

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ ИМ. А.А.ТРОФИМУКА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

(ИНГГ СО РАН)

ОТЧЁТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**«ВЫЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ИСТОКОВ РЕК ЯРСКАЯ, БОРОВАЯ, МАЛАЯ ИЗДРЕВАЯ, ГНУТИХА (УЧАСТОК
№ 54:19:133701:1934)»**

Отчет по контракту № 421-03

От Исполнителя
Директор ИНГГ СО РАН
доктор технических наук



И.Н. Ельцов

Ответственные исполнители:

Заведующий лабораторией гидрогеологии
осадочных бассейнов Сибири
канд. геол.-минерал. наук, ИНГГ СО РАН

Научный сотрудник лаборатории
электромагнитных полей ИНГГ СО РАН

Д.А. Новиков

А.Н. Фаре

Новосибирск 2021

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Ответственный соисполнитель,
зав. лаб.,
канд. геол.-минерал. Наук

Д.А. Новиков
(Аннотация, разделы 1-4)

Ответственный соисполнитель,
научн. сотр.

А.Н. Фаге
(Разделы 2, 4)

Исполнители:
научн. сотр.,
канд. геол.-минерал. наук,

А.Ф. Сухорукова
(Разделы 1, 2, 4)

Науч. сотр.

Ф.Ф. Дульцев
(Разделы 2, 3)

Науч. сотр.

А.В. Черных
(Разделы 2, 3)

Ведущий инженер

И.В. Ватолина
(Раздел 2)

Инженер

А.А. Максимова
(Разделы 1-4)

Инженер

А.С. Деркачев
(Разделы 1-2)

АННОТАЦИЯ

НОВИКОВ Д.А. «Выявление особенностей гидрогеологических условий истоков рек Ярская, Боровая, Малая Издревая, Гнутиха (участок №54:19:133701:1934)». Отчет по контракту № 421-03 в 1 кн.: 33 стр., 10 рис., 2 табл., 30 источн. ИНГГ СО РАН: 630090, г. Новосибирск, пр. академика Коптюга 3. Лист N44-ХП. 12 апреля 2021 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ГИДРОГЕОХИМИЯ, КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ВОДОРАЗДЕЛ, ОХРАНА ПРИРОДНЫХ ВОД, ВОДОЗАБОРНАЯ СКВАЖИНА, НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛАСТЬ.

Рассмотрены особенности гидрогеологического строения участка с кадастровым номером 54:19:133701:1934. Проведены полевые работы по отбору проб подземных вод и скважин, выполнены измерения быстроизменяющихся параметров при отборе проб. Изучен химический состав подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта девонских отложений. Выполнена экспертная оценка и даны рекомендации по охране подземных и поверхностных вод от загрязнения.

Приложение № 1
к договору №
от 15.03.2021 г.

СОГЛАСОВАНО:
Директор ИНГГ СО РАН



2021 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Савотин О.А.

«15» 03 2021 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение работ

по теме: «Выявление особенностей гидрогеологических условий истоков рек Ярская, Боровая, Малая Издревая, Гнутиха (участок № 54:19:133701:1934)»

Заказчик: Савотин Олег Александрович

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН)

Задачи работ и ожидаемые результаты

- 1) Основная задача работ - анализ особенностей геолого-гидрогеологических условий истоков рек Ярская, Боровая, Малая Издревая, Гнутиха (притоков реки Иня) в пределах земельного участка с кадастровым номером 54:19:133701:1934 (далее — Участка) и его окрестностях.
- 2) В рамках договора предусматривается анализ фондовых (архивных) и иных материалов (в т.ч. материалов изысканий) по геолого-гидрогеологическим условиям территории Участка (с к.н. 54:19:133701:1934) и его ближайших окрестностей (населенные пункты, дачные и садовые общества в радиусе 6 км от Участка).
- 3) Для успешного выполнения этих работ необходимо:
 - a) Выявить закономерности геолого-гидрогеологического строения изучаемого Участка;
 - b) Дать экспертную оценку: направлений и скоростей фильтрации подземных вод; параметров мощности и распространения водоносных пластов/горизонтов; взаимосвязи с водозаборами и реками и т.п.;
 - c) Изучить особенности геохимии и качества природных вод;
 - d) Дать рекомендации по охране подземных и поверхностных вод от загрязнения.
- 4) *Форма представления результатов, отчетность:* по окончании проведения работ Исполнитель представляет Заказчику Отчёт по выполненным работам. Отчёт должен содержать:
 - a) Результаты проведенных исследований (по п. 3), представленные в текстовом, графическом и табличном виде.
 - b) Выводы (заключение) по результатам исследований.
 - c) Отчёт должен быть представлен на бумажных и электронных носителях. Материалы должны быть оформлены в редакторах MsWord не ниже версии Office-2000.

От исполнителя:

Н.с. лаб. 664

А.Н. Фаре

От заказчика:

О.А. Савотин

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	Ошибка! Закладка не определена.
1. Общие сведения о районе проведения работ	6
1.1. Административное и географическое положение.....	6
1.2. Краткий физико-географический очерк	7
2. Особенности гидрогеологического строения.....	9
2.1. Геологическое строение района работ.....	9
2.2. Геоморфология.....	9
2.3. Гидрогеологические условия района работ	11
3. Геохимия и качество подземных вод	16
4. Рекомендации по охране подземных и поверхностных вод от загрязнения.....	24
4.1. Оценка защищённости водоносных горизонтов от загрязнения	24
4.1.1. Анализ имеющейся гидрогеологической информации и данных материалов дистанционного зондирования Земли	24
4.1.2. Геофизические исследования	26
4.1.3. Заключение о современном состоянии и потенциальных источниках загрязнения природных вод (подземных и поверхностных).....	30
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	33

1. Общие сведения о районе проведения работ

Изучением гидрогелогических условий района исследования, оценкой степени загрязнения и условий защищенности подземных вод, запасов занималось несколько организаций. В 1956 году подземные воды из скважин, находящихся на станции Восточная, изучал Всесоюзный Государственный Проектный институт «Теплоэлектропроект» под руководством геолога Кобозева Н.И. (1956). В 1957 на станции Гусиный брод исследованием подземных вод занималась Буровая партия Гринько А.Н. (1957). С 1964 по 1969 года на станции Издrevая проводилось изучение вод Сибирски филиалом ВИМ и СССР МИНТРАНССТРОЙ (Прибыльнов и др., 1964, 1966; Ковалев и др., 1969). На станции Жеребцово проводились исследования подземных вод СССР Минтрансстрой трест «Центротранстехмонтаж» (Галактионов и др., 1974). Государственный институт ГИПРОТРАНСПУТЬ занимался изучением подземных вод в деревне Новолуговое (Ковалев и др., 1982). В 2013 году ПТО ЗАО «БИОН» проводили исследования подземных вод на территории станций Комаровка (Бердников и др., 2013)

1.1. Административное и географическое положение

В административном отношении исследуемый участок расположен в восточной части Новосибирского района Новосибирской области, который граничит с Мошковским и Тогучинским, районами Новосибирской области. Территория района – 222,3 тыс. га, в том числе сельхозугодья – 124,9 тыс. га (56,2% всей площади). Численность населения Новосибирского муниципального района составляет 137987 чел., в г. Новосибирск проживает 1511000 чел. Ближайший населенный пункт – деревня Мостовая, расположен в 1,6 км к юго-западу от рассматриваемого участка, а ближайшая граница города Новосибирска находится в 15 км к западу.

Новосибирск – крупнейший транспортный узел Западной Сибири, расположенный на пересечении транспортных магистралей. В городе 4 железнодорожных вокзала, из них вокзал «Новосибирск-Главный» – крупнейший за Уралом, самая большая в России сортировочная станция «Инская», активно ведется работа по модернизации контейнерного терминала на станции Клещиха. Город связан авиационными линиями с более чем 100 городами России и мира. В черте города расположен аэропорт регионального значения Новосибирск-Северный. В 30 км от центра города – один из крупнейших в стране аэропортов – Толмачево. Через Новосибирск проходят две автодороги федерального значения: М-51 «Байкал» (от Челябинска через Омск, Кемерово, Красноярск до Читы с выходом на федеральную трассу «Амур» от Читы до Хабаровска) и М-52 «Чуйский тракт» (через Бийск к границе с Монголией).

1.2. Краткий физико-географический очерк

Исследуемая территория расположена на юго-восточном обрамлении Западно-Сибирской равнины и представляет собой в разной степени расчлененные территории.

Рассматриваемый участок расположен на правом борту долины р. Иня – крупного правого притока р. Обь. Расстояние до русла Ини по прямой составляет 4,5 км. В пределах планируемого полигона или в непосредственной близости от него расположены истоки рек Ярская, Боровая, Малая Издревая, Гнутиха, впадающих в Иню.

Климат рассматриваемой территории континентальный с холодной продолжительной (ноябрь-март) зимой и коротким жарким летом. По данным Искитимской и Мошковской метеостанций среднегодовая температура воздуха колеблется от плюс 0,9 °С до минус 1 °С, средняя температура самого холодного месяца (января) составляет минус 17,3°С, самого теплого (июля) плюс 19,4 °С. Зимой зафиксированы морозы до минус 45 – минус 55 °С (в январе), а летом температура повышалась до плюс 37 – плюс 42 °С (в июле). Продолжительность безморозного периода от 90 до 106-117 дней.

Годовое количество осадков весьма не постоянно и изменяется от 252 до 693 мм, составляя в среднем 364,3 мм. До 75% осадков выпадает в теплый период года с апреля по октябрь. Летние осадки имеют ливневый характер. Наибольшее количество осадков выпадает в летний период (166 мм), наименьшее – зимой (57 мм), весной и осенью соответственно выпадает 61 мм и 92 мм.

Появление первого снегового покрова выпадает на конец октября – начало ноября. Устойчивый снежный покров образуется в начале ноября и сохраняется в течение 160-170 дней. Мощность снежного покрова на возвышенных участках около 25-35 см, в пониженных – 50-100 см. Глубина промерзания грунтов нарастает в течение зимы и достигает максимума к апрелю. Максимальная глубина промерзания почвы зависит от мощности снежного покрова и достигает 2-2,4 метров.

Преобладающее направление ветров в течение года юго-западное и южное. Средняя годовая скорость ветра 2,8-5,4 м/с. Максимальные скорости ветра, достигающие 15 м/с и более, наблюдаются в зимние и весенние месяцы. Среднее число безветренных дней в году около 48.

Речная сеть района принадлежит бассейну р. Обь. Реки по водному режиму, источникам питания и характеру долин являются типичными равнинными. Густота речной сети – 0,30-0,40 км/км². Уклоны рек от 0,35%. (р. Иня) до 7,7%. (р. Тарсьма). Озерность водосборов 1%, заболоченность до 5%. Модуль среднего годового стока – 3 л/с·км² (р. Иня). Водный режим рек характеризуется весенним половодьем и паводками в теплое время. Летне-осенняя межень, характерная в июле-октябре, ежегодно нарушается прохождением дождевых паводков. Зимняя межень устойчивая, маловодная. Талые снеговые воды составляют в питании рек района 79-

87%, дождевой сток 3-4%, грунтовый 10-17%. Основными источниками питания рек являются зимние осадки, которые формируют от 48% до 90% годового стока.

Река Иня – наиболее крупный приток р. Обь в пределах области. Общая длина 663 км, значительная часть водосбора (из 17600 км²) приходится на Кемеровскую область. На протяжении 270 км нижнего течения в пределах Новосибирской области река характеризуется широкой долиной с 2-3 надпойменными террасами, наличием, в основном, левобережной поймы.

Основными полезными ископаемыми на территории Новосибирского района являются общераспространённые полезные ископаемые, используемые для производства строительных материалов. Это строительные камни, пески, песчано-гравийные материалы и кирпичные суглинки. В г. Новосибирск и его окрестностях выявлены/разведаны 12 месторождений (участков) радоновых вод.

2. Особенности гидрогеологического строения

2.1. Геологическое строение района работ

Изучаемая территория расположена на западной окраине Алтае-Саянской складчатой области – в пределах Колывань-Томской складчатой системы (КТСС) и относится к Новосибирской складчатой зоне (Бабин и др., 2015). Отложения четвертичного возраста образуют осадочный чехол, расчлененный речными долинами в которых аккумулируются аллювиальные отложения. Породы фундамента представлены в основном верхним девоном, они смяты в складки нескольких порядков, оси которых простираются на северо-восток согласно структурам КТСС. Изучаемый участок расположен в замковой зоне крупной опрокинутой синклинали, осложненной складками второго порядка.

2.2. Геоморфология

В геоморфологическом отношении территория работ расположена в пределах Заобской возвышенной расчлененной равнины. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 98,0 до 247,3 м, со снижением поверхности в южном направлении, к долине р. Иня. Значительная часть рассматриваемой площади имеет достаточно расчлененную поверхность. Цифровая модель рельефа (ЦМР) с затенением приведена на рисунке 1.

Рельеф осложнен многочисленными логами и лощинами с задернованными бортами. Форма логов корытообразная с довольно крутыми склонами. Ширина логов по бровкам колеблется в пределах 50-500 м. Основания логов заболочены, покрыты кочками и кустарником. По склонам наблюдается резкая залесенность и оползание почвенно-растительного слоя с обнажением делювиальных суглинков, в бортах долин крупных рек и оврагов встречаются обнажения палеозойских пород. Овражная расчлененность превышает 0,1 км/км².

