МИНСТРОЙ РОССИИ

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН)
ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В ЖКХ МИНСТРОЯ РОССИИ
127238, г. Москва, Локомотивный проезд, д. 21 · www.rostzkh.ru · +7 (495) 585-73-20 · info@rostzkh.ru

Утверждаю

Заместитель директора по
инновациям и учебной работе
Руководитель ОЦК в ЖКХ

_____
Постовалова А. А.

« » 2026 г.

*Утверждено*
*Экспертным Советом ОЦК в ЖКХ*
*Протокол № от г.*

# ЛУЧШАЯ ПРАКТИКА

## ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОТРАСЛИ ЖКХ

## Повышение эффективности работы предприятий коммунального комплекса за счет применения автоматизации дозирования реагентов

2026

**Оглавление**

**ЧАСТЬ 1. ПУБЛИКАЦИЯ ТИПОВОГО РЕШЕНИЯ** ..... 3
**1.1. Общая информация. Назначение документа.** ..... 3
**1.2. Термины и определения.** ..... 3
**1.3. Подходы к выбору лучшей практики.** ..... 4
**1.4. Основные цели внедрения.** ..... 4
**1.5. Типовые проблемы и причины их возникновения.** ..... 4
**1.6. Типовые решения и целевой результат.** ..... 5
**1.7. Примеры реализованного решения.** ..... 6
**1.7.1. Пример 1.** ..... 6
**1.7.2. Пример 2.** ..... 10
**1.7.3. Пример 3.** ..... 12
**1.7.4. Примеры из открытых источников.** ..... 16
**ЧАСТЬ 2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ.** ..... 17
**2.1. Подготовка к реализации.** ..... 17
**2.2. Анализ текущего состояния.** ..... 17
**2.3. Разработка и внедрение целевого состояния.** ..... 18
**ЧАСТЬ 3. РАСЧЕТ ЭФФЕКТА ОТ РЕАЛИЗОВАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.** ..... 18
**3.1. Расчет экономического эффекта.** ..... 18
**ЧАСТЬ 4. ВЛИЯНИЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА.** ..... 19
**4.1. Методология расчета.** ..... 19
**4.2.1. Пример расчета.** ..... 19
**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.** ..... 20
**ПРИЛОЖЕНИЕ 1.** ..... 21

# ЧАСТЬ 1. ПУБЛИКАЦИЯ ТИПОВОГО РЕШЕНИЯ

Лучшая практика по повышению эффективности работы предприятий коммунального комплекса за счет автоматизации дозирования реагентов.

**Основной результат:**

Снижение расхода реагентов, повышение стабильности качества воды.

**Вид деятельности:**

- 35.30 Производство, передача и распределение пара и горячей воды;
- 36.0 Забор, очистка и распределение воды;
- 37.0 Сбор и обработка сточных вод.

**Технологический процесс:**

Реагентная обработка на этапах водоподготовки и очистки сточных вод.

**Инструменты бережливого производства, рекомендуемые для внедрения с лучшей практикой:**

1. КПСЦ Инфопотока (Картирование потока создания ценности в информационных процессах) - метод визуального отображения и анализа информационных потоков для выявления потерь и узких мест.
2. Стандартизированная работа - метод описания наиболее безопасного, качественного и эффективного способа выполнения операции.
3. Производственный анализ

## 1.1. Общая информация. Назначение документа.

Данный документ разработан в качестве типового отраслевого решения для предприятий водопроводно-канализационного хозяйства (водоканалов, очистных сооружений), эксплуатирующих системы реагентного хозяйства в технологических процессах, которое является ключевым звеном водоподготовки очистки сточных вод и химводоподготовки на объектах теплоэнергетики. От точности дозирования коагулянтов, флокулянтов, реагентов для корректировки pH, окислителей, сорбентов и обеззараживающих средств зависит стабильность качества питьевой, технической воды и очищенных стоков.

Применение решений данного документа позволяет повысить экономическую эффективность предприятий за счет снижения расхода реагентов, уменьшения трудозатрат персонала, повышения надежности и качества водоснабжения и водоотведения.

## 1.2. Термины и определения.

**Бережливое производство** – это система управления, ориентированная на повышение эффективности процессов за счёт устранения потерь. Суть подхода — минимизация действий, которые не создают ценности для клиента и потребляют ресурсы.

