Национальная академия наук Республики Беларусь
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ИНСТИТУТ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА НАН БЕЛАРУСИ»
(Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси)

УДК 519.876.2:[332.87+628.4.02+658.26]
№ госрегистрации 20251394
инв.№

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Института жилищно-
коммунального
хозяйства НАН Беларуси
доктор техн. наук, профессор
_____ В.О. Китиков
«29» мая 2026 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

по теме
«АНАЛИЗ И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ «УМНОГО УЧЕТА» ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ»
(заключительный)

Договор от 04.08.2025
№04/07-2025

Ответственный исполнитель,
заместитель директора
по научной работе,
канд. техн. наук _____ 29.05.2026 И.В. Барановский
подпись, дата

Минск 2026

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Ответственный исполнитель, заместитель директора по научной работе, канд. техн. наук	29.05.2026 подпись, дата	И.В. Барановский (введение, заключение, раздел 1)
Исполнители:		
Зав. сектором прикладного моделирования	29.05.2026 подпись, дата	И.В. Тимошкевич (раздел 1, 2, 3)
Научный сотрудник	29.05.2026 подпись, дата	Н.Г. Бунина (раздел 2)
Стажёр младшего научного сотрудника	29.05.2026 подпись, дата	С.В. Кириллов (подраздел 1.3, 1.4)
Стажёр младшего научного сотрудника	29.05.2026 подпись, дата	Д.С. Колбик (подраздел 3.1, 3.2)
Нормоконтроль	29.05.2026 подпись, дата	Н.В. Вратил

РЕФЕРАТ

Отчёт 72 с., 12 рис., 14 табл., 29 источников.

СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО СЪЕМА ПОКАЗАНИЙ (СДСП), ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ УЧЕТ ВОДЫ, КОММЕРЧЕСКИЕ ПОТЕРИ (НЕБАЛАНСЫ), РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЖКХ, «УМНЫЙ ГОРОД»

Проведен сравнительный анализ традиционных и интеллектуальных систем учета водопотребления, оценить их влияние на снижение небалансов, экономику ресурсоснабжающих организаций и национальную экономику, а также проанализировать организационные изменения, обусловленные цифровой трансформацией. Проведенное исследование показывает, что в Республике Беларусь происходит активная эволюция систем учета водопотребления от механических счетчиков к интеллектуальным СДСП. Ключевым драйвером данного перехода является необходимость решения проблемы значительных коммерческих и технических потерь (небалансов), уровень которых в традиционных системах оценивается в 10–29% от объема поданной воды, но официально до 12%.

Основным результатом внедрения СДСП является достижение точного, оперативного и автоматизированного учета. Сравнительный анализ, представленный в Таблице 1, демонстрирует, что интеллектуальные системы позволяют снизить уровень небалансов до 3–8% на пилотных объектах, что соответствует уменьшению абсолютных потерь минимум на 10-15 процентных пунктов. Этот эффект достигается за счет устранения ошибок ручного сбора данных и реализации мониторинга в режиме, близком к реальному времени, что обеспечивает оперативное выявление утечек и несанкционированного потребления.

Экономическое влияние внедрения СДСП носит комплексный характер. На уровне РСО фиксируется прямая финансовая выгода за счет увеличения доходов от учтенного ресурса, снижения операционных расходов и оптимизации инвестиций в модернизацию сетей.

Для РСО внедрение цифровых решений напрямую влияет на финансовую устойчивость и операционную эффективность.

Во-первых, актуальные и точные данные о фактическом потреблении в интерактивном режиме, позволяют перейти к полной и своевременной монетизации отпущенного ресурса, сокращая дебиторскую задолженность и дисбаланс в расчётах.

Во-вторых, СДСП и интеллектуальная аналитика данных трансформируют подход к потерям: из неизбежной «нормы» они становятся

управляемым параметром. Контроль через цифровые системы выявляет не просто объём, а конкретные места и причины утечек — как коммерческих (несанкционированное потребление), так и технических (износ сетей). Это формирует адресную программу модернизации и ремонтов, оптимизирует затраты и в долгосрочной перспективе сохраняет ресурсную базу. Таким образом, цифровизация обеспечивает РСО двойной финансовый эффект: рост доходов и снижение издержек.

Рынок интеллектуальных (индивидуальных и групповых) приборов учета воды переживает значительный рост, обусловленный технологическим прогрессом, повышенным вниманием к водосбережению, нормативным давлением и необходимостью создания эффективных систем управления водными ресурсами. Поскольку города и коммунальные службы стремятся оптимизировать распределение воды и сократить количество отходов, внедрение интеллектуальных счетчиков воды набирает обороты во всем мире.

Социальный эффект:

Прямой и прозрачный доступ потребителей к данным о своём ежедневном потреблении через мобильные приложения формирует ответственное экологическое поведение. Осознание реальных объёмов стимулирует бережное отношение к ресурсу на бытовом уровне, что в масштабах города приводит к значимому снижению нагрузки на водные источники. На макроэкономическом уровне этот эффект проявляется в повышении энергетической безопасности за счёт снижения затрат на подготовку и транспортировку воды, а также в стимулировании развития высокотехнологичных отраслей (IT, телекоммуникации, приборостроение), создающих решения для «умного» ЖКХ.

Исследование подтверждает, что успешная цифровизация учета приведет к умной параллельной трансформации кадрового потенциала и организационной структуры РСО. Внедрение СДСП требует масштабной переподготовки персонала, создания новых цифровых подразделений (Центров мониторинга данных, служб энергоменеджмента) и пересмотра систем оплаты труда в сторону учета новых компетенций и KPI. Синхронность технической модернизации, структурных изменений и инвестиций в человеческий капитал является критическим фактором успеха.

Дальнейшее развитие систем учета интегрируется в концепцию адаптивно-активных сетей снабжения, основанных на технологиях цифровых двойников, IoT, искусственного интеллекта и распределенной энергетики. Опыт реализации пилотных проектов в рамках государственной программы «Умный город» создает основу для масштабирования данных решений.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 8
1 Анализ информации о приборах учета, объемах оплаченной воды и состоянию организации сети системы дистанционного съема показаний (СДСП) в Республике Беларусь 11
1.1 Общая информация о приборах учета потребления воды в Республике Беларусь 11
1.1.1 Общие сведения 11
1.1.2 Производители и марки 12
1.1.3 Статистика по количеству и анализу 19
1.1.4 Статистика в разрезе репрезентативных городов 20
1.2 Объемы оплаченной воды потребителями в Республике Беларусь в 2024 году 22
1.3 Количество индивидуальных приборов учета воды, подлежащих ежегодной замене в рамках межповерки и фактической замене, включая замену в рамках капитального ремонта в Республике Беларусь 24
1.4 Состояние организации системы дистанционного съема показаний (СДСП) в Республике Беларусь 25
1.4.1 Общие сведения 25
1.4.2 Многоуровневая архитектура СДСП 27
1.4.3 Платежные системы, применяемые в водоканалах 27
1.4.4 Программное обеспечение верхнего уровня у водоканалов и приборы учета в составе СДСП 29
2 Оценка систем учета водопотребления и влияние систем дистанционного учета на экономику страны 32
2.1 Сравнительная оценка применения систем учета водопотребления в Республике Беларусь 32
2.1.1 Общие сведения 32
2.1.2 Сравнение небалансов в умных и обычных объектах 33
2.2 Оценка влияния систем дистанционного учета водопотребления на экономику страны в целом 39
2.3 Оценка влияния систем дистанционного учета водопотребления на микроуровне 42
2.4 Адаптивно-активные сети снабжения коммунальными ресурсами 51
2.5 Повышение квалификации при работе с системами СДСП, структурные изменения в ресурсоснабжающих организациях 56
2.5.1 Модернизация оборудования 56
2.5.2 Повышение заработной платы 57
2.5.3 Точный учет ресурсов 58
2.5.4 Экономия ресурсов 58

3 Оценка комплексной системы «умные города» и рекомендации для внесения изменений в законодательную базу 60
3.1 Оценка комплексной системы «умный город» в Республике Беларусь 60
3.1.1 Общие сведения 60
3.1.2 Использование умных решений в городе 60
3.2 Оценка возможностей и перспектив развития системы центров цифровизации как основы развития СДСП 61
3.3 Рекомендации по внесению изменений в законодательную базу 64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 70

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

В настоящем отчете применяются следующие термины с соответствующими определениями.

СДСП	– Система дистанционного съема показаний.
РСО	– Ресурсоснабжающие организаций.
IoT	– Интернет вещей.
KPI	– Числовые показатели, помогающие бизнесу оценить эффективность работы компании, подразделений или сотрудников, а также степень достижения поставленных целей.
ЖКХ	– Жилищно-коммунальное хозяйство.
ВКХ	– Водопроводно-канализационного хозяйства
БС	– Биллинговые системы.
ПО	– Программное обеспечение.
ПУ	– Приборы учета.
ИПУ	– Индивидуальные приборы учета.
ИИПУ	– Интеллектуальные индивидуальные приборы учета.
ГПУ	– Групповые приборы учета
ИГПУ	– Интеллектуальные групповые приборы учета
ТУ	– Технические условия
ТЭО	– Технико-экономическое обоснование

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности использования водных ресурсов представляет собой одну из ключевых задач устойчивого развития Республики Беларусь. В условиях роста требований к ресурсосбережению и цифровой трансформации национальной экономики ЖКХ подвергается существенной модернизации. За последние 25 лет в республике построено порядка 2 тыс. объектов ВКХ, проложено 590 км новых сетей водоснабжения и водоотведения (канализации), заменено 3,9 тыс. км сетей водоснабжения, водоотведения (канализации) со сверхнормативными сроками эксплуатации, реконструировано 49 очистных сооружений. Это позволило повысить обеспеченность населения централизованными системами водоснабжения до 93,9 % и водоотведения – до 81 %. Обеспеченность населения водоснабжением питьевого качества достигает 99,7 % [1].

На одном уровне с автоматизацией скважин и модернизацией очистных сооружений по своей фундаментальной важности находится внедрение интеллектуальных систем дистанционного съема и учёт ресурсов.

Особую актуальность приобретает совершенствование систем учёта водопотребления, которые являются технологическим и экономическим базисом для эффективного управления водными ресурсами, точного планирования нагрузок на инфраструктуру, а также для кардинального сокращения неучтённых расходов и технических потерь. Без точных данных от ИПУ все остальные инвестиции в инфраструктуру теряют измеримую эффективность и экономическое обоснование.

Традиционные системы учёта на базе приборов учета с ручным съёмом показаний (механические приборы учета) в значительной мере исчерпали свой потенциал. Они характеризуются высоким уровнем коммерческих потерь и неучтенных расходов (небалансов), достигающими 15–25% от общих потерь РСО, что обусловлено влиянием человеческого фактора, задержками в получении данных и сложностями оперативного выявления аномалий. Эти потери напрямую влияют на финансовую устойчивость ресурсоснабжающих организаций, обоснованность тарифов для потребителей и общую эффективность водопользования [2-5].

Выходом из сложившейся ситуации является внедрение интеллектуальных систем дистанционного съёма показаний. Данные системы, основаны на технологиях беспроводной и проводной связи белорусской и зарубежной разработки, которые обеспечивают автоматический сбор, передачу и обработку данных о водопотреблении в автоматическом режиме, близком к реальному времени.

Это создаёт предпосылки для качественного скачка в управлении ресурсами: от пассивного фиксирования потребления к активному мониторингу, аналитике и проактивному устранению неисправностей.

Внедрение СДСП соответствует стратегическим ориентирам, заложенным в государственной программе «Умный город» и «Стратегии развития жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь до 2035 года». Однако данный процесс сопряжён не только с техническим переоснащением, но и с глубокими организационно-кадровыми преобразованиями в ресурсоснабжающих организациях, а также требует оценки комплексного влияния на экономику отрасли и страны в целом.

Цель исследований: определить экономический эффект от внедрения систем дистанционного учета водопотребления и разработать рекомендации по дальнейшему развитию этих систем в Республике Беларусь».

Задачи:

– сбор исходной информации по установленным приборам учета потребления воды (механика и «умные») в Республике Беларусь: количество, производители, марки, статистика в разрезе репрезентативных городов;

– сбор информации по объемам оплаченной воды потребителями за 2024 г. (в разрезе: по областям (механические приборы и «умные» приборы);

– сбор информации по количеству ИПУ, подлежащих ежегодной замене в рамках межповерки и фактической замене ИПУ, включая замену в рамках капитального ремонта;

– оценка состояния организации сети СДСП в Республике Беларусь: как реализовано, какие БС применяются и сколько, какие ПО верхнего уровня уже есть у водоканалов и какие ИПУ в каждом ПО заведены. Плюсы и минусы работы с разными системами;

– сравнительная оценка различных систем: небалансы в умных объектах и небалансы на обычных объектах (сравнение).

– оценка влияния систем дистанционного учета водопотребления на экономику страны в целом: повышение квалификации специалистов при работе с системами СДСП, структурные изменения в ресурсоснабжающих организациях, модернизация оборудования, повышение уровня заработной платы, точный учет ресурсов, экономия ресурсов;

– оценка комплексной системы «умные города». Использование умных решений в городе (освещение и т.д.), с примерами реализованных в Республике Беларусь проектов;

– оценка возможности и перспектив развития системы центров цифровизации в качестве как опорной системы для развития "умного учёта" в Республике Беларусь.

