

# К ОБОСНОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СТАНЦИЙ ВОДООЧИСТКИ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ ТЮМЕНСКОГО РЕГИОНА

А. Г. Жулин<sup>1</sup>, О. В. Сидоренко<sup>1</sup>, Л. В. Белова<sup>1</sup>, М. М. Валова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

<sup>2</sup> ООО «ТюменьПроектСервис», Тюмень, Россия

## JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF WATER TREATMENT PLANTS IN THE NORTHERN ZONE OF THE TYUMEN REGION

Alexander G. Zhulin<sup>1</sup>, Olga V. Sidorenko<sup>1</sup>, Larisa V. Belova<sup>1</sup>, Marija M. Valova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

<sup>2</sup> LLC «TyumenProjectService», Tyumen, Russia

**Аннотация.** Характерными особенностями качественного состава природной воды Северной зоны Тюменской области независимо от времени года являются: малое содержание солей – менее 200 мг/дм<sup>3</sup> и взвешенных веществ – 2–30 мг/дм<sup>3</sup>, содержание железа на уровне 0,1–5,5 мг/дм<sup>3</sup>, высокая цветность – 40–130 град ПКШ.

При устранении цветности и комплексно-связанного железа из природной воды наибольшие затруднения сопряжены с низким содержанием и малыми значениями взвеси, что определяет несколько иной подход к выбору технологической схемы обработки воды, чем тот, который предлагают нормативные положения. По результатам исследований предложены варианты технологических схем обработки природной воды северных рек.

**Abstract.** A characteristic feature of the qualitative composition of natural water of the Northern zone of the Tyumen region, regardless of the season, are: low salt content – less than 200 mg/dm<sup>3</sup> and suspended solids – 2–30 mg/dm<sup>3</sup>, iron content at 0,1-5,5 mg/dm<sup>3</sup>, high color – 40–130 ° of the platinum-cobalt scale. When eliminating color and complex-bound iron from natural water, the greatest difficulties are associated with low salt content and small values of suspended solids. This predetermines a slightly different from the regulations approach to the choice of technological scheme of water treatment. Based on the results of the research, variants of technological schemes of natural water treatment of the northern rivers are proposed.

**Ключевые слова:** качество вод северных рек, мутность, цветность, контактная коагуляция, двухступенчатый фильтр

**Key words:** water quality of northern rivers, turbidity, color, contact coagulation, two-stage filter

### Введение

Ряд населенных пунктов Северной зоны Тюменского региона (Мужи, Тарко-Сале, Яр-Сале, Салемал и другие) с малым и средним расходом воды для обеспечения хозяйственно-питьевых нужд и теплоснабжения все чаще стали обращаться к использованию воды поверхностных источников. Для природной воды отдельных рек этой территории характерны низкое солесодержание – менее 200 мг/дм<sup>3</sup> и малое наличие взвешенных веществ – 2–30 мг/дм<sup>3</sup>, повышенное количество железа и марганца, высокая цветность 40–130 град ПКШ (табл. 1) [1–4].

Сравнительный анализ показателей содержания примесей природной воды по сезонам года показывает, что в период половодья наблюдается тенденция к увеличению цветности, перманганатной окисляемости, марганца и т. д. В данное время гуминовые вещества, содержащиеся в лесной подстилке, перегнойном горизонте подзолистых почв и торфах болот, интенсивно поступают в водные объекты с поверхностным стоком. Органические вещества гумусового происхождения окрашивают воду в

желто-коричневые тона. Влияние на цветность воды оказывает железо, средние его величины в период половодья несколько выше, чем в период межени.

Гумусовые вещества природных вод условно разделяют на три группы:

- гуминовые кислоты  $C_{60}H_{52}O_{24}(COOH)_4$ , находящиеся обычно в водоемах в коллоидной форме;
- коллоидные соединения фульвокислот;
- истинно растворенные соединения фульвокислот.

