 465 | <u>3–9</u> 6 | <u>1.0–1.1</u> 1,0 | <u>0.19–0.47</u> 0,33 | <u>0.04–0.02</u> 0,03 |
| Серая | <u>0.004–0.014</u> 0,009 | <u>0.6–2.4</u> 1,5 | <u>287–422</u> 355 | <u>7–9</u> 8 | <u>38–56</u> 47 | <u>7–15</u> 11 | <u>26–38</u> 32 | <u>56–87</u> 72 | <u>10–14</u> 12 | <u>0.15–0.30</u> 0,23 | <u>5–9</u> 7 | <u>2–26</u> 14 | <u>100–280</u> 190 | <u>5–10</u> 7 | <u>1.0–2.1</u> 1,6 | <u>0.25–0.40</u> 0,33 | <u>0.02–0.17</u> 0,10 |
| Чернозём типичный (глинисто-иллювиальный) | <u>0.004–0.014</u> 0,009 | <u>1.1–2.0</u> 1,6 | <u>222–525</u> 374 | <u>7–9</u> 8 | <u>40–69</u> 55 | <u>10–44</u> 27 | <u>18–41</u> 30 | <u>49–77</u> 63 | <u>10–15</u> 13 | <u>0.24–0.35</u> 0,30 | <u>7–29</u> 18 | <u>1–48</u> 25 | <u>170–1500</u> 735 | <u>4–10</u> 7 | <u>1.2–1.4</u> 1,3 | <u>0.29–0.61</u> 0,45 | <u>0.02–0.07</u> 0,05 |
| Тёмногумусовая | <u>0.002–0.011</u> 0,007 | <u>0.5–2.0</u> 1,3 | <u>217–800</u> 509 | <u>6–10</u> 8 | <u>22–65</u> 44 | <u>9–44</u> 27 | <u>25–63</u> 44 | <u>44–88</u> 66 | <u>11–26</u> 19 | <u>0.22–0.70</u> 0,46 | <u>5–23</u> 14 | <u>1–36</u> 19 | <u>115–600</u> 358 | <u>1–12</u> 7 | <u>1.0–3.0</u> 2,0 | <u>0.05–1.29</u> 0,67 | <u>0.02–0.07</u> 0,05 |
| Аллювиальная серогумусовая (слоистая) | <u>0.002–0.005</u> 0,004 | <u>0.6–1.6</u> 1,1 | <u>192–510</u> 351 | <u>6–10</u> 8 | <u>37–104</u> 71 | <u>2–100</u> 55 | <u>16–40</u> 21 | <u>50–88</u> 69 | <u>16–17</u> 17 | <u>0.25–0.58</u> 0,42 | <u>8–20</u> 14 | <u>1–24</u> 13 | <u>90–1400</u> 645 | <u>4–6</u> 5 | <u>1.2–1.3</u> 1,2 | <u>0.17–1.67</u> 0,92 | <u>0.02–0.98</u> 0,50 |
| Аллювиальная тёмногумусовая | <u>0.002–0.004</u> 0,003 | <u>0.6–1.6</u> 1,1 | <u>385–455</u> 420 | <u>6–8</u> 7 | <u>51–54</u> 53 | <u>12–17</u> 15 | <u>23–35</u> 29 | <u>26–88</u> 57 | <u>11–23</u> 17 | <u>0.19–0.43</u> 0,31 | <u>8–38</u> 23 | <u>2–19</u> 11 | <u>100–900</u> 500 | <u>3–6</u> 5 | <u>1.0–1.4</u> 1,2 | <u>0.04–0.98</u> 0,51 | <u>0.02–0.12</u> 0,07 |
| Чернозём гидрометаморфизованный | <u>0.002–0.005</u> 0,004 | <u>0.9–2.5</u> 1,7 | <u>332–547</u> 440 | <u>5–10</u> 8 | <u>33–110</u> 77 | <u>11–16</u> 14 | <u>13–40</u> 27 | <u>45–86</u> 66 | <u>11–16</u> 14 | <u>0.20–0.42</u> 0,32 | <u>11–20</u> 15 | <u>3–14</u> 9 | <u>125–1000</u> 563 | <u>4–20</u> 12 | <u>1.0–3.5</u> 2,3 | <u>0.36–0.59</u> 0,48 | <u>0.02–0.05</u> 0,04 |
| Аллювиальная тёмногумусовая гидрометаморфическая | <u>0.002–0.007</u> 0,005 | <u>0.5–0.8</u> 0,6 | <u>328–525</u> 412 | <u>4–9</u> 5 | <u>45–98</u> 84 | <u>11–18</u> 16 | <u>13–25</u> 19 | <u>28–85</u> 57 | <u>10–25</u> 17 | <u>0.25–0.32</u> 0,28 | <u>11–39</u> 25 | <u>10–41</u> 26 | <u>150–1300</u> 625 | <u>6–10</u> 8 | <u>1.0–2.0</u> 1,0 | <u>0.20–0.31</u> 0,26 | <u>0.25–0.45</u> 0,35 |
| Кларк для литосферы (по [3; 24]) | 0,010 | 4,7 | 1000 | 18,0 | 83 | 47 | 58 | 83 | 16 | 0,2 | – | – | – | – | 2,3 | – | – |
| Кларк для кислых пород (по [3; 24]) | 0,017 | 2,7 | 600 | 7,3 | 70 | 20 | 8 | 25 | 20 | 0,1 | – | – | – | – | 2,2 | – | – |
| Почвенный кларк (по [3]) | – | 3,8 | 850 | – | – | 20 | 40 | 200 | 10 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| ПДК, ОДК для почв [27 и др.] | 0,168 | – | 1500–3000 | 50 | 100 | 60–125 | 85–100 | 75–100 | 20–32 | 2–5 | – | 130 | – | – | – | – | 1,0 |

