

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕС-
ПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ЕВФРОСИНИИ
ПОЛОЦКОЙ

На правах рукописи
УДК 628.11
ГРИН 2.0.04.2

**ФЕЛИСОВ
ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

**«ЭКСПЛУАТАЦИЯ МНОГОУРОВНЕВЫХ СКВАЖИН
ВОДОЗАБОРА «ЗАОЗЕРЬЕ» Г. ПОЛОЦКА»**

Диссертация на соискание ученой степени магистра технических наук
по специальности 70 80 01 Строительство

Научный руководитель
кандидат технических наук, доцент
Ющенко Виктор Дмитриевич.

Допущен к защите
«__» _____ 2024 г.

Зав. кафедрой «Теплогазоводо-
снабжение и вентиляция»
кандидат технических наук,
доцент

_____ Ю.В. Вишнякова

г. Новополоцк, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Принятые сокращения и обозначения, основные понятия	3
Введение.....	5
Глава 1. Краткий обзор по использованию водозаборных сооружений подземных вод	7
1.1. Классификация водозаборных сооружений подземных вод..	7
1.2. Методы и технологические решения по устройству скважин для артезианских подземных вод	12
1.3. Основные принципы проектирования и расчета скважин.....	17
1.4. Зоны санитарной охраны.....	23
1.5. Выводы по главе	25
Глава 2. Программа и методика проведения исследования.....	26
2.1. Характеристика водозабора «Заозерье» г. Полоцка, Витебской области.....	26
2.2. Методика проведения исследования	29
Глава 3. Подготовка и проведение эксперимента по анализу работы скважин водозабора «Заозерье»	30
3.1 Исходный состав воды водозабора «Заозерье».....	30
3.2. Анализ работы скважин с разными уровнями и мощностями водоносных слоев.	32
Заключение	39
Литература.....	41
Приложения	45
Приложение А	45
Приложение Б.....	46
Приложение В.....	50

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

ВКХ - Водопроводно-канализационное хозяйство.

ГОСТ - Национальный стандарт.

СанПиН - Санитарные Правила и Нормы.

СН – Строительные Нормы.

Подземный пласт (слой) - слой одноименного или разноименного слагающих пород ниже поверхности земли.

Подземный водоносный пласт (слой) - водонасыщенный слой слагающих пород

Скважина - Сооружение для забора воды из подземных источников

Подземная вода – Грунтовая или артезианская вода, находящаяся в слагающих породах в жидком, твердом и парообразном состоянии, но расположенная ниже поверхности земли.

Исходная подземная вода – вода, поднятая на поверхность земли из водоносных пластов.

Водоподготовка – обработка воды, поступающей из природного водоисточника, для приведения ее качества в соответствие с требованиями технологических потребителей.

Станция водоподготовки – комплекс зданий, сооружений и устройств для водоподготовки.

Хозяйственно-питьевая вода – вода после подготовки или в естественном состоянии, отвечающая установленным санитарными нормами требованиям и предназначенная для питьевых и бытовых нужд населения и (или) производства пищевой продукции.

Водоснабжение – технологический процесс, обеспечивающий забор, подготовку, транспортировку и передачу абонентам питьевой воды.

Централизованная система водоснабжения – комплекс водохозяйственных сооружений и устройств, находящийся на праве собственности, хозяйственного ведения, оперативного управления или на ином законном основании у организаций ВКХ, предназначенный для добычи (изъятия), обработки, транспортировки, хранения, распределения питьевой воды для обеспечения водой всей совокупности потребителей и абонентов населенного пункта.

Водопроводная сеть – система трубопроводов и сооружений на них, предназначенных для транспортировки и передачи абонентам воды в системе водоснабжения.

Водопотребление – использование воды абонентом (субабонентом) на удовлетворение своих нужд.

Потребитель – физическое или юридическое лицо, пользующееся услугами водоснабжения, водоотведения (канализации) исключительно для личных, семейных, домашних и иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности, и имеющее с организациями ВКХ (абонентом) заключенный договор на оказание данных услуг.

Мониторинг подземных вод – это система регулярных наблюдений за изменением состояния подземных вод под воздействием природных и техногенных факторов.

ВВЕДЕНИЕ

Данная магистерская диссертация на тему «Эксплуатация многоуровневых скважин водозабора «заозерье» г. Полоцка» состоит из 3 глав, содержит 65 страниц, 14 рисунков, 7 таблиц, 3-х приложений и 45-и наименований литературных источников.

Системы водоснабжения населенных пунктов являются важными показателями жизнеобеспечения населения. От стабильного функционирования указанных систем зависит их нормальная работа здоровье и безопасность жителей /8,9,14/.

Основной целью развития коммунального водоснабжения населенных пунктов Витебской области является повышение эффективности и надежности их функционирования наряду с поддержанием надлежащего качества и снижением затрат на оказание услуг /21,38,39/.

В последние годы динамика развития водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) области направлена на решение вопросов безаварийной подачи воды питьевого качества населению из централизованных систем водоснабжения /9,10/

В республике Беларусь для населенных пунктов широко используются подземные воды (кроме г. Минска, где частично подается вода после ее обработки из поверхностного источника).

Обеспечение населения водой из подземных источников на данный момент является практически решенной задачей. Однако использование и эксплуатация скважин с многоуровневым отбором подземной воды, как гарант бесперебойной подачи к потребителю в необходимом объеме, является *актуальной и значимой* проблемой.

Исследования проводились для водозабора «Заозерье» г. Полоцка, расположенного в Полоцком районе Витебской области. Для этого региона подземная вода характеризуется наличием взвешенных веществ, повышенным содержанием двухвалентного железа, а также наличием сопутствующих загрязнений, частности, марганца и аммонийного азота /20,29,37,43/.

Целью данной работы является изучить особенности эксплуатации многоуровневых скважин на конкретном выбранном объекте - водозаборе г. Полоцка «Заозерье». Для достижения поставленной цели были выделены и решены следующие *задачи*:

а) изучение литературных источников по технологии забора подземных вод в зависимости от дебита скважин и ее состава.

б) изучение характеристик изменения состава подземных вод в различных многоуровневых водоносных слоях скважин;

в) оценка инклюзивного воздействия погодных условий на состав воды, забираемых от многоуровневых скважин;

г) разработка рекомендаций по работе скважин для конкретного объекта.

Практическая значимость данной магистерской диссертации заключается в оптимизации при эксплуатации многоуровневых скважин водозабора «Заозерье».

Работа проводилась в рамках осуществления ряда программ Республики Беларусь /7-9,12,18,20,39/.

Результаты работы были представлены на региональном семинаре по обработке подземных вод (июнь 2022 г.) Витебского учебного центра ЖКХ и ГЦ «Жилком» (декабрь 2023 г.) и в дальнейшем будут использованы на объектах УП «Витебскоблводоканал».

По результатам работы подготовлена к печати статья в сборник ПГУ (срок издания - 2024 г).

ГЛАВА 1. КРАТКИЙ ОБЗОР ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

1.1 Классификация водозаборных сооружений

Общемировая практика говорит о том, что вода из подземных источников является более безопасной и качественной /21,22,39, 44,45/.

По международным экспертным оценкам Республика Беларусь относится к одной из немногих стран в которых имеются прогнозируемые значительные запасы воды, т.ч. и подземной, использование которой может создавать благоприятную, безопасную и безвредную среду /7,12,20,29,37/.

Беларусь, находящаяся на водоразделе бассейнов рек Черного и Балтийского морей, безусловно, должна разрабатывать эффективную водохозяйственную политику, адаптированную к политике устойчивого развития экономики и учитывать наличие и состояние водных ресурсов, и их трансграничный фактор /15,16/.

Величина прогнозных эксплуатационных запасов подземных вод Республики Беларусь составляет около 50 млн. м³/сут. Для питьевого водоснабжения разведано свыше 270 месторождений пресных подземных вод из которых эксплуатируется и действуют лишь 160 водозаборов (59 % от числа разведанных). Обеспеченность централизованными системами водоснабжения – 90,6 %, качественной питьевой водой – 88,1 % /8,13,14,21/.

Основной проблемой качества используемых подземных вод являются железистые соединения, концентрации которых превышают установленные значения в национальном стандарте СанПин10-124 РБ 99, причем их обработка часто осложняется дополнительным присутствием соединений марганца и аммония. /32,33/.

Лабораторные анализы проводятся аккредитованной Центральной лабораторией Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерства здравоохранения или подразделений ВКХ.

Сеть мониторинга качества воды в скважинах /21,24,39,45/ подразделяется на следующие компоненты:

- фоновая сеть наблюдений предназначена для изучения естественного (фонового) режима подземных вод, являющегося исходным при оценке антропогенной нагрузки;

- национальная сеть наблюдений служит для изучения особенностей формирования подземных вод, обусловленных природными условиями конкретного

региона и своеобразием проявлений техногенных изменений в подземной гидросфере;

- трансграничный гидрогеологический мониторинг: оценка трансграничного загрязнения грунтовых вод.

К концу 2025 года обеспеченность бытовых потребителей водоснабжением питьевого качества должна составить 100%. Для реализации данной задачи намечено строительство в общей сложности не менее 500 водозаборов и станций обезжелезивания по всей республике /8,20,21,45/.

Подземная вода подразделяется на грунтовую (условно до 15-30 м под уровень земли) и артезианскую (ниже этих отметок). Режим движения грунтовых и артезианских вод существенно различаются.

Режим подземных вод — изменение во времени уровней подземных вод, температуры, физических свойств, химического, газового состава, скорости движения, расхода и пр. Определяется геологической обстановкой и климатическими условиями, а также хозяйственной деятельностью человека (осушение, орошение, строительство подпорных гидротехнических сооружений, водоотлив из горных выработок и т. п.) /11,17,19,22,24/.

Режим грунтовых вод всецело определяется метеорологическими факторами: атмосферными осадками, температурой воздуха, давлением, испарением. Неравномерность инфильтрации атмосферных осадков является основной причиной изменения режима грунтовых вод. Изменения уровней грунтовых вод наблюдаются не только в течение одного гидрологического года, но и в многолетние периоды. Колебания уровней в трещиноватых подземных породах имеют свою специфику. Максимальное повышение уровней подъемных вод весной происходит быстрее непосредственно в период снеготаяния. Значительное повышение уровней наблюдается также во время летних и осенних дождей, в том числе и ливневого характера. Амплитуда годовых колебаний может достигать 10 м и более.

Режим артезианских вод в естественных условиях характеризуется большим постоянством по сравнению с режимом безнапорных вод. Большое влияние на режим напорных вод оказывает деятельность человека; из недр земли ежегодно извлекаются огромные массы подземных вод для нужд питьевого, хозяйственного и технического водоснабжения, лечебных целей, ирригации, добычи химического сырья, а также при искусственном водопонижении в связи с производством строительных, горных и других работ.

Известно, что при интенсивном использовании артезианских вод, их естественные уровни понижаются.

Водозаборные сооружения являются первым элементом системы водоснабжения населенного пункта, поэтому от правильного проектирования, строи-

тельности и эксплуатации этих сооружений будет зависеть надежность подачи воды определенного качества конечному потребителю.

Состав сооружений водозаборов определяется глубиной залегания, мощностью, водообильностью и геологическим строением водоносных горизонтов, а также гидравлическими и санитарными характеристиками подземных потоков, требуемой производительностью водозабора и технико-экономическими показателями.

Основную роль в формировании запасов подземных вод, используемых для водоснабжения, играют инфильтрационные и конденсационные процессы /11,18,22,38/.

Инфильтрационные процессы приводят к накоплению в земной коре воды в результате:

- фильтрации через почву атмосферных осадков;
- насыщения водой грунтов через берега и дно рек, озер, водохранилищ, прудов, каналов;
- фильтрации через почву воды при сельскохозяйственном орошении и т. п.

При конденсационных процессах водяные пары подземного воздуха конденсируются на частицах грунта; по мере накопления эта влага переходит в капельную форму, и сила тяжести увлекает ее. Но все-таки подземные воды образуются, главным образом, за счет инфильтрации атмосферных и поверхностных вод, которые проникают в толщу земли и создают там подземные потоки и бассейны.

На рисунке 1.1 дан условный геологический разрез, на котором рассматривается образование подземных вод в результате инфильтрационных процессов и их залегание в земной толще. Подземные и поверхностные воды находятся в постоянном взаимодействии.

По условиям залегания различают два основных типа подземных вод — безнапорные и напорные. Горизонты безнапорных вод не имеют сплошного непроницаемого покрытия. В таких горизонтах устанавливается свободный уровень воды, глубина которого соответствует поверхности водоносных пород.

Безнапорные потоки образуются в том случае, когда водоносный слой насыщен водой не на всю высоту и имеет свободное зеркало. В колодце, вскрывающем водоносный горизонт, уровень воды устанавливается на той же высоте, что и поверхность воды в водоносном горизонте. Когда весь водопроницаемый слой насыщен водой, поверхность водоносного горизонта не является свободным зеркалом воды, а совпадает с кровлей (порода, покрывающая водоносный горизонт). Обычно вода при этом обладает гидростатическим напором. В колодце, вскрывающем подобный горизонт напорных вод, вода поднимается выше его

кровли до высоты, определяемой так называемым пьезометрическим уровнем водоносного горизонта, соответствующим величине напора.

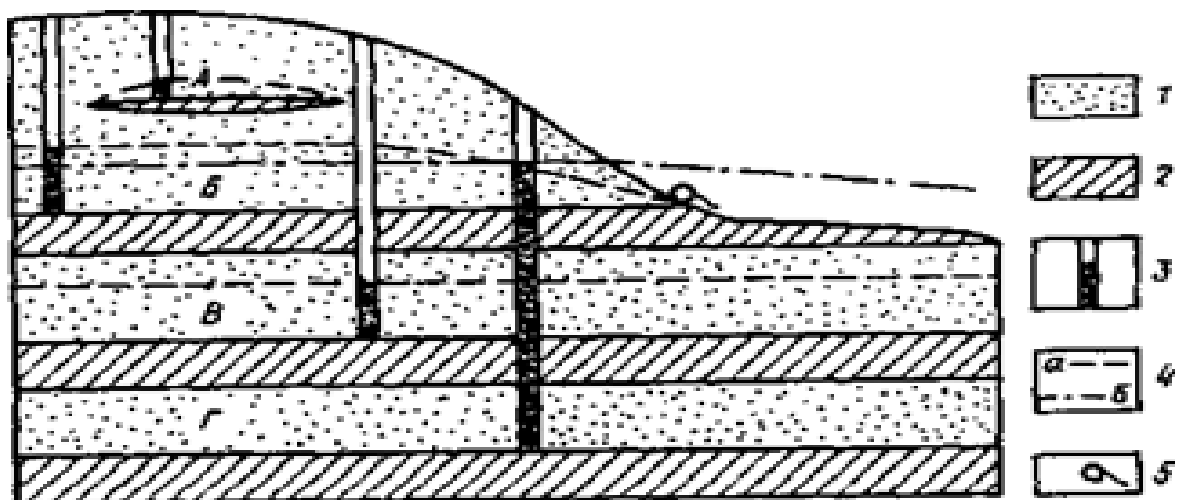


Рисунок 1.1 - Схема условий залегания подземных вод

Л — верховодка; Б — грунтовые воды; В — безнапорные межпластовые воды; Г — напорные воды;
 / — проницаемые породы; 2 — водоупорные породы; 3 — буровая скважина; 4 — уровень воды (а — свободный, б — пьезометрический); 5 — источник

Классифицировать подземные источники можно по ряду признаков/11,18,22,38/.

1. По характеру залегания различают следующие виды подземных вод:

Верховодка, это воды, которые образуются при просачивании атмосферных осадков сквозь хорошо фильтрующие породы вследствие накопления на преграде. Располагается наиболее близко к земной поверхности, которая залегает на водоупорных линзах (вогнутая часть линзы обращена к поверхности земли). Количество и состав этой воды резко изменяется в зависимости от гидрометеорологических условий (таяние снега или длительный дождь), она легко подвергается загрязнению с поверхности, имеет малый дебит, пересыхает в жаркое время года и поэтому не представляет интереса для водоснабжения.