**Инструменты бережливого производства (повышения эффективности деятельности организации)** – совокупность решений организационного, нормативного, технического, инновационного, цифрового или иного характера, направленных на повышение эффективности управленческих, операционных и эксплуатационных процессов в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

**Лучшая практика применения инструментов бережливых технологий в отрасли ЖКХ** — совокупность апробированных и документально оформленных решений организационного, нормативного, технического, инновационного, цифрового или иного характера, направленных на повышение эффективности управленческих, операционных и эксплуатационных процессов в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

**ХР** – химические реагенты.

**СР** – стандартизированная работа.

**КПСЦ** – карта потока создания ценности.

**РСО** – ресурсоснабжающая организация.

**ТЗ** – техническое задание.

### 1.3. Подходы к выбору лучшей практики.

Лучшая практика представляет собой пример применения современных технологических и цифровых решений (АСУ ТП дозирования реагентов) как инструмента повышения производительности труда и экономической эффективности. Основной критерий выбора — способность практики устранять потери реагентов и времени на ручное управление, что напрямую ведёт к снижению себестоимости очистки и росту выработки на одного сотрудника.

Уровень автоматизации дозирования реагентов непосредственно влияет на технологическую эффективность процессов водоподготовки, так как дозирование должно осуществляться с высокой точностью в зависимости от расхода воды.

Практика рекомендуется для предприятий, где расход реагентов составляет значительную долю себестоимости, а качество воды или стоков подвержено быстрым изменениям исходных параметров.

### 1.4. Основные цели внедрения.

Целью внедрения является оптимизация процесса реагентной обработки воды, обеспечение точного и пропорционального дозирования реагентов в зависимости от текущих параметров технологического процесса, снижение расхода реагентов и трудозатрат персонала, повышение качества очистки воды.

### 1.5. Типовые проблемы и причины их возникновения.

Ниже приведены типовые проблемы и потенциальные причины их возникновения при эксплуатации реагентного хозяйства:

**Таблица 1. Типовые проблемы и потенциальные причины их возникновения**

| № | Проблема | Потенциальные причины |
|---|---|---|
| 1 | Перерасход химических реагентов | • отсутствие автоматической привязки дозирования к расходу воды;<br>• человеческий фактор при ручной регулировке. |
| 2 | Нестабильное качество очистки воды | • запаздывание реакции на изменение качества исходной воды;<br>• отсутствие оперативного контроля параметров;<br>• неточное дозирование реагентов |
| 3 | Высокие трудозатраты персонала | • ручное регулирование дозирующих насосов;<br>• постоянный контроль и корректировка параметров;<br>• ведение бумажных журналов учета расхода реагентов. |
| 4 | Отсутствие оперативного контроля | • отсутствие системы сбора и визуализации данных;<br>• разрозненные источники информации;<br>• невозможность отслеживания параметров в реальном времени. |
| 5 | Потери реагентов при хранении и приготовлении растворов | • отсутствие учета и контроля остатков;<br>• нарушение технологических регламентов;<br>• ручное приготовление растворов. |
| 6 | Аварийные ситуации и остановки оборудования | • отсутствие автоматической защиты и сигнализации;<br>• человеческий фактор;<br>• несвоевременное выявление отклонений параметров. |
| 7 | Избыточное образование осадка и нагрузка на сооружения | • избыточный расход химических реагентов;<br>• отсутствие обратной связи по качеству очищенной воды;<br>• неоптимальный режим смешения. |

### 1.6. Типовые решения и целевой результат.

Типовым решением для повышения эффективности реагентного хозяйства является внедрение автоматизированной системы управления дозированием реагентов с интеграцией на насосы-дозаторы и контрольно-измерительные приборы.

Это позволяет автоматически поддерживать заданную дозу реагента в зависимости от расхода воды и других технологических параметров, исключить ручное регулирование и сократить время контроля.

### 1.7. Примеры реализованного решения.

#### 1.7.1. Пример 1.

**Наименование организации:** АО «Нижегородский водоканал» (ИНН 5257086827, ОГРН 1065257065268) реорганизовано путем присоединения к Акционерному обществу «Теплоэнерго» (АО «Теплоэнерго»). АО «Теплоэнерго» 12.11.2025 г. переименовано в Акционерное общество «Объединенный коммунальный оператор» (АО «ОКО», ИНН 5257087027, ОГРН 1065257065500).

**Проблема и принятые меры:** Предприятие осуществляет деятельность в сфере водоснабжения и водоотведения. До 2018 года на водопроводных станциях города дозирование коагулянтов, флокулянтов и корректирующих реагентов осуществлялось преимущественно вручную или по упрощённым схемам. Отсутствовала единая автоматизированная система, привязывающая подачу реагентов к текущему расходу воды и её качеству. Это приводило к перерасходу химикатов, нестабильности показателей очищенной воды, высоким трудозатратам операторов и задержкам в корректировке доз при сезонных изменениях исходной воды.