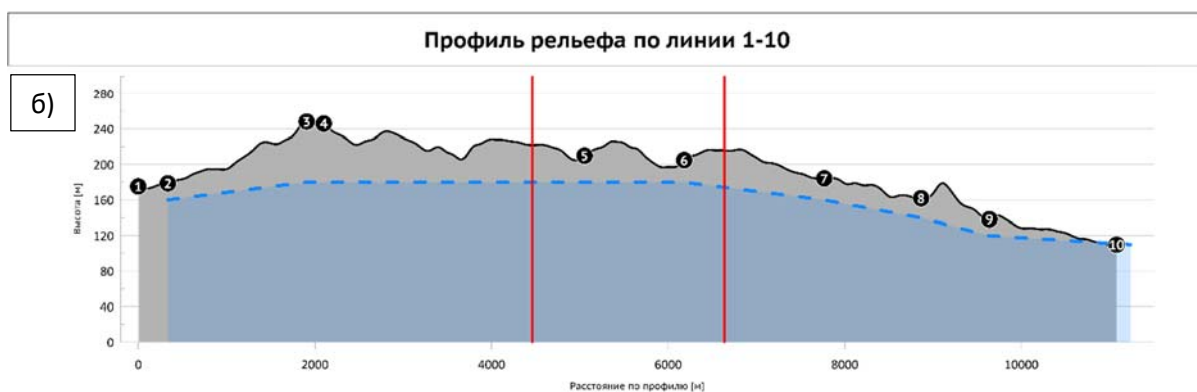
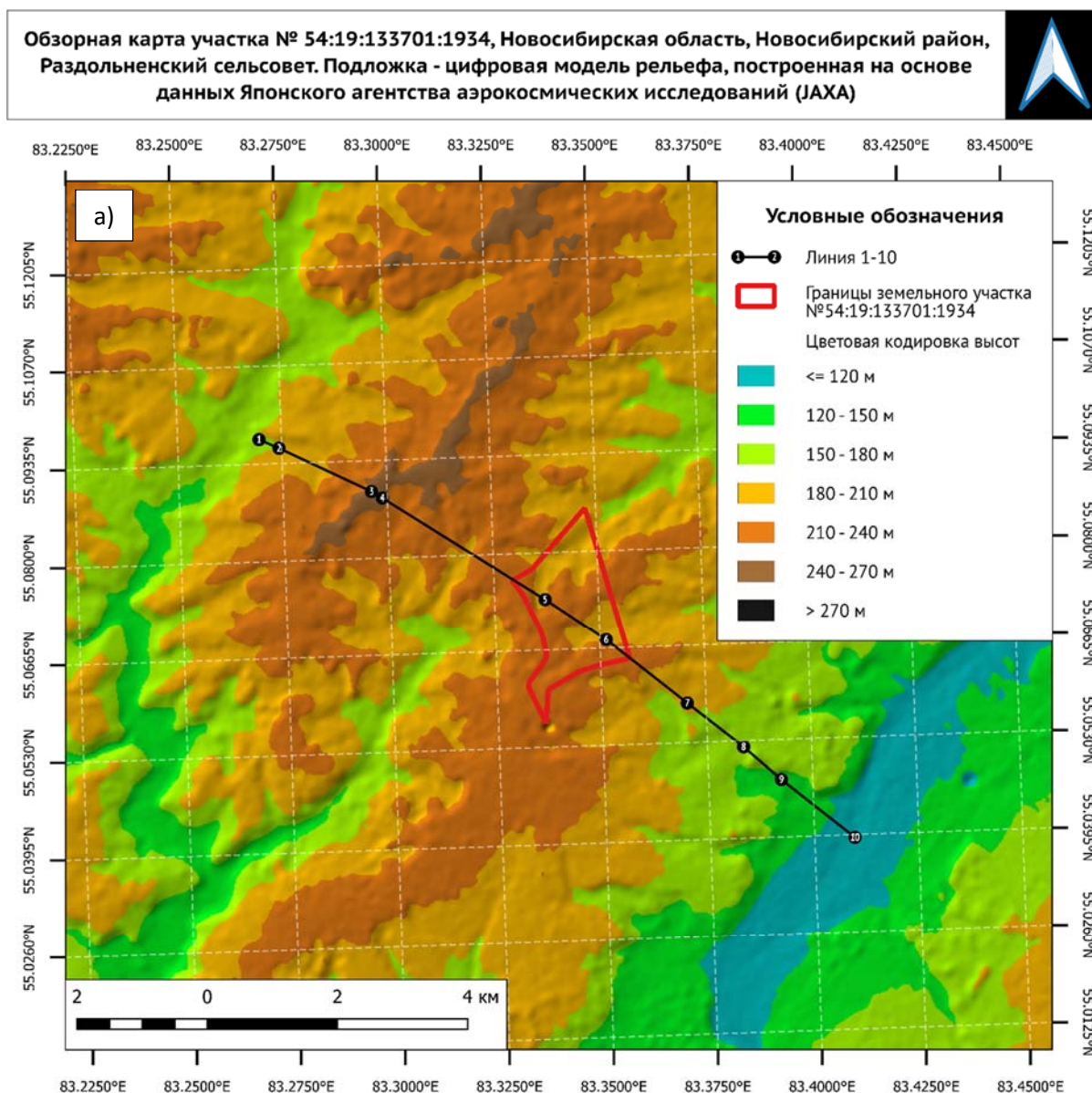


Рис. 1. Цифровая модель рельефа с затенением с нанесёнными границами участка № 54:19:133701:1934 (а); профиль рельефа построенный по линии 1-10 на основе данных ЦМР (б), масштаб осей X:Y = 1:10, синяя пунктирная линия – уровень подземных вод, красные линии – границы участка № 54:19:133701:1934

2.3. Гидрогеологические условия района работ

В гидрогеологическом отношении район работ характеризуется четко выраженным двухъярусным строением: рыхлые четвертичные отложения, перекрывающие палеозойский фундамент (рис. 2, 3).

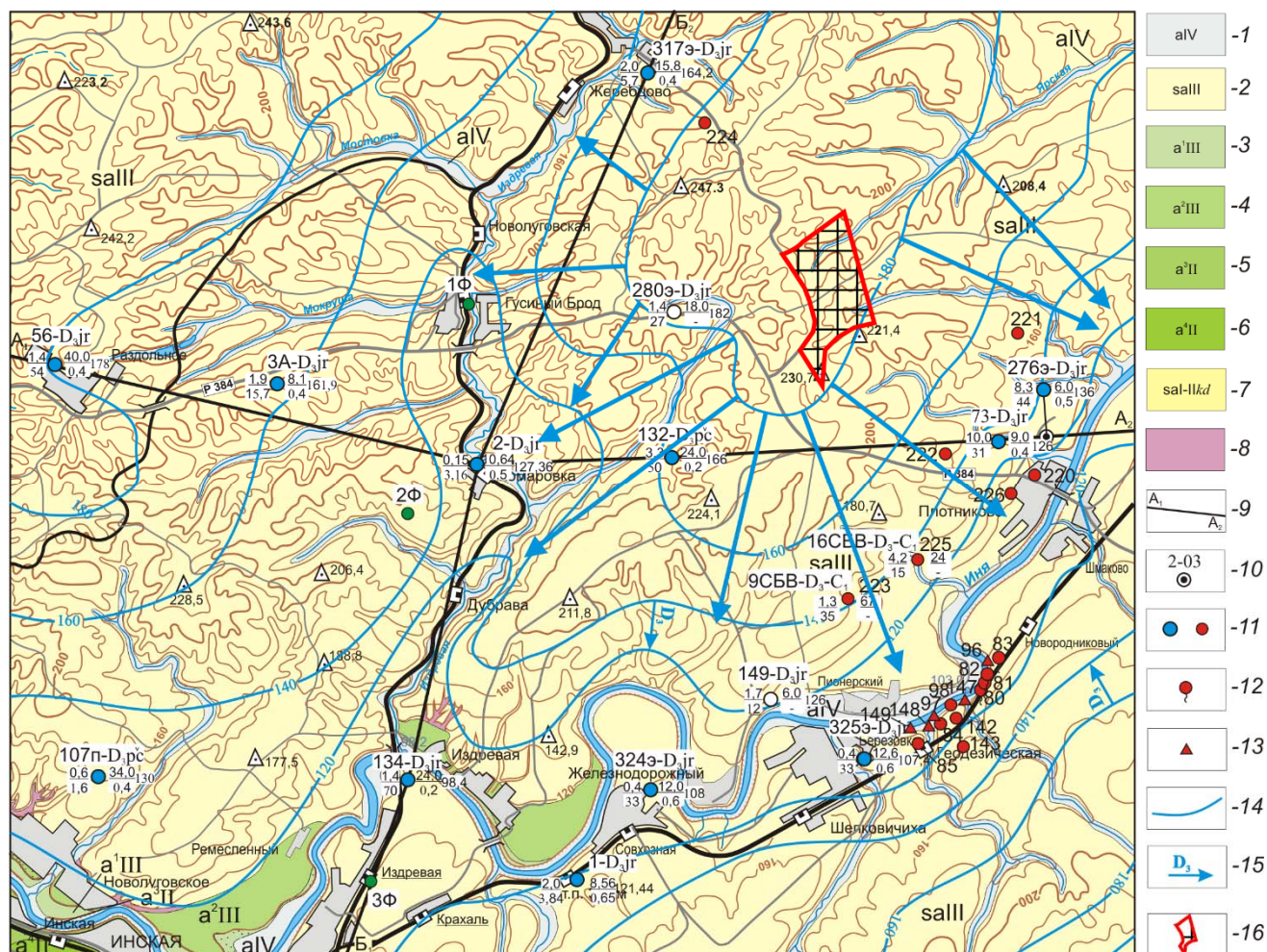


Рис. 2. Гидрогеологическая карта района рассматриваемого участка

1 – голоцен, аллювий поймы, пески; 2 – верхний неоплейстоцен, субэральные покровные отложения, лессовидные суглинки с прослоями супесей; 3 – верхний неоплейстоцен, аллювий первой надпойменной террасы, пески; 4 – верхний неоплейстоцен, аллювий второй надпойменной террасы, пески; 5 – средний неоплейстоцен, аллювий третьей надпойменной террасы, пески, суглинки; 6 – средний неоплейстоцен, аллювий четвертой надпойменной террасы, пески, суглинки; 7 – нижний-средний неоплейстоцен, краснодубровская свита, субэральные (эоловые, делювиальные, делювиально-пролювиальные и др.) отложения, лессовидные суглинки и супеси с прослоями глин, песков, горизонты погребенных почв. только на разрезах; 8 – Дочетвертичные отложения; 9 – Линия гидрогеологического разреза; 10 – скважина и ее номер; 11 – скважины опробованные ранее, изученные скважины; 12 – источник нисходящий; 13 – поверхностные воды; 14 – гидроизогипсы водоносного горизонта зоны трещиноватости верхнедевонских отложений пачинской и юргинской свит (значения представлены в абсолютных отметках); 15 – основное направление движения подземных вод; 16 – проектируемый полигон.