Примечание: над чертой – диапазон изменений, под чертой – среднее содержание; прочерк – кларк, ПДК и ОДК не установлены.

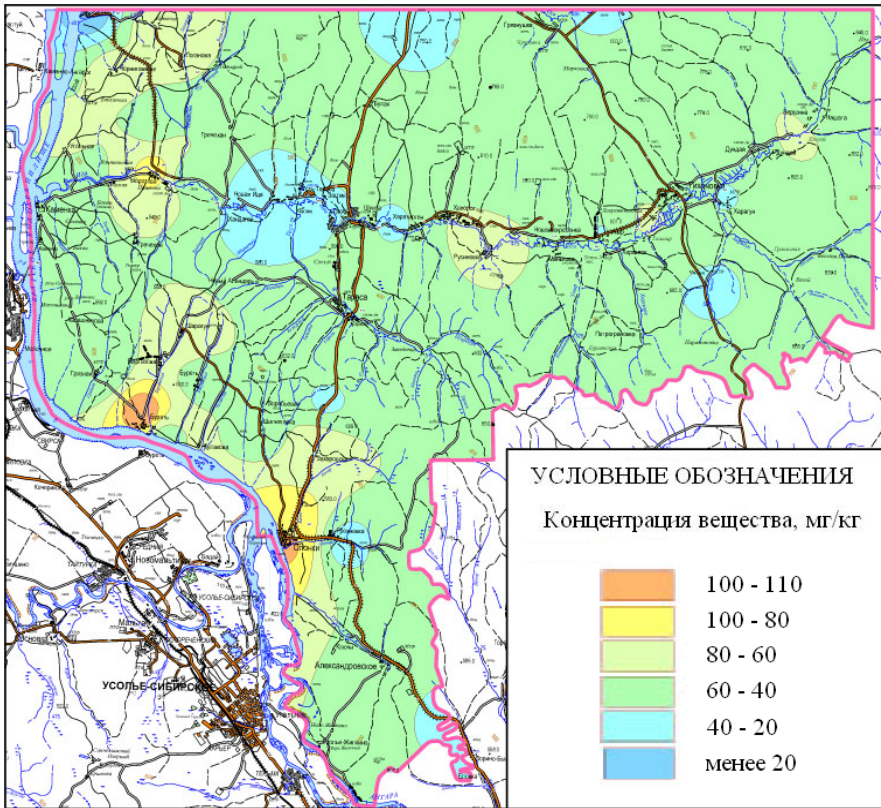


Рис. 2. Содержание цинка в почвах Боханского района

Фоновое содержание нефтепродуктов в почвах для территории Боханского района составляет от 0,02 до 0,98 мг/г (рис. 3). Ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) для нефтепродуктов в почвах составляет 1 мг/г. Для фенолов не предусмотрено разделение на классы опасности. ОДК и ПДК не разработаны. Фоновое содержание фенолов для данной территории для различных типов почв составляет от 0,04 до 1,97 мг/кг (рис. 4).