Грунтовые безнапорные воды образуются при фильтровании поверхностной или атмосферной воды и скопления ее над первыми от поверхности земли водоупорными пластами. Количество и качество этой воды также зависит от гидрометеорологических факторов и колеблется по сезонам года. Может залегать в двух формах: грунтовый бассейн – котловина с водоупорным ложем, заполненная грунтовой водой, не имеет выраженного течения; грунтовый поток – вода течет (фильтруется) по водоносному слою в сторону наклона водоупора и выходит на поверхность в виде родников. Грунтовые безнапорные воды широко используются для водоснабжения домов усадебного

типа и дач в сельской местности. Имеют ограниченное применение, так как их санитарное качество не всегда удовлетворяет требованиям потребителя. Мощность водоносных горизонтов грунтовых вод может достигать значительных величин: от 10 м в верховьях рек до 70 м в нижнем течении.

Подрусловые (инфильтрационные воды) имеют качество грунтовых вод и являются промежуточными между подземными и поверхностными водами. Находят широкое применение, особенно в зарубежной практике, где отказываются от непосредственного приема воды из рек, и предпочитают забор частично очищенных естественным образом подрусловых вод.

Родники (ключи) – разновидность межпластовых вод, выходящих на поверхность земли, как правило, на склонах. Являются прекрасным водоисточником, но имеют ограниченный дебит и могут использоваться только для небольших потребителей. Ключи делятся на нисходящие и восходящие. Нисходящими называют ключи, выходящие на земную поверхность вследствие выклинивания (выхода) водонепроницаемого слоя по которому идет грунтовый поток. Восходящие ключи – это ключи, которые выходят на земную поверхность снизу их напорных горизонтов.

На глубине водоносные горизонты (пласты) могут перекрываться водоупорами. В таких условиях, грунтовые воды переходят в межпластовые слои, так как эта водоносная толща в вертикальном разрезе зажата между непроницаемыми пластами. Верхний слой из этих пластов называется водоупорной кровлей, а нижний – водоупорным ложем.

Межпластовые воды имеют устойчивый состав, наиболее надежны в санитарном отношении, так как защищены водоупором от поверхности земли, откуда возможно поступление загрязнений. Они наиболее пригодны для водоснабжения ввиду стабильности запасов воды и химико-бактериологических характеристик. При значительном гидростатическом напоре эти воды могут выходить на поверхность земли.

Такие воды еще называют **артезианскими** – от провинции Артезия во Франции, где впервые были пробурены фонтанирующие скважины.

2. По производительности подземные источники можно классифицировать следующим образом:

- источники с минимальным расходом (расход менее $1 \text{ м}^3/\text{с}$);
- средние источники (расход от 1 до $10 \text{ м}^3/\text{с}$);
- крупные источники (расход более $10 \text{ м}^3/\text{с}$).

3. По температуре. Неглубоко залегающие грунтовые воды испытывают сезонные колебания температуры, амплитуда которых лишь несколько ослаблена, а сроки повышения и понижения запаздывают по сравнению с сезонными температурами земной поверхности. Однако чем глубже залегают

подземные воды, тем меньше колебания температуры, и, наконец, в поясе постоянных температур она становится неизменной в течение всего года и равной средней годовой температуре местности.

Воды, циркулирующие на большой глубине, нагреты выше среднегодовой температуры местности и тем выше, чем глубже они залегают.

Здесь начинает действовать тепло, поднимающееся из недр земного шара.

Если температура источника выше среднегодовой, то это показывает, что вода поднимается с глубин, превышающих глубину залегания пояса постоянной температуры.

Источники, поднимающиеся по трещинам с больших глубин, могут иметь очень высокую температуру, достигающую десятков градусов. Существуют горячие источники, связанные с магмой. Ими изобилуют все вулканические области. Таким образом, по температуре подземных источников их условно можно классифицировать следующим образом:

- исключительно холодные (температура воды ниже 0-1°C);
- весьма холодные (1 – 4°C);
- холодные (4 – 20°C);
- теплые (20 – 37°C);
- горячие (37 – 42°C);
- весьма горячие (42 – 100°C);
- исключительно горячие (более 100°C).

4. По степени и характеру минерализации, т. е. по количеству растворенных веществ и их составу, подземные воды различны. Характер минерализации подземных вод зависит во многом от состава пород, по которым эти воды циркулируют:

- пресные (содержание сухого остатка до 1 г/л);
- слабоминерализованные (1 – 3 г/л);
- средней минерализации (3 – 10 г/л);
- минерализованные (10 – 50 г/л);
- рассолы (более 50 г/л).

1.2 Методы и технологические решения по устройству скважин для артезианских подземных вод

Основными элементами скважинного водозабора являются: источник (водоносный пласт, горизонт), водозаборные скважины, насосные станции, трубопроводы, водоводы и запасно-регулирующие емкости, сборные водоводы и водоводы 1-го подъема.

Водоносный пласт (горизонт) месторождений подземных вод характеризуется следующими показателями:

- условиями залегания (глубиной, мощностью, формой и площадью распространения);
- литологическим составом слагающих его пород и граничащих с ним как в плане, так и в вертикальном разрезе;
- фильтрационными параметрами (коэффициент фильтрации, проницаемость, пьезопроводность);
- химическим составом подземных вод;
- естественными ресурсами на период запроектированной эксплуатации водозабора;
- условиями питания и разгрузки (неограниченный пласт, полуограниченный открытый и др.);
- степенью гидравлической связью со смежными водоносными горизонтами и поверхностными водами.

Выбор и обоснование конструкции скважин – важнейшие мероприятия, от которых зависят качество выполняемых работ, их экономичность.

Водозаборные скважины характеризуются глубиной, производительностью (дебитом), конструкцией (включая параметры фильтров и бесфильтровых водоприемных частей), а также способом бурения.

К конструктивным элементам относятся оголовки, кондуктор, техническая и эксплуатационная колонны труб, цементная защита (затрубная, подбашмачная), отстойник, фильтр, надфильтровая колонна и сальник.

Насосные станции I и II подъема характеризуются различными видами павильонов (наземные, подземные и заглубленные), а также типами водоподъемного оборудования и составом арматуры (обвязки).

С помощью водоподъемного оборудования (в насосных станциях) осуществляется подъем воды из скважины и подача ее по трубопроводам и сборным водоводам в запасно-регулирующие емкости и сооружения водоподготовки (при необходимости).

Основной элемент водоподъемного оборудования - насос, который характеризуется следующими параметрами: размерами (диаметр, длина), производительностью, напором, затрачиваемой мощностью и коэффициентом полезного действия.

Принципиальные конструкции скважин приведены на рисунке 1.2. Ствол скважины «а» представляет собой телескопическую систему труб. Такая конструкция скважины характерна для ударно-канатного бурения при малой ее глубине до 50 м.

При применении роторного бурения конструкция скважины чаще всего имеет вид «б». Для обеспечения надлежащего санитарного режима скважины кондуктор стремятся забурить в верхний водоупорный слой. Пространство между кондуктором и следующей колонной обсадных труб цементируют (межтрубная цементация 11). Цементируют также пространство между кондуктором и стенкой скважины (затрубная цементация). Таким образом, грунтовые воды, собирающиеся на верхнем водоупорном слое, не будут проникать в ствол скважины. Все остальные элементы ствола называются колоннами обсадных труб (2, 3).

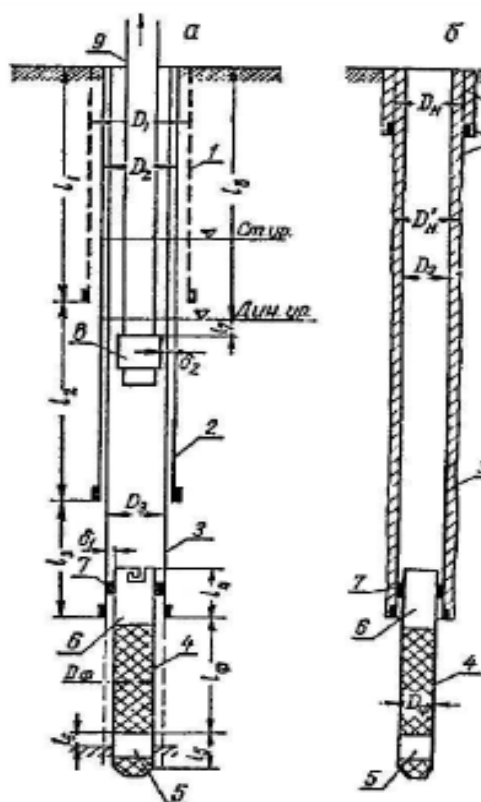


Рисунок 1.2. Конструкция скважин:
а – при малой глубине; б – при большой глубине скважины

Количество колонн обсадных труб и глубина их спуска имеют большое значение для обеспечения технической и санитарной надежности водозаборной скважины во время ее эксплуатации. При правильном креплении скважины обсадными трубами удлиняется срок ее службы и обеспечивается постоянство состава откачиваемой воды.

Самая нижняя обсадная колонна, в которой располагается водоподъемное оборудование (8), называется эксплуатационной колонной (3).

Ствол скважины изготавливают из стальных (иногда пластмассовых) обсадных труб с толщиной стенок от 6 до 12 мм, которые соединяются между

собой муфтами на конической резьбе. Наружный диаметр труб от 114 до 508 мм. Для крепления скважин диаметром более 500 мм применяют стальные электросварные трубы с толщиной стенок 7 – 12 мм, которые соединяются на сварке. Для крепления скважин глубиной до 250 м при свободной посадке обсадных труб (когда диаметр скважины несколько больше наружного диаметра трубы) допускается применение неметаллических труб с обязательной затрубной цементацией. При больших глубинах бурения в ряде случаев затрубную цементацию до устья можно заменить подбашмачной, если исключены гидравлическая связь водоносных горизонтов, потери напоров и загрязнение подземных вод.

Расстояние от низа колонны или как его еще называют – башмака называется выходом колонны, величина которого зависит от способа бурения. При ударно-канатном бурении в сухих, связных и полускальных породах выход колонн принимается 25 – 30 м. В тех же породах, но влажных и водоносных, выход – 35 – 45 м; при роторном бурении во всех видах пород выход до 1000 м.

Следует стремиться к переходу с одной колонны на другую в водоупорном слое, причем башмак колонны заделывается на 3 – 5 м в водоупор.

Кольцевой зазор между колоннами цементируется на глубину не менее 3 м (межтрубная цементация). После этого внутренняя колонна 2 для экономии труб обрезается и извлекается из скважины. Неэксплуатируемые водоносные пласты должны перекрываться двумя колоннами труб с межтрубной цементацией.

В нижней части, в районе водоносного пласта, располагается фильтр 5, конструкция которого выбирается с учетом состава водоносной породы. Надфильтровая колонна 6 входит в эксплуатационную колонну, пространство между этих колонн заделывается сальником 7.

Вода из водоносного горизонта в скважину попадает через фильтрующую (рабочую) часть 4.

Схема обустройства скважины приведена на рисунке 1.3.

Характерный гидрогеологический разрез скважины представлен на рисунке 1.4.

При этом производится определение оптимального числа скважин, расстояний между ними, их взаимного расположения на местности. Затем выполняется проектирование конструкции фильтра, диаметров и трассировки трубопроводов. Также выполняется расчет характеристик насосного оборудования с учетом возможной величины понижения уровня воды в скважинах /1,2,4,13,23,30,31,35,36,38/.

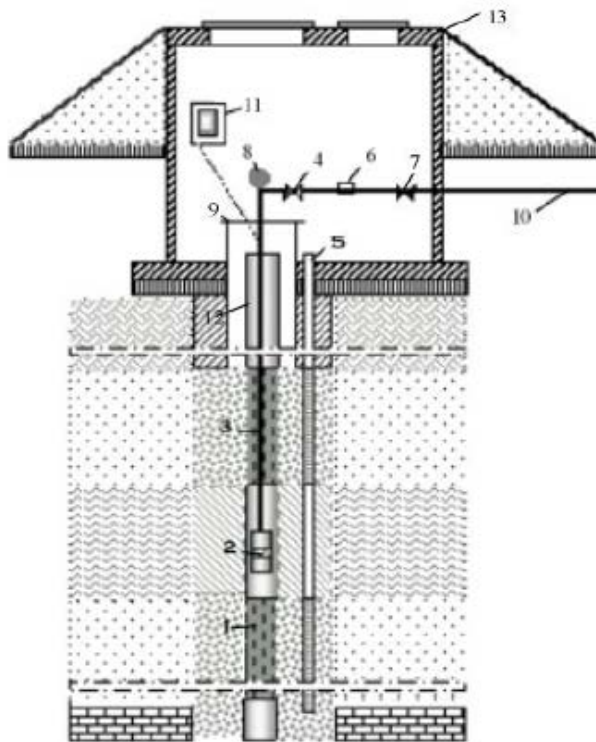


Рисунок 1.3 Схема обустройства водозаборной скважины
 1-фильтр; 2-погружной насос; 3-водоподъемная колонна труб; 4-обратный клапан; 5-пьезометр; 6-водомер; 7-задвижка; 8- манометр; 9-оголовок; 10 – соединительный трубопровод; 11-станция управления; 12- обсадная труба;

Справочность скважинной обвязки в 8. Параллельно Бичаевского района Витебской области

Геолого-технический разрез скважины

Масштаб	№ слоя по порядку	Описание пород	Разрез	Мощность пласта			Уровень воды			Крепление скважины	
				От	До	Всего	Диаметр, м	Глубина, м	Диаметр, м	Глубина, м	
10	1	Переслаивание супеси и песков r/з					55		4,26	5,1	
	2	Суглинки моренные, глины		0	12	12	15				
20	3	Пески пылеватые		12	16	4					
	30	Пески м-с/з, в подходе с гравием и галькой		16	24,8	8,8			219	30	
							219	30			
37	5			24,8	38,7	13,9		219	35		

Рисунок 1.4 – Типичный гидрогеологический разрез эксплуатационно-разведочной скважины.

1.3 Основные положения проектирования и расчета скважин

1.3.1 Схемы расположения скважин

Взаимное расположение скважин и отдельных элементов могут меняться в зависимости от природных и местных условий. На это влияют глубина залегания подземных вод, качество воды, мощность водозабора, удаленность источника от потребителя, количество водопотребителей и др.

Скважинами осуществляется отбор воды в местах:

- берега водоемов, в которых водоносные горизонты имеют гидравлическую связь с постоянными поверхностными водотоками;
- грунтовые бассейны и неглубоко залегающие подземные водотоки;
- артезианские бассейны и глубоко залегающие подземные водотоки;
- ограниченные (закрытые и полузакрытые) водоносные пласты;

Схема расположения водозаборных скважин, их количество и параметры определяются с учетом экологических требований на основе гидрогеологических и технологических расчетов, для нескольких вариантов, по которым производится технико-экономическое сопоставление и выбор наиболее рационального варианта.

Определение схемы размещения водозаборных скважин на местности является весьма важной частью проекта водозабора, которая должна быть наиболее эффективной в гидрогеологическом и экологическом отношении, а также и экономичной по протяженности коммуникаций.

Схема размещения может быть линейной или площадной и, насколько позволяют гидрогеологические условия, наиболее компактной.

Плановое расположение отдельных сооружений скважинных водозаборов может быть подразделено на следующие схемы (рисунок 1.5):

- линейный ряд скважин расположением головных сооружений соответственно в начале водозабора и в середине;
- площадная схема водозаборов с двумя рядами скважин с расположением головных сооружений в начале или в середине водозабора;
- произвольная схема расположения скважин;
- кольцевая схема расположения скважин.

К примеру, при необходимости подготовки (обработки) воды (обезжелезивание) комплекс сооружений расширяется, и наоборот, при отсутствии необходимости в подготовке (обработке) воды надобность в соответствующих сооружениях отпадает.

При применении обезжелезивания «в пласте» оборудование для этого метода подготовки воды может размещаться в насосной станции I подъема.