Водород карбоксильных групп  $COOH$  гуминовых кислот может заменяться катионами с образованием гуматов [5, 6]. Гуминовые кислоты могут образовывать с гидроксидами железа комплексные соединения, частично представленные коллоидной формой [7]. Одни соединения, в частности, фульвокислотные, не придавая воде цветность, представляют показатель повышенной окисляемости, другие в соединениях и в чистом виде придают воде цветность, наиболее окрашенными из соединений водного гумуса являются гуминовые кислоты [4, 8].

Таблица 1

### Некоторые качественные показатели речной воды Севера [1–4]

Показатели	Ед. измерения	с. Яр-Сале (р. Варыхадыта)	с. Антипаюта (р. Паюта)	с. Салемал (р. Надымская Обь)	пгт. Тазовский (р. Таз)	с. Белоярск (р. Щучья)
Цветность	град	64–116	–	> 70	5–6	–
Мутность	мг/дм <sup>3</sup>	5,1–20,5	–	> 5	3–11	–
pH		6,1–7,8	6,7	7,3	6,8–7,3	5,3–7,2
Жесткость	°Ж	0,35–2,6	–	2,8	0,68	0,45–1,66
Железо	мг/дм <sup>3</sup>	0,9–5,5	1,88	2,36	2,8–3,5	0,2–1,6
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	–	0,38	0,011	0,04	0,26–0,43
Перманганатная окисляемость	мг O/дм <sup>3</sup>	3,5–16,7	13	4,48	13–15	4,9–7,2

Цветность природной воды, обусловленная наличием органических соединений гумусового состава, устраняется в зависимости от формы ее наличия со значительными трудностями [7] и, как правило, при коагулировании примесей требует повышенных расходов коагулянта. При малом содержании минеральных примесей процессы коагуляции протекают продолжительно и в неполной форме. Наличие минеральных взвесей ускоряет процесс коагулирования, так как взвеси, обладая гидрофильными свойствами, адсорбируют на своей поверхности органические примеси гуминовых соединений [7].

Устранение веществ, обуславливающих цветность и окисляемость воды, требует достаточно сложных сочетаний комбинаций реагентов индивидуального характера. В частности, барьерные возможности водопроводных очистных сооружений, принятых в соответствии с рекомендациями СП 31.13330 (табл. 10), позволяют обеспечить снижение цветности, мутности, содержания железа до требуемых СанПиН значений, но для достижения нормативно допустимых показателей по марганцу и окисляемости требуется дополнительная обработка воды окислителями.

Широко используемые для подготовки воды хозяйственно-питьевого назначения двухступенчатые технологические схемы при высокой цветности, малом содержании взвеси и низкой температуре природной воды, ввиду медленно проходящих процессов коагуляции, характеризуются значительным объемом сооружений предварительной обработки, повышенными расходами реагентов и малой гидравлической крупностью образующихся хлопьев. В некоторых случаях осуществлялись попытки получения хорошо осаждающихся хлопьев путем введения в обрабатываемую воду замутнителей или проведения рециркуляции ранее образовавшегося осадка [4, 7, 9]. Но технология ввода замутнителя требует оформления процессов: транспортировки, хранения, подготовки суспензии, дозирования, что усложняет технологию обработки воды и увеличивает строительные и финансовые затраты.

Удаление коллоидных примесей, обуславливающих цветность воды, основано на адсорб-

ции поверхностью коагулянта органических веществ. Контактная коагуляция – технологический процесс осветления и обесцвечивания воды, заключающийся в адсорбции ее примесей с нарушенной агрегативной устойчивостью на поверхности частиц контактной массы.

Коагуляция в контакте с посторонней твердой поверхностью требует меньших доз коагулянта, менее чувствительна к температуре воды, протекает достаточно полно при малой мутности и щелочности исходной воды [7], характеризуется большей скоростью коагуляции и полнотой задержания мелкой взвеси [4]. Частицы примесей воды имеют микро- и ультрамикроскопические размеры, а частицы контактной среды – макроскопические. Интенсивность прилипания мелких примесей к относительно крупным зернам загрузки намного превышает скорость агломерации между собой отдельных мелких частиц в свободном объеме жидкости.