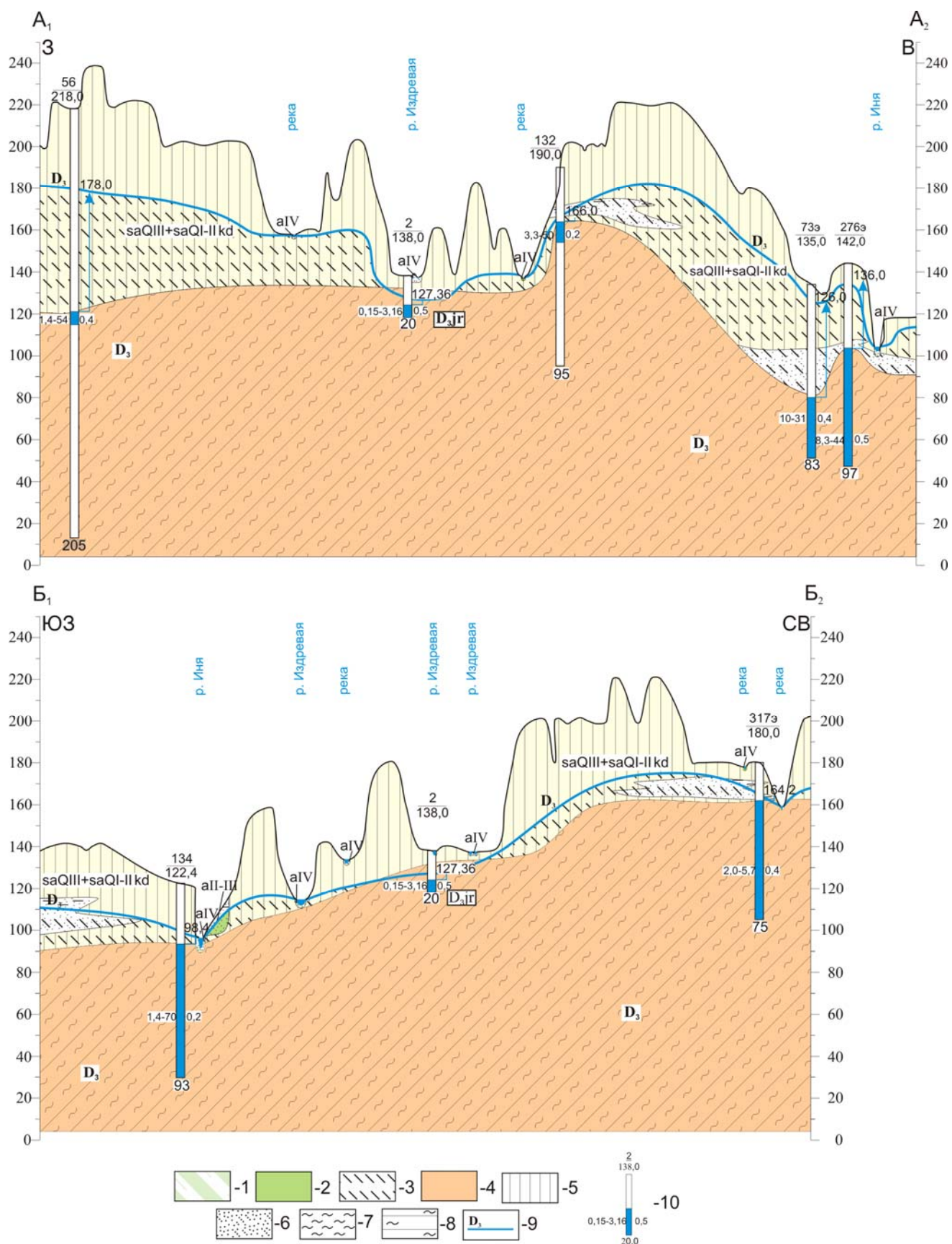


Рис. 3. Гидрогеологические разрезы по линиям А₁-А₂, Б₁-Б₂

1 - водоносный комплекс современных аллювиальных отложений поймы (aIV); 2 - водоносный комплекс средневерхнечетвертичных аллювиальных отложений первой-четвертой надпойменных террас рр. Обь и Иня (aII-III); 3 - слабоводоносный горизонт верхнеоплейсто-ценовых покровных образований и нижне-среднеоплейстоценовых отложений красnodубровской свиты (saQIII+saQI-IIkd); 4 - водоносный горизонт зоны

трещиноватости верхнедевонских отложений пачинской (D_3pc) и юргинской (D_3jr) свит (D_3); 5 - суглинки лессовидные; 6 – пески; 7 – глины; 8 – сланцы; 9 - уровень подземных вод со свободной поверхностью водоносного горизонта зоны трещиноватости верхнедевонских отложений пачинской и юргинской свит; 10 - скважина эксплуатационная. Цифра вверху - в числителе номер, в знаменателе абсолютная отметка, м. Закраска соответствует химическому типу воды в опробованном интервале глубины. Цифры слева от интервала опробования: дебит, л/с - понижение, м; справа - минерализация воды, г/дм³; внизу глубина скважины, м.

В гидрогеологическом разрезе можно выделить два водоносных комплекса (сверху вниз): 1 - четвертичных отложений, который включает в себя водоносные горизонты пойменной (aIV), второй надпойменной террасы р. Иня неоплейстоценового возраста (a^2III) и субазальных ниже-среднеплейстоценовых отложений краснодубровской свиты ($saI-IIkd$); 2 - обводненные зоны региональной трещиноватости пород палеозойского возраста. Водоносный горизонт пойменной террасы Ини и ее притоков залегает как на нижележащем водоносном горизонте четвертичного возраста, так и непосредственно на палеозойском основании (характерно для поймы р. Иня) и представлен песками различных фракций, гравием, прослоями супесей и суглинков, а его мощность не превышает 3 – 5 м.

Водоносный горизонт второй надпойменной террасы сложен тонко-, мелкозернистыми песками мощностью до 20 м. Под ним залегает водоносный горизонт краснодубровской свиты, представленный относительно мощной (в среднем 80 – 90 м) толщей лессовидно-озерных отложений: супесями, суглинками, лессами, песками, а также карбонатными глинами желтого и бурого цветов. Часто встречаются горизонты палеопочв. Подземные воды безнапорные, уровни зафиксированы на глубине от 1,5 до 3 м. Водопроницаемость и водообильность пород низкие. Коэффициенты фильтрации суглинков и супесей в основном находятся в пределах 0,003-0,7 м/сут., песчаных прослоев - 1,4-2 м/сут. Величина водопроводимости на большей северной и центральной части характеризуемой территории от 10 до 25 м²/сут.

Водоносный комплекс палеозойского фундамента представляет собой единую обводненную зону трещиноватости как экзогенной, так и тектонической природы в верхней части разреза палеозоя. В данном районе наиболее молодым и распространенным образованием девонской системы является водоносный горизонт юргинской свиты (D_3jur). Породы свиты выходят на дневную поверхность вдоль левого берега р. Иня и представлены в основном глинистыми, реже известково-глинистыми сланцами. Мощность свиты изменяется в пределах 1500 – 1600 м.

Подземные воды напорные. Величина напора от 2 м до 60 м. Абсолютные отметки уровня 98,4-170 м. Направление движения подземных вод северо-западное к долине р. Порос. Водообильность пород неравномерна. Дебиты при откачках изменяются от 0,6 до 10,0 дм³/с при понижениях уровня от 1,6 до 70,0 м, удельные дебиты – от 0,02 дм³/с до 0,34 дм³/с. Водопроводимость изменяется от 4,3 до 16,1 м²/сут. **В исследуемом районе воды палеозойского комплекса являются основным источником водоснабжения населения.**

Эксплуатация водоносных горизонтов исследуемой территории ведется в интервале глубин от 20 до 80 м. Определяющими факторами выступают характеристики гидрогеологического разреза: наличие и отсутствие водоупорных толщ, мощность водоносного горизонта, гидравлическая взаимосвязь стратифицируемых гидрогеологических подразделений и качество подземных вод для целей питьевого водоснабжения. Возможна совместная эксплуатация горизонтов терцинно-жилых вод палеозойских пород и пластовых поровых вод, залегающих выше по разрезу слабосцементированных отложений кайнозойского возраста. Обычно глубины забора подземных вод составляют 50-90 м.

Степень гидрогеологической закрытости недр (защищенности) водоносных комплексов значительно варьирует по рассматриваемому району. Геофизические исследования, приведённые в разделе 4 настоящего отчёта, показывают, что фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) пород, если судить о них по удельным электрическим сопротивлениям, меняются от водоупорных (глины и суглинки) до водопроводящих (супеси и пески). Причём эти изменения наблюдаются в пределах небольших отрезков геофизических профилей (от 100 м). Рассматриваемый участок характеризуется большой анизотропией ФЕС, что говорит о низкой защищенности водоносных горизонтов от потенциальных источников загрязнения.

Скорости фильтрации подземных вод точно определить возможно лишь по пробным откачкам из скважин на территории участка. При этом можно дать экспертную оценку водопроводимости рыхлых пород по справочным данным (Hölting, 2019). Согласно геологическим данным, на рассматриваемой территории встречаются следующие водопроводящие рыхлые породы: пески от средних до тонкозернистых и супеси. По международной классификации DIN 18130-1 эти породы имеют следующие характерные показатели водопроводимости (k_f):

Порода	k_f max (м/с)	k_f min (м/с)
пески средней степени крупности	10^{-3}	10^{-4}
пески тонкозернистые	10^{-4}	10^{-5}
супеси	10^{-5}	10^{-6}

Отсюда следует, что для рыхлых отложений рассматриваемой территории максимальная скорость фильтрации в вертикальном разрезе может достигать 0,1 м/с, минимальная – до 0,000001 м/с. Как правило, гидрогеологический разрез почти всегда представлен чередующимися слоями с различными ФЭС. В итоге для экспертных оценок можно принять интервальное значение – от 0,001 до 0,00001 м/с, или в пересчёте от 86,5 до 0,86 м/сут. Таким образом при наличии водоносного горизонта в рыхлых отложениях, и глубине залегания в

пределах 30 м, максимальное время, которое потребуется поверхностным водам для инфильтрации до эксплуатируемого водоносного горизонта, составляет от 1 до 35 дней. При отсутствии водоносного горизонта в рыхлых отложениях и их мощности 90 метров, время инфильтрации составит от 2 до 105 дней.

По латерали скорость миграции потенциального загрязнителя не подлежит расчёту по справочным данным в силу того, что необходима высокая степень гидрогеологической изученности: проводка скважин с проведением опытно-фильтрационных работ, отбор и лабораторный анализ свойств монолитов пород. Как показывают результаты исследований ФЕС, скорости фильтрации вод в трещиноватых породах безнапорных водоносных горизонтов обычно измеряются метрами в сутки. Таким образом, если экспертно за эту величину принять минимально возможные 1 м/сут., с учетом расстояния до р. Иня ~ 4 км, то загрязненные воды попадут в речную сеть в период до 10 лет. При этом, изучаемая территория характеризуется наличием многочисленных зон разгрузки подземных вод в логах, приуроченных к истокам рек Ярская, Малая Издревая, Гнутиха, Боровая, которые являются притоками реки Иня. Эти зоны расположены значительно ближе, таким образом, через 3-4 года загрязненные воды, попавшие в водоносный горизонт трещинно-жильных вод палеозойских пород через меньший интервал времени попадут в р. Иня.

Существенным фактом является наличие на пути фильтрации от источника загрязнения до реки Иня ряда водозаборных сооружений питьевого водоснабжения населения Плотниково и Жеребцово. При таких обстоятельствах этим объектам будет нанесен невосполнимый вред и водозаборы будут выведены из строя по качественным показателям воды. Таким образом, экспертная оценка времени попадания фронта загрязнения в водозаборы говорит о 2-3 годах, в притоки р. Иня – 3-4 года, а реку Иня – до 10 лет.

3. Геохимия и качество подземных вод

Во время полевых работ были отобраны пробы подземных вод из серии скважин населенных пунктов и СНТ вокруг рассматриваемого участка (с. Плотниково, его северная часть, мрн. Раздолье, ДНТ Рябинка, с. Жеребцово и мрн. Уютный). Комплексные исследования химического состава вод показали, что по химическому составу (по классификации С.А. Щукарева) преобладающими являются гидрокарбонатные кальциевые (рис. 4). Воды собственно пресные с величиной общей минерализации, варьирующей от 467 до 811 мг/дм³ с общей жесткостью – 5 – 11 мг-экв. По водородному показателю слабощелочные (рН 7,5 – 7,6), Eh варьирует от слабо восстановительных (-29,1 мВ) до окислительных (+112,8 мВ), содержание О₂раств. составляет 1,02 – 4,62 мг/дм³, а кремния 2,29 – 9,53 мг/дм³. Концентрации 222-радона не превышают предельно допустимых концентраций (ПДК) 2 – 58 Бк/дм³.

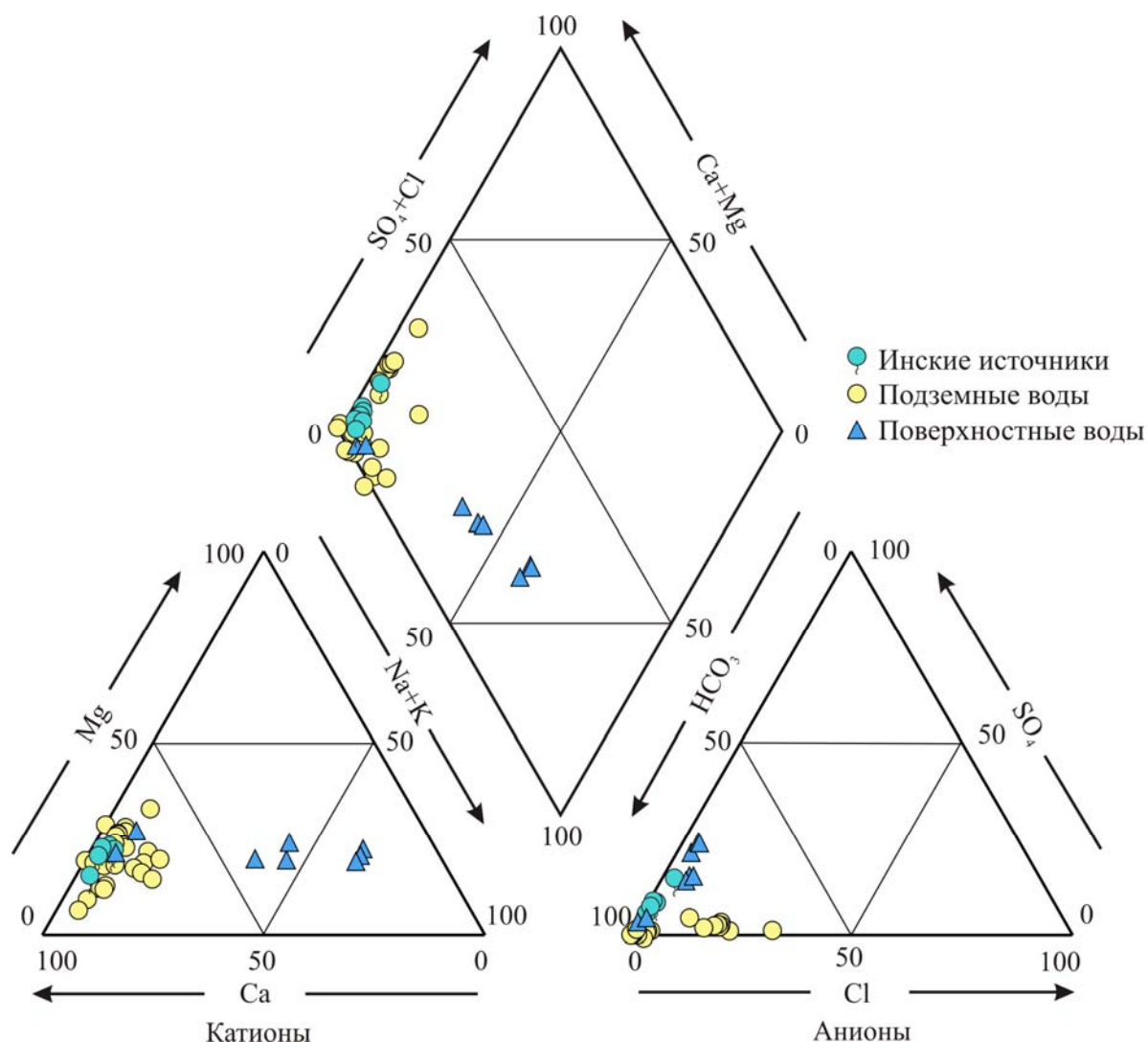


Рис. 4. Диаграмма Пайпера состава природных вод рассматриваемого района.