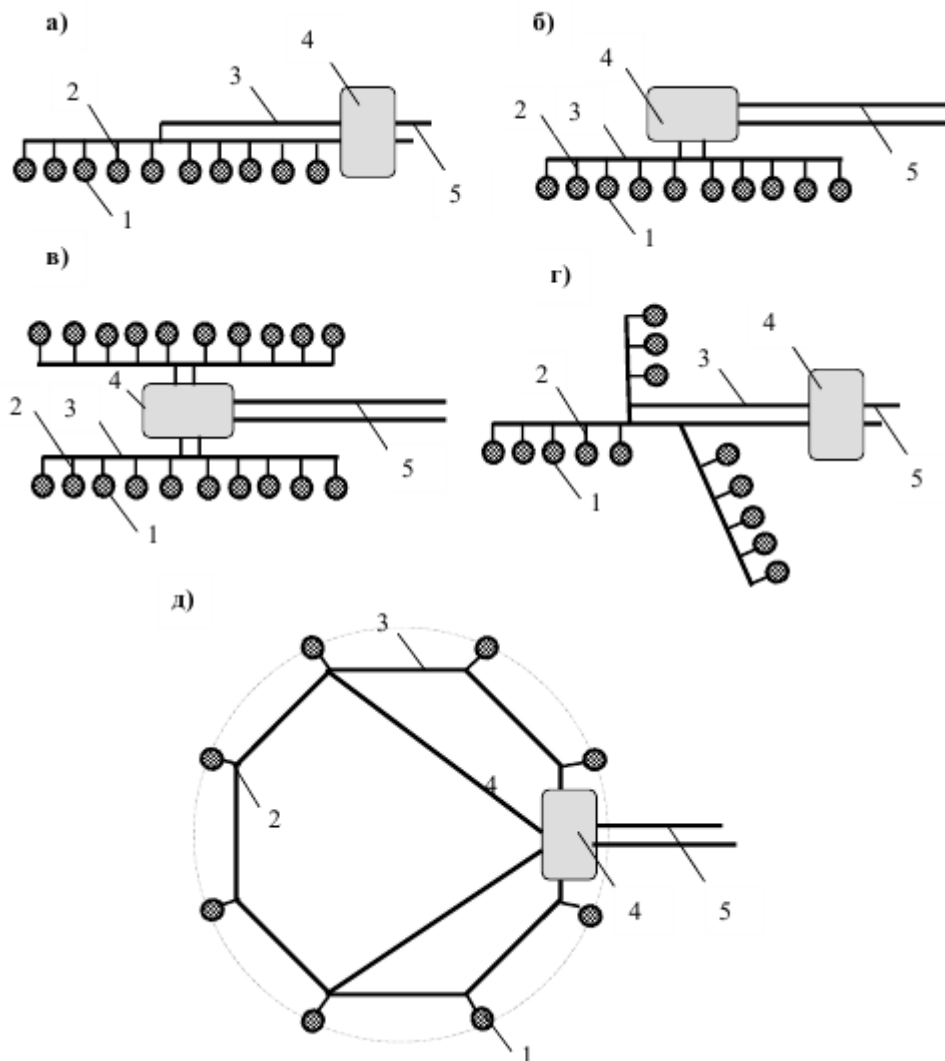


Рисунок 1.5 - Плановые схемы скважинных водозаборов

1- водозаборные скважины с насосными станциями I подъема; 3-сборный водовод; 2-отводной трубопровод; 4-головные сооружения водозабора; 5 – водовод;

а, б - линейный ряд скважин с расположением головных сооружений соответственно в начале водозабора и в середине; в - площадная схема водозаборов с двумя рядами скважин с расположением головных сооружений в начале или в середине водозабора; г - произвольная схема расположения скважин; д - кольцевая схема расположения скважин.

1.3.2 Определение производительности скважин

Схема подачи воды из скважины приведена на рисунке 1.6.

При отборе воды из скважины напор насоса H затрачивается на преодоление геометрической высоты подъема воды Z , понижение уровня S и потерь напора в водоводе Δh от скважины до точки подачи воды. Насос, установленный в скважине, развивает напор, равный

$$H = (\Delta P - \Delta_{ст}) + S + \Delta h, \quad (1.1)$$

Где: H — полная высота подъема воды из скважины;
 ΔP — отметка уровня воды в резервуаре;
 $\Delta_{ст}$ — отметка статического уровня грунтовых вод;
 S — понижение уровня воды в скважине;
 Δh — потери напора в водоводе от скважины до резервуара, включая потери напора в водоподъемных трубах.

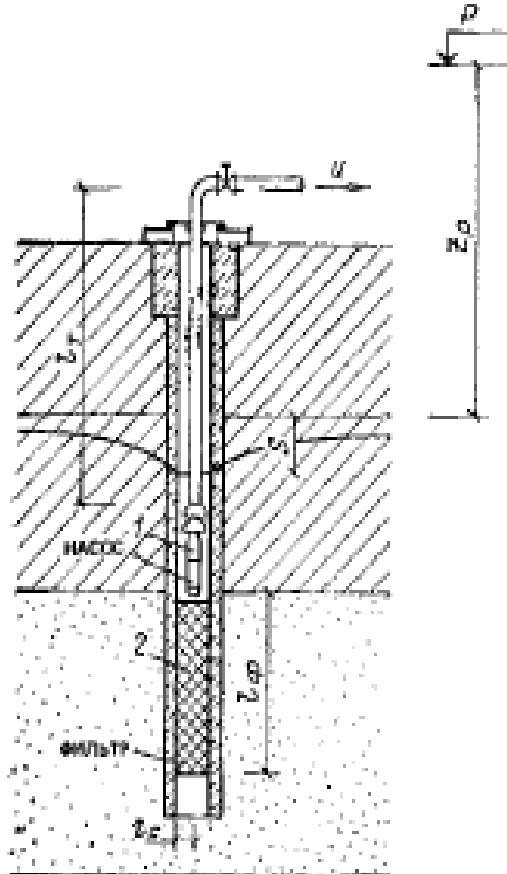


Рисунок 1.6 – Схема подачи подземной воды из скважины
 1 – погружной насос; 2 - фильтр

Разность отметок $Z = (\Delta P - \Delta_{ст})$ — это геометрическая высота подъема воды из скважины. Если эти отметки не изменяются, то эта разность есть величина постоянная.

Для проведения гидравлических расчетов по определению производительности скважин предварительно проводятся изыскания, целью которых является установление глубины залегания и мощности водоносного пласта, его водопроницаемости, водоотдачи, характеристик грунтов и других данных.

На рисунке 1.7 приведена расчетная схема по определению производительности скважины //.

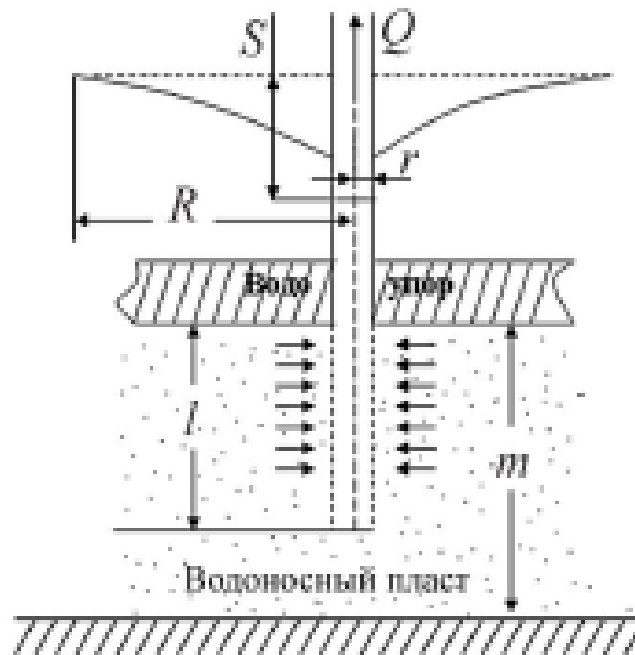


Рисунок 1.7 – Расчетная схема одиночной скважины

Для совершенного одиночного трубчатого колодца в напорных водоносных пластах производительность (дебит), м³/ч, определяется по формуле Дюпюи:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot K \cdot m \cdot S}{\ln \frac{R}{r}} = \frac{2,73 \cdot K \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (1.2)$$

Где: K – коэффициент фильтрации водоносных пород, м/сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

S – максимально допустимое понижение уровня грунтовых вод, м;

R – радиус влияния, м;

r – радиус скважины (внутренний радиус эксплуатационной колонны), м.

Для несовершенного одиночного трубчатого колодца (рисунок 1.7) в напорных водоносных пластах дебит, м³/ч, может быть найден по следующей зависимости:

$$Q = \frac{2\pi \cdot K \cdot m \cdot S}{\ln \frac{R}{r} + \zeta} = \frac{2,73 \cdot K \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r} + \zeta}, \quad (1.3)$$

где ζ – дополнительное сопротивление, учитывающее фильтрационное несовершенство скважины.

A – эмпирический коэффициент, зависящий от отношения l/m

l – длина водоприемной части колодца (длина фильтра), м

Если водоносный слой изучен недостаточно, более надежным является расчет скважин на основе опытных откачек. В районе предполагаемого водозабора бурят разведочные скважины, и производят опытные откачки при различных производительностях насоса. Откачку производят до тех пор, пока расход не установится (при каждом значении расхода), затем замеряют расход и понижение при 3 – 5 значениях расхода.

Для исключения взаимного влияния скважин расстояния между ними принимается не менее двух радиусов влияния R (рисунок 1.8). В этом случае скважины рассчитываются как одиночные.

В практике проектирования скважин для нахождения радиуса влияния в рыхлых грунтах ориентировочно можно пользоваться эмпирическими формулами:

– для безнапорных вод при значении понижений не выше 40 – 50 м используют формулу И.П. Кусакина:

$$R_{\text{н}} = 2S\sqrt{k \cdot m}; \quad (1.4)$$

– для напорных вод – формулу Зихардта:

$$R_{\text{н}} = 10S\sqrt{k}; \quad (1.5)$$

При недостаточном питании водоносного пласта движение в нем будет неустановившееся, т.е. дебит и понижение уменьшаются во времени.

Для учета этого обстоятельства принимают зависимость радиуса влияния от времени:

$$R_{\text{н}} \approx 1,5\sqrt{a \cdot t}, \quad (1.6)$$

Где: t – срок эксплуатации скважин, сут. Обычно принимают срок эксплуатации равным 25 годам;

a – коэффициент пьезопроводности, м³/сут, характеризующий скорость перераспределения подземных вод при откачке.

Таблица 1.1 – Ориентировочные значения радиуса влияния скважины

Грунты и породы	Радиус влияния скважины R, м
Песок пылеватый, супесь	25 - 50
Песок мелкозернистый	50 - 100
Песок среднезернистый	100 - 300
Песок крупнозернистый	300 - 400
Песок гравелистый	400 - 500
Гравий мелкий	400 - 600

Гравий средний	600 - 1500
Гравий крупный	1500 - 3000
Галечник	400 - 600
Известняк трещиноватый	150 - 400

Водозаборные скважины, объединенные между собой сборными водоводами, представляют единую гидравлическую систему. При эксплуатации таких систем четко прослеживается связь между изменением производительности скважин (и водозабора в целом) при изменении гидродинамического режима подземных вод, а также при изменении гидравлических параметров отдельных сооружений/Плот, Соф/.

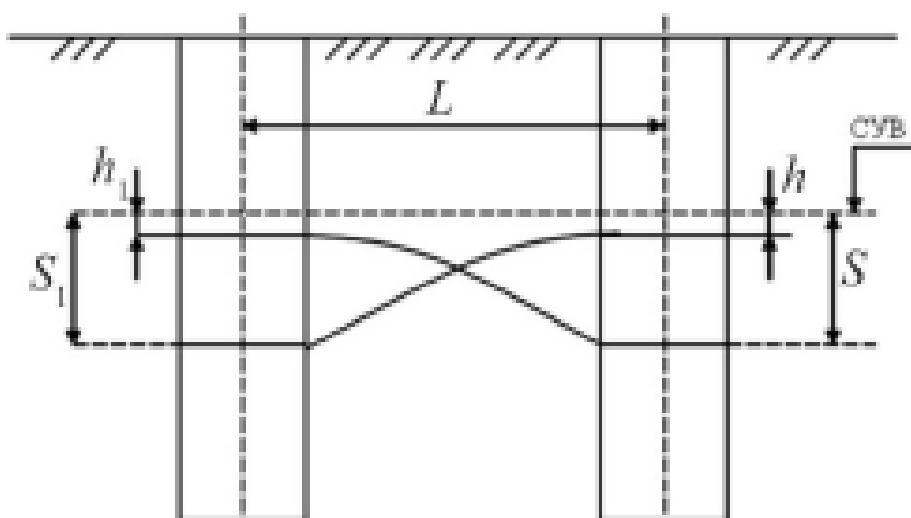


Рисунок - 1.8 Схема взаимодействующих скважин.

Расчет группы взаимодействующих скважин заключается в определении их числа, производительности, расстояния между ними и понижения уровней воды при эксплуатации.

Поэтому уже на стадии разработки проекта следует производить оценку работоспособности системы. Такая оценка производится на основе комплексных расчетов водозаборов подземных вод.

Основной задачей комплексного расчета водозаборов подземных вод является определение истинных значений расходов скважин и понижений в них уровня воды, а также расходов и потерь напора в сборных водоводах и параметров работы водоподъемного оборудования.

1.4 Зоны санитарной охраны

Для предотвращения загрязнения подземных вод в районе водозаборов устанавливаются три пояса ЗСО. Первый пояс – зона строгого режима; второй и третий – зоны ограничений /Правила/.

Первый пояс ЗСО предназначен для исключения возможности случайного загрязнения воды непосредственно на водозаборных сооружениях. Он устанавливается вокруг участка, на котором расположен водозабор, насосных станций, установок для очистки воды и резервуаров.

Границы первого пояса располагаются от водозаборных сооружений на расстоянии не менее 50 м при использовании недостаточно защищенных подземных вод и не менее 30 м если защищенные водоупорами.

К защищенным относятся подземные воды, которые имеют в пределах всех трех ЗСО сплошную водоупорную кровлю.

У незащищенных подземных вод сплошная кровля отсутствует, либо имеется связь с поверхностным водным источником.

Если водозабор питается за счет инфильтрации воды из поверхностного источника, то при расстоянии между ними до 150 м в первый пояс включается участок между водозабором и поверхностным источником. При этом на поверхностном источнике устанавливается свой пояс ЗСО.

На территории первого пояса должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

- запрещены все виды хозяйственной деятельности (проживание людей; содержание и выпас животных; земледелие; складирование техники и материалов, не относящихся к водозабору и т. п.);

- территория первого пояса должна быть озеленена, ограждена и постоянно охраняться;

- производится отвод поверхностного стока за ее пределы территории первого пояса;

- здания и сооружения на территории первого пояса должны быть канализованы с отводом сточных вод в централизованную канализацию или на местные очистные сооружения за пределы первого пояса. Если такая возможность отсутствует, то предусматривается устройство водонепроницаемых выгребов с периодическим вывозом нечистот за пределы второго пояса ЗСО.

Граница второго пояса ЗСО устанавливается на таком расстоянии от скважин, чтобы время продвижения микробного загрязнения от очага загрязнения до водозабора составляло не менее 100 – 400 сут.

Граница третьего пояса ЗСО устанавливается на расстоянии от скважин, чтобы время продвижения химического загрязнения воды до скважин было больше времени эксплуатации водозабора, но не менее 25 лет.

Размеры территории второго и третьего пояса зон ЗСО устанавливаются на основании гидрологических расчетов, которые выполняются в соответствии с Правилами по проектированию сооружений для забора подземных вод [?].

По второму и третьему поясу ЗСО предусматриваются следующие мероприятия:

- выявление и ликвидация всех бездействующих и дефектных водозаборных сооружений, через которые может произойти загрязнение водоносного горизонта;

- любое проектирование и строительство новых водозаборных сооружений производится с разрешения и по согласованию с местными санитарными службами, органами геологического и органами по регулированию использования и охране вод;

- запрещена закачки в подземные горизонты любых сточных вод, подземное складирование твердых отходов и разработка недр, которые могут привести к загрязнению водоносного горизонта;

- запрещено размещения любых объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения водоносного горизонта (накопители промстоков, шламохранилища, склады ядохимикатов, минеральных удобрений и горюче-смазочных материалов и т. п.).

- запрещение размещения любых объектов обуславливающих опасность микробного загрязнения водоносного горизонта (кладбища; скотомогильники; поля фильтрации сточных вод, животноводческие комплексы и т. п.);

- запрещение применения удобрений и ядохимикатов;

- в населенных пунктах должно быть выполнено санитарное благоустройство (канализование, устройство водонепроницаемых выгребов и т. п.).

При размещении в пределах третьего пояса полей фильтрации сточных вод, животноводческих комплексов и других объектов, которые могут служить источником бактериального загрязнения подземных вод, должна быть исключена возможность поступления поверхностного и дренажного стока на территорию второго пояса.