При фильтровании воды, обработанной коагулянтами, через песок с размером зерен 0,5 мм ее осветление происходит за 5-10 с. Подобная глубина осветления воды при конвективной коагуляции частиц с образованием хлопьев достигается за 20-40 минут [4]. Эффект контактной коагуляции повышается по мере сокращения интервала между вводом коагулянта в обрабатываемую воду и ее поступлением в слой контактной массы. За этот короткий промежуток времени в обрабатываемой воде успевают образоваться микроагрегаты слипшихся первичных частиц.

Контактная коагуляция осуществляется в осветлителях со слоем взвешенного осадка, контактных осветлителях, в фильтрах АКХ и при прямоточном фильтровании.

При коагулировании вод с относительно небольшой мутностью (при общем количестве взвеси 50-60 мг/дм<sup>3</sup>) и умеренной цветностью (не более 150 град ПКШ) наиболее экономичным процессом удаления примесей является прямоточная обработка воды в фильтрующем слое с добавлением коагулянта непосредственно перед загрузкой [7, 10, 11]. На двухслойных фильтрах (контактном фильтре) происходит более равномерное распределение загрязнений в фильтрующем слое.

Для создания более благоприятных условий для проникновения загрязнений по всей высоте фильтра часть песка заменяют более легким материалом (антрацитом или дробленным керамзитом), эффективный размер частиц которого превышает размер песчинок, содержащихся в нижнем слое, он является буферным для обеспечения гарантированного качества фильтрата. Благодаря конструкции взвешенные вещества лучше распределяются по высоте фильтра: самые крупные из них задерживаются верхним слоем, имеющим наибольший размер фракций. Гранулометрический состав частиц, содержащихся в каждом из этих двух слоев, должен различаться плотностью, чтобы при одной и той же интенсивности промывки фильтра оба слоя расширились сходным образом для обеспечения необходимой сортировки частиц каждого слоя после завершения промывки.

Важным преимуществом контактных фильтров является возможность значительного форсирования их работы путем повышения скорости фильтрования до 9 м/ч с одновременным увеличением полезной подачи воды в водопроводную сеть в период максимального водопотребления.

### Объекты и методы исследования

Основные качественные показатели воды ряда рек Северной зоны определялись согласно аттестованным методикам. Исследования по выявлению оптимальных технологических схем обработки природной воды (при цветности исходной воды 116 град ПКШ) проводились в лабораторных условиях на реальной воде поверхностного источника одного из объектов ЯНАО на фильтрационных колонках по двум схемам: 1 – двухслойный фильтр (кварцевый песок + антрацит); 2 – контактный осветлитель. Скорость фильтрования на двухслойном фильтре соответствовала рекомендуемой СП 31.13330 – 8 м/ч (в пересчете на модель – 1,4 м/ч), на контактном осветлителе – 5,5 м/ч.

В процессе исследований изменялись виды реагентов и их дозы. Первоначально в качестве коагулянта был принят оксихлорид алюминия (ОХА), максимальная доза которого составила

22 мг/дм<sup>3</sup>. Дополнительно проведен опыт на контактном осветлителе с применением в качестве коагулянта сернокислого алюминия (СА) с дозой 45 мг/дм<sup>3</sup>. В качестве флокулянта применялся ПАА дозой 0,5-1 мг/дм<sup>3</sup>.

При максимально возможных значениях мутности и цветности суммарное содержание взвеси составляет:

$$M = M_{\text{исх}} + K \cdot D + 0,25 \cdot C + B_u,$$

где  $M$  – содержание взвешенных веществ, мг/дм<sup>3</sup>;

$M_{\text{исх}}$  – содержание взвешенных веществ в исходной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$K$  – коэффициент, зависящий от вида коагулянта;

$D$  – доза коагулянта, мг/дм<sup>3</sup>;

$C$  – цветность исходной воды, град ПКШ;

$B_u$  – количество взвешенных веществ, вводимых в воду с известью при подщелачивании, мг/дм<sup>3</sup>.

Согласно выявленным максимальным значениям мутности (7,25 мг/дм<sup>3</sup>) и цветности (116 град ПКШ), возможное суммарное содержание взвешенных веществ составит  $M = 61$  мг/дм<sup>3</sup>.

Так как суммарное содержание взвеси находится в пределах не более 70 мг/дм<sup>3</sup>, рассматривается возможность применения контактной коагуляции.