Оценка качества подземных вод проведена с использованием нескольких взаимодополняющих друг друга методов. Выполнено сравнение их состава с ПДК действующих нормативных документов СанПиН 2.1.4.1074-01 с изменениями на 2.04.2018,

ГОСТ Р 51232-98, ГН 2.1.5.1315-0 с дополнениями (ГН..., 2003; ГОСТ..., 2010; СанПин..., 2018), а также требований Всемирной организации по здравоохранению (Guidelines..., 2017). В качестве объектов сравнения выбраны воды реки Иня и несколько водопунктов на ее левом берегу: 4 нисходящих источника, один колодец и три скважины. Рассмотрим каждый изученный водопункт подробнее.

Воды из скважины, находящегося в селе Плотниково на ул. Тракторная, по составу отвечают гидрокарбонатным кальциево-магниевым с величиной общей минерализации 811 мг/дм³ и жесткостью 11 мг-экв. По показателю pH слабощелочные (7,5), со слабо восстановительной геохимической обстановкой с Eh равным -29,1 мВ и содержанием O₂раств. и кремния 1,57 и 9,53 мг/дм³ соответственно. Концентрации основных ионов составляют (мг/дм³): HCO₃⁻ 464, SO₄²⁻ 15, Cl⁻ 128, Ca²⁺ 145, Mg²⁺ 42, Na⁺ 13, K⁺ 1,0. Активность ²²²Rn составляет 2 Бк/дм³. Выявлены превышения над ПДК по общей жесткости 10,7 мг-экв (ПДК 7(10) мг-экв), F 1,97 мг/дм³ (ПДК 0,7-1,5 мг/дм³), Mn 1,98 мг/дм³ (ПДК 0,1 мг/дм³), Fe 1,99 мг/дм³ (ПДК 0,3(1) мг/дм³).

Воды из скважины, находящейся в северной части села Плотниково, по составу отвечают гидрокарбонатным кальциевым с величиной общей минерализации 537 мг/дм³ и жесткости 6 мг-экв. По показателю pH слабощелочные (7,6), со слабо восстановительной геохимической обстановкой с Eh равным -27,1 мВ и содержанием O₂раств. и кремния 1,02 и 9,36 мг/дм³ соответственно. Концентрации основных ионов составляют (мг/дм³): HCO₃⁻ 395, SO₄²⁻ 3, Cl⁻ 0,7, Ca²⁺ 95, Mg²⁺ 20, Na⁺ 22, K⁺ 0,6. Активность ²²²Rn составляет 26 Бк/дм³. Выявлены значительные превышения над ПДК по Mn 1,48 мг/дм³ (ПДК 0,1 мг/дм³) и Fe 1,03 мг/дм³ (ПДК 0,3(1) мг/дм³).

Подземные воды из скважины, находящейся в мрн. Раздолье, по составу отвечают гидрокарбонатным кальциевым с величиной общей минерализации 514 мг/дм³ и жесткостью 6 мг-экв. По показателю pH слабощелочные (7,5), с восстановительной геохимической обстановкой с Eh равным -27,1 мВ и содержанием O₂раств. и кремния 2,47 и 8,18 мг/дм³ соответственно. Концентрации основных ионов составляют (мг/дм³): HCO₃⁻ 390, SO₄²⁻ 3, Cl⁻ 1,2, Ca²⁺ 95, Mg²⁺ 17, Na⁺ 7, K⁺ 0,7. Активность ²²²Rn составляет 32 Бк/дм³. Выявлены превышения над ПДК по Mn 1,42 мг/дм³ (ПДК 0,1 мг/дм³), Fe 1,07 мг/дм³ (ПДК 0,3(1) мг/дм³).

Подземные воды из скважины, находящейся в ДНТ. Рябинка гидрокарбонатные кальциевые, умеренно пресные с величиной общей минерализации 467 мг/дм³ и общей жесткости 5 мг-экв. По показателю pH нейтральные (6,9), окислительной геохимической обстановкой с Eh равным +112,8 мВ и содержанием O₂раств. и кремния 4,23 и 6,96 мг/дм³ соответственно. Концентрации основных ионов составляют (мг/дм³): HCO₃⁻ 348, SO₄²⁻ 7, Cl⁻ 1,2, Ca²⁺ 90, Mg²⁺ 12, Na⁺ 8, K⁺ 1. Активность ²²²Rn составляет 58,5 Бк/дм³. Превышений по ПДК не выявлено.

Подземные воды из скважины, находящейся в селе Жеребцово гидрокарбонатные кальциевые, собственно пресные с величиной общей минерализации 530 мг/дм³ и общей жесткости 6 мг-экв. По показателю pH слабокислые (6,0), с окислительной геохимической обстановкой с Eh равным +42,4 мВ и содержанием O₂раств. и кремния 4,05 и 7,59 мг/дм³ соответственно. Концентрации основных ионов составляют (мг/дм³): HCO₃⁻ 395, SO₄²⁻ 4, Cl⁻ 2, Ca²⁺ 110, Mg²⁺ 10, Na⁺ 8, K⁺ 1. Активность ²²²Rn составляет 21 Бк/дм³. Выявлены превышения над ПДК по Mn 1,94 мг/дм³ (ПДК 0,1 мг/дм³), Fe 0,49 мг/дм³ (ПДК 0,3(1) мг/дм³).

Подземные воды из скважины, находящейся в мрн. Уютный, гидрокарбонатные кальциевые, собственно пресные с величиной общей минерализации 511 мг/дм³ и общей жесткости 6 мг-экв. По показателю pH слабокислые (6,0), с восстановительной геохимической обстановкой с Eh равным -3,9 мВ и содержанием O₂раств. и кремния 4,26 и 6,98 мг/дм³ соответственно. Концентрации основных ионов составляют (мг/дм³): HCO₃⁻ 380, SO₄²⁻ 7, Cl⁻ 2, Ca²⁺ 100, Mg²⁺ 12, Na⁺ 10, K⁺ 1. Активность ²²²Rn составляет 38 Бк/дм³. Выявлены превышения над ПДК по Mn 0,28 мг/дм³ (ПДК 0,1 мг/дм³), Fe 1,70 мг/дм³ (ПДК 0,3(1) мг/дм³).

Подземные воды из скважины, находящейся в селе Плотниково на ул. Лесная гидрокарбонатные кальциевые, собственно пресные с величиной общей минерализации 586 мг/дм³ и общей жесткости 7 мг-экв. По показателю pH нейтральные (6,0), с окислительной геохимической обстановкой с Eh равным +21,1 мВ и содержанием O₂раств. и кремния 3,09 и 6,53 мг/дм³ соответственно. Концентрации основных ионов составляют (мг/дм³): HCO₃⁻ 388, SO₄²⁻ 20, Cl⁻ 30, Ca²⁺ 130, Mg²⁺ 9, Na⁺ 8, K⁺ 1. Активность ²²²Rn составляет 14 Бк/дм³. Выявлены превышения над ПДК по Mn 0,77 мг/дм³ (ПДК 0,1 мг/дм³), Fe 59,96 мг/дм³ (ПДК 0,3(1) мг/дм³), As 0,045 мг/дм³ (ПДК 0,01 мг/дм³).

Детальное исследование природный вод Новосибирской городской агломерации ведется последние несколько лет. Последние сведения приводятся в работах (Новиков и др., 2018; Novikov, Korneeva, 2019; Корнеева, Новиков, 2020; Novikov et al., 2020).

По сравнению с вышеописанными объектами, воды Инских источников характеризуются гидрокарбонатным кальциево-магниевым составом с величиной общей минерализации 389 – 536 мг/дм³. По показателю pH нейтральные и слабощелочные (7,1 – 8,3), с окислительной геохимической обстановкой с Eh равным +184,4 – +231,8 мВ и содержанием O₂раств. и кремния 6,24 – 10,72 и 4,14 – 8,61 мг/дм³ соответственно. Концентрации основных ионов варьируют (мг/дм³): HCO₃⁻ от 273 до 390, SO₄²⁻ от 6 до 32, Cl⁻ от 3 до 8, Ca²⁺ от 72 до 100, Mg²⁺ от 10 до 16, Na⁺ от 5 до 10, K⁺ от 0,3 до 0,5. Активность ²²²Rn составляет 8 – 127 Бк/дм³. Выявлены превышения над ПДК только у радона-222.

Подземные воды колодца, расположенного в непосредственной близости от источников, характеризуются гидрокарбонатно-сульфатным кальциево-магниевым составом с величиной

общей минерализации 339 мг/дм³. По показателю pH нейтральные (7,2), с окислительной геохимической обстановкой с Eh равным +205,3 мВ и содержанием O₂раств. и кремния 5,65 и 0,26 мг/дм³ соответственно. Концентрации основных ионов составляют (мг/дм³): HCO₃⁻ 205, SO₄²⁻ 35, Cl⁻ 11, Ca²⁺ 67, Mg²⁺ 9, Na⁺ 6, K⁺ 2. Активность ²²²Rn составляет 42 Бк/дм³. Превышений по ПДК не выявлено.

Подземные воды скважин на станции Геодезическая и на полигоне СГУПС мало чем отличаются по химическому составу друг от друга, поэтому рассмотрим их вместе. Они характеризуются гидрокарбонатным кальциево-магниевым составом с величиной общей минерализации 478 – 561 мг/дм³. По показателю pH нейтральные (7,4), с окислительной геохимической обстановкой с Eh равным +195,5 – +210,0 мВ и содержанием O₂раств. и кремния 3,62 – 5,30 и 7,20 – 7,93 мг/дм³ соответственно. Концентрации основных ионов варьируют (мг/дм³): HCO₃⁻ от 348 до 397, SO₄²⁻ от 5 до 31, Cl⁻ от 6 до 8, Ca²⁺ от 80 до 112, Mg²⁺ от 16 до 20, Na⁺ от 7 до 11, K⁺ от 0,6 до 2,1. Активность ²²²Rn составляет 40 – 100 Бк/дм³. Выявлены превышения над ПДК по Fe 1,06 мг/дм³ (ПДК 0,3(1) мг/дм³) (в скв. на ст. Геодезическая), по ²²²Rn 75 – 100 Бк/дм³ (ПДК 60 Бк/дм³) (на полигоне СГУПС).

Резюмируя вышесказанное можно сделать следующие выводы:

1) даже в настоящее время подземные воды из скважин в селе Плотниково достаточно сильно загрязнены, это проявляется в значительно превышающих ПДК концентрациях Mn, Fe, As. При этом, высокие содержания первых двух химических элементов имеют природное происхождение и в целом характерны для вод Новосибирской области. Изученные воды без специальной водоподготовки не могут использоваться для питьевых целей;

2) воды из скважин в северной части села Плотниково, мрн. Раздолье, с. Жеребцово и мрн. Уютный можно отнести ко второй категории качества;

3) воды из скважины в ДНТ Рябинка отвечают первой категории качества и пригодны для использования их в целях централизованного водоснабжения, однако следует обратить внимание на повышенную активность радона в них.