1.5. Выводы

1. Для забора подземной воды из верховых и грунтовых вод используются шахтные колодцы.
2. Основным сооружением для забора подземной воды на большой глубине (обычно ≥ 20 м от поверхности земли) являются скважины.
3. Схема расположения водозаборных скважин, их количество и параметры определяются с учетом экологических требований на основе гидрогеологических и технологических расчетов.
4. Для проведения гидравлических расчетов по определению производительности скважин предварительно проводятся изыскания, целью которых является установление глубины залегания и мощности водоносного пласта, его водопроницаемости, водоотдачи, характеристик грунтов и других данных.
5. Если водоносный слой изучен недостаточно, более надежным является расчет скважин на основе опытных откачек.
6. Расчет группы взаимодействующих скважин заключается в определении их числа, производительности, расстояния между ними и понижения уровней воды при эксплуатации.

ГЛАВА 2. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика водозабора «Заозерье» г. Полоцка, Витебской области

В качестве объекта исследования выбран водозабор «Заозерье» г. Полоцка. Ситуационный план водозабора схематично представлен в приложении А.

Водозабор расположен в 20 км от г. Полоцка по направлению трассы Полоцк-Лепель.

С целью оценки влияния водоотбора на окружающую среду, получения дополнительных данных об условиях формирования эксплуатационных запасов подземных вод, источниках их восполнения и сезонных колебаний уровней воды в пределах водозабора «Заозерье», а также на примыкающей к нему площади, проводятся наблюдения за естественным режимом подземных вод, приуроченных к толще четвертичных и средне-девонских отложений.

Водозабор проектной производительностью 50 тыс. м³/сут состоит из скважин с разными по количеству водоносными слоями (уровнями). Все скважины имеют совершенный характер погружения.

Примеры скважин с разными уровнями представлены в приложении Б.

Режимная сеть включает в себя 14 рабочих скважин, из них шесть оборудованы на грунтовый горизонт, четыре – на сожско-поозерский и четыре – на старооскольско-ланский горизонт.

Таблица 2.1 - Квалификационный состав рабочих, обслуживающих водозабор «Заозерье» цеха водоподготовки

№ п/п	Наименование специальности	Разряд	Численность
1	Машинист насосных установок	4	1
При замене насосных агрегатов			
3	Слесарь - ремонтник	5	2
4	Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования	5	1
5	Слесарь КИП и А	5	1

При необходимости в случае аварийных ситуаций к ремонтно-восстановительным работам могут быть привлечены работники необходимой профессии комплексной бригады цеха водоподготовки.

Таблица 2.2 – Работники комплексной бригады

№ п/п	Наименование специальности	Разряд
1.	Слесарь-ремонтник	4 5
2.	Слесарь АВР	4
4	Слесарь КИП и А	5
5	Токарь	5
6	Электрогазосварщик	4

Обеспечение необходимой автотракторной техникой осуществляет автотранспортная служба предприятия.

Результаты режимных наблюдений указывают на обеспеченность существующего водоотбора разведанными запасами по количественным и качественным показателям, а воздействие водоотбора на окружающую среду не превышает прогнозных показателей, принятых при оценке запасов.

Водоносные слои представлены песками средней и мелкой фракции, но в едином водоносном слое.

Песок мелкозернистый светло-серый, влажный, рыхлый, водоносный. Размер зерен составляет 0,25-0,1 мм, пористость порядка 30-35 % (выражаясь языком обывателя «чуть крупнее, чем могильный песок»). По составу кварцево-полевошпатовый. Коэффициент фильтрации песка варьируется в пределах от 1-5 м/сутки, коэффициент проницаемости находится в пределах 1,16...11,6 Дарси.

- Песок среднезернистый. Размер зерен составляет 0,5-0,25 мм, (выражаясь языком обывателя «обычный песок (речной)»), плотность 17,8-10,3кН/м³. Состав песка, скорее всего, кварцево-полевошпатовый, коэффициент фильтрации песка варьируется в пределах от 5-20 м/сутки. Коэффициент проницаемости находится в пределах 11,6-29 Дарси, пористость принимается 30-35 %.

Глубина скважин колеблется от 155 до 192 м. Конструкция фильтров скважин: проволочная, с гравийной обсыпкой фильтра фракцией 1...1,8 мм, интервал 52...103 м.

Дебет скважин колеблется 63-206 м³/ч, уровни (статический и динамический) от поверхности земли 11,6-16,5 и 20,5-38,5 м.

Краткая характеристика скважин по местным номерам представлена в таблице 2.1, а схема начального потокораспределения на рисунке 2.1.

Приведенные данные показывают, что на дебит каждой скважины оказывает влияние ее глубина, диаметр водозаборных обсадных труб, конструкция фильтра, количество уровней забора воды и мощность водоносных слоев.

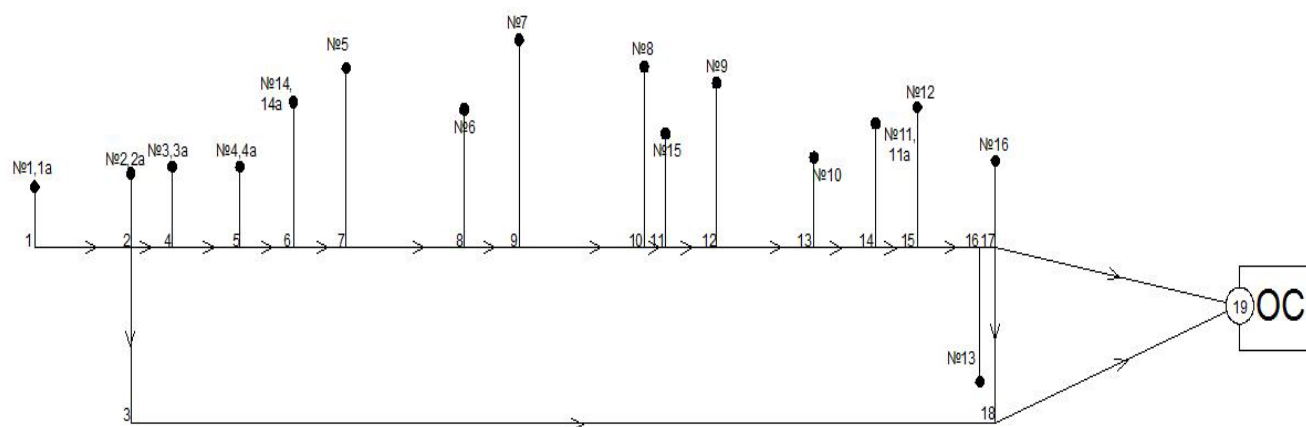
Одноуровневые скважины имеют относительно малую величину дебета.

Наибольшие значения дебета скважин наблюдаются у двух и трех уровней скважин. Но, например, что характерно для скважины №13, несмотря на наличие четырех уровней, дебет скважины сравнительно небольшой. Это связано с общей мощностью водоносных пластов и забором воды поверхностью фильтра.

Таблица 2.3 – Краткая характеристика скважин водозабора «Заозерье»

№ скважины	Количество водоносных слоев, шт	Глубина на скв м	Дебит скважины м ³ /час	Уровни, м		Фактический подъем м ³ /час	Насосное оборудование
				Стат.	Дин.		
1	1	192.5	86,4	13	32	--	Насос демонтирован
1a	2	162	86,4	13	25	74	SP 77-7
2	1	197	92,6	25	37	65	ЭЦВ 10-65-100
2a	1	157.6	81	30	38	78	SP 77-7
3	1	182	62,6	12,5	36,1	73	SP 77-7
3a	2	158	127,6	34	41	77	SP 77-7
4	2	185	76,2	22	33	77	SP 77-7
4a	2	172	168	12	27	76	SP 77-7
14	2	172	90,6	25	35	71	SP 77-7
14a	2	145	150	15	39	72	SP 77-7
5	2	175	163,6	17	28	96	SP 95-7
6	2	160	175,8	17	21	93	SP 95-7
7	2	164	127	17	38	95	SP 95-7
8	3	187	158	23	38	74	SP 77-7
9	3	182	140,9	29	43	95	SP 95-7
10	3	168	162	15	24	93	SP 95-7
11	2	146	151	30	36	81	SP 77-7
12	3	147	158	28	31	93	SP 95-7
13	4	169	106,7	15	24	98	SP 95-7
15*	--	--	--	--	--	--	--
16	3	155	175,1	31	36	92	SP 95-7
Среднее	--	--	100	--	--	78	--

* Скважина 15 находится в нерабочем состоянии.



2.2. Методика проведения исследования

Эксплуатация скважин производится по утвержденному графику с частичной остановкой некоторых (попеременная их работа).

Для изучения особенностей эксплуатации скважин водозабора «Заозерье» была принята методика их работы в зависимости от погодных условий: «сухая» и дождливая (снежная, талая) «мокрая» погода.

За погодный цикл взята продолжительность сухой или мокрой погоды не менее 10 дней. При этом отбор проб из скважин (работающих на тот момент) производился не менее чем через 2 суток после окончания погодного цикла.

Отбор проб воды в рабочих скважинах производился утром, доставка в специализированную лабораторию составляла менее 2-х часов.

Исследования проводились с перерывами 2018-2020 гг. (учебный процесс и дипломное проектирование) совместно со студентом группы 16-ВВ Савицким К. и 2023 г. (магистратура).

Работа проводилась в рамках осуществления ряда программ Республики Беларусь /7-9,12,18,20,39/.

ГЛАВА 3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО АНАЛИЗУ РАБОТЫ СКВАЖИН ВОДОЗАБОРА «ЗАОЗЕРЬЕ»

3.1 Исходный состав воды водозабора «Заозерье»

Исходный состав подземной воды водозабора «Заозерье» по основным показателям представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Состав исходной воды водозабора «Заозерье» по основным показателям

№ п/п	Наименование показателей	СанПиН 10.124-99	Водозабор «Заозерье»		
			Зима	Лето	Год
1.	Величина pH	6-9	7,6-7,9	7,4-7,7	7, 6
2.	Величина Eh, В	-	64-82	52-68	72
3.	Мутность, мг/л	1,5	0,95-3,1	2,8-4,7	2,2
4.	Цветность, град	20	27-45	22-43	35
5.	Жесткость общая, мг/-экв/л.	7	3,3-4,5	3.3-4,6	3,8
6.	Железо общее, мг/л, т.ч. - двухвалентное	0,3	1,2-4,1	1,4-4,7	3,0
		-	1,0-2,5	1,1-2,5	2,3
7.	Марганец, мг/л	0,1	0,05-0,1	0,08- 0,2	0,1
8.	Аммиак, мг/л	2	2,2-4,5	2,1-3,5	3,4
9.	Окисляемость (перманганатная), мгО ₂ /дм ³	5	3,4-7,0	4-6,5	6,0

Остальные показатели исходного состава воды соответствуют нормативам и приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Дополнительные показатели исходного состава подземных вод водозабора «Заозерье»

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	Значения показателей	СанПиН 10.124-99 РБ
1	Нитриты, мг/дм ³	<0,003	3,0
2	Нитраты, мг/дм ³	0,38	45
3	Жесткость, °Ж	4,5	7,0
4	Хлориды, мг/дм ³	1,1	350
5	Алюминий, мг/дм ³	<0,04	0,5
6	АПAB, мг/дм ³	0,074	0,5
7	Бор, мг/дм ³	0,21	0,5
8	Медь, мг/дм ³	0,31	1,0
9	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,02	0,10
10	Сульфаты, мг/дм ³	<2	500

11	Сухой остаток, мг/дм ³	265	1000
12	Фенольный индекс, мг/дм ³	0,0034	0,25
13	Фториды, мг/дм ³	0,52	1,5
14	Хром, мг/дм ³	<0,025	0,05
15	Цианиды, мг/дм ³	<0,01	0,035
16	Общие колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Отсутствие
17	Термотолерантные колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Отсутствие
18	Общее микробное число, число образующих колонии бактерий в 1см ³	<0,003	50

Данные, приведенные в таблице 2.1 и 3.1, показывают, что на состав, дебет и фактический подъем воды из скважин оказывают влияние, прежде всего, общая мощность водоносного песчаного слоя (пласта) и конструкция фильтра.

Например, для скважины №13 (приложение Б, схема 4) общая мощность пласта составляет 69 м, а забор воды производится фильтром в 4-х уровнях всего с 35 м, т.е. всего практически половина водоносного слоя. Причем, два верхних слоя задействованы на полную высоту слоев. Скорее всего, такая схема подъема воды из скважин связано с условиями окисления железа в разных водоносных слоях. С одной стороны, предполагается, что скорость окисления железа в верхних слоях выше и эти процессы идет более эффективно, чем нижние, но, но и цветность воды также выше. С другой стороны, цветность в нижних слоях меньше и в целом со скважины вода имеет меньшую концентрацию железа, чем в скважинных с одним или двумя уровнями. Но по цветности наоборот

Анализ основных показателей воды свидетельствует об их изменении по временам года и не соответствие основным нормативам по СанПиН 10.124-99 РБ.

После скважин вода транспортируется на очистные сооружения, расположенные в черте г. Полоцка.

Причем, наличие больших концентраций по солям аммония (NH₄⁺), окисляемости и цветности указывает на сложный состав подземной воды водозабора «Заозерье» и необходимость применения для ее очистки метода интенсивной аэрации с последующей обработкой окислителем (т.ч. обеззараживание).

В связи с этим, на станции обезжелезивания г. Полоцка принята следующая технологическая схема обработки воды: оборудование для усиленной аэрации воды в приемной камере, первичное (I ступень) и вторичное (II ступень) ступени фильтрование воды. Для дезинфекции используется окислитель – гипохлорит натрия (NaOCl).

3.2. Анализ работы скважин с разными уровнями и мощностями водоносных слоев

Исследования проводились для водозабора «Заозерье» г. Полоцка, расположенного в Полоцком районе Витебской области. Анализ исходной подземной воды показал, что для этого региона она характеризуется наличием взвешенных веществ, повышенным содержанием железа, а также наличием сопутствующих загрязнений: мутности, цветности, аммонийного азота и окисляемости. При этом учитывались данные приведенные в //.

Целью данной работы явилось изучение особенности эксплуатации многоуровневых скважин на конкретном выбранном объекте - водозаборе г. Полоцка «Заозерье».

Для достижения поставленной цели были выделены и решены следующие **задачи**:

а) изучение литературных источников по технологии забора подземных вод в зависимости от дебита скважин и ее состава.

б) изучение характеристик изменения состава подземных вод в различных многоуровневых водоносных слоях скважин;

в) оценка инклюзивного воздействия погодных условий на состав воды, забираемых от многоуровневых скважин;

г) разработка рекомендаций по работе скважин для конкретного объекта.

В приложении В приведены справки по составу подземной воды из скважин после окончания какого-то погодного цикла.

Обработанные данные представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Данные по экспериментам скважин водозабора «Заозерье» 2018-2023 гг.

Определяющая погода, № опытов	Показатели воды				
	Цветность, градусы	Мутность, мг/дм ³	Железо общее, мг/дм ³	Ионы аммония, мг/дм ³	Окисляемость, мгО ₂ /дм ³
Одноуровневые скважины					
Сухая погода					
1 (14.05.2018)	45	4,1	4,08	4,67	6,8
2 (20.05.2019)	52	4,31	3,75	4,2	5,9
3 (05.09.2020)	50	5,26	3,17	3,29	6,5
4 (28.04.2023)	43	4,64	3,1	3,9	7,8
5 (13.06.2023)	45	4,7	5,0	3,4	6,46
6 (03.10.2023)	43	4,6	4,9	3,2	6,5
Среднее	47	4,6	3,7	3,7	6,5
Мокрая погода					

1a (20.11.2018)	44	<2,58	3,03	3,39	6,3
2a (28.02.2019)	45	2,97	3,84	4,11	5,4
3a (18.12.2019)	44	2,07	2,67	4,44	7,0
4a (06.02.2020)	39	3,1	3,54	4,99	6,9
5a (09.01.2023)	42	3,15	3,1	3,7	6,7
6a (07.03.2023)	41	3,7	3,2	4,0	7,6
Среднее	43	2,9	3,2	4,0	6,6
Двухуровневые скважины					
Сухая погода					
1	32	1,21	2,3	4,0	6,8
2	35	1,3	2,27	3,9	7,3
3	33	2,0	2,61	3,52	7,8
4	37	2,6	2,2	3,6	7,4
5	33	2,6	2,6	3,6	7,4
6	37	2,6	2,8	3,8	6,5
Среднее	34	2,2	2,4	3,75	7,1
Мокрая погода					
1a	35	1,63	2,48	4,39	7,2
2a	36	1,42	2,45	3,98	7,7
3a	28	1,61	2,6	3,4	7,2
4a	39	1,9	2,8	3,78	7,0
5a	37	1,45	3	3,7	7,03
6a	38	2,97	3	5,3	7,65
Среднее	37	1,8	2,6	4,3	7,4
Трехуровневые скважины					
Сухая погода					
1	37	1,0	1,9	2,04	5,1
2	34	<0,58	1,2	2,1	5,5
3	34	<0,58	1,54	2,96	5,0
4	36	2,38	2,1	2,7	4,61
5	37	2,25	2,2	3,3	4,0
6	29	2,23	2,0	3,1	6,1
Среднее	35	2,1	1,9	2,8	5,3
Мокрая погода					
1a	43	<0,58	1,59	5,9	6,9
2a	38	<0,58	1,61	5,8	6,1
3a	37	<0,58	1,72	5,17	7,2
4a	39	<0,58	1,9	5,78	6,5
5a	39	1,07	2,2	5,0	6,7
6a	41	1,23	2,1	5,6	6,2
Среднее	39	<1,5	1,7	5,4	6,5
Четырехуровневая скважина					
Сухая погода					
5	30	3,90	1,7	3,3	5,44
6	30	3,9	1,6	3,6	5,45

Среднее	30	39	1,65	3,45	5,45
Мокрая погода					
5а	41	2,81	1,4	4,5	9,09
6а	45	2,64	1,3	5,5	8,58
Среднее	43	27	1,35	5,0	8,8

По этим результатам построены диаграммы по приведенным основным показателям воды.