### Результаты и обсуждения

Исследования проведены с целью предоставления технологической схемы для проектирования комплекса водоочистных сооружений объекта Севера.

Рассматривались две технологические схемы с двухслойным (контактным) фильтром и контактными осветлителями. В связи с необходимостью форсирования скорости фильтрования при эксплуатации возможно ее увеличение более допустимых 5,5 м/ч, во избежание выноса загрузки основное внимание уделено прямоточному фильтрованию.

Результаты исследований по выявлению основных технологических параметров обработки природной воды представлены в таблице 2.

Характер изменения ряда основных физических и химических показателей, формирующих

технологическую схему обработки воды, представлен на рис. 1, 2. На рисунках под цифрами отмечены: 1 – исходная вода, 2 – после двухслойного фильтра, 3 – после контактного осветлителя (коагулянт ОХА), 4 – после контактного осветлителя (коагулянт СА).

Результаты проведенных исследований по схемам 1 и 2 можно считать одинаковыми, но, учитывая преимущества двухслойных фильтров, их установка рекомендуется в предлагаемом проектном решении.

При одноступенчатом фильтровании параметры двухслойного фильтра принимаются в соответствии с табл. 15 СП 31.13330:

- кварцевый песок: высота слоя – 0,8 м; средний диаметр фракций – 0,5–1,2 мм;
- антрацит: высота слоя – 0,5 м; средний диаметр фракций – 0,8–1,8 мм.

В речной воде некоторых рек Северной зоны периодически в зависимости от сезона наблюдается повышенное содержание марганца и перманганатной окисляемости. Методы устранения данных компонентов включают в себя химическую обработку с применением окислителей. При избыточном содержании марганца и окисляемости технологическая схема включает двух-

ступенчатое фильтрование с вводом окислителя перед второй ступенью.

В качестве первой ступени рекомендуется контактный префильтр согласно п. 9.109 СП 31.13330, вторая ступень – двухслойный фильтр с параметрами, указанными выше.

Снижение содержания марганца в воде до ПДК можно добиться при использовании в качестве окислителя перманганата калия в концентрации не менее 3 мг/дм<sup>3</sup>. Уменьшить расход перманганата калия возможно за счет предварительного введения хлорсодержащего реагента (например, гипохлорита натрия) [12]. Совместный ввод реагентов позволяет экономить до 80 % перманганата калия.

В последнее время при принятии технологии очистки природной воды рекомендуется на окончательном этапе подготовки осуществлять фильтрование или углевание активированным углем. Углевание воды способствует устранению органических загрязнений искусственного происхождения, привнесенных со сточными водами [4, 13], если таковые представлены в незначительном количестве (что характерно для северных рек), то вопрос применения активированного угля при обработке природных вод требует более тщательного рассмотрения.

Таблица 2

**Результаты лабораторных исследований обработки природной воды**

Наименование показателя	Ед. измерения	Значение показателя			
		Исходная вода	1 схема	2 схема	
				ОХА	СА
Цветность	мг/дм <sup>3</sup>	116	15	22	23
Мутность	мг/дм <sup>3</sup>	7,25	0,52	0,41	4,1
Водородный показатель	ед. рН	6,92	7,21	7,17	6,66
Щелочность	мг-экв/дм <sup>3</sup>	2,1	1,7	1,85	1,11
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	1,96	0,09	0,08	0,09
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,06	0,06	0,07
Перманганатная окисляемость	мг О/дм <sup>3</sup>	12,5	4,1	3,1	3,3