В 2018 году введена в промышленную эксплуатацию автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП) реагентного хозяйства. Обеспечено автоматическое дозирование реагентов пропорционально текущему расходу воды и с учётом показателей качества исходной воды в режиме реального времени. Исключено ручное регулирование доз, что снизило влияние человеческого фактора и сократило время реакции на изменения технологических параметров. Достигнуто снижение удельного расхода коагулянта порядка 6 % за счёт точного дозирования.

**Результат:** Достигнуто снижение удельного расхода коагулянта порядка 6 %. Экономический эффект составил 4,45 млн рублей в год.

Визуальные примеры улучшений приведены на рисунках 1-5.



Рис. 1. Визуальные примеры улучшений.



Рис. 2. Визуальные примеры улучшений.

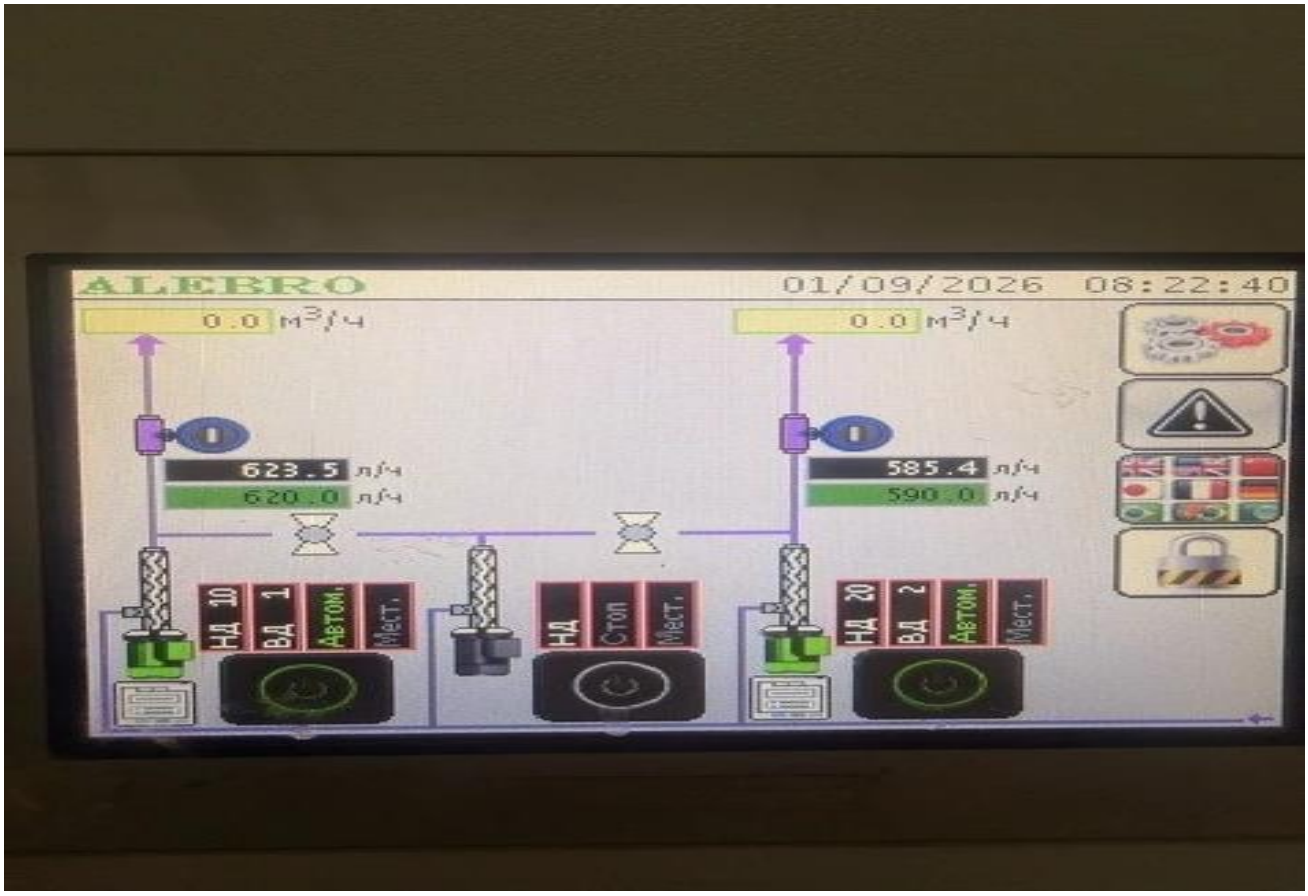



Рис. 3. Визуальные примеры улучшений.