Мутность.

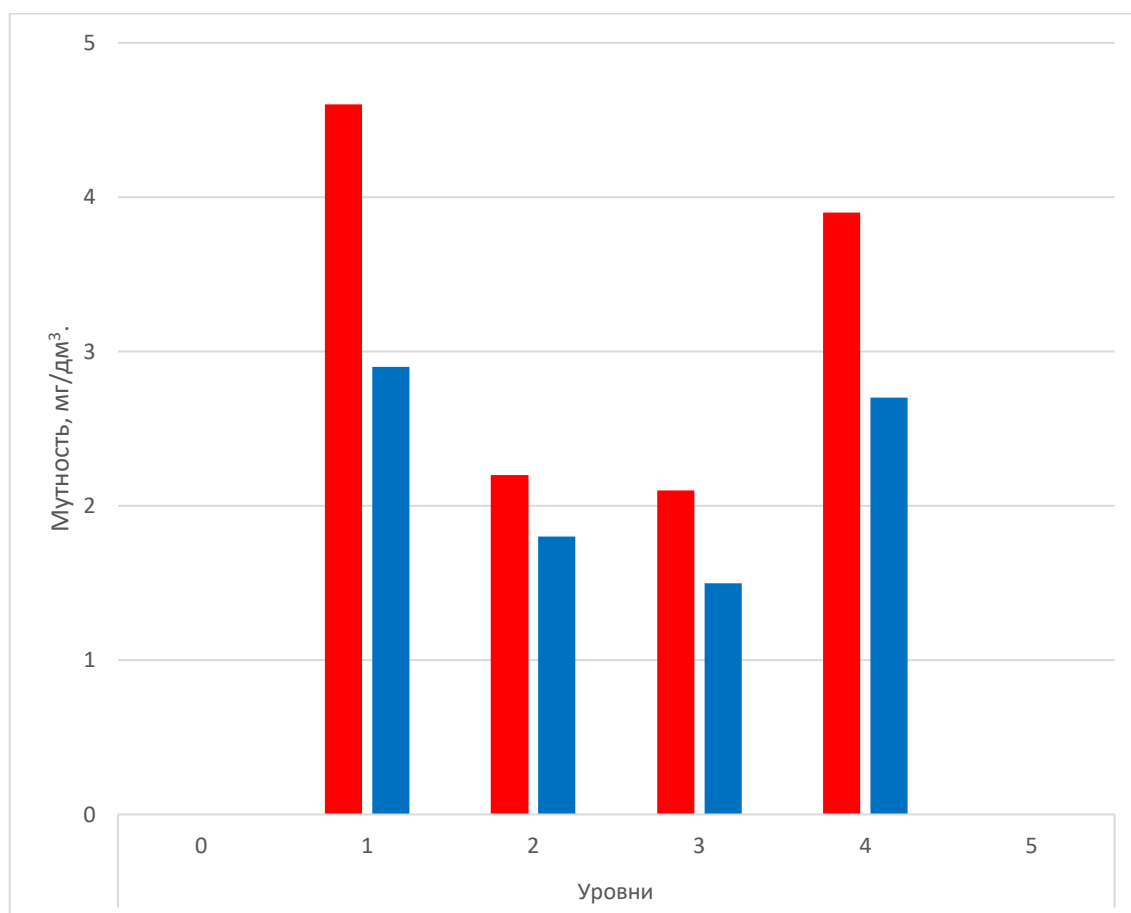


Рисунок 3.1 – Диаграмма влияния погоды на мутность подземной воды в скважинах.

В «мокрую» погоду мутность получается ниже, чем в «сухую» во всех многоуровневых скважинах (включая и одноуровневую). Это связано с фильтрованием дождевой и талой воды и задержании практически полностью частиц мутности, в следствии чего происходит разбавление подземной воды с общим снижением этой величины.

Цветность.

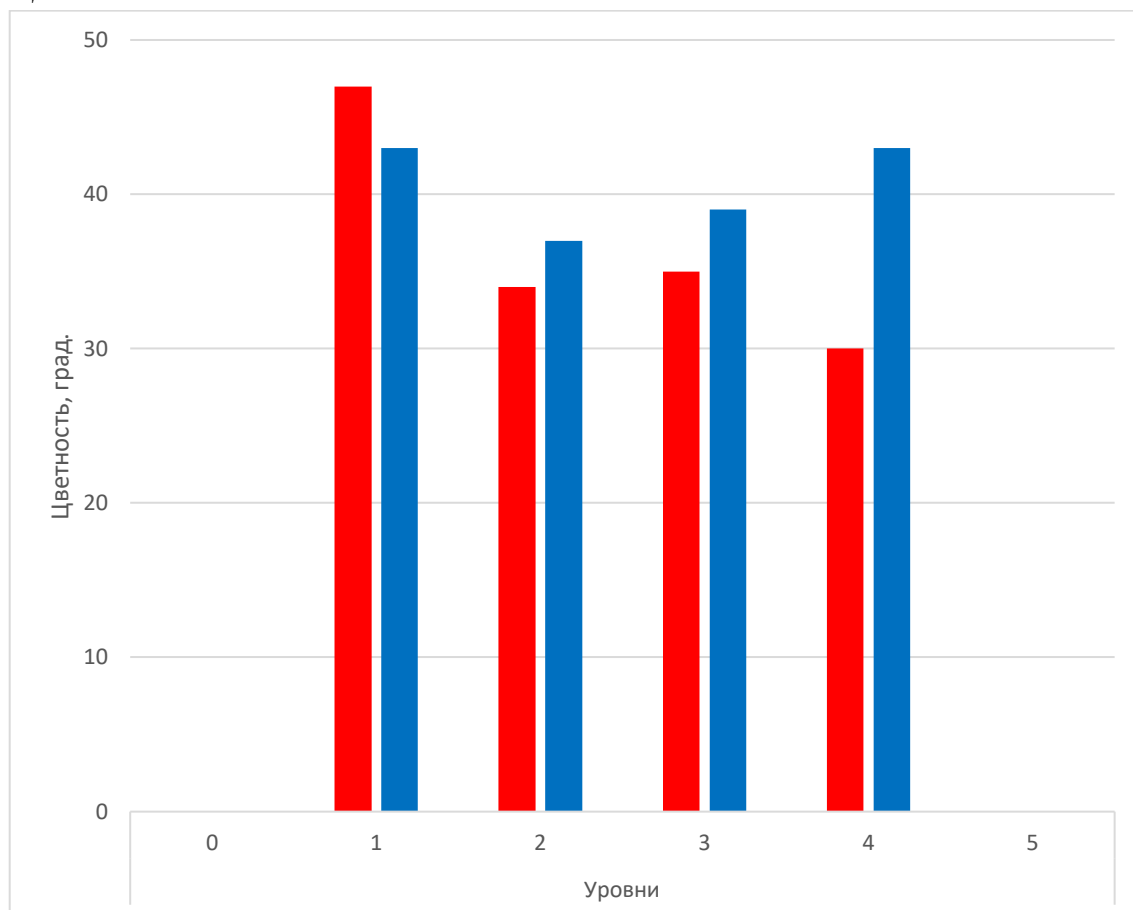


Рисунок 3.2 – Диаграмма влияния погоды на цветность подземной воды в скважинах.

По этому показателю в «мокрую» погоду цветность получается выше, чем в «сухую» во всех многоуровневых скважинах, кроме одноуровневой. Это также связано с фильтрованием дождевой и талой воды. Но, учитывая, что цветность представляет собой мелкодисперсные частицы 10^{-6} - 10^{-14} м, то задержание этих частиц происходит только для глубоких водоносных слоев, данном случае для горизонта одноуровневой скважины.

Общее железо.

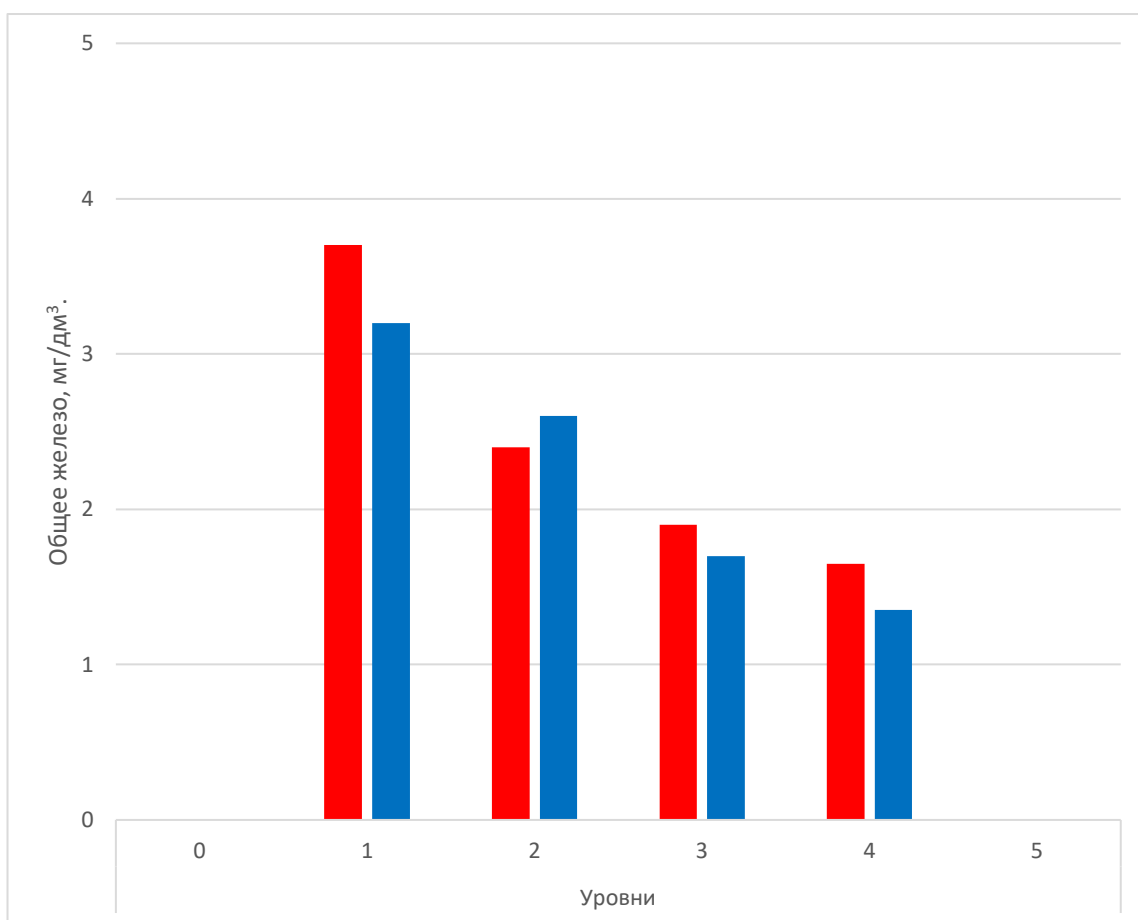


Рисунок 3.3 – Диаграмма влияния погоды на концентрацию общего железа подземной воды в скважинах.

По этому показателю в «мокрую» погоду концентрация железа получается ниже, чем в «сухую» во всех многоуровневых скважинах, кроме двухуровневой. Кратность снижения небольшая в пределах 10-15%. Верхние водоносные слои представляют собой пески и супеси в сочетании с водонепроницаемыми суглинками и глинами. Породы с высоким содержанием органики отсутствуют. Таким образом в поверхностных пресных водах концентрация железа мала (обычно ниже 1 мг/дм³), поэтому происходит разбавление общего железа в водоносных слоях. Для двухуровневой скважины можно считать практически одинаковые значения по состоянию погодных условий.

Соли аммония в пересчете на NH_4^+ .

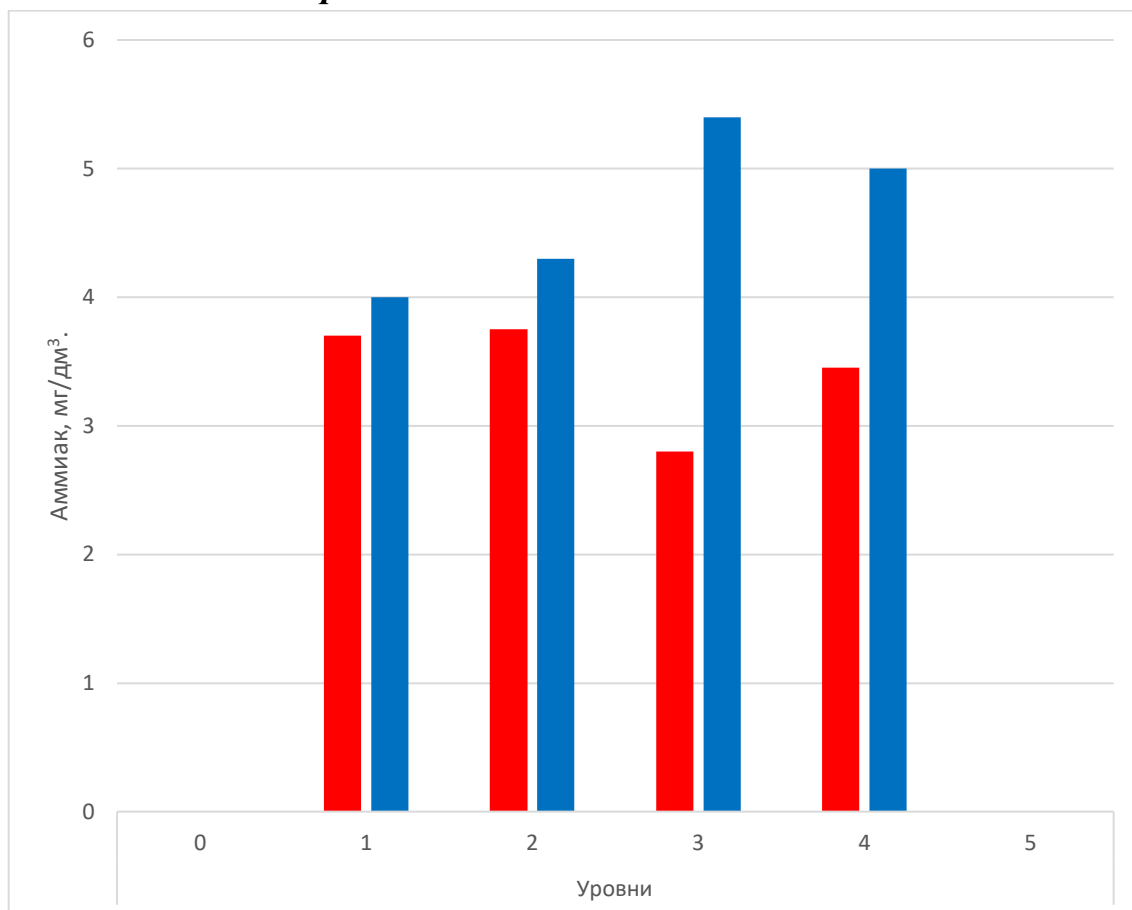


Рисунок 3.4 – Диаграмма влияния погоды на концентрацию солей аммония (NH_4^+) подземной воды в скважинах.