– разработка рекомендаций для внесения изменений в законодательную базу (уровень правовых актов (региональные, республиканские), возможные сроки разработки) в целях развития систем дистанционного учета водопотребления.

Объектом исследования выступают системы учёта водопотребления в жилищно-коммунальном хозяйстве Республики Беларусь. Предметом исследования являются технико-экономические и организационные аспекты внедрения интеллектуальных систем дистанционного съёма показаний. Теоретической и информационной базой послужили официальные государственные документы, отраслевые отчёты, материалы научно-практических конференций и данные пилотных проектов.

Результаты НИР предназначены для эффективного внедрения систем дистанционного учета водопотребления в Республике Беларусь.

1 Анализ информации о приборах учета, объемах оплаченной воды и состоянию организации сети системы дистанционного съема показаний (СДСП) в Республике Беларусь

1.1 Общая информация о приборах учета потребления воды в Республике Беларусь

1.1.1 Общие сведения

В Республике Беларусь установка ИПУ (счетчиков) воды является практически повсеместной практикой в жилом фонде, что стимулируется законодательством и экономическими мерами (например, сниженными тарифами при наличии счетчиков). По данным на 2024 год, около 98 % жилого фонда оснащено индивидуальными приборами учета воды. По итогам 2025 г. эта цифра, вероятно, приблизилась к 100 %, учитывая обязательные требования для новых объектов и модернизацию старых.

Кроме того, ч.4, п.44 Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 30.09.2016 №788, в редакции от 16 ноября 2020 г. № 654: установлена обязательность для юридических лиц и потребителей с 2025 оснащать новые и реконструируемые здания системами автоматизированного учета воды; «Вновь устанавливаемые приборы учета на объектах абонента (субабонента), **потребителя**, а также ПУ после замены и ремонта **оснащаются системой дистанционного съема показаний»,** что способствует автоматизации учета и снижению потерь.

Согласно СТБ2559 регламентирующий построение СДСП устанавливает трехуровневую архитектуру, обеспечивающую иерархическую обработку данных и распределение функций между компонентами комплекса.

Нижний уровень: Комплекс оборудования, включающий в себя прибор учета расхода воды, тепла, газа, электроэнергии, оборудованный встроенным и/или внешним модулем передачи данных и позволяющий передавать данные на приемное устройство согласно выбранной технологии передачи данных.

Средний уровень: Комплекс оборудования, позволяющий принимать, обрабатывать и передавать данные с оборудования нижнего уровня на сервер верхнего уровня.

Верхний уровень: Программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий сбор, хранение и визуализацию, а также диспетчеризацию и анализ данных.

Общая информация о состоянии приборного учета воды в Республике Беларусь свидетельствует о высоком уровне системного внедрения и контроля. Точные общереспубликанские цифры по количеству установленных водосчетчиков по всем категориям потребителей (население, коммерческий и промышленный секторы) в открытых источниках не агрегируются, однако ключевые тенденции четко прослеживаются.

Охват жилого фонда приборами учета холодного и горячего водоснабжения является практически полным и приближается к ста процентам. Это является прямым результатом последовательной государственной политики, инициированной еще в начале 2010-х годов и закрепленной соответствующими нормативными правовыми актами.

Обязательность оснащения объектов интеллектуальными приборами учета распространяется исключительно на объекты нового строительства, а также в безусловном порядке на всех юридических лиц и организации, выступающих абонентами централизованных систем водоснабжения, вне зависимости от их организационно-правовой формы и основного вида деятельности.

Массовое внедрение ИИПУ и ИГПУ (умных ПУ) стало одним из ключевых драйверов значительного снижения удельного водопотребления в стране, реализуя экономический принцип оплаты по факту потребления и стимулируя ресурсосбережение среди населения и предприятий.

В то же время система сталкивается с рядом технических и организационных вызовов, в том числе необходимость дальнейшего развития инфраструктуры для дистанционного съема показаний. Внедрение интеллектуальных систем учета в сфере водоснабжения, хотя и является логичным следующим шагом, происходит менее динамично по сравнению с электроэнергетикой.

Таким образом, в Республике Беларусь отсутствуют успешные кейсы внедрения СДСП с приборов учета воды. Устранение данного пробела требует закрепления соответствующих требований в нормативных правовых актах, в том числе в части создания автоматизированных систем контроля и учета воды. Разработка нормативной базы станет основой для массового внедрения СДСП.

1.1.2 Производители и марки

В Беларуси развито собственное производство счетчиков, но значительная часть – импорт или сборка по иностранным технологиям. Основные объемы производства ПУ приходятся на классические

механические приборы учета без возможности передачи данных, но активно развивают интеллектуальные ПУ.

Счетчики без передачи данных:

– БелЦЕННЕР (СООО «БелЦЕННЕР»): использует немецкие технологии Zenner. Марки: ET-m (индивидуальные), MTK (групповые).

– Эрготех (НПООО «Эрготех»): Белорусский производитель. Марки: BIP-M (для холодной/горячей воды), BIP (DN20), ВИР-М.

– ПремексБел (ООО «ПремексБел»): Производство и метрологическое обеспечение. Марки: базовые модификации Экохит М и Экохит М Лайт (крыльчатые), а также Экохит У и Экохит У Лайт (ультразвуковые), которые могут эксплуатироваться как автономные приборы без подключения модулей передачи данных.

– ГРАН-СИСТЕМА-С (НПООО «ГРАН-СИСТЕМА-С»): Белорусский производитель приборов учета. Модельный ряд включает исполнения без встроенных средств связи: счетчики воды «Струмень-Гран» (крыльчатые СВХ/СВГ-15).

– Импортные: Россия (Decast: ВСКМ, СТВХ; Цветлит: КМ-15), Китай (различные универсальные), Германия (Zenner).

Интеллектуальные приборы учета:

- Nero Electronics (ООО «Неро Электроникс»): Белорусский разработчик и производитель полного цикла интеллектуальных приборов учета и оборудования для построения систем дистанционного сценарного протоколирования. Интеллектуальные модели: крыльчатые счетчики воды FLUO-1 со встроенным радиомодулем LPWAN, обеспечивающий автоматическую беспроводную передачу данных о водопотреблении в личные кабинеты управляющих компаний и потребителей. Приборы внесены в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь и РФ, имеют межповерочный интервал 5 лет .
- БелЦЕННЕР (СООО «БелЦЕННЕР»): Совместное белорусско-немецкое предприятие, использующее немецкие технологии Zenner, индивидуальные счетчики воды ЕТ-м и ЕТК-м-D, которые серийно выпускаются с возможностью оснащения радиомодулями для интеграции в системы диспетчеризации. Приборы обеспечивают контроль обратного потока, защиту от магнитного воздействия, мониторинг состояния батареи и передачу данных в диспетчерские службы.
- МИРТЕК-инжиниринг (ООО «МИРТЕК-инжиниринг»): Производство в Гомеле с 2021 года (компания основана в 2012), сконцентрировано на выпуске интеллектуальных ресурсосчетчиков. Интеллектуальная модель: счетчик воды МИРТЕК-71-BY — прибор со встроенным SIM-чипом мобильного оператора, передающий данные по

GSM-связи без необходимости дополнительного оборудования. Обеспечивает защиту от магнитного воздействия, сигнализацию о несанкционированном доступе, архивирование показаний и автономную работу до 10 лет (на 2 межповерочных интервала).

- ПремексБел (ООО «ПремексБел»): Производство и метрологическое обеспечение. Интеллектуальные модификации водосчетчиков: Экохит М и Экохит У (крыльчатые и ультразвуковые) с поддержкой телеметрии посредством интерфейсов M-Bus, RS-485, оптического порта, а также со встроенными радиомодулями RadioIoT или Lora для дистанционной передачи данных.
- ГРАН-СИСТЕМА-С (НПООО «ГРАН-СИСТЕМА-С»): Белорусский разработчик и производитель приборов учета с 1991 года . Интеллектуальные решения для водоснабжения включают: Счетчики воды с импульсным выходом: модели СВХ-15И и СВГ-15И для квартирного учета, оснащенные герконовым датчиком для формирования импульсного сигнала, пропорционального объему протекающей воды, что позволяет интегрировать их в автоматизированные системы контроля и учета воды (АСКУВ) .Модули сбора M-Bus: двухканальные МС-2 и четырехканальные МС-4И, предназначенные для опроса счетчиков с импульсным выходом и передачи данных на вышестоящий уровень по цифровому интерфейсу M-Bus .Устройство сбора и передачи данных УСПД «Гран-Быт-В»: оборудование среднего уровня для сбора информации от модулей M-Bus, ее накопления и передачи на верхний уровень АСКУВ через каналы связи.

Основную долю рынка Республики Беларусь занимают ПУ без передачи данных, такие будем называть «механические ПУ». Информация по ПУ без передачи данных в разрезе репрезентативных городов представлена в таблице 1 и на рисунках 1-3.

Таблица 1 – Механические приборы учета [6-12]

Наименование показателей	НПООО «Гран Система-С»	СООО «БелЦЕННЕР»	ООО «ПремексБел»	НПООО «Эрготех»	Другие	Всего
Гродненская область	134 072	331 174	122 561	82 916	153 012	823 735
Брестская область	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	920 957
Гомельская область	н.д	н.д	н.д	н.д	1 126 549	1 126 549
Могилевская область	н.д	н.д	н.д	н.д	773 914	839 892
Витебская область	152 728	196 457	35 259	187 088	333 852	905 384
Минск	314 905	899 317	263 436	414 045	142 455	2 034 158
Минская область	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	1370506
Итог	601 705	1 426 948	421 256	684 049	2 595 760	7 955 203

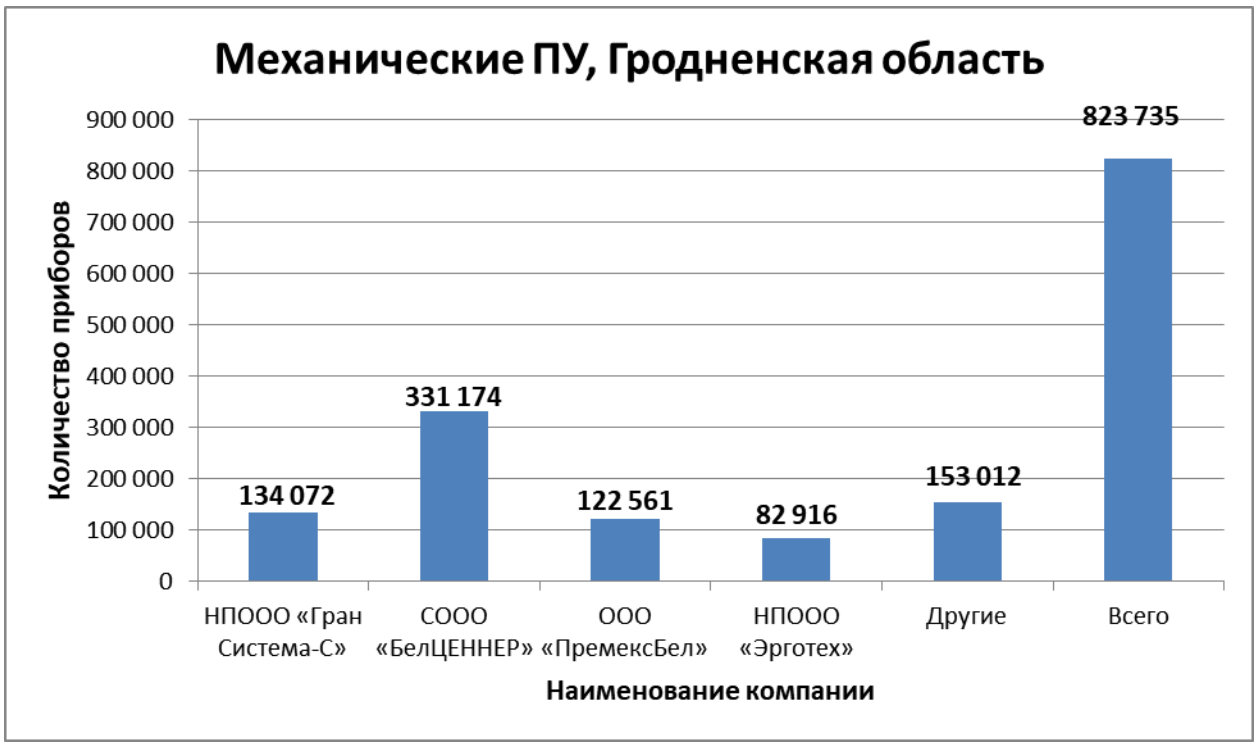


Рисунок 1 – Механические приборы учета в Гродненской области.