Таблица 1. Химический состав подземных вод рассматриваемого района

	Ед. изм.	с. Плотниково, ул. Трактовая	с. Плотниково, северная часть	с. Плотниково, мрн. Раздолье	Д.Н.Т. Рябинка	с. Жеребцово	с. Плотниково, мрн. Уютный	с. Плотниково, ул. Лесная
T	°C	5,2	4,4	5,2	8,8	5,4	7	8,8
Eh	мВ	-29,15	-21,7	-27,1	112,8	42,4	-3,9	21,1
pH	д.е.	7,53	7,64	7,5	7,54	7,59	7,52	7,52
O ₂	мг/дм ³	1,57	1,02	2,47	4,23	4,05	4,26	3,09
²²² Rn	Бк/дм ³	2	26	32	58,5	21	38	14
HCO ₃ ⁻	мг/дм ³	464	395	390	348	395	380	388
SO ₄ ²⁻		15	3	3	7	4	7	20
Cl ⁻		128	0,7	1,2	1,2	1,7	1,9	30
Об.ж.	мг-экв	10,69	6,39	6,14	5,50	6,35	6,00	7,25
Ca ²⁺	мг/дм ³	145	95	95	90	110	100	130
Mg ²⁺		42	20	17	12,2	10,4	12,2	9,1
Na ⁺		13	23	7	8	8	10	8
K ⁺		1,0	0,6	0,7	1,0	1,0	0,8	0,8
M		811	537	514	467	530	511	586
NH ₄		0,74	0,62	0,68	0,001	0,64	0,001	0,049
F		1,97	—	—	—	—	—	—
Br		0,12	0,018	0,001	0,001	0,011	0,0011	0,029
Li		0,005	0,003	0,002	0,005	0,002	0,006	0,004
Be		0,00007	<0,000003	<0,000003	0,000014	<0,000003	<0,000003	0,00014
B		0,02	0,02	0,01	0,01	0,056	0,08	0,06
Al		0,008	0,0003	0,005	0,002	0,002	0,009	0,009
Si		9,53	9,36	8,18	6,96	7,59	6,98	9,53
P		0,10	0,30	0,40	0,06	0,15	0,02	0,30
Sc		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ti		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
V		0,0002	0,0002	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	0,0004
Cr		0,0021	0,0016	0,0016	0,0023	0,0015	0,0013	0,0042
Mn		1,98	1,48	1,42	0,001	1,94	0,29	0,77
Fe		1,99	1,03	1,07	0,09	0,49	1,70	59,96
Co		0,00055	0,00024	0,00146	0,00004	0,00087	0,00081	0,00583
Ni		0,0004	0,0004	0,0010	0,0014	0,0096	0,0009	0,0183
Cu		0,0017	0,0001	0,0002	0,0009	0,0168	0,0069	0,0349
Zn		0,0074	0,0002	0,0008	0,0024	0,0135	0,0064	0,0360
Ga		0,00004	0,00004	0,00006	<0,000005	0,00003	0,00001	0,00004
Ge		<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,00008
As		0,006	0,005	0,008	0,000	0,002	0,001	0,045
Se		<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0011	0,00015	0,00022	<0,0001
Br		0,12	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04
Rb		0,0010	0,0006	0,0001	0,0002	0,0018	0,0004	0,0004
Sr		1,61	0,83	0,63	0,65	0,651	0,63	0,98
Y		0,00005	0,00003	0,00005	0,00004	0,00003	0,00003	0,00094
Zr		0,00078	0,00012	0,00014	0,00003	0,00006	0,00037	0,01771
Nb		0,00001	0,00001	0,00002	0,00002	<0,00001	<0,00001	0,00001
Mo		0,0020	0,0026	0,0014	0,0008	0,0029	0,0011	0,0018
Ru		<0,000001	0,000002	0,000002	<0,000001	<0,000001	0,000001	0,000004
Rh		0,000020	0,000009	0,000012	0,000009	0,000008	0,000006	0,000010
Pd		0,000015	0,000007	0,000005	<0,000001	0,000008	0,000010	0,000123
Ag		<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,000002	<0,000001	<0,000001	0,000011
Cd		0,0000089	0,0000080	0,0000084	0,0000034	0,0000263	0,0000184	0,0000218
In		0,0000004	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,0000029
Sn		0,00003	<0,000001	<0,000001	0,00002	0,00019	0,00004	0,00021
Sb		0,00005	0,00001	0,00002	0,00002	0,00004	0,00028	0,01234
Te		<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	0,000002	0,000010

I	0,182	0,031	0,033	0,009	0,028	0,035	0,030
Cs	0,00003	0,00002	0,00001	<0,00001	0,00005	0,00011	0,00008
Ba	0,048	0,018	0,016	0,002	0,051	0,019	0,129
La	0,000031	0,000003	0,000014	0,000015	0,000010	0,000004	0,000083
Ce	0,000038	<0,000001	0,000031	0,000001	0,000019	0,000006	0,000120
Pr	0,000004	<0,000001	0,000003	0,000002	0,000002	0,000002	0,000016
Nd	0,000003	0,000001	0,000014	0,000014	0,000006	0,000001	0,000063
Sm	0,000002	<0,0000005	<0,0000005	<0,000001	0,000001	0,000001	0,000011
Eu	0,000029	0,000009	0,000008	0,000001	0,000005	0,000001	0,000018
Gd	0,000003	<0,0000005	0,000005	0,000002	0,000001	0,000002	0,000027
Tb	0,000001	0,0000001	0,000001	0,0000001	0,0000003	0,0000001	0,000007
Dy	0,000003	0,000002	0,000005	0,000003	0,000001	0,000004	0,000072
Ho	0,000001	0,0000003	0,000001	<0,000001	<0,0000005	0,0000003	0,000024
Er	<0,0000005	0,000002	0,000002	0,000001	0,000002	0,000002	0,000086
Tm	<0,0000005	0,0000003	0,0000003	0,0000003	0,0000004	<0,0000005	0,000013
Yb	0,000004	0,000001	0,000002	0,000002	0,000001	<0,0000005	0,000087
Lu	0,000001	0,0000004	0,000001	0,000001	0,000001	<0,000001	0,000017
Hf	0,00002	0,00003	0,00002	0,00002	0,00001	0,00001	0,00012
Ta	0,000017	0,000010	0,000013	0,000007	0,000003	0,000002	0,000012
W	0,000005	<0,000001	0,000003	0,000027	0,000002	0,000002	0,000034
Re	0,000005	<0,000001	0,000002	<0,000001	0,000001	0,000002	0,000006
Os	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005
Ir	0,000005	0,000008	0,000007	0,000004	<0,000001	<0,000001	<0,000001
Pt	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	0,00000007
Au	0,00018	0,00001	0,00001	0,00002	0,00003	0,00002	0,00008
Hg	0,00002	<0,00001	<0,000001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00000
Tl	0,000004	0,000002	<0,000001	<0,000001	0,0000416	0,0000014	0,000009
Pb	0,0002	0,00003	0,000118	0,000292	0,002726	0,000185	0,0056
Bi	0,0000030	0,0000019	0,0000005	0,00000403	<0,00001	<0,00001	0,0000057
Th	0,000007	0,000010	0,000012	0,000009	0,000005	0,000001	0,000025
U	0,0018	0,0006	0,0008	0,0051	0,0014	0,0039	0,0049

Примечание: Об.ж. – общая жесткость = $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (в мг-экв.); М – общая минерализация.

Жирным шрифтом выделены химические элементы с превышением или близкой концентрацией к ПДК.

Таблица 2. Химический состав природных вод левобережья реки Иня, выбранных для сравнения

	Ед. изм.	Источник №1	Источник №2	Источник №3	Источник №4	Колодец	Скважина глубиной 70-80 м, ст. Геодезическая	Скважина, полигон СГУПС, 76м	Скважина, полигон СГУПС, 17м
T	°C	16,5	18,6	17,6	18,2	20,6	20,8	23,0	22,5
pH	д.е.	7,5	7,4	8,3	7,1	7,2	7,4	7,4	7,4
Eh	мВ	206,1	217,1	202,8	211,1	205,3	195,5	204,2	210,0
O ₂	мг/дм ³	8,12	8,34	9,62	6,58	5,65	5,30	3,62	5,07
²²² Rn	Бк/дм ³	75	52	13	127	42	40	75	100
HCO ₃ ⁻	мг/дм ³	307	317	286	340	205	348	373	397
SO ₄ ²⁻		11	16	8	22	35	5	31	11
Cl ⁻		5	5	4	8	11	7	8	6
Об.ж.	мг-экв	5	6	5	6	4	6	7	7
Ca ²⁺	мг/дм ³	83	94	75	93	67	80	109	112
Mg ²⁺		14	10	14	16	9	20	15	16
Na ⁺		5,1	6,6	6,4	8,5	6,3	10,8	7,2	7,0
K ⁺		0,5	0,4	0,5	0,4	2,3	2,1	0,7	0,6
M		434	460	401	492	339	478	553	560
NH ₄		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
NO ₂		0,025	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
NO ₃		14,7	12	8,215	11,02	0,05	0,05	8,78	4,98
Li		0,006	0,007	0,007	0,008	0,006	0,006	0,007	0,005
Be		0,00001	0,00001	<0,000003	0,00001	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003
B		0,010	0,022	0,015	0,013	0,023	0,074	0,037	0,037
Al		0,0407	0,0013	0,0283	0,0064	0,0005	0,0007	0,0001	0,0005
Si		7,34	5,38	6,62	6,37	0,26	7,93	7,20	7,26
P		0,008	0,006	0,009	0,013	0,016	0,015	0,002	0,005
Sc		0,0005	0,0004	0,0005	0,0005	0,0002	0,0006	0,0005	0,0005
Ti		0,0024	0,0004	0,0013	0,0007	0,0003	0,0006	0,0004	0,0002
V		0,00060	0,00015	0,00024	0,00018	0,00013	0,00002	0,00001	0,00023
Cr		0,0014	0,0016	0,0021	0,0019	0,0010	0,0017	0,0025	0,0038
Mn		0,0016	0,0015	0,0027	0,0018	0,0003	0,0331	0,0037	0,0009
Fe		0,127	0,078	0,109	0,102	0,069	1,057	0,118	0,087
Co		0,00008	0,00003	0,00007	0,00004	0,00003	0,00004	0,00004	0,00004
Ni		0,00025	0,00044	0,00018	0,00026	0,00048	0,00108	0,00012	<0,00002
Cu		0,00029	0,00020	0,00025	0,00038	0,00088	0,00109	0,00010	0,00081
Zn		0,0010	<0,0001	0,0004	0,0003	0,0019	0,0065	0,00003	0,0011
Ga		0,000018	0,000005	0,000040	0,000005	<0,000005	0,000002	0,000010	0,000003
Ge		0,000007	<0,000001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,000010	0,000002	<0,000001
As		0,0001	0,0003	0,0002	0,0002	0,0010	0,0039	0,0001	0,0002
Se		0,0007	0,0006	0,0005	0,0006	0,0012	0,0002	<0,0005	<0,0005
Br		0,030	0,028	0,027	0,049	0,035	0,017	0,017	0,014
Rb		0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0010	0,0031	0,0003	0,0001
Sr		0,422	0,399	0,395	0,481	0,303	0,497	0,700	0,686
Y		0,000100	0,000057	0,000036	0,000045	0,000002	0,000009	0,000009	0,000011
Zr		0,000017	0,000012	0,000013	0,000006	0,000006	0,000067	0,000020	0,000007
Nb		0,000010	<0,000005	<0,000005	0,000002	0,000001	0,000002	0,000023	0,000013
Mo		0,0005	0,0005	0,0005	0,0003	0,0021	0,0026	0,0006	0,0005
Ru		0,000001		0,000003	0,000002	0,000002	<0,000005	<0,000005	<0,000005
Rh		0,000006	0,000007	0,000006	0,000006	0,000006	0,000009	0,000004	0,000009
Pd		0,000004	0,000002	0,000001	0,000002	0,000003	0,000001	0,000002	<0,000005
Ag		<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005
Cd		0,0000122	0,0000093	0,0000030	0,0000003	0,0000064	0,0000114	<0,000005	<0,000005
In		<0,000001	0,0000008	0,0000006	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,0000001	<0,000001
Sn		0,000004	<0,000001	0,000002	0,000007	0,000030	0,000002	<0,000001	0,000599
Sb		0,00021	0,00019	0,00020	0,00018	0,00058	0,00533	0,00085	0,00005

Te	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	0,000068	<0,000005	<0,000005
I	0,007	0,008	0,006	0,006	0,005	0,088	0,003	0,005
Cs	0,000011	0,000012	0,000008	0,000005	0,000008	0,000077	0,000042	0,000002
Ba	0,014	0,020	0,017	0,017	0,037	0,083	0,036	0,009
La	0,000060	0,000027	0,000047	0,000046	0,000003	0,000001	0,000002	0,000005
Ce	0,000073	0,000020	0,000214	0,000027	0,000002	<0,0000005	0,000001	0,000012
Pr	0,000015	0,000005	0,000011	0,000011	0,000000	0,000000	0,000002	0,000000
Nd	0,000068	0,000019	0,000088	0,000033	<0,0000005	0,000002	0,000000	0,000009
Sm	0,000013	<0,0000005	0,000010	0,000004	<0,0000005	0,000001	0,000000	0,000000
Eu	0,000003	0,000002	0,000003	0,000004	0,000003	0,000007	0,000004	0,000002
Gd	0,000011	0,000004	0,000013	0,000008	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	0,000000
Tb	0,000002	0,000000	0,000002	0,000002	0,000000	<0,0000005	<0,0000005	0,000000
Dy	0,000011	0,000001	0,000010	0,000003	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	0,000000
Ho	0,000003	0,000001	0,000001	0,000001	<0,0000005	0,000000	<0,0000005	0,000000
Er	0,000005	0,000002	0,000007	0,000001	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	0,000000
Tm	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	<0,0000005	<0,0000005	0,000001	0,000000
Yb	0,000003	0,000001	0,000003	0,000002	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	0,000000
Lu	0,000001	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	0,0000002	0,0000004	<0,0000005	0,000001
Hf	0,000001	<0,0000005	<0,0000005	0,000001	<0,0000005	0,000001	0,000002	0,000000
Ta	0,000002	0,000001	0,000002	0,000001	0,000003	0,000002	0,000009	0,000009
W	0,000000	0,000003	<0,0000005	0,000011	0,000003	0,000010	0,000025	0,000017
Re	0,000004	0,000003	0,000003	0,000007	0,000030	0,000006	0,000002	0,000002
Os	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	0,000002	<0,0000005	<0,0000005	0,000000	0,000000
Ir	<0,0000005	0,000001	<0,0000005	0,0000001	<0,0000005	0,0000002	<0,0000005	<0,0000005
Pt	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005
Au	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	0,000009	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005
Hg	0,000013	0,000018	0,000010	<0,000005	<0,000005	0,000024	0,000031	0,000010
Tl	0,000001	0,000001	0,000001	0,000002	0,0000060	0,0000054	0,000005	0,000004
Pb	0,000053	0,000006	0,000071	0,000048	<0,000002	0,000028	0,000006	0,000012
Bi	0,000001	<0,0000003	<0,0000003	0,000000	<0,0000003	0,0000006	<0,0000003	<0,0000003
Th	0,000012	<0,0000005	0,000005	0,000003	0,000003	0,0000026	0,000017	0,000010
U	0,0032	0,0028	0,0037	0,0041	0,0054	0,0036	0,0028	0,0023

Примечание: Об.ж. – общая жесткость = $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (в мг-экв.); М – общая минерализация. Жирным шрифтом выделены элементы с превышением ПДК.