Для всех типов скважин по количеству водоносных слоев в «мокрую» погоду концентрация солей аммония получается выше, чем в «сухую». Ясно, что в период дождей или просачивания талой воды в верхнем почвенном слое происходит растворение органики, прежде всего азотсодержащих веществ с проникновением во все водоносные слои. На это влияет возможное нахождение вблизи скважин болотных мест и полей сельскохозяйственного назначения.

Окисляемость, мгО₂/дм³

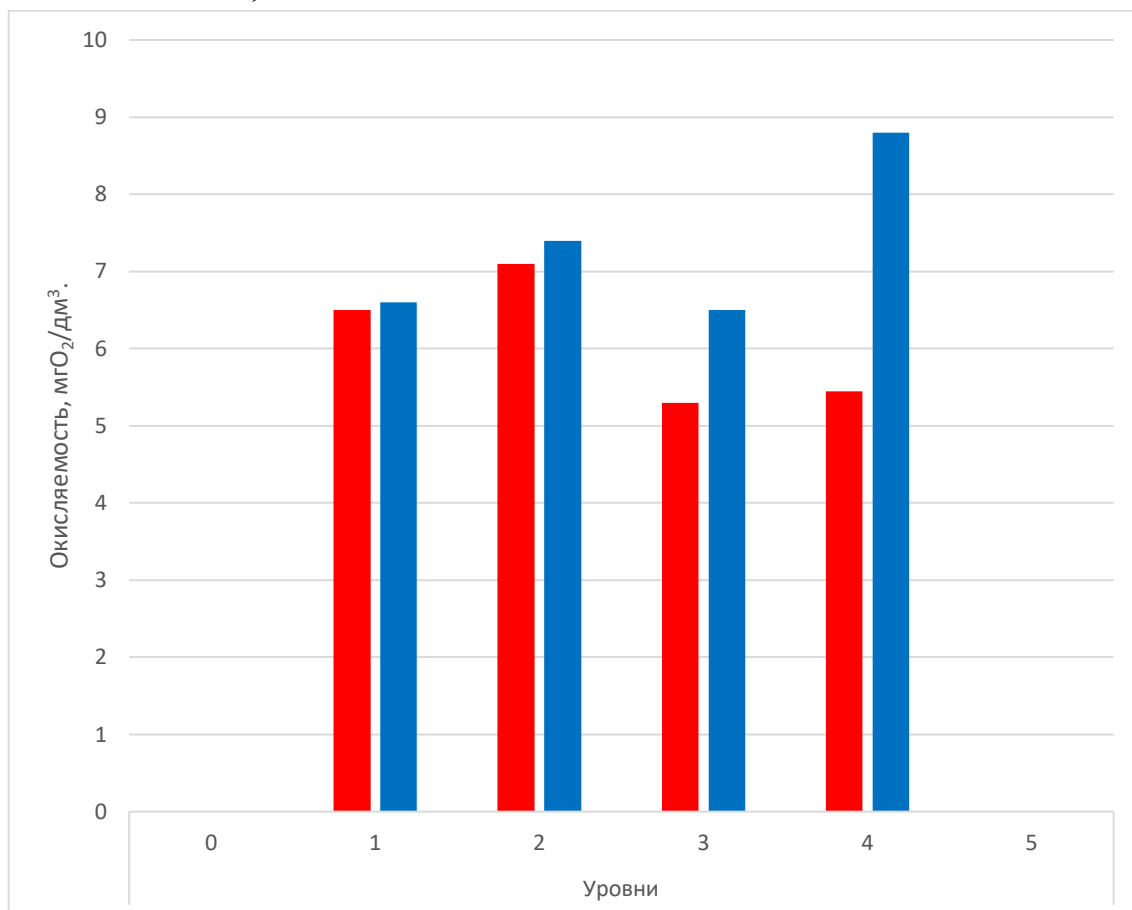


Рисунок 3.5 – Диаграмма влияния погоды на окисляемость подземной воды в скважинах.

По этому показателю в «мокрую» погоду окисляемость подземной воды также во всех типах скважин получается выше, чем в «сухую», особенно для четырехуровневой по ем же причинам, как и для солей аммония.

Общий вывод.

Основные показатели воды в многоуровневых скважинах изменяются незначительно при различных погодных условиях. Исключение составляет четырехуровневая скважина по цветности и окисляемости. Учитывая довольно значительный расход воды из этой скважины, при длительной «мокрой погоды» желательно ее выключать из работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В республике Беларусь для населенных пунктов широко используются подземные воды (кроме г. Минска, где частично подается вода после ее обработки из поверхностного источника).

Основной целью развития коммунального водоснабжения населенных пунктов Витебской области является повышение эффективности и надежности их функционирования наряду с поддержанием надлежащего качества и снижением затрат на оказание услуг.

Обеспечение населения водой из подземных источников на данный момент является практически решенной задачей. Однако использование и эксплуатация скважин с многоуровневым отбором подземной воды, как гарант бесперебойной подачи к потребителю в необходимом объеме, является *актуальной и значимой* проблемой.

Исследования проводились для водозабора «Заозерье» г. Полоцка, расположенного в Полоцком районе Витебской области. Для этого региона подземная вода характеризуется наличием взвешенных веществ, повышенным содержанием двухвалентного железа, а также наличием сопутствующих загрязнений, частности, марганца и аммонийного азота /20,29,37,43/.

Целью данной работы явилось изучение особенности эксплуатации многоуровневых скважин на конкретном выбранном объекте. Для достижения поставленной цели были выделены и решены следующие *задачи*:

а) изучение литературных источников по технологии забора подземных вод в зависимости от дебита скважин и ее состава.

б) изучение характеристик изменения состава подземных вод в различных многоуровневых водоносных слоях скважин;

в) оценка инклюзивного воздействия погодных условий на состав воды, забираемых от многоуровневых скважин;

г) разработка рекомендаций по работе скважин для конкретного объекта.

Основным сооружением для забора подземной воды на большой глубине (обычно ≥ 20 м от поверхности земли) являются скважины. Схема расположения водозаборных скважин, их количество и параметры определяются с учетом экологических требований на основе гидрогеологических и технологических расчетов.

Водозабор «Заозерье» проектной производительностью 50 тыс. м³/сут состоит из скважин с разными по количеству водоносными слоями (уровнями). Все скважины имеют совершенный характер погружения. Режимная сеть включает в себя 14 рабочих скважин, из них шесть оборудованы на грун-

товый горизонт, четыре – на сожско-поозерский и четыре – на старооскольско-ланский горизонт.

Экспериментально установлено, что основные показатели воды в многоуровневых скважинах изменяются незначительно при различных погодных условиях. Исключение составляет четырехуровневая скважина по цветности и окисляемости. Учитывая довольно значительный расход воды из этой скважины, при длительной «мокрой погоды» желательно ее выключать из работы.

Практическая значимость данной магистерской диссертации заключалась в оптимизации работы многоуровневых скважин водозабора «Заозерье».

Результаты работы были представлены на региональном семинаре по обработке подземных вод (июнь 2022 г.) Витебского учебного центра ЖКХ и ГЦ «Жилком» (декабрь 2023 г.) и в дальнейшем будут использованы на объектах УП «Витебскоблводоканал».

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов, Н.Н. Водоснабжение: учебник для вузов / Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
2. Абрамов, Н.Н. Расчет водопроводных сетей: учебное пособие для вузов / Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1983. – 278 с.
3. Бахтеев, М.К. Геоэкология: учебное пособие / М.К. Бахтеев. - М.: ИОСО РАО, 2001. – 336 с.
4. Белан, А.Е. Проектирование и расчет устройств водоснабжения / А.Е. Белан. – Киев: Будівельник, 1981. – 312 с.
5. Белан А.Е. Технология водоснабжения. М., 2005. – 264 с.
6. Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года. Проект, коллектив авторов, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Минск: 2010. – 43 с.
7. Войтов, И.В. Научные основы рационального управления и охраны водных ресурсов трансграничных рек для достижения устойчивого развития и эколого-безопасного водоснабжения Беларуси / И.В. Войтов. - Минск: Современное слово, 2000. - 476 с.
8. Водные ресурсы Республики Беларусь, их использование и охрана. - Минск: ЦНИИКИВР, 2016. - 24 с.
9. Водный Кодекс Республики Беларусь: Кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-З (ред. от 05.01.2022 г.) // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. - Минск: Амалфея, 2022. - 76 с.
10. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. В 3 т. Т. 1. Водозаборные сооружения / под ред. М.Г. Журбы. – Вологда; Москва: ВоГТУ, 2001. – 209 с.
11. Гледко Ю.А. Гидрогеология. / Ю.А. Гнедко. Изд-во Высшая школа, 2012. – 446 с.
12. Государственная программа «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016 – 2020 годы» (подпрограмма «Чистая вода»), утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 апреля 2016 г. № 326.
13. Гуринович, А.Д. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: Планирование, проектирование, строительство и эксплуатация / А. Д. Гуринович. – Минск: УП «Технопринт», 2004. – 244 с.
14. Гуринович А.Д. Современное состояние и стратегические задачи водного хозяйства Беларуси // Чистая вода: проблемы и решения. – 2012. – № 1. – С. 111–112.

15. Декрет Президента Республики Беларусь «О создании дополнительных условий для инвестиционной деятельности в Республике Беларусь» от 6 августа 2009 г. № 10.

16. Душкин С.С., Краев И.О. Эксплуатация водоснабжения и водоотведения. Киев: ГСДО, 2003. – 119 с.

17. Ежова А.В. Литология: учебник для ВУЗов. /А.В. Ежова. Томский политехнический университет – 2-е изд. – Томск. 2009. - 336 с

18. Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» от 24 июня 1999 г. № 271-З.

19. Кадацкая, О.В. Гидрохимическая индикация ландшафтной обстановки водосборов/ О.В. Кадацкая -Минск: Наука и техника,1987-135 с.

20. Китиков В. О. Анализ тенденций и рисков развития водопроводно-канализационного хозяйства в Республике Беларусь на современном этапе / В. О. Китиков, В. Л. Гурский, А. О. Болтрукевич // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ; ред. кол. С.Ю. Солодовников [и др.]. – Минск, 2019. - Выпуск № 9. - С. 152-168.

21. Концепция совершенствования и развития жилищно-коммунального хозяйства до 2025 года, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь 29.12.2017, № 1037.

22. Кудельский А.В., Пашкевич. В.И. Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси. А.В. Кудельский – Минск: Беларуская навука, 2014. – 261 с.

23. Курганов А.М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения / А.М. Курганов. – М.: СПб, 1998. – 246 с.

24. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. Результаты наблюдений 2023 г. Раздел 3. Мониторинг подземных вод.

25. Насосные станции систем водоснабжения. Правила проектирования: ТКП 45-4.01-200–2010 – Минск: М-во стр-ва и архитектуры, 2011.

26. Никаноров, А.М. Гидрохимия: учебник/ А.М. Никаноров. -2-е изд. перераб. и доп. -Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2001 – 444 с.

27. Николадзе, Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод / Г.И. Николадзе. – М.: Стройиздат, 1978. – 160 с.

28. Николадзе Г.И. Водоснабжение / Г.И. Николадзе. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с.

29. Об охране окружающей среды: Закон Республики Беларусь от 26.11.1992г. № 1982-ХІІ (ред. от 20.07.2006 г.) // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. - 2002. - № 2 - 4. - 9 с. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016 – 2020 годы,

утвержденная Указом Президента Республики Беларусь от 15 декабря 2016 г. № 466.

30. Плотников Н.А. Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод /Н.А. Плотников, В.С. Алексеев. – М.: Стройиздат, 1990. – 256 с.

31. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод (к СНиП 2.04.02-84). – М.: Стройиздат, 1989. – 272 с.

32. Санитарные правила и нормы "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: СанПиН 10-124 РБ 99: введ. 01.01.2000 – Минск. Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 1999. – 122 с.

33. Санитарные правила и нормы Республики Беларусь Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения: СанПиН 10-113 РБ 99.

34. Скважинные водозаборы. Правила проектирования. ТКП 45-4.01-199–2010. – Минск: М-во стр-ва и архитектуры, 2011.

35. СН 4.01.01-2019. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы Республики Беларусь: – Введ. 31.10.19 – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2020. – 73 с.

36. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 120 с.

37. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2009 г. // Под ред. В.Ф. Логинова. - Минск: Минсктиппроект, 2010. - 196 с.

38. Софинская О.С. Водозаборные сооружения. Учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» /О.С. Софинская. – Новополоцк: ПГУ, 2014. – 264 с.

39. Стратегия в области охраны окружающей среды Республики Беларусь на период до 2025 года, одобренная решением коллегии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 28.01.2011 г. № 8-Р.

40. Суреньянц, С. Я. Эксплуатация водозаборов подземных вод /С. Я. Суреньянц, А. П. Иванов. – М.: Стройиздат, 1989. – 80с.

41. Хоружий П.Д. Реконструкция систем водоснабжения: расчет и проектирование / П.Д. Хоружий. – Киев: Будивельник, 1983. – 144 с.

42. Юдович, Я. Э., Основные закономерности геохимии марганца / Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2013 – 40 с.

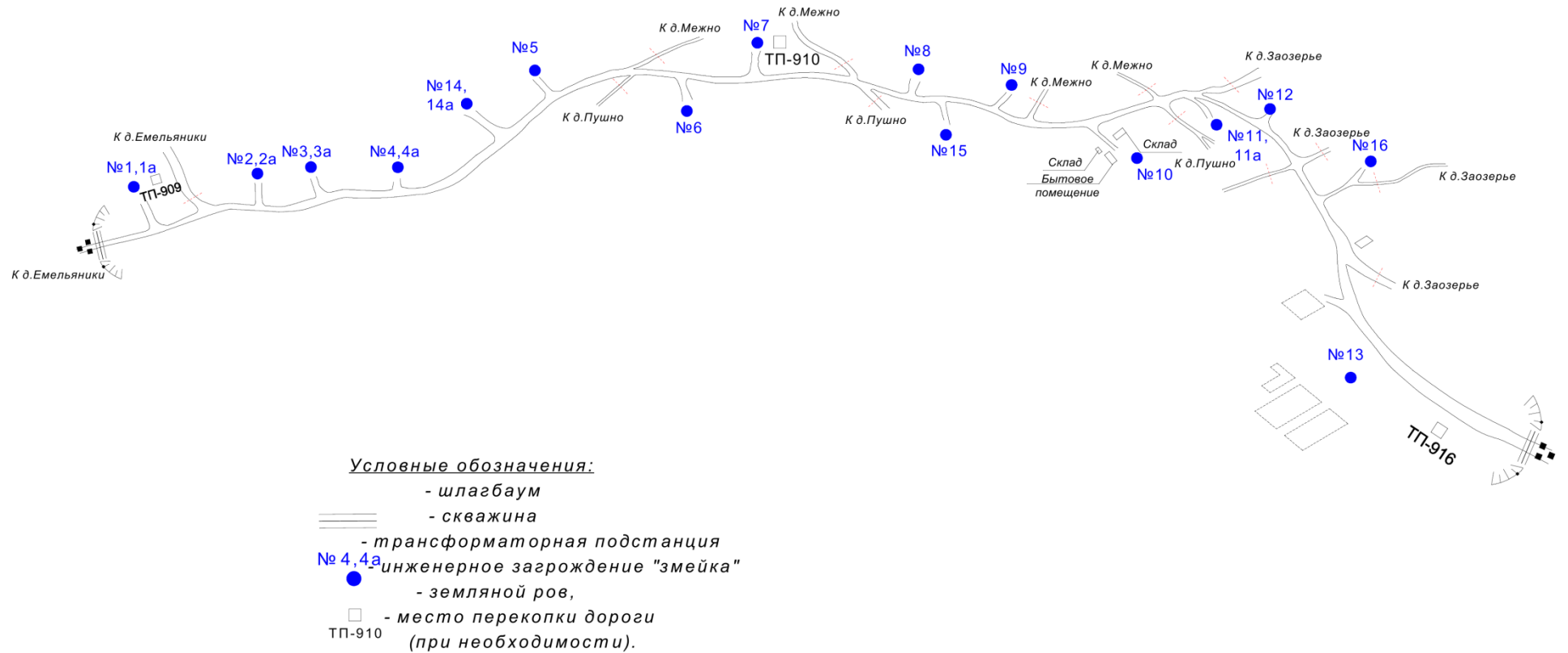
43 Ющенко В.Д. Оценка изменения состава подземных вод при работе скважин с многоуровневыми водоносными слоями /В.Д. Ющенко, Е.С. Велюго/

Сборник научных трудов: Вода, газ, тепло /редколлегия С.В. Харитончик и др./.
БНТУ, 2020. – с. 96-100.