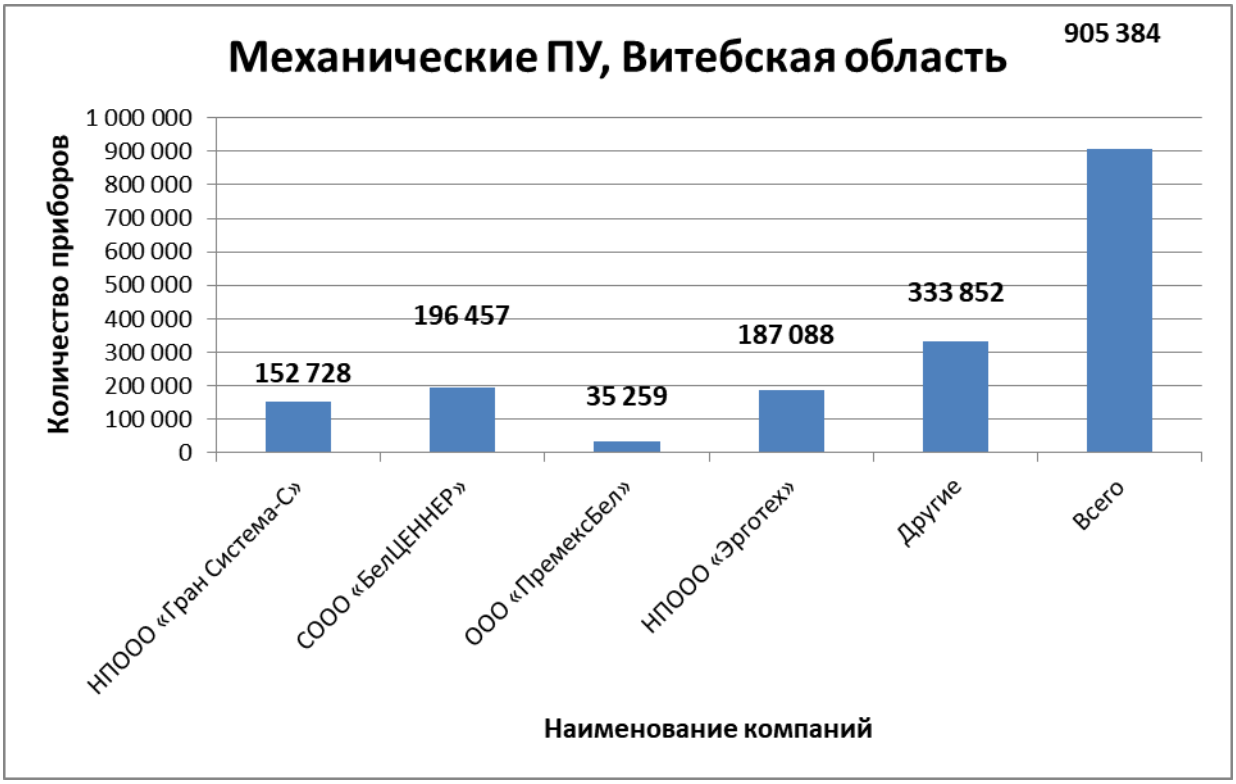


Рисунок 2 – Механические приборы учета в Витебской области.

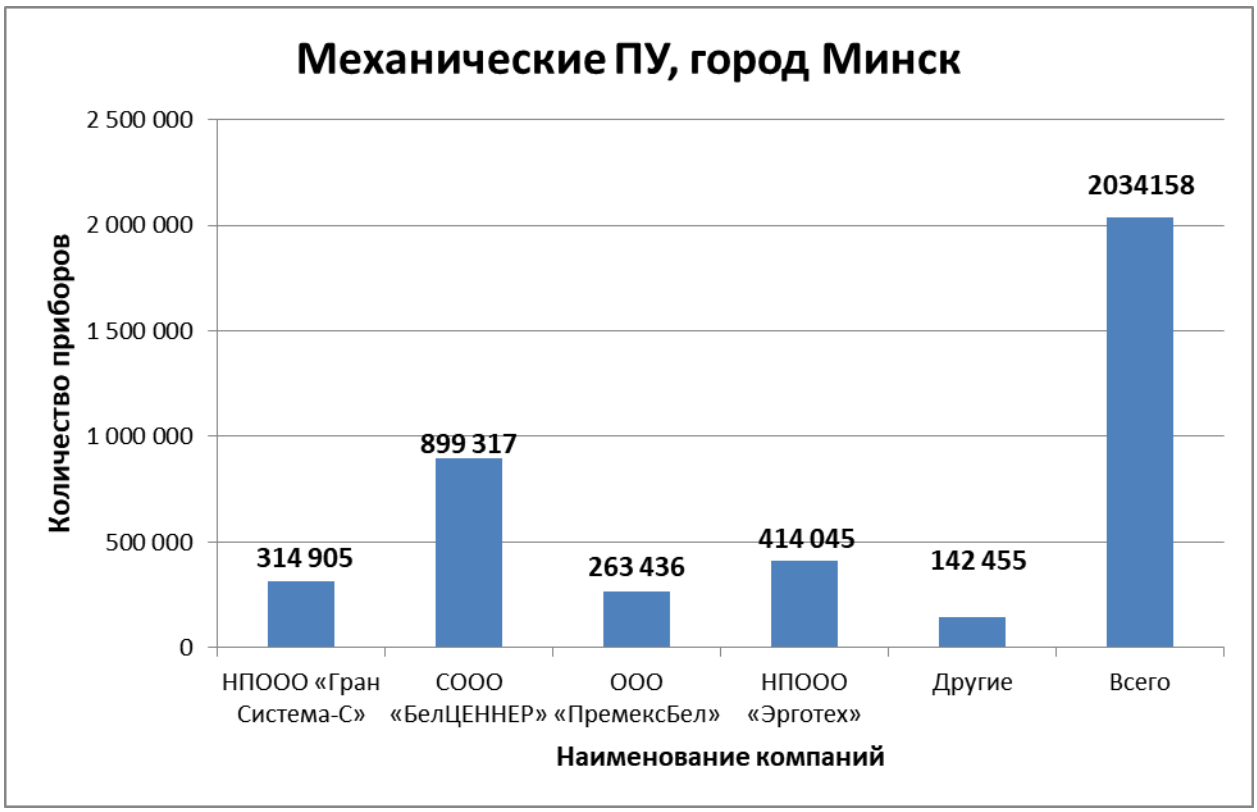


Рисунок 3 – Механические приборы учета в г. Минске.

Информация по ИИПУ в разрезе репрезентативных городов представлена в таблице 2 и на рисунках 4-7.

Таблица 2 – Информация по количеству Интеллектуальных ПУ по РБ.

Наименование показателей	ООО «Неро Электроникс»	НПООО «Гран Система-С»	СООО «БелЦЕННЕР»	ООО «ПремексБел»	Другие	Всего
Гродненская область	20 510	13 262	15 170	7 897	3 117	59 956
Брестская область	1 248	4 935	6 137	4 289	2 973	19 582
Гомельская область	11 940	н.д	н.д	н.д	28 951	40 891
Могилевская область	2 756	556	5 357	688	465	9822
Витебская область	9 026	13	225	н.д	0	9 264
Минск	18 878	883	101 294	23 599	49 303	193 957
Всего:	30 660	19 649	128 183	36 472	84 809	333 478

Интеллектуальные ПУ, Гродненская область

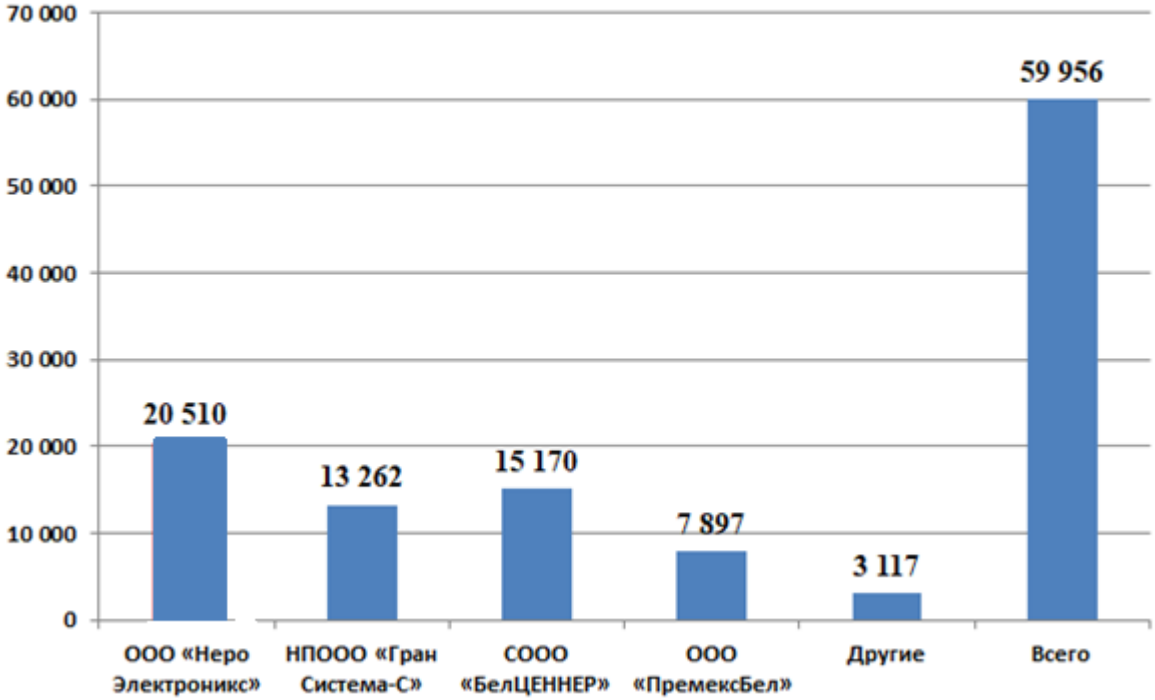


Рисунок 4 – Интеллектуальные ПУ в Гродненской области.

Интеллектуальные ПУ, Брестская область

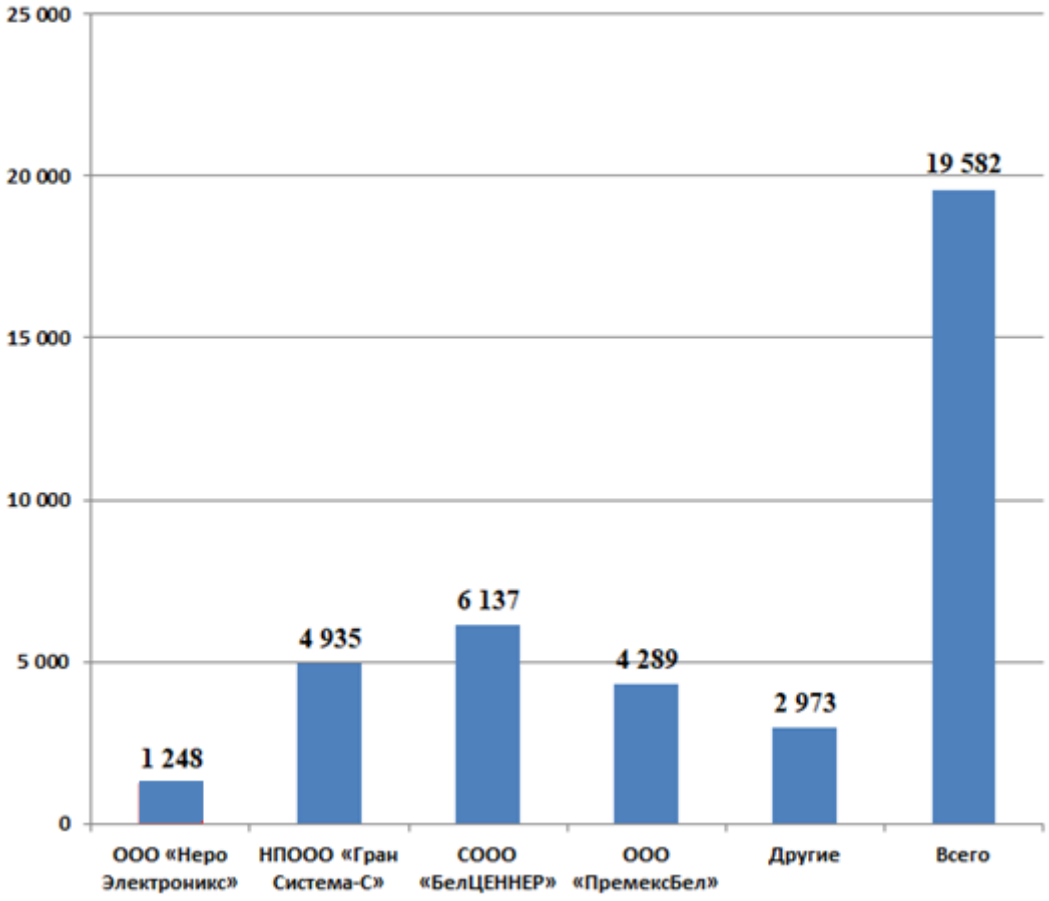


Рисунок 5 – Интеллектуальные ПУ в Брестской области.