Рис. 4. Визуальные примеры улучшений.



Рис. 5. Визуальные примеры улучшений.

### 1.7.2. Пример 2.

**Наименование организации:**

**ООО «Нижневартовские коммунальные системы» (РКС – Нижневартовск), г. Нижневартовск, ул. Маршала Жукова, д.53** (ИНН 3661078386, ОГРН 1173668024848).

**Проблема и принятые меры:** Сложное качество водоисточника (р.Вах), характеризующиеся высокой цветностью до 180 град, перманганатной окисляемостью до 20 мгО2/л, наличием железа (общ) до 9,6 мг/л, марганца до 0,9 мг/л, и низкими температурами воды на протяжении года.

Сложная технологическая схема обработки воды с применением восьми марок ХР с различными технологическими задачами: сульфат алюминия, оксихлорид алюминия водный раствор, флокулянт с линиями подачи в камеры хлопьеобразования и перед скорыми фильтрами, известь, перманганат калия, ПАУ, хлор, аммиак водный технический.

Существенное увеличение нагрузки на химико-бактериологическую лабораторию при определении оптимальной дозы химреагентов “пробным коагулированием”, особенно в паводковые периоды года.

Установка и контроль доз и расходов химреагентов в ручном режиме по опыту эксплуатации. Множество факторов, определяющих выбор доз химреагентов, не всегда позволяет технологам “гибко” реагировать и придерживаться оптимальных значений. Технологи в первую очередь соблюдают выполнение требований очистки воды до питьевых норм и отсутствие жалоб у населения на качество услуг, чем экономию химреагентов, что в полной мере обосновано.

Гистерезис технологического процесса обработки воды - отклик системы спустя время от начала введения химреагентов до получения результатов анализа питьевой воды в среднем составляет около 11 часов.

Потребность химико-бактериологической лаборатории в формировании и передаче результатов производственного контроля качества питьевой воды», содержащего формы паспортов и отчетных таблиц в электронной форме.

В рамках инвестиционной программы обновлено оборудование с автоматизированной системой управления дозирования химреагентов, дополнительно внедрено специальное программное обеспечение «Цифровой подсказчик технолога» «Водоканал PRO» реагентной обработки воды на основе искусственного интеллекта для водопроводных очистных сооружений.

**Результат опытно-промышленной эксплуатации:**

Автоматизированная система управления дозирования химреагентов позволяет сократить время на внесение и корректировку параметров за счет более удобного интерфейса. Можно сразу задать концентрацию и дозу реагента, увидеть текущее состояние и расход в онлайн режиме.

В результате опытно-промышленной эксплуатации при внедрении программного обеспечения было достигнуто снижение расходов на химические реагенты в 2024г на 11% (102 тонны), что эквивалентно экономии в размере 1,4 млн рублей. Этот показатель достигнут с учётом роста производительности ВОС-2 без значительных капиталовложений.

Пример визуальных улучшений приведен на рисунке 6.