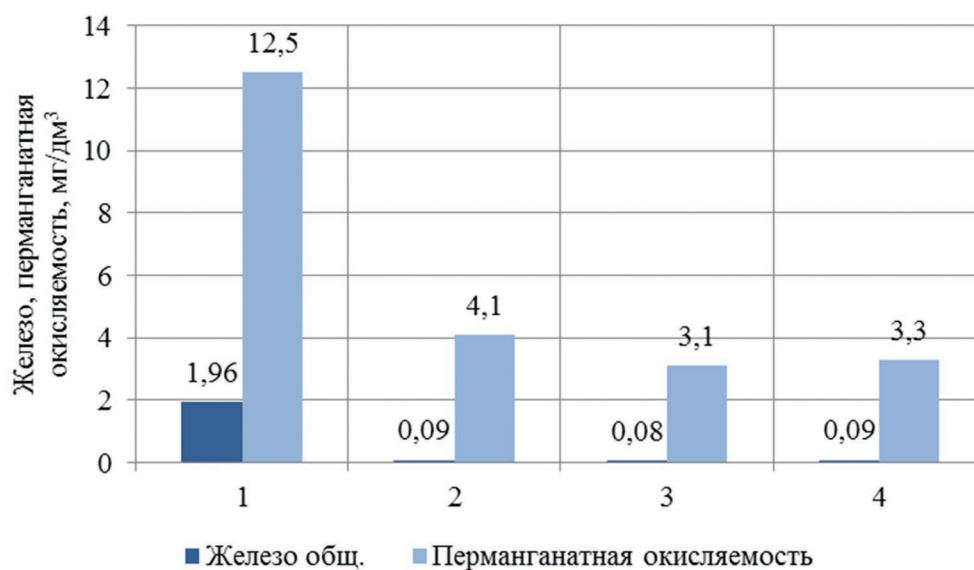


Рис. 1. Изменение содержания железа и перманганатной окисляемости в процессе обработки природной воды

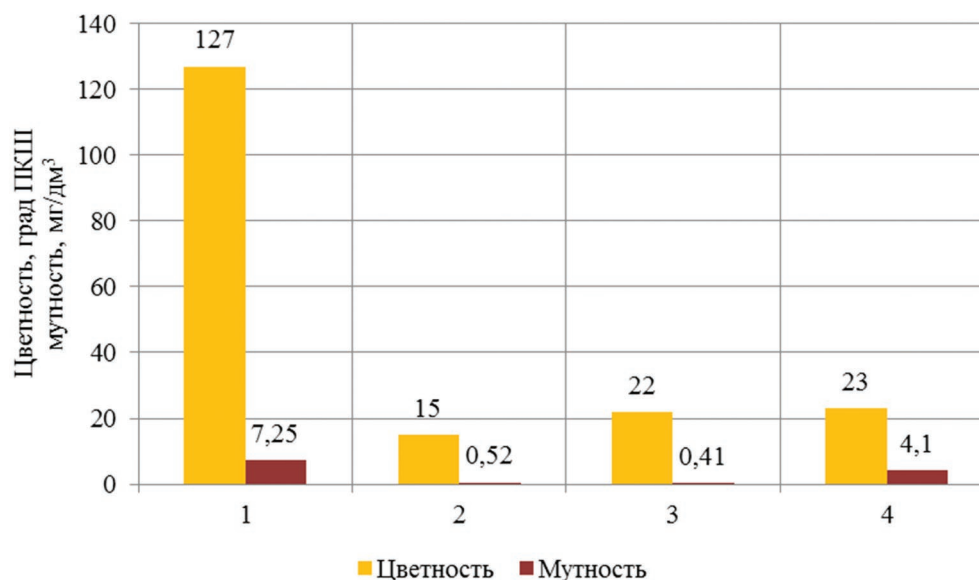


Рис. 2. Изменение цветности и мутности в процессе обработки природной воды

### Выводы

- Качество воды Северной зоны региона относительно стабильно, и характерные показатели, формирующие технологическую схему, не превышают допустимых значений для принятия контактной коагуляции.
- Рекомендуемые значения скорости на прямоточном двухслойном (контактном) фильтре – 6-8 м/ч.
- Выявлены оптимальные дозы реагентов.
- Рекомендовано при повышенных содержаниях марганца, железа, окисляемости применение двухступенчатой технологической схемы с окислением перманганатом калия.
- При наличии антропогенных загрязнений необходимо рассмотреть применение активированного угля (углевание или фильтры).