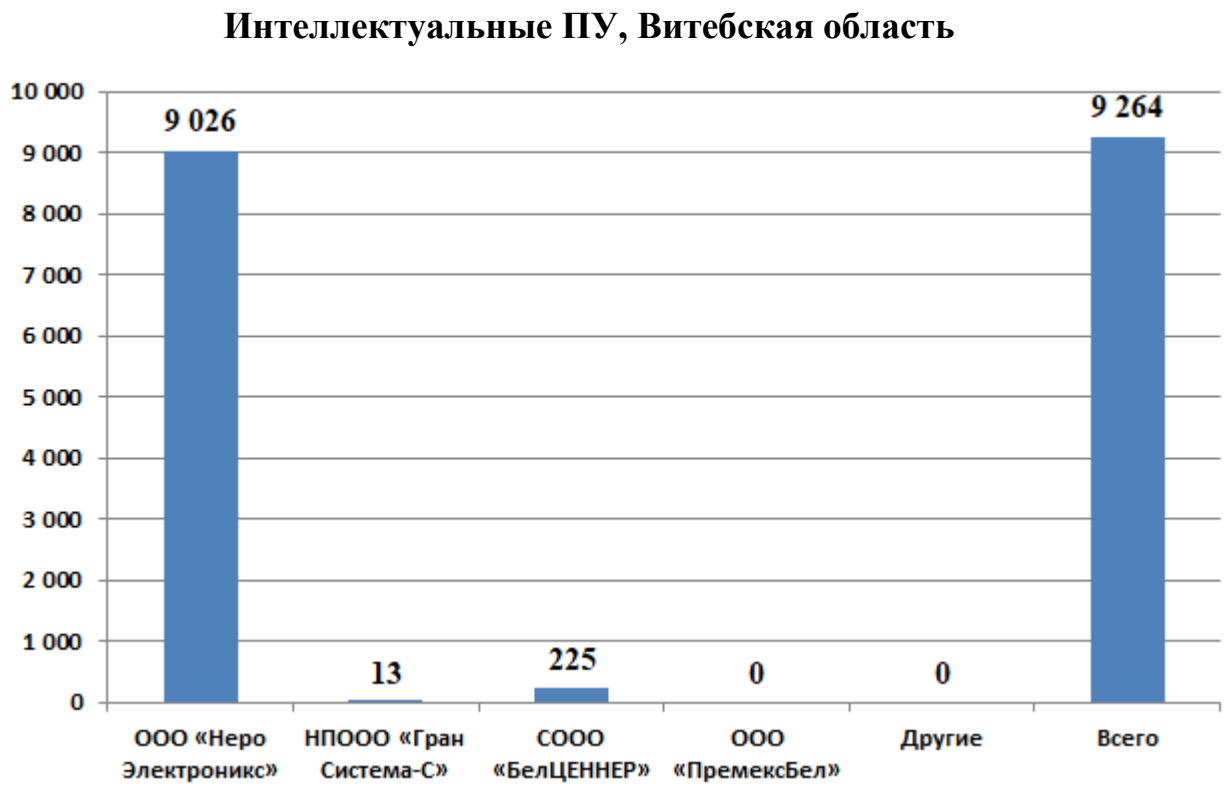


Рисунок 6 – Интеллектуальные ПУ в Витебской области.

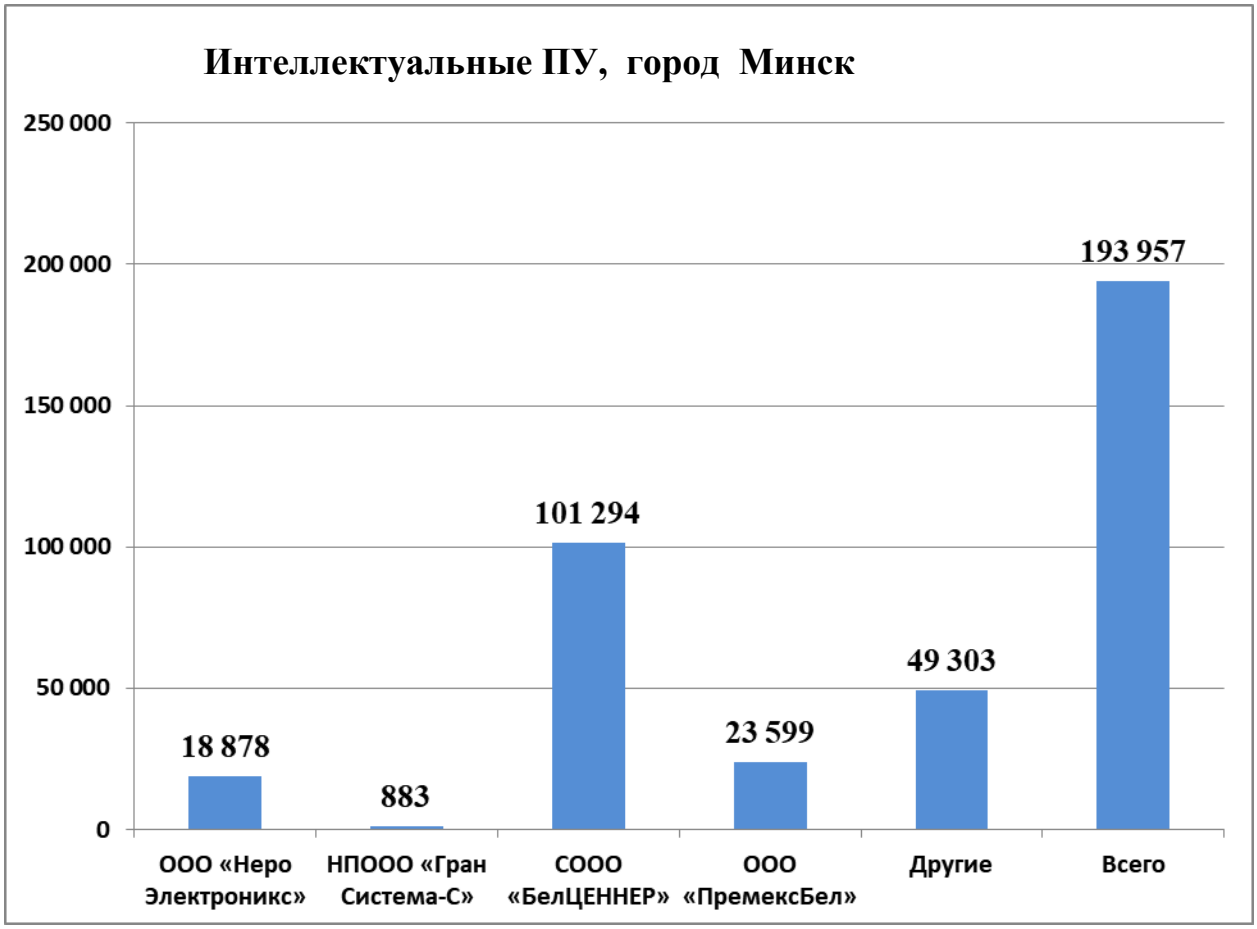


Рисунок 7 – Интеллектуальные ПУ в г. Минске.

В таблице 3 и в круговой диаграмме на рисунке 8 представлено соотношение ИПУ и механических приборов учета.

Таблица 3 – Соотношение приборов ИПУ и механических

Механические приборы учета	Всего: 7 955 203
Интеллектуальные индивидуальные приборы учета	Всего: 333 478

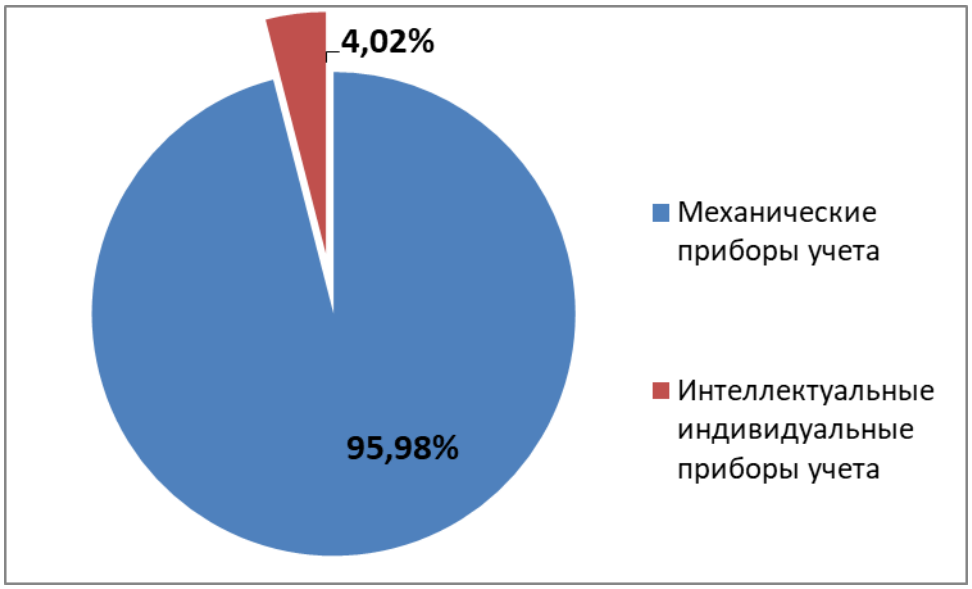


Рисунок 8 – Диаграмма соотношение механических ПУ и интеллектуальных ПУ.

1.1.3 Статистика по количеству и анализу

Доступ к точным сведениям в Республике Беларусь ограничен. Вместе с тем по данным Белстата и производителей общее количество индивидуальных счетчиков у физических лиц, исходя из 98 % оснащенности 4,5 млн. квартир (домовладений), представляется возможным оценить в 8 млн. единиц. Общее количество индивидуальных счетчиков у юридических лиц, исходя из оснащенности приборами учета 2 из 9 тыс. объектов в г. Минске представляется возможным оценить в 0,02 млн. единиц. Таким образом, общее число составляет около 7,96 млн. единиц приборов учета.

В том числе минимальное количество установленных на новых объектах умных счетчиках оценивается в 0,333 млн., или 4,02 % от общего количества.

По итогам 2025 году ожидается рост количества установленных умных счетчиков вследствие обязательности их установки у юридических лиц в рамках реализации программ «умных городов». Программа цифровизации городского хозяйства задает мощный импульс развитию рынка интеллектуального учета. Ввод новой жилой недвижимости обеспечит

стабильный приток интеллектуальных ПУ на уровне 120–150 тысяч интеллектуальных ПУ ежегодно. Если прогнозировать будущие тенденции на 2030 год, суммарный объем установленных в новостройках устройств достигнет отметки в 750 тысяч штук, что гарантирует отрасли долгосрочный и прогнозируемый рост.

На вторичном рынке жилья по-прежнему доминируют механические водосчетчики (без передачи данных), что связано с отсутствием законодательных требований на их замену. Процесс обновления здесь привязан к окончанию межповерочного интервала, что значительно замедляет внедрение интеллектуальных ПУ. Как следствие, данный сегмент использует устаревшее оборудование, которое не отвечает современным стандартам эффективности и цифровизации учета ресурсов.

Однако внедрение интеллектуальных систем учёта открывает возможности для более существенной экономии ресурсов – по оценкам, мониторинг потребления с их помощью позволяет сократить потери воды на 5,63%. Благодаря массовому внедрению приборов учёта среднее душевое потребление воды в стране постепенно снижается и в настоящее время составляет около 37,3 тыс. м³ в год.

Одним из ключевых направлений развития отрасли на 2026-2030 годы обозначена цифровизация, в частности переход к автоматизированной передаче показаний. Этот шаг позволит снизить количество ошибок в учёте и значительно упростить процедуры расчётов с потребителями.

1.1.4 Статистика в разрезе репрезентативных городов

На основании предоставленных документов от областных исполнительных комитетов и управлений жилищно-коммунального хозяйства таблица по оснащенности счетчиками воды актуализирована точными данными на 2025 год. Информация по областным центрам дополнена и уточнена данными по соответствующим областям в целом, где это было указано в отчетах. Репрезентативную выборку оснащенности Республики Беларусь умными счетчиками представляют города с населением свыше 300 тыс. человек: г. Минск и все областные центры (таблица 4) [6-12].

Таблица 4 – Оснащенность областных центров Республики Беларусь счетчиками воды (2025 г.)

Город / Область	Население, тыс. чел. (оценка, 2025)	Количество Механические ПУ	В том числе интеллектуальных ПУ -	Процентное соотношение интеллектуальных ПУ к Мех. ПУ	Среднее потребление воды, л/сут/чел.	Примечания (ключевая информация из документов)
Город Минск	~2009	> 2,034 млн (данные 2018), на сегодня ~2 млн (оценка)	193 957 (21 142 у юр. лиц + 172 815 у физ. лиц)	9,54%	~182,6 (общее), 176,1 (по счетчикам)	Высокая цифровизация. Ежегодная замена ~270 тыс. ПУ, установка >35 тыс. в новостройках.
Минская обл.	1480 (без Минска)	1370506	н.д	н.д	125,5 (общее	Ежегодной замене подлежит ~167 000 ПУ воды.)
Гомельская обл.	1 327	1 126 549	40 891	3,63%	121 (общее), 103 (счетчики)	Ежегодной замене подлежит ~231 000* ПУ.
Брестская обл.	1 229	920 957	19 582	2,13%	~127.7 (общее, оценка)	Полное покрытие механическими счетчиками. В 2024 г. заменено 131 978 ПУ, в новостройках установлено 9 962.
Витебская обл.	1 072	896 948	9 264	1,03%	~120,9 (общее, оценка)	Ежегодной замене подлежит ~206 192 ПУ.
Гродненская обл.	1 017	823 735	59 956	7,28%	117,2 (общее),	Ежегодной замене подлежит (по данным за 2024 год): всего 107 643 ПУ, из них 4829 интеллектуальные ПУ.
Могилевская обл.	971	773914	9822	1,50%	~121,3 (общее, оценка)	Ежегодной замене подлежит по данным предоставленым«Могилёвоблводоканал» порядка ~155 000 ПУ
Итого	9 105,0	7 955 203	333 478	4,02%	Ср.знач. 138,76	Ежегодной замене подлежит ~1 268 835 ПУ

В силу наибольшей численности населения по абсолютному количеству установленных приборов учёта лидирует г. Минск, где наблюдается наиболее масштабное внедрение интеллектуальных ПУ, особенно в рамках новых жилых комплексов и при подключении юридических лиц.