44. Martinell R. Controlled water treatment in the soil - in-situ removal of iron and manganese according to the Vyredox method. Paris, IWSA, 1980.

45. North Belarus Clean Water Sub-Project: Technical Assessment Report. Final report of November 29, 2018.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

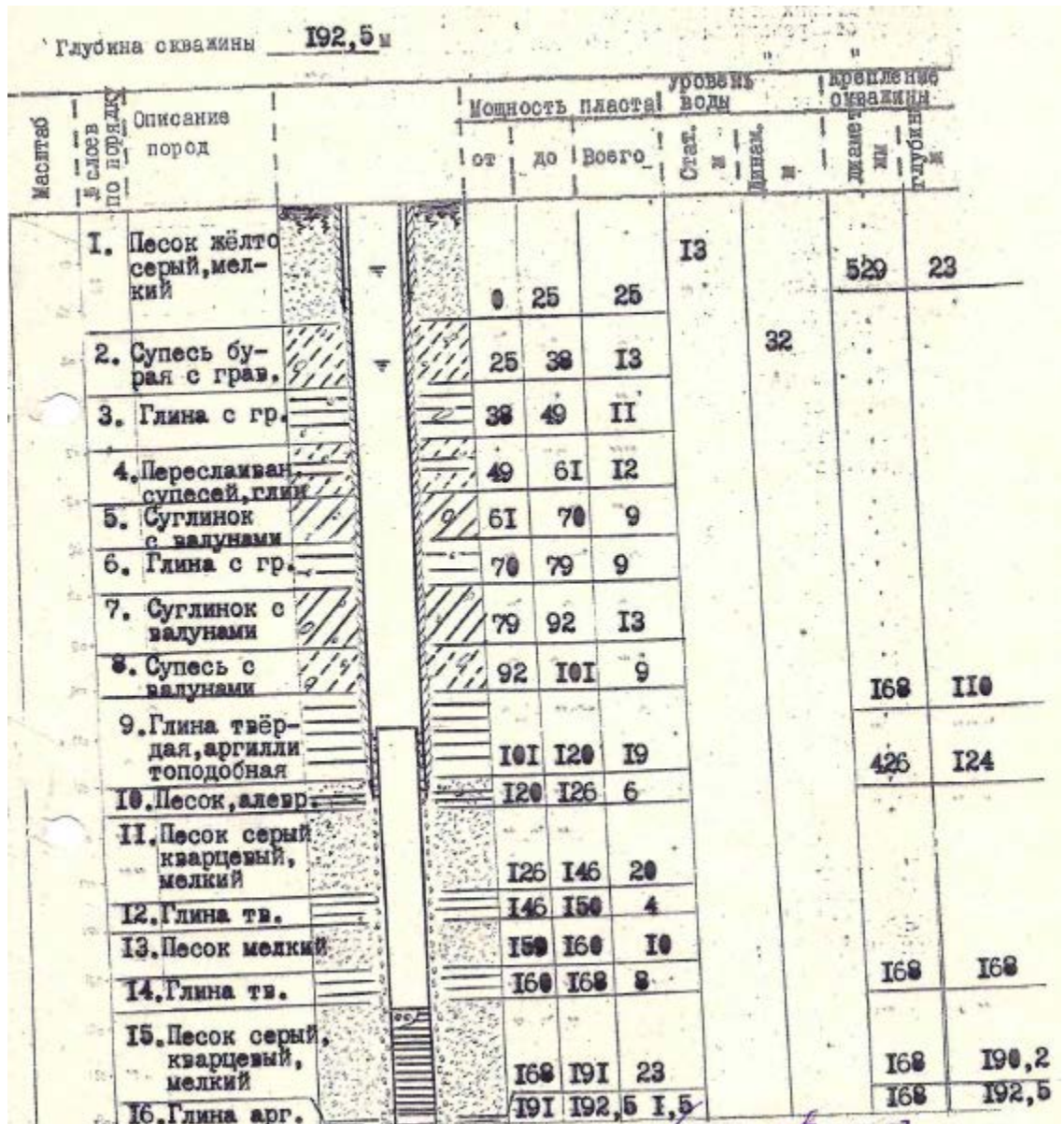


Ситуационный план расположения скважин водозабора «Заозерье»

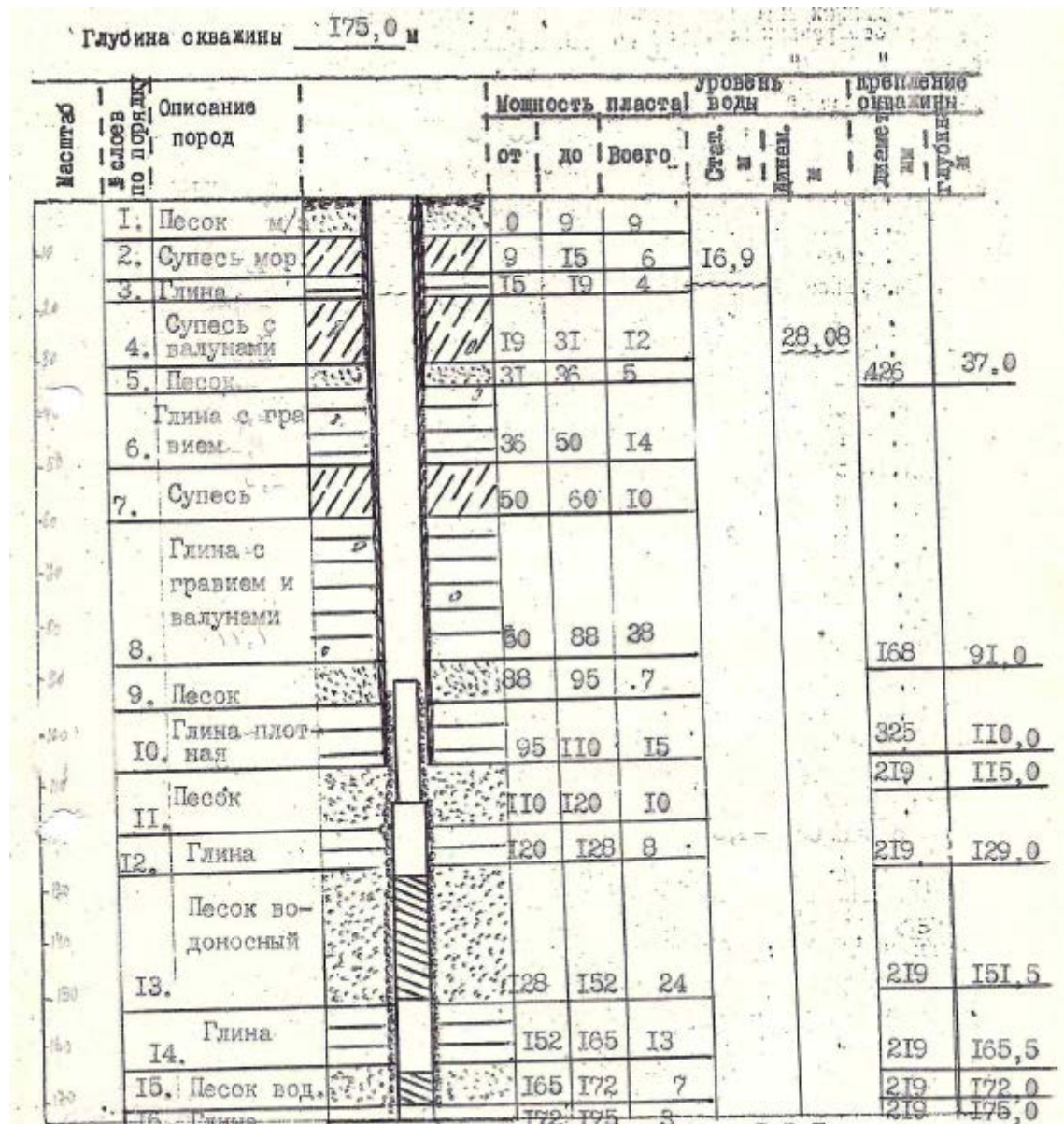
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Примеры геолого-литографических разрезов скважин водозабора «Заозерье»

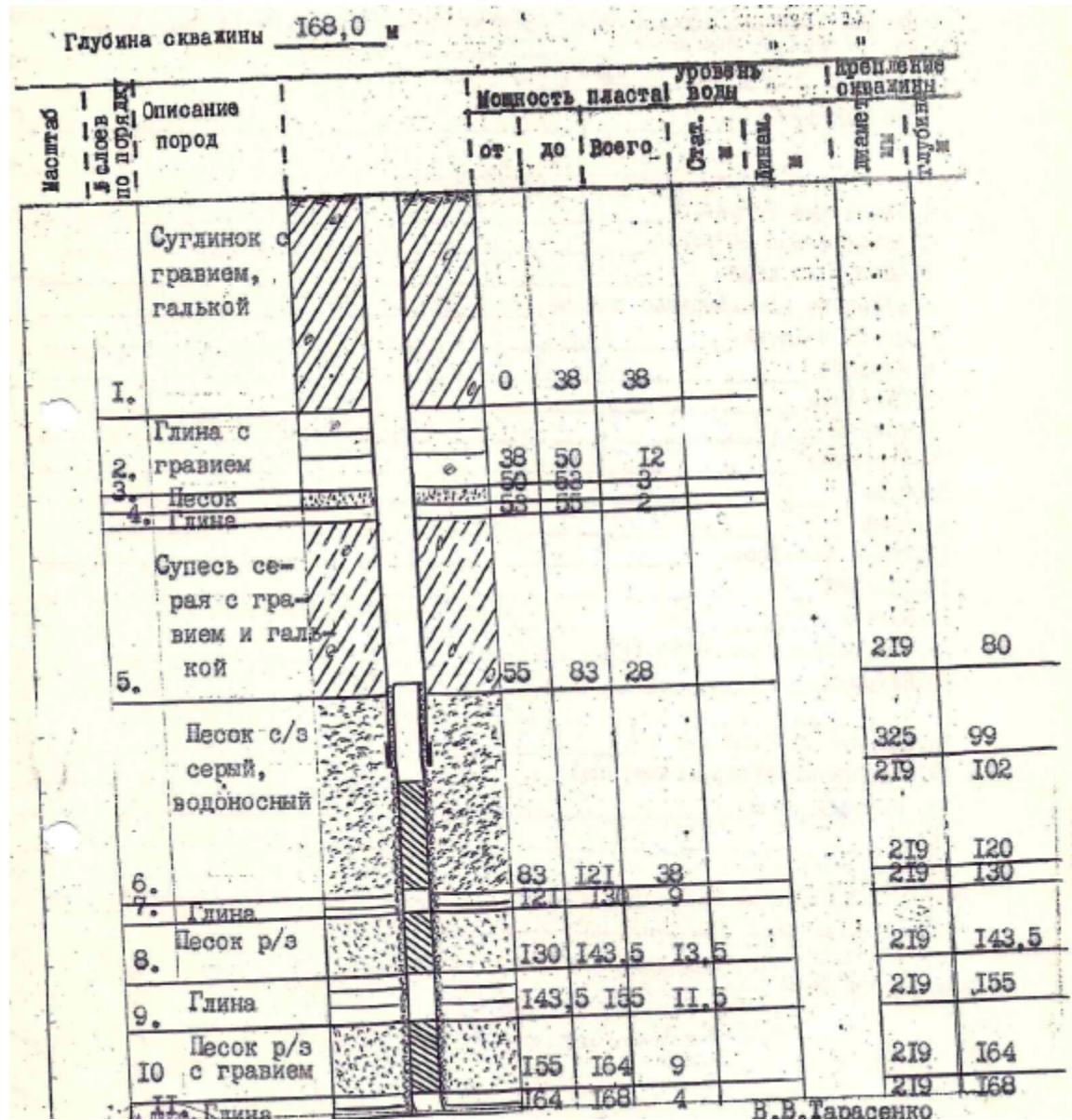
1. Пример геолого-литографического разреза скважины с одноуровневым забором воды (скважина №1)



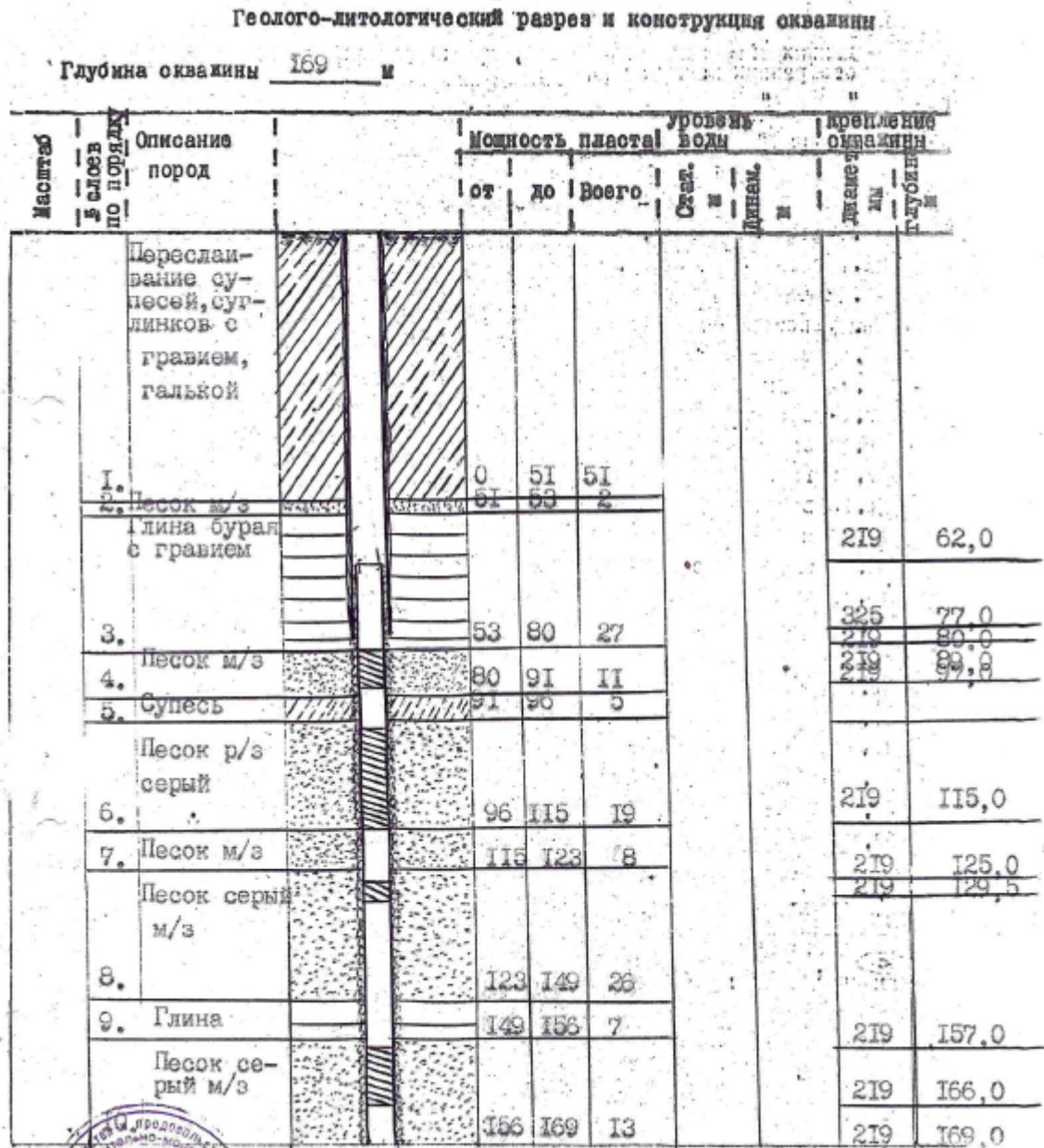
2. Пример геолого-литографического разреза скважины с двухуровневым забором воды (скважина №5)



3. Пример геолого-литографического разреза скважины с трехуровневым забором воды
(скважина №10)



4. Пример геолого-литографического разреза скважины с
 четырехуровневым забором воды
 (скважина №13)



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Исходные материалы по составу подземной воды водозабора «Заозерье»



Справка качества проб подземной воды,
отобранных из артезианских скважин водозабора «Заозерье»
06 февраля 2020 года