### Библиографический список

1. Критерии выбора наилучших доступных технологий по подготовке питьевой воды с учетом специфики полуострова Ямал / Н. Б. Пыстина, Н. В. Попад'ко, Р. Ю. Юнусов, А. М. Мальгин. – Текст : непосредственный // Вести газовой науки. – 2013. – № 2 (13). – С. 26–30.
2. Агбальян, Е. В. Характеристика химических показателей качества воды в Тазовском районе Ямало-Ненецкого автономного округа / Е. В. Агбальян, Е. В. Шинкарук, В. Ю. Хорошавин. – Текст : непосредственный // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2016. – № 2 (91). – С. 44–49.
3. Схема водоснабжения и водоотведения муниципального образования Яр-Салинское Ямальского района ЯНАО на период 2015–2030 гг. / Администрация Муниципального образования Яр-Салинское ЯНАО : [сайт]. – URL : <http://adm-yarsale.ru/shema-vodosnabzheniya-i-vodootvedeniya.html>. – Текст : электронный (дата обращения : 13.11.2021).
4. Об утверждении схем водоснабжения и водоотведения муниципального образования село Салемал / Администрация Муниципального образования Село Салемал ЯНАО : [сайт]. – URL : <http://www.adm-salemal.ru/documents/559.html>. – Текст : электронный (дата обращения : 13.11.2021).
5. Клячко, В. А. Очистка природных вод / В. А. Клячко, И. Э. Апельцин. – Москва : Стройиздат, 1971. – 579 с. – Текст : непосредственный.
6. Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике : учебное пособие для студентов вузов / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. – Москва : Издательство МЭИ, 2003. – 309 с. – Текст : непосредственный.
7. Бабенков, Е. Д. Очистка воды коагулянтами / Е. Д. Бабенков. – Москва : Наука, 1977. – 356 с. – Текст : непосредственный.
8. Кульский, Л. А. Основы физико-химических методов обработки воды / Л. А. Кульский. – Москва : Издательство МХ РСФСР, 1962. – 220 с. – Текст : непосредственный.
9. Кургаев, Е. Ф. Осветлители воды / Е. Ф. Кургаев. – Москва : Стройиздат, 1977. – 192 с. – Текст : непосредственный.
10. Гороновский, И. Т. Эксплуатация станций по подготовке хозяйственно-питьевой воды / И. Т. Гороновский, Г. Г. Руденко ; под ред. Л. А. Кульского. – Киев : Издательство «Будівельник», 1975. – 234 с. – Текст : непосредственный.
11. Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов / Л. А. Кульский, М. Н. Булава, И. Т. Гороновский, П. И. Смирнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев : Издательство «Будівельник», 1972. – 424 с. – Текст : непосредственный.
12. Жулин, А. Г. К разработке технологии снижения концентрации марганца в речной воде / А. Г. Жулин, О. В. Сидоренко, Л. В. Белова. – DOI: 10.32683/0536-1052-2020-734-2-36-46. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Строительство. – 2020. – № 2. – С. 36–46.
13. Водоподготовка : справочник для профессионалов / под ред. С. Е. Беликова. – Москва : Акватерм, 2007. – 240 с. – Текст : непосредственный.

### References

1. Pystina, N. B., Popad'ko, N. V., Yunusov, R. Yu., & Mal'gin, A. M. (2013). Kriterii vybora nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy po podgotovke pit'evoy vody s uchetom spetsifiki poluostrova Yamal. Vesti Gazovoy Nauki, 2(13), pp. 26–30. (In Russian).
2. Agbalyan, E. V., Shinkaruk, E. V., & Khoroshavin, V. Yu. (2016). Kharakteristika khimicheskikh pokazateley kachestva vody v Tazovskom rayone Yamalo-Nenetskogo Avtonomnogo Okruga. Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District, 2(91), pp. 44-49. (In Russian).
3. Skhema vodosnabzheniya i vodootvedeniya munitsipal'nogo obrazovaniya Yar-Salinskoe Yamal'skogo rayona YaNAO na period 2015–2030 gg. Administratsiya Munitsipal'nogo obrazovaniya Yar-Salinskoe

---

YaNAO. (In Russian). Available at: <http://adm-yarsale.ru/shema-vodosnabzheniya-i-vodootvedeniya.html> (date of application: 13.11.2021).