По регионам оснащённость интеллектуальных ПУ холодной и горячей воды в многоквартирных домах и юридических лиц приближается к 100%, что является результатом последовательной государственной политики. При этом оснащённость интеллектуальных ПУ заметно ниже. В городе Минске интеллектуальных ПУ к всей массе ПУ составляет 9,54%, в то время как в Могилевской области, 1,5%, Гродненская область 7,28%, Витебская область 1,03%, Брестская область 2,13%, Гомельская область 3,63%.

Внедрение интеллектуальных ПУ с дистанционной передачей данных активно развивается, выходя за рамки отдельных пилотных проектов. Как показывают данные, в Гродненской области установлено более 55 тысяч таких приборов, в Минске — почти 194 тысячи, а в Гомельской области их количество превышает 28 тысяч.

Внедрение массового приборного учета водопотребления представляет собой подтвержденный статистически эффективный механизм ресурсосбережения. Фактические данные свидетельствуют, что фактическое водопотребление в оборудованных индивидуальными приборами учета домохозяйствах может быть на 25–30% ниже нормативного, что детерминирует экономию ресурсов на уровне конечного потребителя. Данная технология, основанная на локальном считывании показаний, создает необходимую метрологическую базу для перехода к качественно новому этапу управления — интеллектуальному дистанционному учету, а также технология создает необходимую метрологическую базу для перехода к качественно новому этапу управления коммунальной инфраструктурой. Эволюционным развитием данного подхода является интеграция интеллектуальных систем учета, функционально выходящих за рамки простой фиксации объема затраченной воды. Их внедрение направлено на минимизацию коммерческих потерь в сетях (с потенциальным эффектом 10–20%), полную автоматизацию и исключение субъективного фактора при сборе данных, а также на формирование цифровой платформы для интеграции в системы класса «умный город». Это создает предпосылки для перехода от дискретного мониторинга к предиктивному анализу, диспетчеризации и комплексной оптимизации эксплуатации ресурсных сетей на основе данных в реальном времени.

1.2 Объемы оплаченной воды потребителями в Республике Беларусь в 2024 году

Объемы оплаченной воды бытовыми потребителями (населением) за 2024 год можно оценить на основе доступной официальной статистики и оценок – данных Белстата, публикаций по водным ресурсам и предыдущим

тенденциям потребления. Среднедушевое бытовое потребление воды в республике составило около 120 л/сут или 37,3 м^3/год с учетом нормативного потребления и данных приборов учета. Это соответствует типичным показателям для Беларуси, где учетное потребление ниже нормативного и составляет 103-127,7 л/сут по регионам, в городе Минске 182,6 (общее) л/сут, 176,1 (по счетчикам) л/сут. Общий объем бытового потребления воды в стране оценивается в 449,6 млн. м^3/год в том числе в городе Минске 129,12 млн. м^3/год и практически полностью оплачивается по экономически обоснованным тарифам при оснащенности счетчиками около 97,9 % потребителей.

Точные данные по оплаченным объемам за 2024 год в разрезе областей в явном виде официальной статистике не опубликованы. В указанной связи объемы оплаченного потребления по областям и г. Минску могут быть оценены пропорционально численности населения на начало 2025 года. В качестве исходных данных для расчета следует взять объем общего использования воды около 1,28 млрд. м^3, включая промышленность, сельское хозяйство и рыболовство. Дополнительные данные – уровень бытового потребления в целом по стране около 35 % от общего использования воды по данным 2022-2023 гг., а также пропорциональное распределение приборов учета между механическими ПУ –95,98 % и интеллектуальными ПУ 4,02 % соответственно (таблица 5) [6-12].

Таблица 5 – Оплаченное потребление воды по регионам (2024 г.)

Область/столица	Население, тыс. чел.	Объем оплаченной воды, млн. м³		
		Всего	Механические ПУ	интеллектуальные ПУ
Минская	1480	67,8	62.5	3.3
Брестская	1229	57,3	54.4	2.9
Гомельская	1327	58,6	55.7	2.9
Витебская	1072	47,3	45.0	2.4
Гродненская	1017	43,5	41.3	2.2
Могилевская	971	46,0	43.8	2.2
г. Минск	2009	129,1	116,8	12,1
Всего	9105	449,6	419,5	28

Система не позволяет автоматически получить разницу между ГПУ и суммой всех ИПУ. Мы видим только общий приход и общий расход по квартирам, но не видим потерь на пути от ввода в дом до жильцов. Из-за этого мы не можем доказать факт сверхнормативного потребления, предъявить претензии к лицам, осуществляющим хищения, или оперативно

обнаружить аварию. Упущенная выгода в данном случае — это прямые убытки, равные стоимости ресурса, который фактически подан в дом, но не оплачен и не учтен как потери. Система сохраняет эту проблему, делая разницу «невидимой».

Система учета построена так, что аналитический слой, позволяющий сравнить сумму потоков со всех ИПУ с показаниями ГПУ, отсутствует. Без этого сравнения мы не видим реальных потерь (хищений, погрешностей, утечек) в контуре дома. Соответственно, мы не можем предъявить претензии или принять меры. Упущенная выгода здесь — это стоимость ресурса, который ушел в трубу, но не был оплачен жильцами».

Максимум потребления приходится на г. Минск и Минскую область как наиболее урбанизированные регионы. Наглядное сравнительное потребление в разрезе регионов представлено на рисунке 8.



Рисунок 8 – Объем оплаченной воды по типам счетчиков (2024 г.)

1.3 Количество индивидуальных приборов учета воды, подлежащих ежегодной замене в рамках межповерки и фактической замене, включая замену в рамках капитального ремонта в Республике Беларусь

В Республике Беларусь межповерочный интервал для индивидуальных приборов учета воды составляет 4–5 лет в зависимости от марки прибора, в общем случае для 65 % счетчиков 5 лет и для 35 % – 4 года. По истечении этого срока счетчики подлежат обязательной поверке или замене. В практике

(особенно в крупных городах как Минск) вместо поверки часто проводится плановая замена на новые приборы бесплатно для потребителей.

Таким образом, при условной полной замене 8 млн. приборов за 8 лет а ежегодной замене/поверке подлежит около 1,269 млн. единиц, включая интеллектуальные ПУ с истекшим межповерочным интервалом.

В 2024 году фактически заменено более 1,26 млн. единиц. Результаты по областям получены на основе экстраполяции фактически известных данных по г. Минску, Гродненской и Брестской обл., где обрабатывают 100 тыс. возвращенных после поверки ПУ (УП «МИНСКВОДОКАНАЛ» выполняет около 1 тыс. поверок ежесуточно) (таблица 6).

Таблица 6 – Количество индивидуальных приборов учета воды, подлежащих ежегодной замене в рамках межповерки и фактической замене, включая замену в рамках капитального ремонта в Республике Беларусь [6-12]

Область / Город	Население, тыс. чел.	Количество приборов учета, тыс. шт.		
		Подлежащие замене/поверке	Фактическая замена	Замена в капремонте
Минская	1480	167*	150*	17*
Брестская	1229	132	111	0,065
Гомельская	1327	231*	196*	19*
Витебская	1072	206,2	175*	17*
Гродненская	1017	107,6	166	1,374
Могилевская	971	155	134*	11*
г. Минск	2009	270	252	22*
Всего	**9105,0**	**1 269**	**1184**	**85**

* – нет точных данных

Фактические объемы замены следует оценивать на 10–20 % ниже подлежащих замене (таблица 4) вследствие задержек в обслуживании приборов. Замены в капремонте составляют при этом 10–15 % от общей фактической с учетом старения жилфонда. В 2025 году ожидается рост фактических замен вследствие реализации программ повышения энергоэффективности и цифровизации, поскольку межповерочный интервал для умных ИПУ, как правило, основанных на отличном от механического принципе действия, может быть увеличен.

1.4 Состояние организации системы дистанционного съема показаний (СДСП) в Республике Беларусь

1.4.1 Общие сведения

В Республике Беларусь СДСП для приборов учета воды активно развивается в рамках программ цифровизации ЖКХ и развития «умных городов».

С 2025 года установка СДСП обязательна в соответствии с частью 4 пункта 44 Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 30.09.2016 № 788 (в редакции от 16 ноября 2020 г. № 654) с 2025 года установлена обязательность оснащения новых и реконструируемых зданий системами автоматизированного учета воды (далее – СДСП) для юридических лиц и потребителей. Обязательность распространяется:

– на юридических лиц (применяют и выполняют требования в полном объеме);

– на новостройки (при вводе в эксплуатацию оснащаются СДСП).

После межповерочного интервала или капитального ремонта требование об оснащении СДСП **не выполняется**. В результате по Беларуси (в том числе в г. Бобруйске) зафиксированы многочисленные случаи замены «умных» приборов учета на обычные механические, что противоречит логике цифровизации.

По предварительным оценкам к 2025 году установлено более 333 тыс. ИИПУ с СДСП Преимущественно они монтируются в новых жилых комплексах и на промышленных объектах.

В настоящее время в Республике Беларусь сохраняется ряд системных проблем, препятствующих эффективному внедрению СДСП в сфере водоснабжения. Прежде всего, отсутствуют единые нормативные требования к самой СДСП как к комплексу технических и программных средств. Как следствие ТУ, выдаваемых водоканалами на подключение к системам водоснабжения, содержатся требования исключительно к приборам учета воды, тогда как требования к организации дистанционного съема показаний в них не включаются. Дополнительным негативным фактором выступает отсутствие унифицированного ПО для сбора, обработки и хранения данных: различные водоканалы используют несовместимые между собой ПО от разных производителей, что ведет к фрагментации информационной среды.

Указанные недостатки влекут за собой целый комплекс отрицательных последствий. Наблюдается ухудшение и усложнение процесса собираемости данных с приборов учета, снижение их актуальности и достоверности, а также затруднение технического обслуживания и диспетчеризации систем учета, что в конечном счете приводит к росту эксплуатационных затрат. Особого внимания заслуживает следующая проблема: ряд водоканалов формально выдают технические условия на установку интеллектуальных ПУ, заказчик приобретает и монтирует СДСП на объекте, однако водоканал впоследствии не использует данную систему для дистанционного съема показаний – данные не принимаются, интеграция с автоматизированными системами водоканала отсутствует, что полностью нивелирует экономический и технологический эффект от внедрения «умного» учета.

1.4.2 Многоуровневая архитектура СДСП

Нижний уровень (полевой) представляет собой нижнюю ступень иерархии, предназначенную для первичной регистрации параметров технологического процесса. В состав данного уровня входят различные измерительные преобразователи, датчики физических величин, счетчики и сигнализаторы. Основной функцией уровня сбора данных является непрерывное измерение контролируемых параметров, таких как давление, температура, расход, уровень и вибрация, с последующим преобразованием полученных значений в унифицированные электрические сигналы, пригодные для дальнейшей передачи на вышестоящие уровни.

Средний уровень (логико-преобразующий) является центральным звеном системы, ответственным за обработку поступающей информации и реализацию алгоритмов управления. Данный уровень реализуется на базе программируемых логических контроллеров, модулей ввода-вывода и специализированных промышленных вычислителей. На этом уровне осуществляется сбор данных с полевого оборудования, их обработка в соответствии с заданными сценариями, формирование управляющих воздействий на исполнительные механизмы, а также выполнение функций противоаварийной защиты и блокировок. Ключевой особенностью является способность контроллеров автономно реализовывать сценарии безопасности вне зависимости от состояния верхнего уровня.

Верхний уровень (диспетчерский) представляет собой верхнюю ступень архитектуры, обеспечивающую человеко-машинный интерфейс и долговременное хранение данных. Техническая реализация данного уровня включает серверное оборудование, автоматизированные рабочие места операторов, средства отображения коллективного пользования и сетевое коммуникационное оборудование. Функционально уровень протоколирования и визуализации отвечает за отображение технологической информации в виде мнемосхем и трендов, протоколирование действий оператора и аварийных событий, ведение долговременных архивов в системах управления базами данных, а также формирование отчетной документации.

Данные передаются ежедневно (или в приближенном к реальному времени). Фиксируются архивы во внутренней памяти прибора и аварийные события.

1.4.3 Платежные системы, применяемые в водоканалах

В Беларуси действует единая общереспубликанская автоматизированная информационная система АИС «Расчет-ЖКУ» по учету,

расчету и начислению платы за жилищно-коммунальные услуги (ЖКУ), включая воду. Она интегрируется с ЕРИП (Единое расчетно-информационное пространство) для онлайн-оплаты. Локально водоканалы используют дополнительные платежные системы. Всего по республике используется около 10-15 основных систем. Точное число и состав платежных систем не публикуется. Известно, что в них входят системы:

– SAP – Используется отдельными крупными водоканалами и организациями ЖКХ для учета активов, технического обслуживания и ремонта (как ERP-система);

– **1С: Предприятие –** Широко применяется в ЖКХ Беларуси (особенно в небольших и средних организациях) для бухгалтерского, складского учета, учета ОС и ремонтов;

– **ЕРИП** – Единое расчетно-информационное пространство (расчетная система, не учетная). Обеспечивает онлайн-оплату ЖКУ;

– АИС «Расчет-ЖКУ» – Общереспубликанская автоматизированная информационная система для учета, расчета и начисления платы за ЖКУ (включая воду). Интегрирована с ЕРИП.

Одна из задач СДСП: автоматизировать передачу данных непосредственно в платежные системы для расчета и начисления платежей с минимизацией ручного ввода показаний приборов.