Почвы имеют в основном щелочную (8,3), слабощелочную, нейтральную, иногда слабокислую (6,1) реакцию в верхних горизонтах, что обусловлено карбонатными подстилающими породами. Они характеризуются суглинистым составом и достаточным содержанием гумуса (3–12 %) в естественных условиях. В пахотных горизонтах некоторых агрозёмов зафиксировано низкое содержание гумуса (< 3 %). В перегнойных горизонтах аллювиальных почв наблюдается его повышенное содержание (> 12 %).

Содержание хлоридов, нитратов, макро- и микроэлементов в почвах на территории буровых площадок находится в пределах кларка, не превышает ПДК и ОДК (рис. 5). Концентрация Cr, Pb, Co и Cd в почвах буровых площадок, вблизи свалок и населённых пунктов превышает кларк для литосферы в 1,3–2 раза.

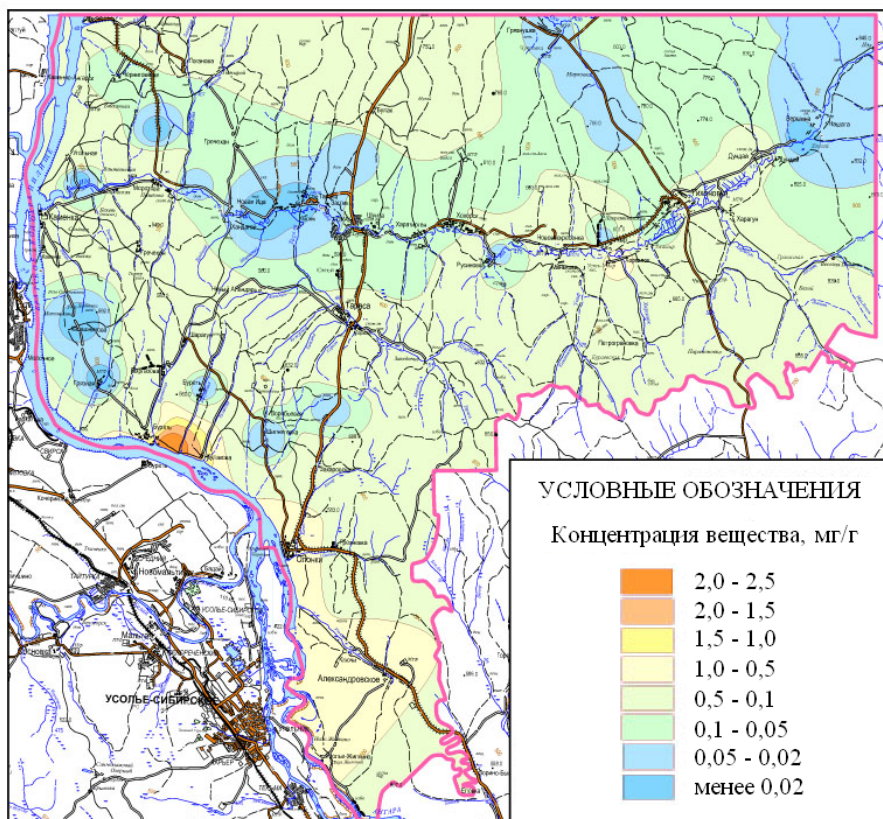


Рис. 3. Содержание нефтепродуктов в почвах Боханского района

Анион NO_3 не поглощается в почве с участием ни химических, ни физико-химических процессов и при достаточной влажности целиком находится в почвенном растворе. Накопление нитратов в почве свидетельствует о её хорошем «санитарном» состоянии: благоприятные для большинства культурных растений, величины pH, концентрации и состав почвенного раствора, степень аэрации, влажность и температура способствуют и процессу нитрификации.

Нитраты характеризуются весьма высокой мобильностью в почве. Сравнительно мало подвижен в почве аммонийный азот, так как ионы аммония вступают в обменные реакции с катионами почвенного поглощающего комплекса. Почвы характеризуются достаточным количеством NH_4 . Содержание нитратов в почвах не превышают ПДК (130 мг/кг) и колеблются в пределах нормы необходимого количества для питания растений. В большинстве почв наблюдается также достаточное для роста растений содержание подвижного калия, составляющее в среднем от 173 до 625 мг/кг. В некоторых образцах почв в отрицательных формах рельефа наблюдаются повышенные содержания нитратов и подвижного калия (более 25 и 600 мг/кг соответственно), что может быть связано с их миграцией с удобренных сельскохозяйственных угодий. Сравнение проведено с агрохимической шкалой почв по содержанию в них основных элементов питания растений [1].