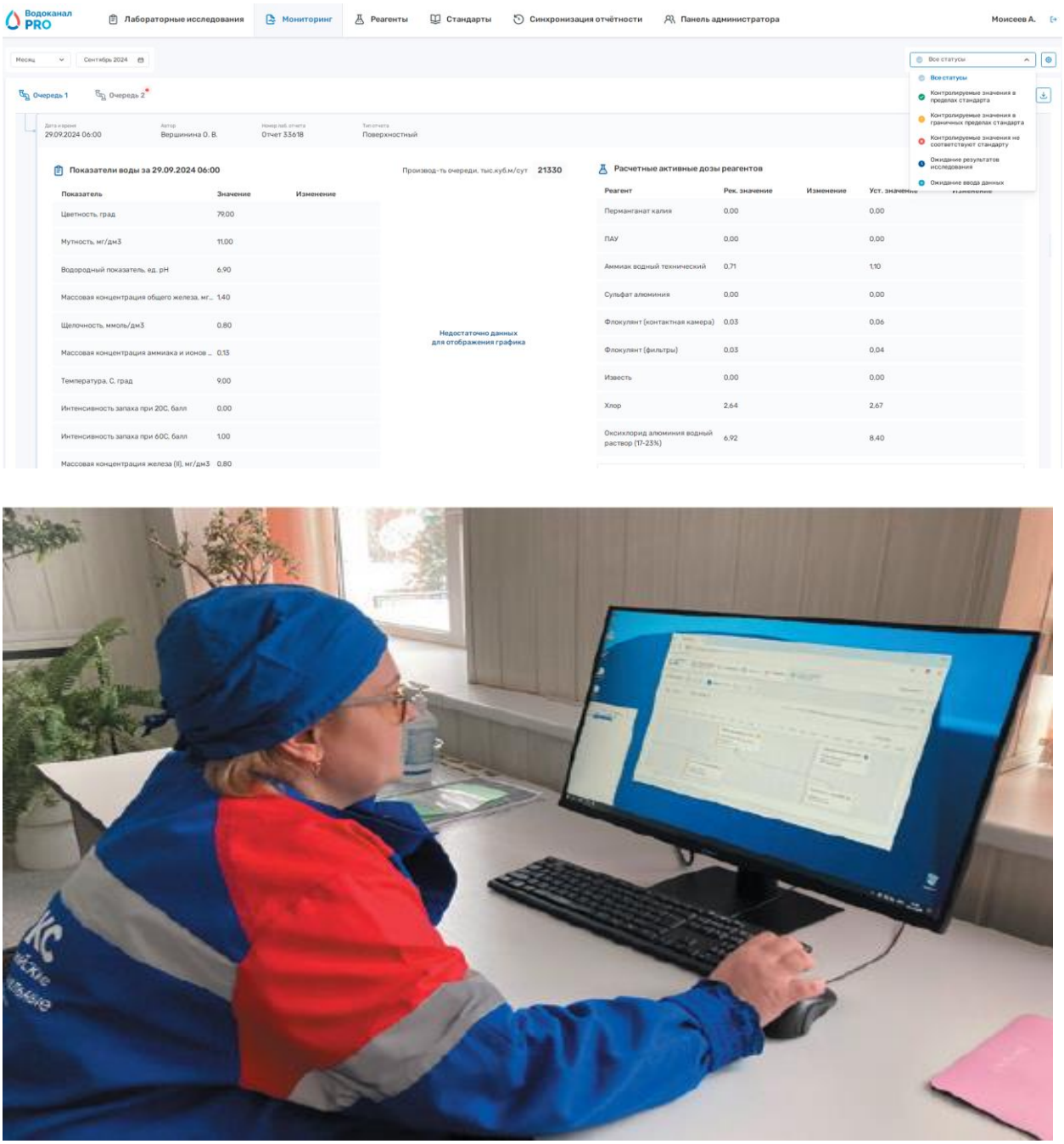





Рис.6. Визуальные примеры улучшений.

### 1.7.3. Пример 3.

**Наименование организации: ООО** «Тюмень Водоканал», г. Тюмень (ИНН 7204095194, ОГРН 1057200947253).

**Проблема и принятые меры:** До автоматизации приготовление и дозирование перманганата калия осуществлялось в ручном режиме: загрузка реагента производилась вручную в железобетонный бак, дозирование регулировалось поджатием запорной арматуры, а фактический объём излива контролировался мерной ёмкостью (ведром). При изменении подачи воды и содержания марганца в реке от водозабора доза реагента автоматически не менялась.

Это приводило к следующим проблемам:

- наблюдался перерасход реагента;
- качество очистки воды было нестабильным при резком изменении параметров исходной воды, особенно в паводковый период;
- технологи зачастую работали «вслепую»;
- трудозатраты были высокими: 2 оператора в полной экипировке и с СИЗ вручную выгружали реагент с расходом до 500 кг в сутки.

В рамках модернизации внедрена установка автоматического приготовления и дозирования раствора перманганата калия.

Система приготовления и дозирования работает по следующему алгоритму:

- в соответствии с настроенным уровнем в камере отбора готового продукта установка включается на наполнение водой при достижении нижнего рабочего уровня, и, соответственно, останавливает наполнение при достижении верхнего рабочего уровня. Реализованы защиты по нижнему аварийному уровню и по верхнему аварийному уровню. (значения всех уровней настраиваются при ПНР и могут быть отрегулированы технологом);
- при активации наполнения установки система подачи реагента (вакуумный загрузчик и шнековый дозатор сухого вещества) дозирует исходный реагент в воду пропорционально измеряемому расходу воды, для получения раствора заданной технологом концентрации;
- получающийся в результате приготовления раствор непрерывно дозируется насосами-дозаторами в точки потребления пропорционально расходу на очистку с предварительным разбавлением;
- емкость приготовления разделена на три камеры, при этом система полупогружных перегородок и алгоритм работы организуют в реакторе условия для гарантированного качественного приготовления раствора;
- весь процесс управляется с комплектного шкафа управления с программируемым логическим контроллером с сенсорным дисплеем;
- анализатор марганца передает данные о концентрации растворенного марганца в отфильтрованной воде. По результатам анализа технолог на водоочистной станции принимает решение о корректировке дозы реагента на установке дозирования.