Ультразвуковые счетчики воды обеспечивают очень высокую чувствительность к малым расходам и широкий реальный динамический диапазон за счет отсутствия подвижных частей. Это дает точный учет утечек и стабильность метрологических характеристик во времени. В крыльчатых счетчиках воды при правильно подобранной гидравлике и использовании продвинутой калибровки вполне можно достигать высоких значений динамического диапазона (например, уровня R160-250). Это позволяет сохранить баланс между стоимостью и метрологическими характеристиками, обеспечивая достаточную чувствительность к малым расходам без перехода в более дорогие технологии.

В соответствии с требованиями СТБ 2559, средний уровень автоматизированной системы учета воды выполняет функцию сбора, предварительной обработки и передачи данных от ПУ к диспетчерскому уровню. Техническая реализация данного уровня базируется на различных технологиях передачи данных, среди которых наиболее распространены радиоканалы в диапазонах 868 МГц, 433 МГц, а также сотовые сети 2G/3G/4G, технологии M-Bus, PLC по существующим линиям электропитания и проводные интерфейсы RS-485. Каждая из перечисленных технологий влечет за собой необходимость разворачивания

специализированной сетевой инфраструктуры, включая концентраторы, повторители, базовые станции и шлюзы, что приводит к формированию технологически неоднородной среды. На практике это выражается в одновременном сосуществовании на территории одного города нескольких ведомственных или корпоративных сетей сбора данных, не взаимодействующих между собой.

Аналогично ситуации на верхнем (диспетчерском) уровне, где наблюдается «зоопарк» различных программных платформ и систем хранения данных, на среднем уровне складывается сопоставимая по сложности картина технологической фрагментации. С точки зрения макроэкономической эффективности унификация требований к протоколам и интерфейсам на верхнем уровне представляется целесообразной, поскольку позволяет снизить транзакционные издержки, упростить интеграцию с общереспубликанской системой АИС «Расчет-ЖКУ» и уменьшить затраты на сопровождение для государства в целом. Однако в отношении среднего уровня навязывание единой технологии передачи данных способно оказать негативное влияние на состояние рыночной конкуренции. Конкуренция между производителями оборудования и системными интеграторами выступает ключевым драйвером технического прогресса, стимулируя снижение стоимости устройств, повышение энергоэффективности, улучшение помехоустойчивости и расширение функциональных возможностей систем дистанционного съема показаний. При этом наличие различных технологических решений на среднем уровне само по себе не ухудшает качество предоставления услуг и не снижает экономические выгоды от внедрения СДСП, поскольку на диспетчерском уровне сохраняется возможность организации единой точки сбора и обработки данных посредством унифицированных шлюзов и протоколов обмена. Таким образом, целесообразно различать объекты унификации: жесткое нормирование протоколов прикладного уровня для обеспечения совместимости с государственными информационными системами и сохранение технологического разнообразия на канальном и физическом уровнях для поддержания конкурентной среды.

1.4.4 Программное обеспечение верхнего уровня у водоканалов и приборы учета в составе СДСП

Программное обеспечение (ПО) верхнего уровня в составе СДСП представлено платформами разных производителей. Предназначено для визуализации и анализа данных, а также интеграции с платежными системами (таблица 7).

Таблица 7 – Программное обеспечение верхнего уровня в составе СДСП, используемое водоканалами.

Платформа	Описание	Заведенные интеллектуальные ПУ	Интеграция
Платформа IOTANS	Микросервисная архитектура для диспетчеризации на базе NB-IoT и LoRaWAN; сбор, обработка и визуализация данных с приборов учета; подходит для ЖК, водоканалов и производств.	Импульсные счетчики воды (холодной/горячей), теплосчетчики; совместимы с БелЦЕННЕР, Эрготех, другими импульсными моделями.	Простая интеграция с биллинговыми системами через API; совместимость с АИС ЖКХ; работа с smart-устройствами разных типов, включая базовые станции.
ПО Nero Electronics	Облачное ПО на базе NERO UNB (LPWAN-технология) для автоматизированного сбора данных; фокус на энергоэффективности и 100 % сборе; включает подбор, установку и сопровождение.	FLUO (умные счетчики воды); импульсные радиомодемы Юпитер 2574; совместимы с базовыми станциями до 2,5 км; любые импульсные счетчики.	Интеграция с удаленными серверами и биллингом водоканалов (через базовые станции); совместимость с ЕРИП; API для внешних систем.
Meter.by Platform	Облачная платформа для автоматизированной передачи показаний через NB-IoT; решает проблемы ручного ввода; включает монтаж и обслуживание.	Счетчики с импульсным выходом (холодной/горячей воды, тепла); модуль Vega NB-11; совместимы с Zenner и любыми импульсными счетчиками.	Прямая интеграция с биллингом Минскводоканала через платформу A1; API для других систем; обязательная для юр.лиц с 01.02.2022.
RadioAccess4	Мультиплатформенное ПО для интеллектуальной системы учета (ИСУ) ресурсов; автоматизированный сбор, анализ и управление данными с миллионов точек.	Умные счетчики воды, газа, тепла, электроэнергии (с SIM-картой); совместимы с NB-IoT; импульсные и встроенные модемы.	Интеграция с биллинговыми системами (SAP, 1С); совместимость с АИС ЖКХ; API для внешних платформ.
Система ЦРП «Водосбыт»	Локальное ПО для коммерческого учета, ремонта и модернизации приборов; фокус на интеграции СДСП при поверке/замене.	Приборы DN 15-20 мм (после модернизации); все новые/замененные ИПУ для юр.лиц; импульсные и умные счетчики.	Интеграция с техническими условиями Минскводоканала; связь с общереспубликанской АИС и ЕРИП; API для внешних СДСП.

Вывод: Проведённый анализ состояния организации систем дистанционного съёма показаний в Республике Беларусь позволяет установить наличие устойчивой взаимозависимости между используемыми приборами учёта и программным обеспечением верхнего уровня. На практике выбор конкретного прибора учёта предопределяет необходимость использования совместимого программного продукта, так же как и внедрение определённой программной платформы фактически ограничивает перечень допустимых к применению приборов. Данная технологическая связка формируется вследствие отсутствия унифицированных требований к протоколам обмена данными и интерфейсам взаимодействия, а также вследствие распространённости решений (собственническое, частное, патентованное), ориентированных на работу в рамках замкнутых экосистем.

Указанная зависимость оказывает существенное влияние на процессы закупочной деятельности. Формирование технических требований к системам дистанционного съёма показаний нередко осуществляется с учётом уже эксплуатируемого программного обеспечения либо, наоборот, под заранее определённые типы приборов учёта, что объективно сужает круг потенциальных участников закупочных процедур. В результате ограничивается доступ на рынок альтернативных производителей и интеграторов, обладающих сопоставимыми или более высокими техническими характеристиками оборудования, однако не обеспечивающих совместимость с существующей инфраструктурой. Таким образом, приоритет в ряде случаев смещается с оценки ключевых технических параметров приборов учёта, таких как точность измерений, надёжность, энергоэффективность и устойчивость к внешним воздействиям, на критерий программно-аппаратной совместимости.

Сформировавшаяся практика ведёт к снижению уровня конкурентной среды на рынке СДСП, усиливает технологическую фрагментацию и способствует закреплению отдельных поставщиков в качестве фактических монополистов в пределах конкретных территорий или организаций. Это, в свою очередь, может приводить к увеличению стоимости внедрения и эксплуатации систем, замедлению темпов технологического обновления и снижению стимулов к инновационному развитию. В совокупности выявленные тенденции подтверждают необходимость перехода к более сбалансированному подходу, предусматривающему унификацию требований на уровне протоколов и интерфейсов при одновременном сохранении конкурентного разнообразия оборудования и технологий, что позволит обеспечить развитие открытой и эффективной экосистемы систем дистанционного учёта.

2 Оценка систем учета водопотребления и влияние систем дистанционного учета на экономику страны

2.1 Сравнительная оценка применения систем учета водопотребления в Республике Беларусь

2.1.1 Общие сведения

В Республике Беларусь системы учета водопотребления эволюционируют от традиционных механических счетчиков к интеллектуальным ПУ (с дистанционным съемом показаний, СДСП), что особенно актуально в контексте цифровизации ЖКХ. Согласно данным на 2025 год, оснащенность индивидуальными приборами учета достигает 98-100% жилого фонда подключенного к централизованным системам водоснабжения, с растущей долей умных систем (около 4,02 % от общего парка, что соответствует более 333 тыс. единиц).

Основной целью внедрения современных систем учета является повышение точности, прозрачности и экономической эффективности ресурсоснабжения. Ключевая задача — снижение коммерческих и технических небалансов, которые возникают из-за разницы между объемом воды, поданной в сеть, и суммой зафиксированных потребителями показаний. Эти небалансы складываются из неучтенных ИПУ расходов воды (утечки во внутридомовых сетях, не чувствительность ИПУ к малым расходам), несанкционированного потребления, а также погрешностей и ошибок ручного сбора данных.

Традиционные механические счетчики, составляющие основу парка, полагаются на периодический визуальный съем показаний, что сопряжено с влиянием человеческого фактора, задержками и риском ошибок. В отличие от них, умные системы на базе технологий беспроводной передачи данных обеспечивают автоматический, частый и удаленный сбор данных. Это позволяет не только исключить ручной труд, но и оперативно выявлять аномалии в потреблении (например, непрерывный расход, характерный для протечек), прогнозировать нагрузки и формировать детализированную аналитику для управляющих организаций и ресурсоснабжающих предприятий.

Таким образом, переход интеллектуальные приборы учета с дистанционным снятием данных является стратегическим направлением, способствующим реализации государственной политики по повышению энерго- и ресурсоэффективности, сокращению трудозатрат и внедрению принципов «умного города» в жилищно-коммунальной сфере.

2.1.2 Сравнение небалансов в умных и обычных объектах

Анализ данных, систематизированных в таблице 4, позволяет констатировать следующее распределение объемов ежегодной метрологической поверки приборов учета (ПУ) в разрезе административно-территориальных единиц Республики Беларусь. В г. Минске данная процедура охватывает порядка 270 000 единиц оборудования. Показатели по областям варьируются: в Витебской области поверке подлежит 206 192 ПУ, в Брестской — 131 978 ПУ, в Гродненской — 107 643 ПУ, а в Гомельской — 22 000 ПУ. Относительно Минской области в доступных источниках фигурируют сведения о замене 167 000 приборов учета, что может быть интерпретировано как величина, сопоставимая с объемом межповерочного интервала либо выбытия парка оборудования. Могилевской областью представлены данные о ежегодной поверке 155 000 приборов. Суммарный оценочный объем совокупного парка приборов учета в Республике, в отношении которых ежегодно проводятся регламентные работы (поверка или замена), составляет приблизительно 1 268 835 единиц.

В условиях Республики Беларусь проблема достоверного учета водопотребления и формирования объективного баланса воды приобретает системный характер и оказывает непосредственное влияние, как на экономику предприятий водоснабжения, так и на формирование тарифной политики. В рамках настоящего исследования учитываются средние по регионам Республики Беларусь тарифы на водоснабжение и водоотведение, установленные с 01.04.2026 года: водоснабжение — 2,4626 руб. за 1 м³, водоотведение — 2,101 руб. за 1 м³. Суммарный тариф (водоснабжение + водоотведение) составляет 4,5634 руб. за 1 м³.

В городе Минске, до 1 апреля 2026 года действовали более низкие тарифы (водоснабжение — 1,78 руб., водоотведение — 0,96 руб., сумма — 2,74 руб.). Тариф водоснабжение и водоотведение в городе Минске с 01.04.2026 год. (водоснабжение — 2,03 руб., водоотведение — 1,13 руб., сумма — 3,16 руб.). что отражает постепенное приведение стоимости услуг к экономически обоснованному уровню. Учет этих тарифных параметров позволяет оценить экономическую эффективность внедрения интеллектуальных систем учета и балансировки водопотребления в секторе ЖКХ Республики Беларусь.

Ключевой проблемой остается наличие значительных небалансов водопотребления, под которыми понимается разрыв между объемом воды, поданной в внутридомовую распределительную сеть, и суммарным объемом, зафиксированным конечными потребителями. По сути, речь идет о несоответствии между вторым и третьим подъемом воды. При этом

формирование полной и достоверной картины возможно исключительно при одновременной фиксации показателей первого, второго и третьего подъема, что в настоящее время в большинстве регионов не реализовано. Отсутствие синхронности измерений приводит к искажению балансов и невозможности корректного выявления источников потерь.

Практика показывает, что между вторым и третьим подъемом формируется значительный объем потерь, включающий утечки в сетях, несанкционированные подключения, технологические расходы, а также неоплаченное потребление. Дополнительным фактором является низкий динамический диапазон применяемых приборов учета, что обуславливает их нечувствительность к малым расходам и приводит к систематическому недоучету. В результате формируется так называемый «скрытый» небаланс, который не отражается в отчетности, но оказывает существенное влияние на экономику водоканалов. Анализ данных по городу Минску демонстрирует масштаб проблемы: объем неучтенной воды, определяемый как разница между показаниями групповых приборов учета (ГПУ) и суммой начислений по индивидуальным приборам учета (ИПУ), достигает порядка ~18,043 млн. м³ в год по Республике Беларусь (Без учета г. Минска) и 4,813 млн. м³ в год по г. Минску. При этом следует отметить, что водоканалы предоставляют неполные данные, в связи, с чем указанные цифры могут быть скорректированы в большую сторону. Это означает, что значительный объем ресурса фактически подается в систему, но не оплачивается. При сопоставлении с общим объемом водопотребления уровень небаланса может составлять несколько процентов, а при анализе соотношения первого и второго подъема — достигать порядка 4 %. Данные показатели свидетельствуют о наличии существенных резервов повышения эффективности учета и сокращения потерь.