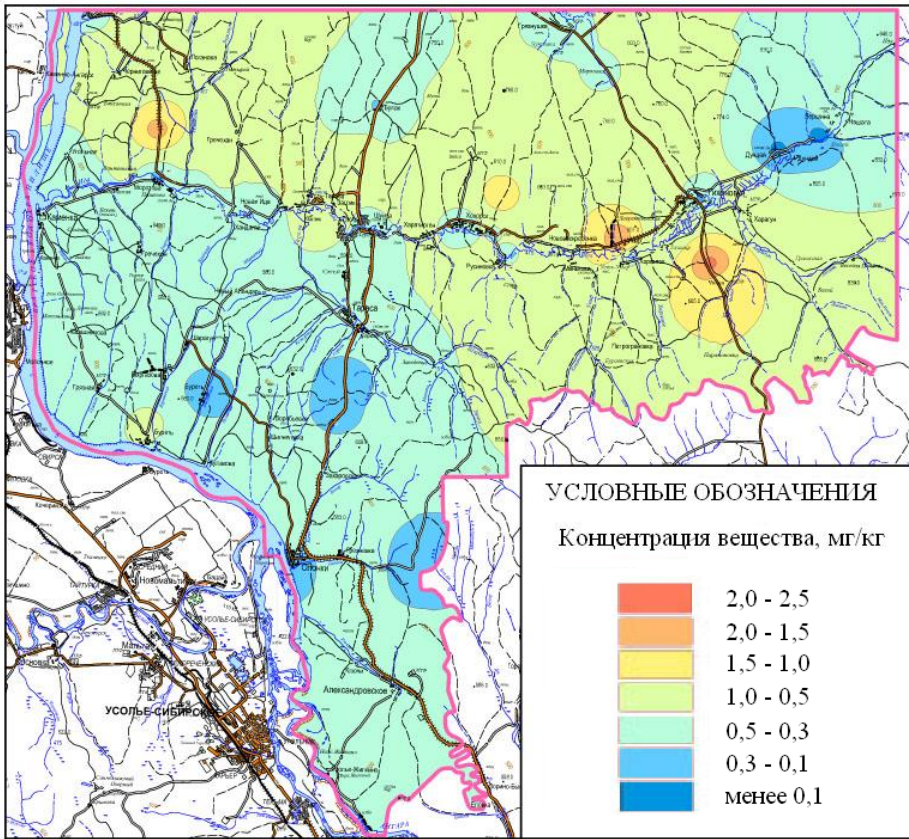


Рис. 4. Содержание фенолов в почвах Боханского района

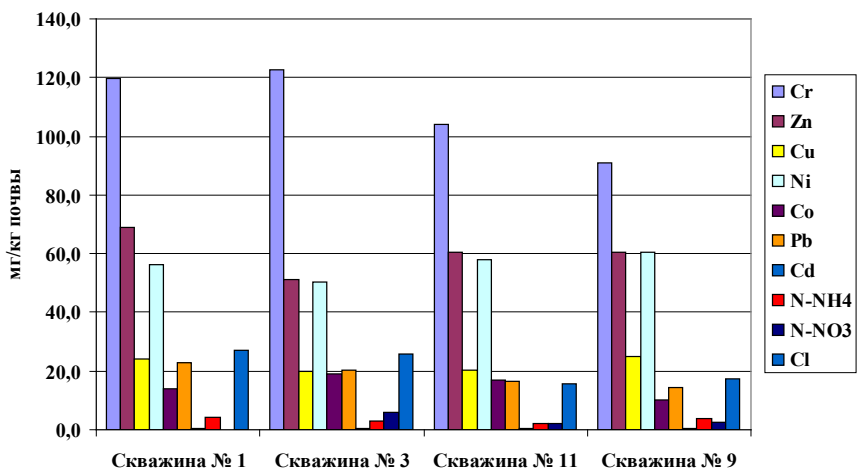


Рис. 5. Содержание загрязняющих веществ в почвах в районе площадок скважин № 1 Бох, № 3 Прф., № 9 Прф., № 11 Прф. в Боханском районе

Нефтепродукты (НП) – один из основных приоритетов при загрязнении почвы. Началом серьёзного экологического ущерба является загрязнение почвы нефтью в концентрациях, превышающих 13 г/кг, когда начинается миграция нефтепродуктов в подпочвенные воды и существенно нарушается экологическое равновесие в почвенном биоценозе. Как следует из данных проведённых анализов, почвенный покров районов площадок скважин не загрязнён нефтепродуктами: их содержание в почвах для территории буровых скважин не превышает фоновые концентрации и ориентировочно допустимую концентрацию (ОДК для нефтепродуктов в почвах составляет 1 000 мг/кг). Фоновое содержание для территории Боханского ГКМ составляет 135 мг/кг. Повышенное содержание нефтепродуктов, превышающее санитарно-гигиенические нормы в 2,2 раза, выявлено в урбанозёмах на свалке близ д. Буреть.