4. Рекомендации по охране подземных и поверхностных вод от загрязнения

4.1 Оценка защищённости водоносных горизонтов от загрязнения

4.1.1 Анализ имеющейся гидрогеологической информации и данных материалов дистанционного зондирования Земли

Имеющаяся геологическая и гидрогеологическая информация представлена архивными и опубликованными материалами (данные бурения водозаборных скважин и геологических изысканий, выполненных в период с 1930-х гг. и по настоящее время) (Посохов и др., 1977; Вериги и др., 1979; Гусев, Вериги, 1984; Росляков и др., 2013; Корнеева, Новиков, 2018; Сухорукова, Новиков, 2018; Новиков и др., 2020а; Новиков и др., 2020б; Новиков и др., 2020в; Новиков и др., 2021а; Новиков и др., 2021б), а также результатами полевых геофизических и гидрогеохимических исследований, выполненных в исследуемом районе специалистами ИНГГ СО РАН. Основой для приведённого ниже анализа служил лист N44-XII гидрогеологической карты масштаба 1:200 000 (рис. 2), а также пояснительная записка к нему (Васютинская Т.Ф., Михайловский Д.В., 1963). Данные дистанционного зондирования представлены цифровой моделью рельефа и спутниковыми снимками, полученными из открытых источников.

Выполнен анализ цифровой модели рельефа, взятой из публичной базы данных Японского агентства аэрокосмических исследований (JAXA). Эта ЦМР составлена по методу анализа стереопарных изображений. Пространственное разрешение в горизонтальной плоскости составляет 30 м. Такого разрешения достаточно, чтобы выделить в рельефе относительно мелкие детали. Недостатком ЦМР, построенных по методу анализа стереопар является наличие ложных высотных отметок, приуроченных к кронам деревьев, как отдельно стоящих, так и в составе лесных массивов. С целью корректировки неточностей в рельефе, возникающих из-за растительности, фрагмент ЦМР размером 25x25 км с участком № 54:19:133701:1934 в центре, был обработан в геоинформационной системе QGIS 3.18. К данным был применён алгоритм ДТМ-фильтрации (Vosselman, 2000), который классифицирует точки ЦМР на участки оголённой поверхности (перепады высот в радиусе поиска алгоритма фильтра изменяются плавно) и залесённые участки (области, на краях которых наблюдаются резкие скачки значений высот). После подбора нужных параметров алгоритма, результирующая ЦМР с удалёнными участками лесных массивов была обработана методом интерполяции с использованием многоуровневых B-сплайнов. Этот подход позволил закрыть пустоты, появившиеся после удаления лесных массивов. Окончательная ЦМР была вручную проверена в ключевых точках на корректность (сравнение профилей рельефа по исходной ЦМР, обработанной ЦМР и сравнение с космическими снимками для определения

корректности удаления залесённых участков). Для последующего анализа использовалась скорректированная ЦМР (см. пункт 2.3, рис. 1).

Лист N44-XII гидрогеологической карты загруженный с официального сайта Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ) в ГИС QGIS 3.18 был наложен на ЦМР. По линии 1-10 был построен профиль рельефа. Линия 1-10 была проведена таким образом, чтобы пересекать точку на гидрогеологической карте, имеющую известную абсолютную высоту (245 м). В точках пересечения с гидроизогипсами гидрогеологической карты были поставлены отметки. Затем на профиль рельефа были вынесены отметки абсолютных высот гидроизогипс, что позволило составить профиль рельефа с положением уровня подземных вод (рис. 1б). Проведенный анализ выявил, что на территории исследуемого участка уровень грунтовых вод находится на глубине от 3 метров (лог, в котором берёт начало р. Ярская).

Цифровая модель рельефа позволила выполнить компьютерное моделирование поверхностного стока и определить области, где берут своё начало основные водотоки (притоки реки Иня) в пределах исследуемой территории. Моделирование выполнялось в ГИС QGIS версии 3.18. Для моделирования использовался стандартный набор алгоритмов, предназначенный для решения этой задачи. Это позволило составить карту водотоков, привязанную к цифровой модели рельефа (рис. 5).

Обзорная карта участка № 54:19:133701:1934 с вынесенной речной сетью, Новосибирская область, Новосибирский район, Раздольненский сельсовет. Подложка - спутниковый снимок

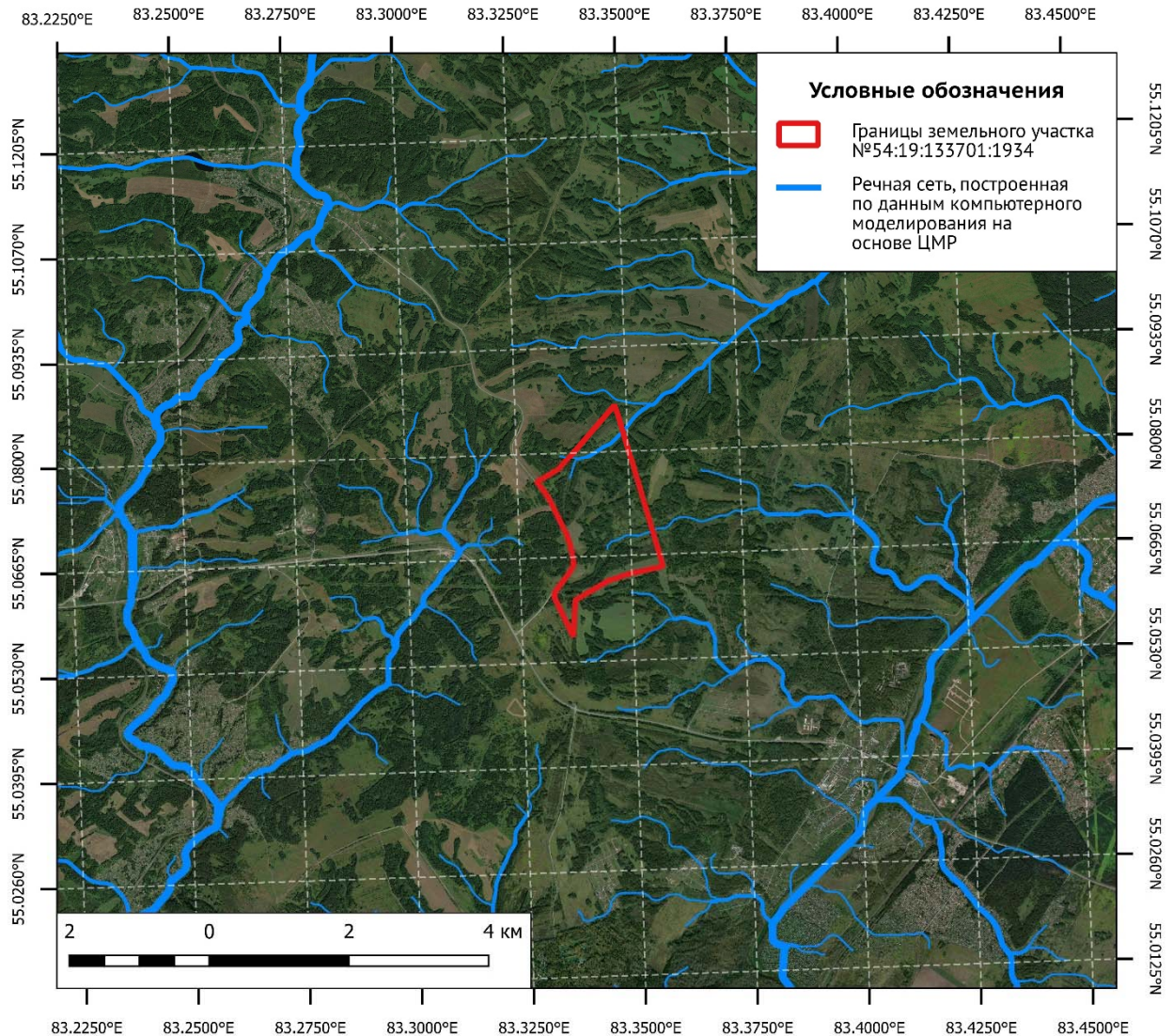


Рис. 5. Карта водотоков. Красный контур – границы участка № 54:19:133701:1934.

Подложка – спутниковый снимок

Полученная карта водотоков наглядно демонстрирует особенности участка, как находящегося непосредственно на водоразделе – на его территории берут начало как минимум две реки – Ярская и Боровая. В непосредственной близости от участка, на западной стороне водораздела, берет начало р. Малая Издревая. Реки Ярская и Боровая впадают в один из крупнейших притоков р. Обь на территории Новосибирской области – р. Иня через 13 и 6,5 км соответственно. Река Малая Издревая впадает в р. Издревую через 6,5 км, а Издревая – в р. Иня еще через 5,5 км.

4.1.2 Геофизические исследования

Проведённые в 2016 г. в окрестностях участка №54:19:133701:1934, а также в 2021 г., непосредственно на участке, геофизические исследования методом электротомографии

(рис. 6), помогают оценить степень защищенности водоносных горизонтов от загрязнения, возникающего при эксплуатации МК ПТКО.

Карта южной части участка № 54:19:133701:1934 с вынесенными профилями исследования методом электротомографии, Новосибирская область, Новосибирский район, Раздольненский сельсовет. Подложка - спутниковый снимок

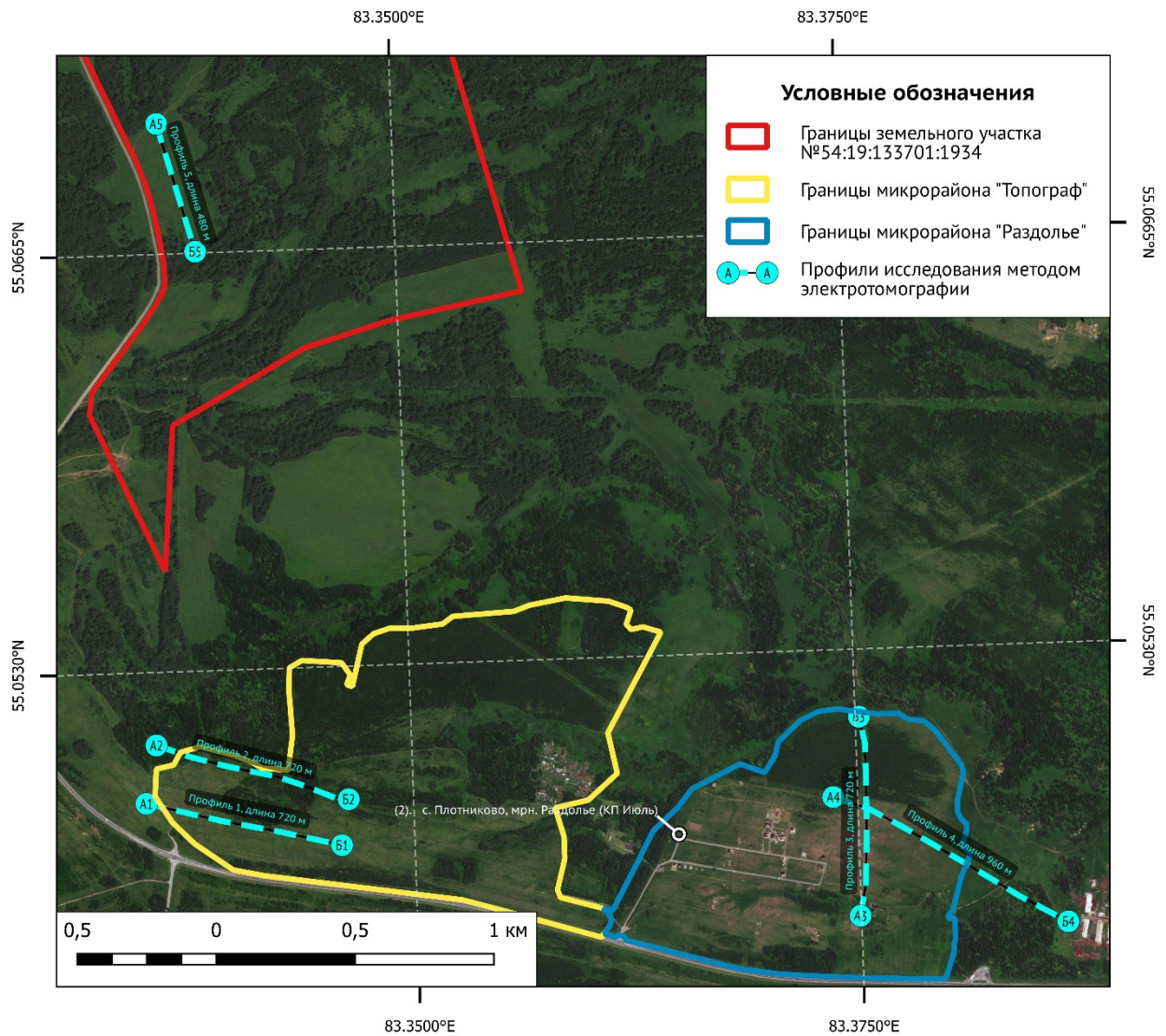


Рис. 6. Местоположение геофизических профилей в районе с. Плотниково. Точки начала профилей A1-A5, точки конца профилей B1-B5.