Суммарный размер капитальных затрат / инвестиций в модернизацию (закупка шкафов АСУ ТП, датчиков, насосов-дозаторов, монтаж и ПНР), тыс. рублей с НДС составил16 584 тыс. рублей с НДС.

**Результат:** Фактическая концентрация марганца в воде, подаваемый расход реагента, доза реагента, параметры работы насосов и системы в целом дистанционно отображается в SCADA-системе.

Технолог не отвлекается на регулировку дозирования реагента, за исключением периодической калибровки установки.

Снижена нагрузка на слесарей ввиду загрузки перманганата калия вакуумным загрузчиком.

Годовой экономический эффект составил 3 100 795 рублей

Расчетный срок окупаемости – 5 лет 4 месяца.

Визуализация процесса представлена на рисунках 7-9.



Рис.7. Фотография реагентного корпуса / узла приготовления / насосов-дозаторов до модернизации



Рис.8. Фотография после модернизации.

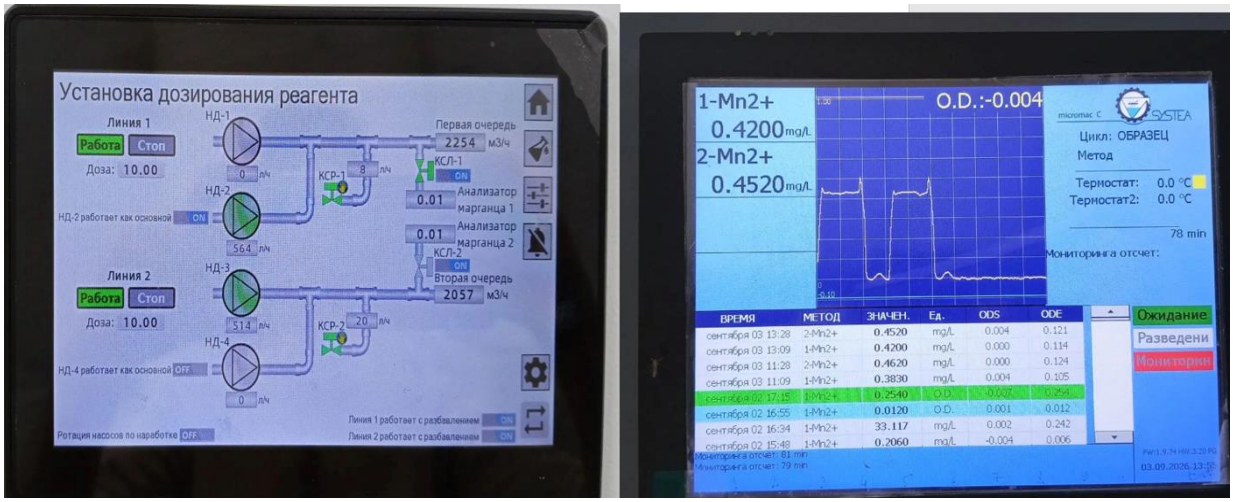



Рис.9. Фотография после модернизации.

### 1.7.4. Примеры из открытых источников.

**МУП «Ижводоканал» г. Ижевск:** на станции подготовки воды (СПВ) "Кама-Ижевск" ввело систему автоматического дозирования реагентов, включающую в себя станцию дозирования известкового молока, станции дозирования коагулянтов, установку приготовления и дозирования сульфата аммония. Новое оборудование позволяет в режиме реального времени контролировать и управлять эффективностью очистки воды

(Источник https://izhvodokanal.ru/o-predpriyatii/novosti/izhvodokanal-avtomatiziroval-sistemu-dozirovaniya-reagentov/?special_version=Y).

**АО «Мосводоканал» г.Москва:** принята и успешно реализуется комплексная программа автоматизации и информатизации. Автоматизированная система диспетчерского контроля и управления водоснабжением и канализацией (АСДКУ) следит за всеми основными процессами и состоянием сооружений водопровода и канализации, начиная от забора воды из источника и заканчивая сбросом очищенных сточных вод в водоемы. Ей подчиняется все: насосы, которые закачивают воду на станцию водоподготовки, дозаторы реагентов и коагулянтов, городские резервуары и запорная арматура.

Автоматизированы все основные процессы - дозирование реагентов, озонирование, фильтрация, обезвоживание осадка, механическое обезвоживание осадка, работа насосных станций.