Важным аспектом является то, что в областных центрах и иных регионах Республики Беларусь отсутствуют внедренные системы диспетчеризации и сбора показаний (СДСП), что существенно ограничивает возможности анализа. Сбор данных по ГПУ зачастую осуществляется в ручном режиме и с низкой периодичностью, как правило, один раз в месяц или реже, тогда как показания ИПУ поступают в различные временные периоды. В результате отсутствует синхронизированная база данных, необходимая для формирования корректного водного баланса. Это приводит к тому, что реальные потери могут существенно превышать официально декларируемые значения, достигая и превышая уровень 16,6 %.

Дополнительной проблемой является значительный объем работ по межповерке индивидуальных приборов учета, ежегодно проводимой в

масштабах страны. В областях количество таких операций исчисляется сотнями тысяч, что создает существенную организационную нагрузку и временные разрывы в учете, в течение которых потребление определяется расчетным способом, что также снижает точность данных.

В этих условиях особую значимость приобретает переход к цифровым системам мониторинга, обеспечивающим автоматизированный и синхронный сбор данных. Внедрение СДСП позволяет организовать одновременную фиксацию показателей на уровне скважин (первый подъем), насосных станций и распределительных узлов (второй подъем), а также на уровне конечных потребителей (третий подъем). Критически важной задачей является обеспечение передачи данных на фиксированный момент времени, например на 00:00, что позволит формировать сопоставимые временные срезы и корректно рассчитывать небалансы.

При проектировании и организации СДСП необходимо учитывать технологические особенности построения системы, а именно: массовый сбор данных с большого количества приборов учета в одно и то же время может создавать значительную нагрузку на серверное оборудование. В зависимости от пропускной способности каналов связи и производительности сервера возможны задержки приема данных, перегрузка вычислительных мощностей и, в критических случаях, частичная потеря передаваемой информации. Указанные риски требуют применения распределенных архитектур сбора данных, буферизации показаний на промежуточных узлах и поэтапного внедрения системы с расчетом реальных пиковых нагрузок.

Таким образом, текущая система учета водопотребления в Республике Беларусь характеризуется отсутствием оперативной и достоверной информации, несинхронностью измерений и значительными небалансами, что требует комплексного внедрения современных цифровых решений. Реализация СДСП выступает ключевым инструментом повышения прозрачности учета, снижения потерь и формирования экономически обоснованной тарифной политики.

В Республике Беларусь общий уровень неучтенных расходов воды (небалансов) традиционно оценивается в 3–8 % от общего объема поданной потребителям и абонентам воды, что включает в утечки во внутридомовых сетях, коммерческие потери от несанкционированного отбора и погрешности учета. Наблюдается устойчивая тенденция к их снижению, во многом благодаря активному внедрению систем дистанционного съема показаний (СДСП). Умные системы снижают небалансы на 5,63% за счет реального времени мониторинга, выявления утечек и автоматизации. Традиционные (механические) зависят от ручного ввода, что увеличивает ошибки на 5-15 %.

Разница между ГПУ и ИПУ больше, чем с первым подъемом. Разница между поднятой и ГПУ по Минску около 2,86%.

В Минске активно устанавливают и используют системы дистанционного сбора показаний (СДСП), что позволяет фиксировать расхождения между объемами поднятой воды и показаниями групповых приборов учета (ГПУ). Однако областные водоканалы, как правило, не предоставляют соответствующую информацию, и основная причина заключается в том, что они не внедряют и не эксплуатируют СДСП. Региональные организации водоснабжения также не представили запрашиваемые данные, поскольку подготовка такой информации требует значительной нагрузки на персонал и является трудозатратным процессом. Вместе с тем существуют и передовые водоканалы, которые уже используют современные системы учета, но их опыт пока не получил повсеместного распространения. В таблице 8 представлены сравнительные данные по эффективности обычных и интеллектуальных систем учета ресурсов.

Таблица 8 – Сравнение эффективности обычных и интеллектуальных систем учета ресурсов (на примере водоснабжения) в Республике Беларусь [2-5].

Параметр	Обычные объекты (механические/электромеханические счетчики)	Умные объекты (с системами дистанционного сбора данных - СДСП)	Сравнение и преимущества умных систем
Уровень коммерческих потерь и неучтенных расходов (небаланс)	3–8% (в среднем по стране для ЖКХ). В изношенных сетях старых районов может превышать 10-20%.	Целевой показатель госпрограмм — снижение до 5% в среднем по отрасли.	Снижение абсолютных потерь минимум на 5 процентных пунктов. Позволяет выявить и локализовать утечки, хищения и занижение показаний.
Основные причины небалансов	1.Погрешность ручного съема(человеческий фактор, недоступность). 2.Неучтенные расходы между ГПУ и ИПУ. 3. Неправомерное вмешательство в работу прибора (магниты, механические воздействия). 4. Задержки в получении данных для принятия решений.	1. Технические сбои связи — редко, доступность >99%. 2. Вандализм (повреждение кабеля, модуля передачи). 3. Сбои электропитания (решается батареями с сроком службы 6-10 лет).	Устранение ключевых рисков: автоматизация исключает ошибки съема, ежедневный (или чаще) мониторинг выявляет аномалии потребления в реальном времени.
Экономия ресурсов и финансовая эффективность	Экономия носит случайный характер. Неучтенные расходы списываются на "потери", увеличивая себестоимость для всех.	Снижение объемов неучтенной воды на 15-20% на объекте. Сокращение затрат на обходы, проверки и внеплановые ремонты.	Прямая финансовая выгода: Дополнительная выручка за воду достигает до 10,09 BYN/год за каждую квартиру, оснащенную ИПУ с дистанционной передачей данных) в Минске. В то время как по Республике дополнительная выручка за воду достигает до 5,12 BYN/год за каждую квартиру.

Продолжение таблицы 8.

1	2	3	4
Нормативная база и примеры (2023-2025)	Постановление СМ РБ 0т 30.09.2016и №788. • Проблема: даже при 100-процентной установке счетчиков небалансы остаются высокими из-за "аналогового" съема данных. При этом требования указанного постановления в полном объеме не выполняются организациями водопроводно-канализационного хозяйства. Наблюдается отсутствие системного подхода со стороны организаций к подготовке и внедрению интеллектуального учета. Не все предприятия соблюдают требования постановления № 788 — например, в Бресте, Могилёве и Минской области его положения не применяются. Кроме того, в ряде облостей после истечения межповерочного интервала интеллектуальные ИПУ заменяют на механические, что также противоречит постановлению № 788. Фактически требования этого нормативного акта не выполняются в Витебске, Бобруйске, Гомеле и Гродно. В ряде областей на новых объектах не внедряются интеллектуальные ИПУ, а после межповерки интеллектуальные счетчики заменяются на механические. Аналогичная практика доминирует и при оснащении старого жилого фонда — преимущественно устанавливаются механические ИПУ, не поддерживающие дистанционный сбор данных. Указанные тенденции противоречат задачам цифровизации учета и объективно препятствуют снижению небаланса.	• Госпрограмма "Умный город" (2021-2025) — внедрение интеллектуальных систем учета как ключевое направление. • Коммерческие проекты, уже опытная эксплуатация в Гродно, Минске, Бресте показали снижение потерь с 22% до 7-8% на отдельных участках сетей.	Стратегический вектор: • Переход к интеллектуальным счетчикам как обязательное требование для нового строительства и капремонта. • Интеграция с ГИС "ЕРИП" для автоматизированных расчетов. • Поскольку юридическим лицам на всей территории Республики Беларусь уже выдают технические условия на СДСП, поэтапное обязательное внедрение таких систем для юрлиц становится ключевым драйвером снижения коммерческих потерь и неучтенных расходов воды в стране.
Дополнительные преимущества	Отсутствуют.	1. Прозрачность для потребителя: личный кабинет, статистика, уведомления об аномальном расходе (возможная протечка). 3. База для цифровизации всей отрасли ЖКХ (прогнозирование, оптимизация нагрузок).	Качественное изменение сервиса: переход к проактивному управлению ресурсами.

Классические механические одноструйные ИПУ воды представлены на рисунке 9.



Рисунок 9 – Механический одноструйный счетчик воды.

Счетчики воды с дистанционным съемом показаний представлены на рисунке 10.



Рисунок 10 – Приборы учета воды с дистанционным снятием показаний.

Основной эффект от внедрения умных счетчиков (СДСП) заключается не только в автоматизации съема показаний, а в снижении коммерческих потерь путем оперативного выявления неучтенных расходов. Это напрямую влияет на финансовую устойчивость предприятий ЖКХ и обоснованность тарифов для населения.

Обязательным для юридических лиц и потребителей с 2025 стало требование об оснащении новых и реконструируемых зданий системами автоматизированного учета воды (ч.4, п.44 Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 30.09.2016 №788, в редакции от 16

ноября 2020 г. № 654: «Вновь устанавливаемые приборы учета на объектах абонента (субабонента), потребителя, а также приборы учета после замены и ремонта оснащаются системой дистанционного съема показаний»).

Анализ эффективности систем учёта водоснабжения в Республике Беларусь показал: на объектах с обычными (механическими) приборами уровень коммерческих потерь составляет 3–8%, а в изношенных сетях достигает 10–20%. На «умных» объектах, с дистанционным сбором данных небаланс снижается на 5,63% — до 0…2%, что соответствует сокращению абсолютных потерь минимум на 3 процентных пункта. Дополнительная выручка за воду достигает 10,09 BYN/год на квартиру в Минске и 5,12 BYN/год в среднем по республике.

При этом, несмотря на требования постановления № 788, системный подход внедряется не повсеместно: в Бресте, Витебске и Бобруйске требования фактически не реализуются, интеллектуальные счётчики после межповерки заменяются механическими, а в старом жилом фонде преимущественно устанавливаются приборы без дистанционного сбора. Это противоречит задачам цифровизации и сдерживает снижение небаланса.

В то же время для юридических лиц уже действуют требования по СДСП, а проекты в Гродно, Минске и Бресте показали снижение потерь с 22% до 7–8%, что подтверждает стратегическую необходимость перехода на интеллектуальный учёт.

2.2 Оценка влияния систем дистанционного учета водопотребления на экономику страны в целом

Оценка влияния систем дистанционного учета водопотребления на экономику Республики Беларусь должна рассматриваться детально и комплексно. Системы дистанционного учета представляют собой технологии, включающие умные счетчики с СДСП, программные платформы для анализа и управления потреблением. Их внедрение оказывает прямое и косвенное воздействие на различные секторы экономики.

Основное прямое влияние проявляется в жилищно-коммунальном хозяйстве. Во-первых, происходит сокращение коммерческих потерь воды за счет исключения ручного снятия показаний и человеческого фактора.

Точный учет всего объема отпущенной воды повышает доходы водоснабжающих организаций. Во-вторых, оперативно выявляются утечки и несанкционированное потребление, что позволяет экономить ресурсы. В-третьих, снижаются операционные расходы компаний. Исчезает необходимость в обходчиках для снятия показаний, сокращаются затраты на

транспорт, обработку данных и работу с спорными ситуациями. Персонал перераспределяется на задачи обслуживания сетей и анализа информации.

На макроэкономическом уровне эффект также значителен. Снижение неучтенных расходов воды напрямую уменьшает статью баланса «потери и неучтенные расходы», что положительно сказывается на себестоимости на ее подготовку и транспортировку. Для Республики Беларусь, импортирующей энергоресурсы, это означает экономию валютных средств и повышение энергетической независимости.

Финансовая устойчивость предприятий ЖКХ высвобождает средства, которые можно перенаправить на модернизацию инфраструктуры. Кроме того, развитие таких систем стимулирует смежные отрасли, включая телекоммуникации для передачи данных, информационные технологии для создания платформ анализа и отечественное приборостроение. Это создает мультипликативный эффект и рабочие места в высокотехнологичных сферах.

Для потребителей, включая население и бизнес, влияние также ощутимо. Начисления становятся абсолютно прозрачными и соответствуют реальному потреблению. Ранние оповещения о непрерывном расходе воды помогают абонентам быстро находить и устранять скрытые утечки, предотвращая большие потери и затраты. Доступ к детальной статистике через личные кабинеты способствует формированию более рационального поведения в потреблении ресурсов.

Стратегические долгосрочные последствия затрагивают управление ресурсами. Накопление больших данных позволяет прогнозировать пиковые нагрузки, планировать ремонты и инвестиции в инфраструктуру более эффективно. Это повышает общую устойчивость системы водоснабжения. С экологической точки зрения, экономия воды и сопутствующей энергии снижает нагрузку на окружающую среду. Технологически такие системы становятся основой для цифровизации жилищно-коммунального комплекса и интеграции в концепцию умного города.

Однако существуют и сдерживающие факторы. Ключевой проблемой являются высокие первоначальные капиталовложения на закупку Интеллектуальных ПУ, развертывание сетей связи и создание программных платформ. Срок окупаемости проекта не просматривается при текущих ценах на водоснабжение. Технические сложности включают обеспечение надежного покрытия связи, особенно в сельской местности, и кибербезопасности данных. Также необходима переподготовка персонала и разъяснительная работа с населением для преодоления возможного недоверия.