Рассмотрим результаты, полученные по профилям A1-B1 и A2-B2 (рис. 7, 8). Геоэлектрическая модель, подобранная по результатам двумерной инверсии предполагает преимущественно двухслойное строение геологической среды. Верхний слой представлен рыхлыми отложениями (значения удельного электрического сопротивления (УЭС) в диапазоне от 10 до 150 Ом·м). Нижний слой – коренные породы (значения УЭС в диапазоне от 150 до 1000 Ом·м).

Мощность рыхлых отложений составляет от 30 до 40 метров. При этом верхняя часть неоднородна – значения УЭС варьируются по горизонтали, что может свидетельствовать о

наличии локальных включений горных пород различных по фильтрационно-емкостным и физико-механическим свойствам. В частности, породы со значениями УЭС от 10 до 30 Ом·м характеризуются большим содержанием глинистой фракции. То есть это преимущественно глины, возможно суглинки. Породы со значительными включениями песка характеризуются более высокими значениями УЭС – от 30 до 80 Ом·м. Породы со значениями УЭС свыше 80 Ом·м, вплоть до 120-150 Ом·м, в условиях Новосибирской области принято считать песками различной степени зернистости.

Таким образом, верхняя часть разреза по профилям А1-Б1 и А2-Б2 представлена в основном глинами, суглинками и супесями. При этом последние не могут считаться надёжными водоупорами и допускают инфильтрацию атмосферных осадков, а также талых вод в нижележащий водоносный горизонт. Мощность глин, являющихся водоупорными толщами составляет не более 5 метров (приповерхностная часть разреза).

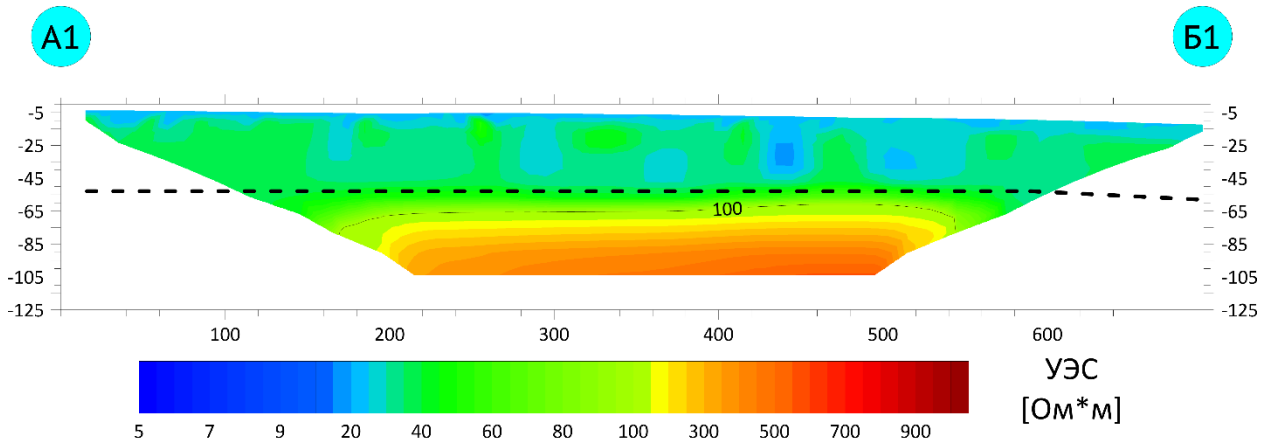


Рис. 7. Геоэлектрический разрез по профилю А1-Б1. Пунктирной линией обозначен уровень подземных вод по данным гидрогеологической карты

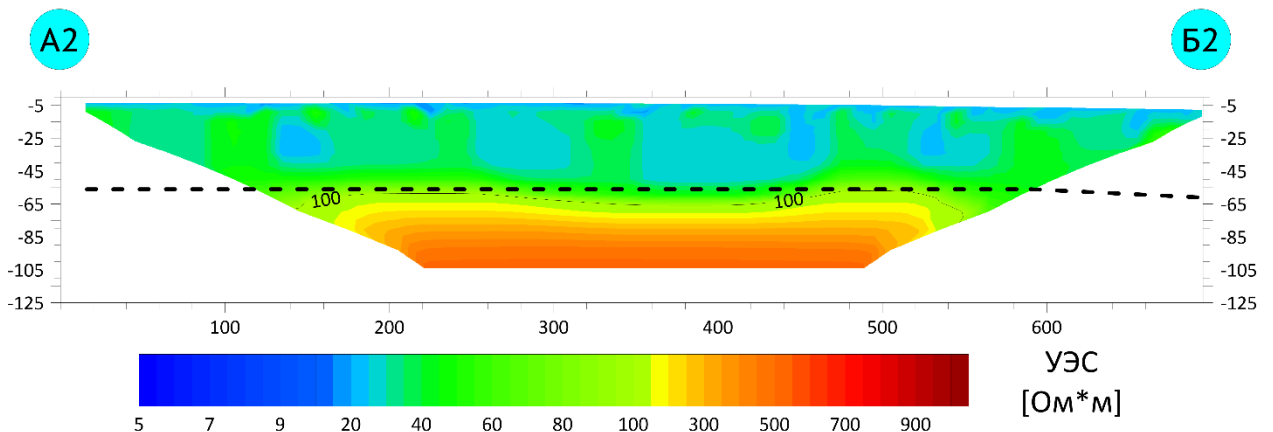


Рис. 8. Геоэлектрический разрез по профилю А2-Б2. Пунктирной линией обозначен уровень подземных вод по данным гидрогеологической карты

Геоэлектрические разрез по профилям А3-Б3 и А4-Б4 (рис. 9, 10) отличаются от разрезов по профилям А1-Б1 и А2-Б2. Мощность покровных отложений здесь значительно

ниже – не более 20 метров. Из них порядка 5 метров – глины в самой верхней части разреза, затем суглинки и супеси. На разрезе по профилю А4-Б4 в правой части наблюдается аномалия относительно низких значений УЭС, которая разрывает массив коренных пород. Она может быть приурочена к зоне повышенной трещиноватости и, как следствие, обводнённости.

Нижняя часть разреза по всем четырём профилям представлена коренными породами палеозойского возраста, в данном случае это глинистые трещиноватые сланцы. Переходная зона между рыхлыми отложениями и коренными породами, хорошо различима на геоэлектрических разрезах, является корой выветривания глинистых сланцев и трещиноватой обводнённой зоной. Как раз эта трещиноватая зона и является основным водоносным горизонтом, питающим водозаборные скважины, пробуренные в данном районе.

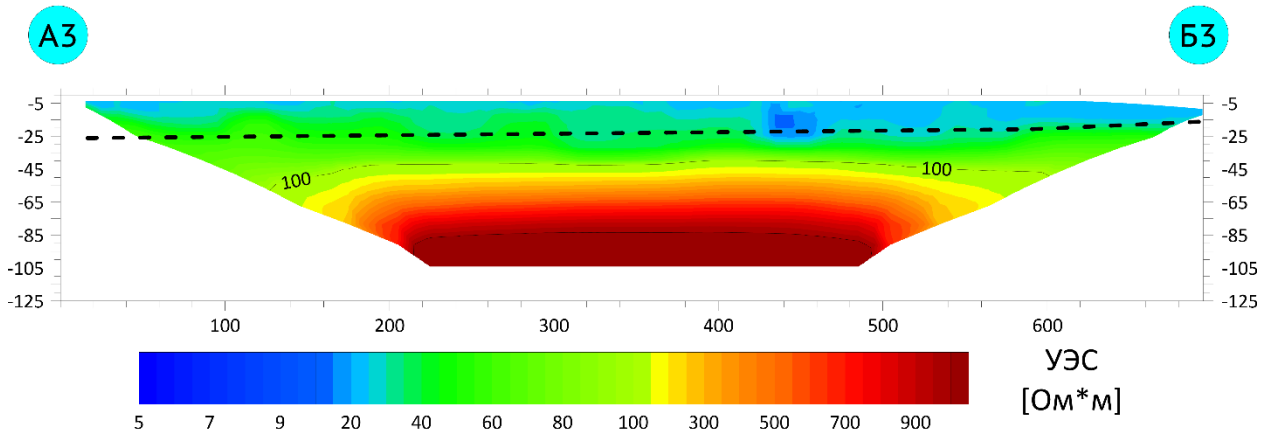


Рис. 9. Геоэлектрический разрез по профилю А3-Б3. Пунктирной линией обозначен уровень подземных вод по данным гидрогеологической карты

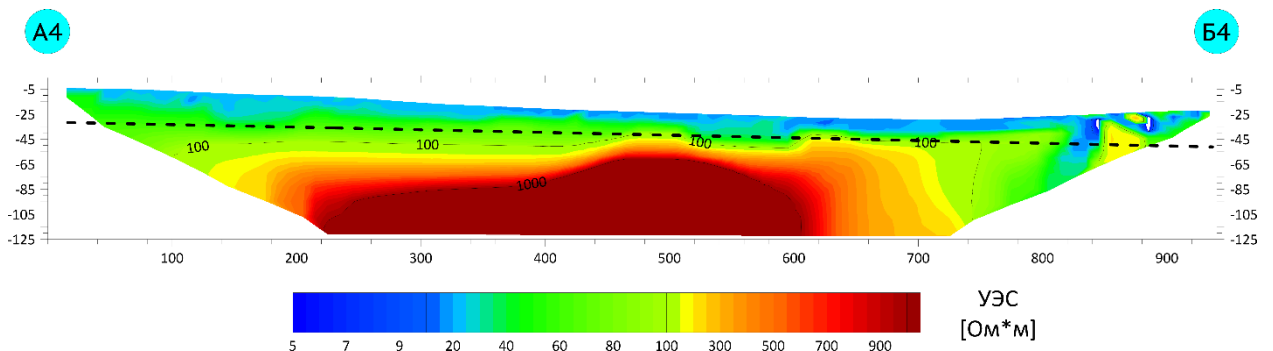


Рис. 10. Геоэлектрический разрез по профилю А4-Б4. Пунктирной линией обозначен уровень подземных вод по данным гидрогеологической карты

Результаты инверсии данных по профилю А5-Б5, расположенном непосредственно на участке №54:19:133701:1934, приведены на рисунке 11.

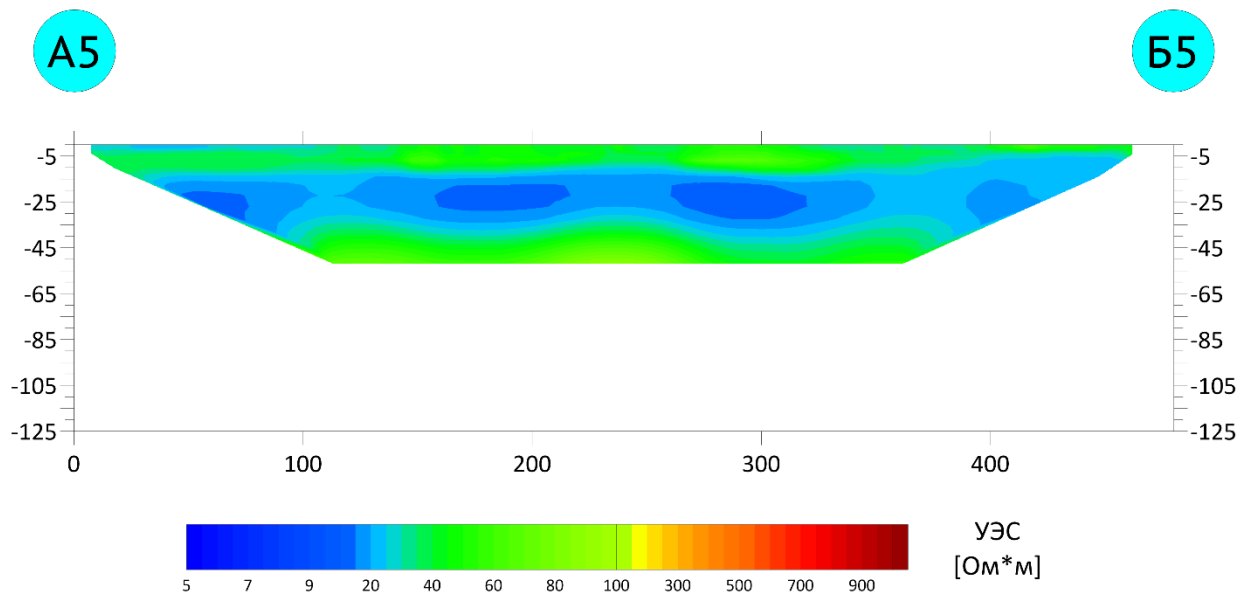


Рис. 11. Геоэлектрический разрез по профилю А5-Б5.