Датчики качества сообщают заранее, за 72 часа, о том, какая именно вода придет в город. Возможно, в ней окажется повышенное количество бактерий, например, из-за половодья или ливней. Или из-за нерадивости граждан туда попадут технические жидкости автомобилей.

(Источник https://mosvodokanal.ru/press/smi/15496/).

**МУП «Уссурийск-Водоканал» г.Уссурийск:** Оптимизация технологического процесса реагентной очистки воды на очистных сооружениях г. Уссурийска средствами АСУ ТП.

В августе 2011 года на предприятии «Уссурийск-Водоканал» была внедрена АСУ ТП на базе контрольно-измерительных и управляющих модулей «Коагулянт-Осветлитель», автоматического дозирования коагулянта и флокулянта КИМ АДКФ, «Хлор-мониторинг», а также модуля цветности «Сергий-Цвет-1». Использование данной системы дает возможность повысить производительность станции, получать стабильное качество очищаемой воды, своевременно реагировать на изменяющиеся условия технологического процесса, снизить расход реагентов и воды на собственные нужды в среднем на 10%.

(Источник https://ussuraqua.ru/news/announces/866-povkachvodi.html).

## ЧАСТЬ 2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ.

### 2.1. Подготовка к реализации.

**Шаги подготовки к реализации:**

Определить состав рабочей группы, из границ и периметра процесса, для проведения наблюдений за производственным процессом и утвердить ее состав организационно-распорядительным документом. Для проведения анализа выполнения работ, выявления причин возникновения внеплановых ситуаций и разработки мероприятий по их устранению, в рабочую группу рекомендуется включить: руководителя предприятия, главного инженера, технологов, специалиста по АСУ ТП, а также сотрудников из периметра и границ процесса.

| | |
|---|---|
| Этап 1: Предпроектное обследование. | • анализ текущей системы дозирования реагентов;<br>• определение состава существующего оборудования (насосы-дозаторы, расходомеры, датчики);<br>• сбор технической документации по существующему оборудованию;<br>• оформление суточных графиков расхода воды и дозирования реагентов;<br>• оценка потерь при ручном управлении;<br>• определение технической возможности автоматизации. |
| Этап 2. Анализ возможных интеграций/внедрений систем | • разработка проектной документации;<br>• возможность интеграции с существующими системами АСУ ТП;<br>• выбор поставщика оборудования и исполнителей для монтажа . |

### 2.2. Анализ текущего состояния.

Для определения потерь при реагентной обработке воды необходимо запустить систему производственного анализа.

Разработка бланков производственного анализа необходима для ежедневного мониторинга статуса выполнения задачи, с указанием планового значения объема дозирования реагента.

В бланке необходимо предусмотреть столбец «причины задержек/отклонения», где вносится описание причин, которые привели к перерасходу или недодозированию реагента. В дальнейшем необходимо будет проанализировать зафиксированные в бланке причины и разработать план мероприятий для исключения возможности их повторного возникновения.

Шаги сбора данных:

1. Определить перечень оборудования, за которым будет вестись наблюдение.
2. Выпустить распорядительный документ, определить ответственных за ведение производственного анализа, утвердить бланк.
3. Организовать ежедневный сбор и анализ данных.

Пример бланка производственного анализа приведен в приложении 1.

### 2.3. Разработка и внедрение целевого состояния.

Для оптимизации процесса дозирования реагентов необходимо:

1. На основе анализа исходных данных сформировать детальный перечень задач, которые должна решать система автоматизации.
2. Создать планируемую модель функционирования АСУ ТП дозирования под существующие потребности.
3. Разработать техническое задание на создание или модернизацию системы.
4. Произвести внедрение технического продукта.
5. Произвести интеграцию с необходимыми информационными системами, настройку и тестирование.
6. Провести обучение сотрудников работе с новой системой.

## ЧАСТЬ 3. РАСЧЕТ ЭФФЕКТА ОТ РЕАЛИЗОВАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.

### 3.1. Расчет экономического эффекта.

**Расчет на примере АО «Нижегородский водоканал» (**с 1 сентября 2025 года реорганизована в **АО «Объединенный коммунальный оператор»).**

Исходные данные:

Среднегодовое потребление коагулянта до внедрения, (K) – 9450,75 тонн:

Стоимость 1 тонны коагулянта, (S) – 7 729 рублей;

Повышение точности дозирования, (D) – 6,1%;

Среднегодовое потребление электроэнергии 1 установки дозирования, (W) - 2070 кВт·ч;

Количество установок (N) – 3 шт;

Стоимость 1 кВт·ч, (C) – 4,7 рублей.