Фенолы являются одними из наиболее распространённых загрязнителей, поступающих в почвы при разработке нефтегазоконденсатных месторождений, со стоками предприятий нефтеперерабатывающей промышленности и другими путями. Для фенолов не предусмотрено разделение на классы опасности. ОДК и ПДК не разработаны. Фоновое содержание для данной территории газоконденсатного месторождения для различных типов почв составляет от 0,04 до 1,5 мг/кг. Повышенные содержания фенолов до 2,11 мг/кг отмечены вдоль автодорог вблизи деревень Укыр, Чилим, Морозово на месте бывших скотоводческих хозяйств (рис. 4).

При вероятном в перспективе увеличении загрязнения поступающие на почву загрязняющие вещества в первую очередь будут накапливаться на её поверхности в дерновом горизонте. Многие химические элементы (Ni, Co, Cu, Pb и др.) будут сорбироваться органическим веществом почв. Значительное количество загрязняющих веществ смогут удерживать содержащиеся в исследуемых почвах в больших количествах глинистые минералы. Процессы миграции химических элементов в почвах наиболее активны в кислой среде. Щелочная, нейтральная и слабокислая реакция исследованных почв в значительной мере будет их подавлять.

Заключение

По результатам наблюдений установлено, что фоновое содержание железа, кобальта, цинка, меди, никеля, свинца, кадмия, азота аммонийного и нитратного в почвах Боханского района находится в пределах кларка и не превышает ПДК и ОДК. Незначительное превышение ПДК в 1,1 раз установлено для содержания цинка в аллювиальных пахотных почвах близ деревень Олонки и Буреть.

Состояние почвенного покрова вокруг площадок буровых скважин Боханского ГКМ оценивается как относительно благополучное. Содержания загрязняющих элементов не превышают установленные гигиенические нормативы, за исключением нефтепродуктов. Повышенное содержание нефтепродуктов, превышающие санитарно-гигиенические нормы в 2,3 раза, выявлено в урбанозёмах на свалке вблизи д. Буреть. Повышенные содержания

фенолов до 2,1 мг/кг (превышающее фоновое в 1,5 раза) отмечено вдоль автодорог поблизости от населённых пунктов. Концентрации Cr, Pb, Co и Cd в почвах населённых пунктов и буровых скважин превышают средние содержания в литосфере, кислых породах и почвах. Высокие содержания хрома и свинца могут быть обусловлены не только антропогенным накоплением, но и высоким содержанием их в почвообразующих породах. Исследуемые почвы обладают достаточно высокой сорбционной способностью, поэтому при длительном загрязнении прогнозируется постепенное накопление элементов в почвенной толще в формах, недоступных для миграции в гидросферу и питания растений.

Список литературы

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий и рекомендации по применению удобрений в МО «Усть-Алтан» Осинского района Иркутской области / М. В. Бутырин [и др.]. – 2009. – 27 с.
2. Булатов А. И. Справочник инженера-эколога нефтедобывающей промышленности по методам анализа загрязнителей окружающей среды / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 1999. – Ч. 2: Почва. – 634 с.
3. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах / А. П. Виноградов. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 236 с.
4. ГОСТ 17.4.3.01-83. (СТ СЭВ 3847-82). Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Госстандарт, 1983. – 4 с.
5. ГОСТ 17.4.3.03-85. Охрана природы. Почва. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. – М.: Госстандарт, 1985. – 2 с.
6. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Госстандарт, 1984. – 8 с.
7. ГОСТ 26204-84. Почвы. Методы анализа. – М.: Госстандарт, 1984. – 55 с.
8. ГОСТ 26207-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – М.: Госстандарт, 1991. – 6 с.
9. ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. – М.: Госстандарт, 1991. – 7 с.
10. ГОСТ 26213-84. Почвы. Методика определения содержания гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО. – М.: Госстандарт, 1984. – 8 с.
11. ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. – М.: Госстандарт, 1985. – 9 с.
12. ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО. – М.: Госстандарт, 1985. – 14 с.
13. ГОСТ 26488-85. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО [Электронный ресурс]. – М.: Госстандарт, 1985. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-26488-85>
14. ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО [Электронный ресурс]. – М.: Госстандарт, 1991. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023496>
15. ГОСТ 29269-91. Почвы. Общие требования к проведению анализов. – М.: Госстандарт, 1991. – 4 с.
16. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб [Электронный ресурс]. – М.: Госстандарт, 1990. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023554>