Геоэлектрический разрез по профилю А5-Б5 позволяет увидеть трёхслойное строение геологической среды – верхняя часть представлена породами со значениями УЭС в интервале 40-100 Ом·м, средняя часть – проводящими породами со значениями УЭС 10-20 Ом·м, а нижняя – характеризуется развитием пород со значениями УЭС 40-100 Ом·м. Породы в верхней и нижней частях можно отнести к категории водопроницаемых супесей. Породы в средней части представлены невыдержанными по мощности водоупорными глинами. Непосредственно на участке развиты два водоносных горизонта: первый – грунтовых вод, ограниченный водоупорной толщей снизу и, второй – залегающий под ней, включающий слабонапорные воды. Атмосферные осадки вместе с любыми загрязняющими веществами будут фильтроваться в первый водоносный горизонт, мигрировать по латерали до зон, где водоупорная толща теряет свои экранирующие свойства – литологические окна за счет опесчанивания (наличие таких зон показывают профили А1..4-Б1..4) и проникать в нижний горизонт.

Геофизические данные наглядно демонстрируют возможные пути миграции метеорных вод в нижележащие водоносные горизонты, в т.ч. в трещиноватую зону палеозойского фундамента. Это означает наличие потенциальных путей инфильтрации загрязняющих веществ от предполагаемого мусоросортировочного комплекса с полигоном твердых коммунальных отходов (МК с полигоном ТКО) в первый от поверхности водоносный горизонт, особенно при условии литологической неоднородности и техногенной нарушенности верхнего маломощного водоупорного слоя глин.

4.1.3 Заключение о современном состоянии и потенциальных источниках загрязнения природных вод (подземных и поверхностных)

Вопрос по возможности размещения полигонов для твердых коммунальных отходов регламентируется целым рядом документов:

- 1. постановлением Правительства Российской Федерации Федеральный закон от 29.12.2014 N 458-ФЗ «Об отходах производства и потребления»;
- 2. постановлением Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 года № 1657 «О Единых требованиях к объектам обработки, утилизации, обезвреживания, размещения твердых коммунальных отходов», вступает в силу с 1 января 2021 г. и действует до 1 января 2027 г.;
- 3. сводом правил СП 320.1325800.2017 «Полигоны для твердых коммунальных отходов». Проектирование, эксплуатация и рекультивация»;
- 4. Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов утверждена Министерством строительства Российской Федерации 2 ноября 1996 г.;
- 5. санитарными правилами и нормами СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» и другими нормативно-правовыми документами.

В соответствии с вышеуказанными документами выполнена экспертная оценка гидрогеологических условий территории участка с кадастровым номером 54:19:133701:1934 (далее «Участок») для возможности размещения мусоросортировочного комплекса с полигоном твердых коммунальных отходов. Установлено следующее:

1. Геофизические данные наглядно демонстрируют возможные пути миграции метеорных вод в нижележащие водоносные горизонты, в т.ч. в трещиноватую зону палеозойского фундамента. Это означает наличие потенциальных путей инфильтрации загрязняющих веществ от предполагаемого мусоросортировочного комплекса с полигоном твердых коммунальных отходов (МК с полигоном ТКО) в первый от поверхности водоносный горизонт, особенно при условии литологической неоднородности и техногенной нарушенности верхнего маломощного водоупорного слоя глин.
2. «Участок» расположен на возвышенной сильно расчлененной равнине, со снижением дневной поверхности в южном направлении к долине р. Иня, что будет способствовать поверхностному стоку всех вод в реки Ярская и Боровая и непосредственно в русло р. Иня (см. рис. 1-3, 5). Наиболее сильно этот процесс будет проявляться во время таяния снега и сильных ливневых осадков. В соответствии со Сводом правил СП

320.1325800.2017 «Полигоны для твердых коммунальных отходов» – 5.7 Участок для размещения полигона ТКО следует располагать на ровной территории, исключающей возможность смыва атмосферными осадками части отходов и загрязнения ими прилегающих земель и открытых водоемов (Документ 3 пункт 5.7.).

3. На территории «Участка» расположены истоки двух малых рек Ярская и Боровая (правых притоков р. Иня), в непосредственной близости берут свое начало реки Малая Издревая и Гнутиха, что согласно Своду правил СП 320.1325800.2017 «Полигоны для твердых коммунальных отходов» является недопустимым условием для размещения твердых коммунальных отходов (Документ 3 пункт 5.9). Также не допускается использовать и участки с выходами грунтовых вод в виде ключей.
4. Отложения краснодубровской свиты имеют сплошное распространение, представлены в основном лессовыми суглинками с неравномерными включениями линз и прослоев супесей и глин, что создает условия для существования верховодки (первого от поверхности невыдержанного водоносного горизонта), глубина залегания которых фиксируется от 1.5 до 3 м. Согласно документу 2, пункт 25 и документу 3, пункт 4.3, расстояние от нижнего уровня размещаемых отходов должно составлять не менее 2 м, для рассматриваемого участка это условие невыполнимо.
5. Результаты полевых и лабораторных химико-аналитических исследований не установили в настоящее время антропогенного загрязнения подземных вод основного водоносного горизонта, который используется для централизованного питьевого водоснабжения населения. Повышенные концентрации железа и марганца носят природный характер. В единичных случаях выявлены превышения ПДК по радону и мышьяку.

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что строительство мусоросортировочного комплекса с полигоном твердых коммунальных отходов (МК ПТКО) в изучаемом районе недопустимо в соответствии с гидрогеологическими условиями. Реализация проекта приведет к необратимым последствиям: 1) загрязнению подземных вод эксплуатируемого для целей питьевого водоснабжения населения верхнедевонского водоносного горизонта и 2) загрязнению поверхностных вод рек Ярская, Боровая, Малая Издревая, Гнутиха (притоков реки Иня, ниже по течению впадающей в реку Обь, где расположен один из водозаборов города Новосибирска).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Опубликованная:

1. Бабин Г. А., Черных А. И., Головина А. Г., Жигалов С. В., Долгушин С. С., Ветров Е. В., Кораблева Т. В., Бодина Н. А., Светлова Н. А., Федосеев Г. С., Хилько А. П., Епифанов В. А., Лоскутов Ю. И., Лоскутов И. Ю., Михаревич М. В., Пихутин Е. А. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист N-44 – Новосибирск. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. – 2015. – 392 с. + 4 вкл.
2. Васютинская Т.Ф., Михайловский Д.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000 (первое поколение). Серия Кузбасская. Лист N-44-ХII. Объяснительная записка. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр. – 1963. – 116 с.
3. Вериго Е.К., Быкова В.В., Гусев В.К. Заельцовское месторождение радоновых вод (Новосибирское Приобье) // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Западной Сибири, 1979, т. 14, с. 47-51.
4. Государственная геологическая карта Российской федерации. Масштаб 1:200000. Лист N-44-ХII, 1982 г
5. Гусев В.К., Вериго Е.К. Радоновые воды Колывань-Томской складчатой зоны, их использование и охрана. Изменение природных условий под влиянием деятельности человека. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1984, с. 99-107.
6. Корнеева Т.В., Новиков Д.А. Механизмы накопления микроэлементов в радоновых водах Заельцовского месторождения (юг Западной Сибири) // Подземные воды Востока России: Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России (XXII Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с международным участием) (г. Новосибирск, 18-22 июня 2018 г.). – 2018. – С. 270-276
7. Новиков Д.А., Вакуленко Л.Г., Сухорукова А.Ф. Геохимия системы вода-порода проявления слаборадоновых вод "Инские источники" (юг Западной Сибири) // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: Материалы четвертой Всероссийской научной конференции с международным участием (г. Улан-Удэ, 17-20 августа 2020 г.). – 2020. – С. 88-92
8. Новиков Д.А., Дульцев Ф.Ф., Сухорукова А.Ф., Максимова А.А., Черных А.В., Деркачев А.С. Радионуклиды в природных водах Новосибирской городской агломерации // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: Материалы четвертой

Всероссийской научной конференции с международным участием (г. Улан-Удэ, 17-20 августа 2020 г.). – 2020. – С. 134-138

9. Новиков Д.А., Копылова Ю.Г., Вакуленко Л.Г., Сухорукова А.Ф., Пыряев А.Н., Максимова А.А., Дульцев Ф.Ф., Черных А.В. Изотопно-геохимические особенности проявления слаборадоновых вод "Инские источники" (юг Западной Сибири) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332. – № 3. – С. 135-145

10. Новиков Д.А., Пыряев А.Н., Черных А.В., Дульцев Ф.Ф., Сухорукова А.Ф. Первые результаты комплексных изотопно-гидрогеохимических исследований природных вод Новосибирской городской агломерации // Интерэкспо ГЕО-Сибирь - "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология": Материалы XVI международной научной конференции (г. Новосибирск, 20-24 апреля 2020 г.). – 2020. – С. 179-194

11. Новиков Д.А., Сухорукова А.Ф., Корнеева Т.В., Кменова-Тотцева Р.М., Максимова А.А., Деркачев А.С., Дульцев Ф.Ф., Черных А.В. Гидрогеология и гидрогеохимия месторождения минеральных радоновых вод «Каменское» (г. Новосибирск) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. Т. 332. № 4. 192–208

12. Посохов Е.В., Толстихин Н.И. Минеральные воды (лечебные, промышленные, энергетические). М.: Недра, 1977, 240 с.

13. Росляков Н.А., Жмодик С.М., Пахомов В.Г. Естественные радионуклиды в геологической среде Новосибирской области // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы IV Международной конференции (Томск, 4-8 июня 2013 г.). Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013, с. 461-464.

14. Сухорукова А.Ф., Новиков Д.А. Гидрогеология Заельцовско-Мочищенского проявления радоновых вод (г. Новосибирск) // Подземные воды Востока России: Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России (XXII Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с международным участием) (г. Новосибирск, 18-22 июня 2018 г.). – 2018. – С. 473-480.

15. Hölting B., Coldewey W. G. Hydrogeology. – Springer, 2019. – С. 33-37.

16. Vosselman G. Slope based filtering of laser altimetry data //International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2000. – Т. 33. – №. B3/2; PART 3. – С. 935-942.

17. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М., 2003. – 94 с.
18. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2010. – 18 с.
19. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. – М., 2018. – 125 с.
20. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. – Geneva: World Health Organization, 2017. – 631 p.
21. Постановление Правительства Российской Федерации Федеральный закон от 29.12.2014 N 458-ФЗ «Об отходах производства и потребления»
22. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 года № 1657 «О Единых требованиях к объектам обработки, утилизации, обезвреживания, размещения твердых коммунальных отходов», вступил в силу с 1 января 2021 г. и действует до 1 января 2027 г.
23. Свод правил СП 320.1325800.2017 «Полигоны для твердых коммунальных отходов». утвержден Министерством строительства Российской Федерации 2 ноября 1996 г.;

Фондовая:

24. Бердников Е.П. и др. Оценка запасов подземных вод действующего водозабора на участке недр «Комаровка», ст. Комаровка Новосибирского района Новосибирской области (подсчет запасов по состоянию изученности на 01.09.2013 г.). Лицензия НОВ 01652 ВЭ. Отчет по договору с Западно-Сибирской дирекцией по тепловодоснабжению филиала ОАО «РЖД» от 14 декабря 2011 г. №215Д * 60 л текста, 2 рис., табл. 9/10 л., текст. прил. 17/36 л., граф. прил. 7 л., библи. 32
25. Галактионов А., Васин Н. Паспорт и гидрогеологические данные по скважине №1 на воду на ст. Жеребцово Западно-Сибирской железной дороги. 1974, 23 с.
26. Гринько А.Н., Синенко В.С. Технический отчет о работах по бурению на воду скважины на пассажирской платформе Гусиный брод Томской ж.д. 1957, 27 с.
27. Ковалев В.В., Процюк В.Ф., Блукке П.П. Отчет о поисково-оценочных работах по выявлению подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка строителей дер. Новолуговое Новосибирской области. 1982, 109 с.

28. Ковалев Н.Ф., Васин Н.А. Паспорт и гидрогеологические данные по скважине №5 на ст. Издревая Западно-Сибирской железной дороги. 1969, 18 с.
29. Прибыльнов В.Г., Васин Н.А. Паспорт и гидрогеологические данные по скважинам 1 на воду на площадке однодневного дома отдыха ст. Новосибирск-Главный при ст. Издревая вблизи Западно Сибирской железной дороги. 1964, 26 с.
30. Прибыльнов В.Г., Васин Н.А. Паспорт и гидрогеологические данные по скважинам 1 и 2 на воду на площадке экспериментального механического з-да Сибирского филиала ВИМ вблизи ст. Издревая Зап. Сибирской жел. дороги. 1966, 49 с.
31. Проценко Н.А., Павловский М.И., Леонтьевский Г.А., Кобозев Н.И. Отчетная техническая записка об инженерно-геологических условиях на площадке подстанции «Восточная» в г. Новосибирске. 1956, 90 с.