4. Ob utverzhdenii skhem vodosnabzheniya i vodootvedeniya munitsipal'nogo obrazovaniya selo Salemal. Administratsiya Munitsipal'nogo obrazovaniya Selo Salemal YaNAO. (In Russian). Available at: <http://www.adm-salemal.ru/documents/559.html> (date of application: 13.11.2021).
5. Klyachko, V. A., & Apel'tsin, I. E. (1971). Ochistka prirodnykh vod. Moscow, Stroyizdat Publ., 579 p. (In Russian).
6. Kopylov, A. S. Lavygin, V. M., & Ochkov, V. F. (2003). Vodopodgotovka v energetike. Moscow, MEI Publ., 309 p. (In Russian).
7. Babenkov, E. D. (1977). Ochistka vody koagulyantami. Moscow, Nauka Publ., 356 p. (In Russian).
8. Kul'skiy, L. A. (1962). Osnovy fiziko-khimicheskikh metodov obrabotki vody. Moscow, Izdatel'stvo MKKh RSFSR Publ., 220 p. (In Russian).
9. Kurgaev, E. F. (1977). Osvetiteli vody. Moscow, Stroyizdat Publ., 192 p. (In Russian).
10. Goronovskiy, I. T., & Rudenko, G. G. (1975). Eksploatatsiya stantsiy po podgotovke khozyaystvenno-pit'evoy vody. Kiev, Budivel'nik Publ., 234 p. (In Russian).
11. Kul'skiy, L. A., Bulava, M. N., Goronovskiy, I. T., & Smirnov, P. I. (1972). Proektirovanie i raschet ochistnykh sooruzheniy vodoprovodov. 2<sup>nd</sup> edition, revised. Kiev, Budivel'nik Publ., 424 p. (In Russian).
12. Zhulin, A. G., Sidorenko, O. V., & Belova, L. V. (2020). Towards development of technology for reduction of manganese concentration in river water. News of Higher Educational Institutions. Construction, (2), pp. 36-46. (In Russian). DOI: 10.32683/0536-1052-2020-734-2-36-46
13. Belikov, S. E. (eds.) (2007). Vodopodgotovka: spravochnik dlya professionalov. Moscow, Akva-Term Publ., 240 p. (In Russian).

#### **Сведения об авторах**

Жулин Александр Гаврилович, к. т. н., доцент кафедры инженерных систем и сооружений, Тюменский индустриальный университет, e-mail: zhulinag@tyuiu.ru

Сидоренко Ольга Владимировна, к. т. н., доцент, заведующая кафедрой инженерных систем и сооружений, Тюменский индустриальный университет, e-mail: sidorenkoov@tyuiu.ru

Белова Лариса Владимировна, к. т. н., доцент кафедры инженерных систем и сооружений, Тюменский индустриальный университет, e-mail: belovalv@tyuiu.ru

Валова Мария Мансуровна, генеральный директор ООО «ТюменьПроектСервис», e-mail: valovamarija@mail.ru

#### **Information about the authors**

Alexander G. Zhulin, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Engineering Systems and Structures, Industrial University of Tyumen, e-mail: zhulinag@tyuiu.ru

Olga V. Sidorenko, Candidate of Engineering, Associate Professor, Head at the Department of Engineering Systems and Structures, Industrial University of Tyumen, e-mail: sidorenkoov@tyuiu.ru

Larisa V. Belova, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Engineering Systems and Structures, Industrial University of Tyumen, e-mail: belovalv@tyuiu.ru

Marija M. Valova, Director General of LLC «TyumenProjectService», e-mail: valovamarija@mail.ru

**Для цитирования:** К обоснованию технологической схемы станций водоочистки Северной зоны Тюменского региона / А. Г. Жулин, О. В. Сидоренко, Л. В. Белова, М. М. Валова. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-4-26-33. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 4. – С. 26–33.

**For citation:** Zhulin, A. G., Sidorenko, O. V., Belova, L. V., & Valova, M. M. (2021). Justification of the technological scheme of water treatment plants in the Northern zone of the Tyumen region. Architecture, construction, transport, (4), pp. 26-33. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-4-26-33.