17. Добровольский В. В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние / В. В. Добровольский. – М. : Мысль, 1983. – 272 с.
18. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
19. Классификация почв России / Л. Л. Шишов [и др.]. – [Электронный ресурс], 2017 // Режим доступа: <http://soils.narod.ru>
20. Кузьмин В. А. Почвенное районирование // Атлас Иркутской области / гл. ред. А. Н. Антипов. – М. ; Иркутск : Ин-т географии СО РАН. Роскартография, 2004. – С. 40.
21. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. – М. : Роскомзем, Минсельхозпром, Минприроды РФ, 1995. – 21 с.
22. Нечаева Е. Г. Эколого-ландшафтно-геохимическое районирование // Атлас Иркутской области / гл. ред. А. Н. Антипов. – М. ; Иркутск : Ин-т географии СО РАН : Роскартография, 2004. – С. 53.
23. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве // Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2042-06. – 2006. – 4 с.
24. Перельман А. И. Геохимия / А. И. Перельман. – М. : Высш. шк., 1979. – 423 с.
25. ПНДФ 14.1:2.4.135-98. Методика выполнения измерений массовой концентрации элементов в пробах питьевой, природных, сточных вод и атмосферных осадков методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой 1998. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/898932747>.
26. ПНДФ 16.1.2.3:3.11-98. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой [Электронный ресурс]. – М. : Гос. ком. РФ по охране окружающей среде, 1998. – URL: <http://lawru.info/dok/1998/06/25/n421537.htm>.
27. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве // Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. – 2006. – 8 с.
28. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почвах. САН ПиН 42-128-4433-87. – М. : Минздрав, 1988.
29. Kloke A. Richtwerte'80. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden / A. Kloke // VDLUFA-Mitteilungen. – 1980. – Н. 1–3. – С. 9–11.
30. Timmermann F. Nutzen und Risiken der landwirtschaftlichen Verwertung von Klarschlamm und Siedlungskomposten / F. Timmermann, W. Scholl // VDLUFA-Schriftreihe, Kongressband. – 1987. – Н. 23. – С. 1–24.

Chemical Composition of Native and Anthropogenically Disturbed Soils in the Right-Bank Forest-Steppe Preangaria

I. A. Belozertseva^{1,2}, Y. V. Ryzhov¹

¹*V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk*

²*Irkutsk State University, Irkutsk*

Abstract. Based on investigations of 2008–2011 the chemical characteristics of the soils in the right-bank forest-steppe Preangaria (on the example of Bokhansky district of Irkutsk Region) are given. The general analysis of soil pollution has shown the increased

content of Pb, Cd, Zn (1st class of toxicity) and Cr, Co (2nd class of toxicity) on the territory, which exceed the clark contents 1.3–2 times. Chrome and zinc concentrations exceed the maximum allowable concentrations 1.1 and 1.2 times respectively. The average concentration of petroleum products in soils of Bokhansky Distict is 0,14 mg/g and is higher than in neighboring Zhigalovsky, Ust-Kutsky districts in 7 times. Near the landfill of Buret' Village the petroleum products concentration exceeds the MAC 2.2 times. The background level of phenols varies from 0.14 to 0.98 mg/kg for different soil types. Phenolic concentrations near to settlements is twice as many as a background.

Keywords: contamination, heavy metals, petroleum products, phenols, soils, Preangaria.

Белозерцева Ирина Александровна
кандидат географических наук, доцент,
заведующая лабораторией
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1
тел.: (3952) 42–70–89
e-mail: belozia@mail.ru

Belozertseva Irina Aleksandrovna
Candidate of Sciences (Geography),
Associate Professor, Head of Laboratory
V. B. Sochava Institute of Geography
SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 42–70–89
e-mail: belozia@mail.ru

Рыжов Юрий Викторович
доктор географических наук,
главный научный сотрудник
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1
тел.: (3952) 42–70–85
e-mail: ryzhovyurij@yandex.ru

Ryzhov Yuriy Viktorovich
Doctor of Sciences (Geography),
Chief Research Scientist
V. B. Sochava Institute of Geography
SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033
tel.: (3952) 42–70–85
e-mail: ryzhovyurij@yandex.ru