№ п/п	Наименование показателя	Фактическое значение показателя			
		Скважина №1а	Скважина №2	Скважина №8	Скважина №12
1	Цветность, градусы	39			29
2	Мутность, мг/дм ³	4,10			<0,58
3	Железо общее, мг/дм ³	1,54			1,90
4	Железо (III), мг/дм ³	0,25			0,42
5	Железо (II), мг/дм ³	1,29			1,48
6	Ионы аммония, мг/дм ³	4,99			3,78
7	Марганец, мг/дм ³	0,056			0,044

Инженер-химик

Ю.С.Мирончик

Справка качества подземной воды водозабора «Заозерье»
05 сентября 2020 года

№ п/ п	Наименование показателя	Фактическое значение показателя			
		Скважина №1а	Скважина №2	Скважина №8	Скважина №12
1	Цветность, градусы	50	43	-	45
2	Мутность, мг/дм ³	7,26	2,20	-	<0,58
3	Железо общее, мг/дм ³	2,17	2,61	-	1,54
4	Железо (III), мг/дм ³	0,45	0,65	-	0,34
5	Железо (II), мг/дм ³	1,72	1,96	-	1,20
6	Ионы аммония, мг/дм ³	3,29	3,52	-	2,69
7	Марганец, мг/дм ³	0,04	0,03	-	0,04

Инженер-химик



Ю.С.Мирончик



Утверждаю
Заведующая лабораторией
Филиала «Полоцкводоканал»
УП «Витебскоблводоканал»
Н.Л.Маркевич

**Справка качества проб подземной воды,
отобранных из артезианских скважин водозабора «Заозерье»
20 мая 2019 года**

№ п/ п	Наименование показателя	Фактическое значение показателя			
		Скважина №1а	Скважина №2	Скважина №8	Скважина №12
1	Цветность, градусы	52	35	24	30
2	Мутность, мг/дм ³	4,31	<0,58	<0,58	<0,58
3	Железо общее, мг/дм ³	2,75	2,27	1,02	1,60
4	Железо (III), мг/дм ³	2,11	0,49	0,17	0,50
5	Железо (II), мг/дм ³	0,64	1,78	0,85	1,1
6	Ионы аммония, мг/дм ³	4,20	3,95	2,10	3,15
7	Марганец, мг/дм ³	0,04	0,02	0,03	0,03

Инженер-химик

Ю.С.Мирончик

Справка качества подземной воды водозабора «Заозерье»
14 мая 2018 года

№ п/п	Наименование показателя	Фактическое значение показателя			
		Скважина №1а	Скважина №2	Скважина №8	Скважина №12
1	Цветность, градусы	45	42	27	33
2	Мутность, мг/дм ³	3,10	1,21	0,55	0,91
3	Железо общее, мг/дм ³	4,08	2,30	1,09	1,61
4	Железо (III), мг/дм ³	1,41	0,88	0,53	0,65
5	Железо (II), мг/дм ³	2,67	1,42	0,56	0,96
6	Ионы аммония, мг/дм ³	4,67	4,01	2,16	3,25
7	Марганец, мг/дм ³	0,03	0,03	0,02	0,03

Инженер-химик



Ю.С.Мирончик



**Справка качества проб подземной воды,
отобранных из артезианских скважин водозабора «Заозерье»
28 февраля 2019 года**

№ п/п	Наименование показателя	Фактическое значение показателя			
		Скважина №1а	Скважина №2	Скважина №8	Скважина №12
1	Цветность, градусы	45	36	22	28
2	Мутность, мг/дм ³	2,97	2,42	0,79	<0,58
3	Железо общее, мг/дм ³	2,84	2,50	0,97	1,61
4	Железо (III), мг/дм ³	0,25	0,35	0,10	0,28
5	Железо (II), мг/дм ³	2,59	2,15	0,87	1,33
6	Ионы аммония, мг/дм ³	4,11	3,98	2,04	3,10
7	Марганец, мг/дм ³	0,03	0,04	0,01	0,02

Инженер-химик

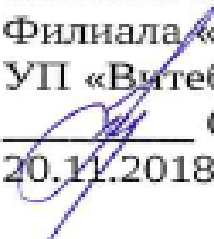
Ю.С.Мирончик

Справка качества подземной воды водозабора «Заозерье»
18 декабря 2019 года

№ п/п	Наименование показателя	Фактическое значение			
		Скважина №1а	Скважина №2	Скважина №8	Скважина №12
1	Цветность, градусы	44	45	26	27
2	Мутность, мг/дм ³	3,08	2,63	0,95	<0,58
3	Железо общее, мг/дм ³	3,05	2,48	1,20	1,72
4	Железо (III), мг/дм ³	0,55	0,48	0,20	0,37
5	Железо (II), мг/дм ³	2,50	2,00	1,0	1,35
6	Ионы аммония, мг/дм ³	4,44	2,39	2,17	3,17
7	Марганец, мг/дм ³	0,05	0,06	0,05	0,06

Заведующая производственной лабораторией

Н.Л.Маркевич

Утверждаю
Главный инженер
Филиала «Полоцкводоканал»
УП «Витебскоблводоканал»
 С.К. Филиппов
20.11.2018

**Справка качества проб подземной воды,
отобранных из артезианских скважин водозабора «Заозерье»
20 ноября 2018 года**

№ № п/п	Наименование показателя	Фактическое значение			
		Скважина №1а	Скважина №2	Скважина №8	Скважина №12
1	Цветность, градусы	34	35	20	23
2	Мутность, мг/дм ³	<0,58	2,07	<0,58	<0,58
3	Железо общее, мг/дм ³	3,03	2,67	1,07	1,59
4	Железо (III), мг/дм ³	0,52	0,63	0,25	0,27
5	Железо (II), мг/дм ³	2,51	2,04	0,82	1,32
6	Ионы аммония, мг/дм ³	3,83	2,39	1,55	2,32
7	Марганец, мг/дм ³	0,04	0,06	0,06	0,06

Заведующая производственной лабораторией



Н.Л.Маркевич

25	Цианиды, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,035
26	Общие колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Отсутствие
27	Термотолерантные колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Отсутствие
28	Общее микробное число, число образующих колонии бактерий в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	1 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	50

Заведующий производственной лабораторией
Н.Л.Маркевич

**Справка качества проб воды источников централизованного питьевого водоснабжения,
отобранных из скважин водозабора «Заозерье» 09 марта 2023 года
1-9 марта +2 до -1⁰С без осадков**

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	Фактическое значение показателя									Норматив (ПДК), не более
		№1а	№2	№14	№14а	№5	№6	№7	№10	№16	
1	Цветность, градусы	41	46	43	38	27	25	31	31	24	20
2	Мутность, мг/дм ³	>4,64	4,15	>4,64	2,97	2,75	2,81	1,59	3,23	1,65	1,5
3	Запах при 20 ⁰ С, баллы	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
4	Запах при 60 ⁰ С, баллы	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
5	Привкус, баллы	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
6	Водородный показатель (рН), ед.рН	7,6	7,5	7,4	7,5	7,5	7,6	7,6	7,7	7,7	6-9
7	Железо общее, мг/дм ³	3,2	2,4	4,4	3,0	2,3	1,9	1,5	2,3	2,1	0,3
8	Аммиак, мг/дм ³	4,0	3,6	6,9	5,3	3,6	2,8	2,3	4,5	4,6	2 (по азоту)
9	Нитриты, мг/дм ³	<0,003	<0,003	0,0031	<0,003	<0,003	<0,003	0,0035	0,0062	0,0039	3,0
10	Нитраты, мг/дм ³	0,52	0,66	0,48	0,50	0,46	0,56	0,94	0,88	0,52	45

11	Жесткость, °Ж	4,5	4,1	4,1	4,4	3,3	3,8	3,8	4,0	3,5	7,0
12	Хлориды, мг/дм ³	2,0	1,9	2,0	1,6	2,5	1,9	1,4	1,6	2,3	350
13	Алюминий, мг/дм ³	<0,040	0,052	0,062	0,057	<0,04	0,050	<0,04	<0,04	<0,04	0,5
14	АПAB, мг/дм ³	0,075	0,050	0,080	0,080	0,072	0,082	0,082	0,070	0,082	0,05
15	Бор, мг/дм ³	0,20	0,20	0,31	0,29	0,06	0,06	0,15	0,29	0,10	0,5
16	Марганец, мг/дм ³	0,062	0,12	0,077	0,062	0,039	0,039	0,039	0,015	0,12	0,10
17	Медь, мг/дм ³	0,30	0,17	0,09	0,09	0,33	0,09	0,05	0,05	0,09	1,0
18	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,10
19	Окисляемость перманганатная, мг/дм ³	7,64	8,73	9,09	7,65	5,09	5,09	4,73	6,09	6,18	5,0
20	Сульфаты, мг/дм ³	3	6	5	5	6	3	3	5	5	500
21	Сухой остаток, мг/дм ³	268	224	281	281	245	240	243	256	239	1000
22	Фенольный индекс, мг/дм ³	0,0035	0,0042	0,0039	0,0037	0,0030	0,0030	0,0026	0,0033	0,0030	0,25
23	Фториды, мг/дм ³	0,19	0,26	0,50	0,58	0,20	0,29	0,29	0,24	0,27	1,5
24	Хром, мг/дм ³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,05
25	Цианиды, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,035
26	Цинк, мг/дм ³	<0,005	0,010	0,022	0,022	0,020	0,013	0,011	0,017	0,017	5,0
27	Селен, мг/дм ³	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01
28	Никель, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
29	Мышьяк, мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
30	Общие колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Отсутствие
31	Термотолерантные колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Отсутствие
32	Общее микробное число, число образующих колонии	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	1 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	50

бактерий в 1см ³											
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Заведующий производственной лабораторией
Н.Л.Маркевич

**Справка качества проб воды источников централизованного питьевого водоснабжения,
отобранных из скважин водозабора «Заозерье» 28 апреля 2023 года
с 06 по 28 осадков не было 12-18⁰С**

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	Фактическое значение показателя									Норматив (ПДК), не более
		№1а	№4	№13	№14а	№5	№6	№7	№10	№16	
1	Цветность, градусы	43	37	45	37	26	26	30	36	26	20
2	Мутность, мг/дм ³	>4,64	>2,64	2,64	4,03	2,60	2,47	1,82	2,38	1,69	1,5
3	Запах при 20 ⁰ С, баллы	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
4	Запах при 60 ⁰ С, баллы	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
5	Привкус, баллы	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
6	Водородный показатель (рН), ед.рН	7,6	7,5	7,4	7,5	7,5	7,6	7,6	7,7	7,7	6-9
7	Железо общее, мг/дм ³	3,1	2,2	4,3	3,1	2,7	2,0	1,6	2,1	2,1	0,3
8	Аммиак, мг/дм ³	3,9	3,6	5,5	5,2	4,0	2,9	2,6	4,3	2,7	2 (по азоту)
9	Нитриты, мг/дм ³	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,0039	0,0039	<0,003	3,0
10	Нитраты, мг/дм ³	0,54	0,60	0,52	0,52	0,68	0,62	0,88	0,88	0,56	45
11	Жесткость, ⁰ Ж	4,4	4,3	4,3	4,5	3,5	3,9	3,8	4,1	3,6	7,0
12	Хлориды, мг/дм ³	2,0	2,0	2,2	1,8	2,3	2,0	1,6	1,6	2,1	350
13	Алюминий, мг/дм ³	<0,040	0,052	0,062	0,057	<0,04	0,050	<0,04	<0,04	<0,04	0,5
14	АП АВ, мг/дм ³	0,068	0,055	0,062	0,078	0,070	0,064	0,060	0,060	0,052	0,05
15	Бор, мг/дм ³	0,18	0,16	0,25	0,27	0,09	0,11	0,13	0,27	0,13	0,5
16	Марганец, мг/дм ³	0,055	0,10	0,087	0,062	0,055	0,031	0,031	0,015	0,11	0,10
17	Медь, мг/дм ³	0,30	0,17	0,09	0,09	0,33	0,09	0,05	0,05	0,09	1,0

18	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,10
19	Окисляемость перманганатная, мг/дм ³	7,81	7,41	8,58	8,52	6,45	5,81	5,35	3,61	6,12	5,0
20	Сульфаты, мг/дм ³	4	5	5	5	5	3	4	5	5	500
21	Сухой остаток, мг/дм ³	272	238	279	284	256	252	248	252	241	1000
22	Фенольный индекс, мг/дм ³	0,0038	0,0041	0,0038	0,0033	0,0033	0,0038	0,0029	0,0036	0,0042	0,25
23	Фториды, мг/дм ³	0,23	0,30	0,47	0,52	0,26	0,38	0,41	0,20	0,30	1,5
24	Хром, мг/дм ³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,05
25	Цианиды, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,035
26	Цинк, мг/дм ³	0,006	0,009	0,018	0,020	0,017	0,015	0,013	0,013	0,018	5,0
27	Селен, мг/дм ³	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01
28	Никель, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
29	Мышьяк, мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
30	Общие колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Отсутствие
31	Термотолерантные колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ТКБ в 100 см ³	Отсутствие
32	Общее микробное число, число образующих колонии бактерий в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	1 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	50

Заведующий производственной лабораторией
Н.Л.Маркевич

	бактерии, число бактерий в 100 см ³	о КОЕ ОКБ в 100 см ³	о КОЕ ОКБ в 100 см ³	о КОЕ ОКБ в 100 см ³	о КОЕ ОКБ в 100 см ³	о КОЕ ОКБ в 100 см ³	о КОЕ ОКБ в 100 см ³	о КОЕ ОКБ в 100 см ³	о КОЕ ОКБ в 100 см ³	о КОЕ ОКБ в 100 см ³	о КОЕ ОКБ в 100 см ³	
19	Термотолерантные колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружено КОЕ ОКБ в 100 см ³	Отсутствие
20	Общее микробное число, число образующих колонии бактерий в 1 см ³	2 КОЕ в 1 см ³	1 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	1 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	50

Заведующий производственной лабораторией

Н.Л.Маркевич

**Справка качества проб воды источников централизованного питьевого водоснабжения,
отобранных из скважин водозабора «Заозерье» 3 октября 2023 года
с 15 по 03 осадков не было 16-19⁰С**

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	Фактическое значение показателя										Норматив (ПДК), не более
		№ 1	№ 3	№ 4а	№ 14а	№ 5	№ 6	№ 7	№ 13	№ 16	№ 10	
1	Цветность, градусы	42	35	37	40	27	23	27	30	23	29	20
2	Мутность, мг/дм ³	>4,64	>4,64	>2,64	>4,64	2,96	2,80	2,86	3,90	2,80	2,25	1,5
3	Запах при 20 ⁰ С, баллы	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
4	Запах при 60 ⁰ С, баллы	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
5	Привкус, баллы	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
6	Водородный показатель (рН), ед. рН	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	7,8	7,6	7,9	7,7	6-9

7	Железо общее, мг/дм ³	4,9	2,6	2,8	3	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7	2	0,3
8	Аммиак, мг/дм ³	3,2	3	3,8	4,6	3,1	2,6	2,2	3,6	3,2	3,1	2 (по азоту)
9	Нитриты, мг/дм ³	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	3,0
10	Нитраты, мг/дм ³	0,41	0,28	0,35	0,43	0,4	0,27	0,29	0,29	0,47	0,43	45
11	Жесткость, °Ж	4,5	3,8	4,2	4,6	3,3	3,7	3,8	3,4	4,3	3,8	7,0
12	Хлориды, мг/дм ³	1,3	2,1	1,4	1,1	1,6	2	1,5	1,7	2,1	1,1	350
13	АП АВ, мг/дм ³	-	0,049	-	0,046	-	-	-	-	-	-	0,05
14	Марганец, мг/дм ³	-	0,21	-	0,063	-	-	-	-	-	-	0,10
15	Медь, мг/дм ³	-	0,13	-	0,09	-	-	-	-	-	-	1,0
16	Окисляемость перманганатная, мг/дм ³	6,51	6,89	5,93	7,86	4,17	4,05	5,11	5,45	3,56	6,10	5,0
17	Цианиды, мг/дм ³	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01	-	-	0,035
18	Общие колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ОКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ОКБ в 100 см ³	Отсутствие
19	Термотолерантные колиформные бактерии, число бактерий в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ТКБ в 100 см ³	Не обнаружен о КОЕ ТКБ в 100 см ³	Отсутствие
20	Общее микробное число, число образующих колонии бактерий в 1 см ³	1 КОЕ в 1 см ³	1 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	1 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	1 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	0 КОЕ в 1 см ³	1 КОЕ в 1 см ³	50

Заведующая производственной лабораторией

Н.Л.Маркевич