Годовой экономический эффект (Э) рассчитывается по формуле:

$Э=(K\times D/100)\times S-(W\times C)\times N;$

Таким образом годовой экономический эффект составит: Э=(9450,75×6,1/100) ×7 729 – (2070×4,7) × 3= 4 426 548,65 рублей/год.

## ЧАСТЬ 4. ВЛИЯНИЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА.

### 4.1. Методология расчета.

Расчет значения индекса ПТ по отдельному предприятию:

$$ПТ = ДС / ССЧ, \text{ где}$$

ДС – добавленная стоимость, создаваемая конкретным отдельным предприятием,

$$ДС = \sum(\text{стр. 2110 Выручка} - \text{стр. 2120 Себестоимость} + \text{стр. 4122 Оплата труда})_{\text{предприятия}}.$$

#### 4.2.1. Пример расчета.

Расчет на примере **АО «Нижегородский водоканал».**

Выручка – данные из отчета о финансовых результатах:
2018 г = 4 721 952 000 рублей.

Себестоимость – данные из отчета о финансовых результатах:

2018 г = 4 616 408 000 рублей.

Оплата труда – данные из отчета о движении денежных средств:
2018 г = 1 606 092 000 рублей;

ССЧ – среднесписочная численность из формы статистической отчетности №П-4 «Сведения о неполной занятости и движении работников».
2018 г - 3027 человек.

$ПТ_{2018}$ = 565 456,23 рублей/человека.

**ПТэ** = 566 918,58 **рублей/человека.**

Таким образом производительности труда на предприятии по отношению к предыдущему году составляет 100,258%.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ МУ-41-2024 Стандартизированная работа.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ МУ-55-2024 Производственный анализ.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ МУ-54-2024 Составление карт потоков по производству продукции.

4. https://ussuraqua.ru/news/announces/866-povkachvodi.html.

5. https://izhvodokanal.ru/o-predpriyatii/novosti/izhvodokanal-avtomatiziroval-sistemu-dozirovaniya-reagentov/?special_version=Y.

6. https://mosvodokanal.ru/press/smi/15496/.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

## ОБРАЗЕЦ БЛАНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО АНАЛИЗА ДОЗИРОВАНИЯ РЕАГЕНТОВ

| Объект / станция | Дата | Смена | Время | Точка контроля | Ответственный |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| **Реагент / марка** | **Партия / паспорт** | **Рабочий раствор** | **Регламентная доза** | **Инструкция / карта** | **Подпись** |
| | | Ср: ____ г/л<br>или ____ % | ____ г/м3 | | |

**1. Исходная вода и результат после обработки**

| Показатель | Исходная | Ед. | Цель / норма | После обработки | Соотв. | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Расход воды Qв | | м3/ч | | | да / нет | |
| Температура | | °C | | | да / нет | |
| Мутность | | мг/л / ЕМФ | | | да / нет | |
| Цветность | | град. | | | да / нет | |
| pH | | ед. | | | да / нет | |
| Щёлочность | | мг-экв/л | | | да / нет | |
| Остаточный реагент / Al / Fe | | мг/л | | | да / нет | |

**2. Раствор реагента, фактическая доза и состояние узла ручного дозирования**

| Расчёт и ручное дозирование | Значение | Ед. | Контроль оборудования | Отметка / значение | Меры |
|---|---|---|---|---|---|
| Ср, концентрация рабочего раствора | | г/л | Бак / уровень нач.-кон. | ____ / ____ | |
| Qр, расход раствора | | л/ч | Мешалка / растворение | норма / нет | |
| Dрасч, расчётная доза | | г/м3 | Фильтр / сетка / линия | чисто / засор | |
| Dфакт = Qр x Ср / Qв | | г/м3 | Узел ввода / равномерность | норма / нет | |
| Внесено реагента за смену | | кг / л | Утечки / давление / арматура | норма / нет | |

**3. Отклонения, корректировка режима и итоговое решение**

| N | Отклонение / наблюдение | Вероятная причина | Корректировка дозы / действия | Ответственный | Срок |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

| Итог | Отметка | Рекомендуемое действие / контрольная точка |
|---|---|---|
| Режим дозирования оставить без изменения | □ | |
| Скорректировать дозу реагента | □ | Новая доза: ____ г/м3 с __:__ |
| Проверить оборудование / повторить анализ | □ | Что проверить: _____ |

Сдал: _____ /_____/ Принял: _____ /_____/ Лаборатория: _____