Они влияют на экономику через повышение эффективности ЖКХ, снижение неучтенных расходов и создание высокотехнологичных рабочих мест. В 2025 году прогнозируемый рост ВВП – 3,0 %, с вкладом цифровизации в 0,3–0,4 %.

Повышение квалификации специалистов: СДСП требует цифровых навыков (IoT, API, big data), стимулируя переподготовку. В 2024 обучено 11,5 тыс. человек; программы включают цифровые технологии для учителей и инженеров. Положительное влияние: рост занятости в IT (Парк высоких технологий — 2,5 % ВВП).

Структурные изменения в ресурсоснабжающих организациях (РСО): Переход к кластерам и платформам ("Умный город" для 17 регионов в 2025), интеграция с АИС ЖКХ и ЕРИП. РСО адаптируют модели: от ручного к автоматизированному управлению, с PPP для инноваций. Влияние: рост высокотехнологичных отраслей (7,7 % ВВП), зеленая экономика (39,6 % утилизации ТКО).

Модернизация оборудования: Внедрение умных счетчиков, AI для водоснабжения, замена на умные ИПУ (обязательна для юр.лиц с 2025). Инвестиции в BIM, GIS, смарт-гриды; к 2035 — нулевой сброс неочищенных стоков. Влияние: снижение выбросов на 40,3 %, рост ВИЭ до 7 %.

Повышение уровня заработной платы – цифровизация создает высокопродуктивные рабочие места, рост реальной зарплаты 113,1 % в 2024; доходы +9,7 %. Влияние: продуктивность +121 % к 2035, зарплаты растут через экспорт ICT (25 % услуг).

Экономия ресурсов: Снижение неучтенных расходов на 10-20 процентных пункта к уровню поданной воды.

Общий анализ влияния: СДСП ускоряют переход к цифровой экономике, способствуя росту ВВП (4,1 % в 2025), созданию рабочих мест и снижению неучтенных расходов, с дополнительной выручкой за поставленную воду – до 10 рублей в год/квартиру.

Минусы: высокие начальные затраты, зависимость от инфраструктуры.

Итоговая оценка: внедрение систем дистанционного учета водопотребления в Республике Беларусь является стратегически важным направлением. В долгосрочной перспективе это ведет к созданию более современной, эффективной и устойчивой модели управления водными ресурсами в стране.

2.3 Оценка влияния систем дистанционного учета водопотребления на микроуровне

Замена ИПУ в квартирах потребителей на более высокий класс точности с дистанционным съемом показаний для условий г. Минска.

Таблица 9 – Тарифы на водоснабжение и водоотведение по регионам и г. Минск.

Область	Водоснабжение, бел. руб.	Канализация, бел. руб.	Итого
Брестская	2,2357	2,2156	4,4513
Витебская	2,5177	1,8364	4,3541
Гродненская	2,4332	2,1886	4,6218
Гомельская	2,6172	2,3121	4,9293
Минская	2,4515	2,0482	4,4997
Могилевская	2,5208	2,0034	4,5242
Среднее значение	2,4626	2,101	4,5634
Город Минск	2,0248	1,1295	3,16

Для расчета неоплаченная воды в г. Минске (2,86%), $м^3$/год находим % от общего объема. Общий объем бытового потребления воды в городе Минске оценивается в 129,12 млн. $м^3$/год. мы также точно знаем разницу между ГПУ и ИПУ для города Минска которая составляет 4 813,7 млн. $м^3$/год, поэтому для расчета неоплаченная воды в г. Минске возьмем именно эту цифру. Переводим объем в денежный эквивалент, тариф для г. Минска за водоснабжение и водоотведение 1 $м^3$ 3,16 бел. руб.:

$$4\,813\,700 \times 3{,}16 = 15\,211\,292 \text{ бел. руб.}$$

Рассчитаем экономию неоплаченной воды за счет установки интеллектуальных ПУ, в год в бел. руб., для этого нам необходимо взять общее количество установленных приборов механических в г. Минске в том числе г. Минск 2 034 158 штук. Также необходимо указать количество Интеллектуальных приборов учета. Уже установленных в г. Минске их количество составляет 193 957. Рассчитаем срок полной замены лет для того что бы заменить все механические приборы учета на интеллектуальные, всего 2 034 158 вычитаем 193 957 интеллектуальный ПУ так как они уже установлены, получаем число равное 1 840 201 штук необходимо поменять, а всего механических приборов учета в год меняем 252 000штук. Таким образом, получаем срок замены в 7,3 года округлим до 8 лет. Рассчитаем выгоду оплаченной воды за счет по годового внедрения интеллектуальных приборов учета. 4 813 700 $м^3$ в год. разделим на 7,3 года. (взяли именно 7,3 так как на 8 году надо будет установить всего 75600 что равно 0,3 года в нашем расчёте). Получаем 659 195,5987 $м^3$ в год., или в рублях 2 083 058,1 бел. руб. Исходные данные представлены в таблице 10 [13].

Таблица 10 – Исходные данные для расчета ПУ в г. Минске.

Ежегодный план замены в г. Минске, штук.	252 000
Срок полной замены, лет.	8
Стоимость Интеллектуального ИПУ (без НДС). руб/шт.	93
Стоимость механического ПУ (без НДС руб/шт.	38.85
Дельта стоимости интеллектуального ИПУ и механических ПУ, руб/шт.	54,15
Работы по замене прибора учета расхода воды (крепление посредством монтажных штуцеров) д 20-50мм, руб.	46,67
Затраты на передачу данных и ПО без НДС на 5 лет. Будет включено к стоимости ИПУ, руб.	15 на первые 5 лет 15 на вторые 5 лет
Испытание/поверка очередную поверку ИПУ, руб.	6.04
настройка модуля (ПНР АСКУВ), руб.	7
Техническое обслуживание умного прибора после окончания первой межповерки. (без НДС), руб.	ТО мех 12,82 + 40 стоимость батарейки, лока и замены) Итого: 52,82
Техническое обслуживание механического ПУ после окончания первой межповерки. (без НДС), руб.	32,42
Дельта затрат на ТО после окончания первой межповерки. (без НДС), руб.	20,40
Тариф водоснабжение и водоотведение с 2024года по 01.04.2026 года, руб./м3	1,7858 / 0,9586 Итого 2,74
Тариф водоснабжение и водоотведение с 01.04.2026 год., руб./м3	2,03 / 1,13 Итого 3,16
Неоплаченная вода м3/год в Республике Беларусь (5,63%).	4 813 700 м3/год 15 211 292 бел. руб.
Годовая выгода оплаченной воды за счет по годового внедрения м3/год в Республике Беларусь (5,63%).	659 195,6 м³ в год., 2 083 058,1 бел. руб.

В таблице 11 представлен расчёт эффективности дополнительных капитальных вложений г. Минска, а на рисунке 11 — график расчета эффективности дополнительных капитальных вложений в г. Минске.

Для расчета необходимо посчитать потери, связанные с неоплаченной водой. Берем неоплаченную воду в г. Минске 4 813 700 м³/год (2,86% от общего объема бытового потребления города, при этом разница между показаниями ГПУ и ИПУ также подтверждает данную величину) и умножаем на тариф водоснабжения и водоотведения для г. Минска с 01.04.2026 года — 3,16 руб./м³. Получаем:

4 813 700 × 3,16 = 15 211 292 бел. руб. — потенциальная дополнительная выручка при полной точности учёта.

Годовая выгода оплаченной воды за счет поэтапного внедрения интеллектуальных приборов учета (с учётом срока замены 7,3 года) составляет 659 196 м³/год, что в денежном выражении даёт 2 083 058 бел. руб./год.

Также рассчитаем затраты на интеллектуальные приборы учёта (ИПУ) для первых 5 лет использования. Для этого возьмём ежегодный план замены в г. Минске (252 000 штук) и умножим его на сумму следующих затрат на один прибор: дельта стоимости интеллектуального ИПУ по сравнению с механическим ПУ (54,15 руб.), затраты на передачу данных и программное обеспечение без НДС на 5 лет (15 руб.). Итого на один прибор: 54,15 + 15 = 69,15 руб. Общие затраты за первые 5 лет составят: 76,15 × 252 000 = 17 425 800 бел. руб.

На 6-м году появляются дополнительные затраты. К ранее рассчитанной сумме добавляем дельту расходов на техническое обслуживание умного прибора с вычетом ТО механического прибора учета после окончания первой межповерки (20,40 руб.) и затраты на передачу данных и ПО без НДС на следующие 5 лет (15 руб.)., а также на настройку модуля (7р). Дополнительные расходы на один прибор: 20,40 + 15+7 = 42,4 руб. На все приборы: 42,4 × 252 000 = 10 684 800 бел. руб. Таким образом, общие затраты на 6-й год составят: 17 425 800 + 10 684 800 = 28 110 600 бел. руб. Далее обратимся к таблице 11 расчётов.

Таблица 11 – Расчёт эффективности дополнительных капитальных вложений в г. Минске.

Года	Дополнительная выручка за счет точности учёта воды, руб	Затраты на ИПУ	Окупаемость затрат, руб.	Окупаемость затрат, доллары.
1	2 083 058	17 425 800	-15 342 742	-5 114 247
2	4 166 116		-13 259 684	-4 419 895
3	6 249 174		-11 176 626	-3 725 542
4	8 332 232		-9 093 568	-3 031 189
5	10 415 290		-7 010 510	-2 336 837
6	12 498 349	28 110 600	-15 612 251	-5 204 084
7	14 581 407		-13 529 193	-4 509 731
8	16 664 465		-11 446 135	-3 815 378
9	18 747 523		-9 367 077	-3 122 359
10	20 830 581		-7 284 019	-2 428 006

*с учетом тарифа водоснабжение и водоотведение с 01.04.2026 год.

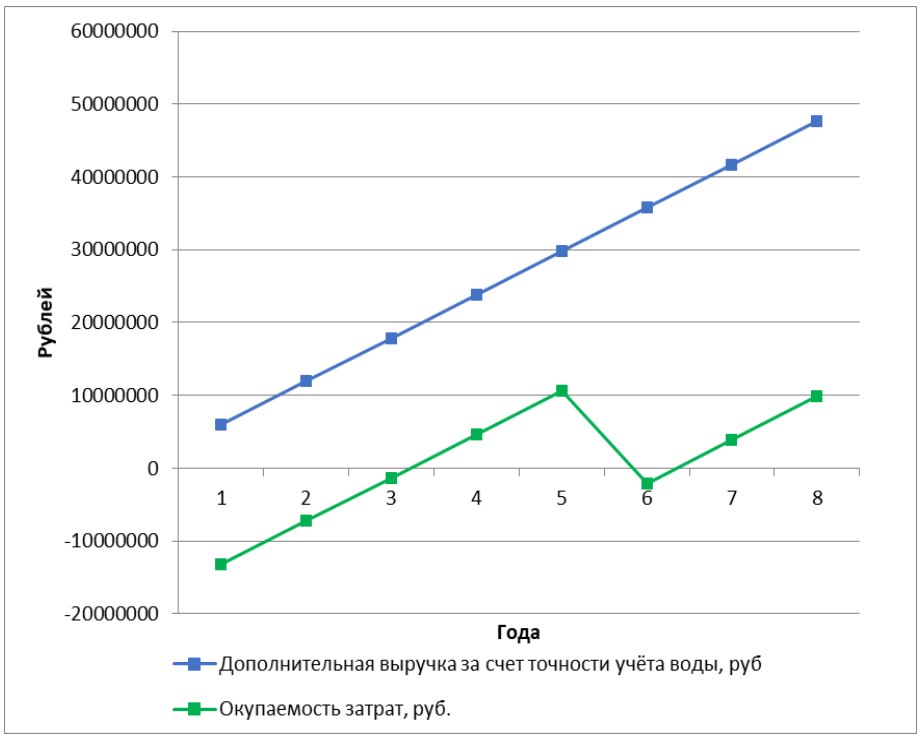


Рисунок 11 – Расчёт эффективности дополнительных капитальных вложений г. Минска.

Проведённый расчёт эффективности дополнительных капитальных вложений в интеллектуальные приборы учёта воды (ИПУ) в г. Минске на основе исходных данных (таблица 10) и расчётов (таблица 11, рисунок 11) позволяет сделать следующие выводы:

1. Срок окупаемости дополнительных вложений не достигается в пределах 10 лет. На всём горизонте расчёта (10 лет) накопленная окупаемость затрат остаётся отрицательной. На конец 10-го года показатель составляет -7 284 019 руб. (или -2 428 006 долл. США). Наиболее близкое к нулю значение фиксируется на 5-м году (-7 010 510 руб.), однако положительной величины накопленная выгода ни разу не достигает.

2. Основная причина низкой эффективности — малый объём неоплаченной воды в абсолютном выражении. Объём неоплаченной воды в г. Минске составляет 4 813 700 м³/год (2,86% от общего объёма бытового потребления), что в денежном эквиваленте при тарифе 3,16 руб./м³ даёт 15 211 292 руб. потенциальной дополнительной выручки при 100% точности учёта. Однако годовая выгода от поэтапного внедрения (с учётом срока замены 7,3 года) равна лишь 2 083 058 руб./год, что недостаточно для компенсации ежегодных затрат на замену и обслуживание ИПУ.

3. Значительные первоначальные затраты на ИПУ и отсутствие компенсации дельты стоимости за счёт экономии воды. За первые 5 лет затраты на интеллектуальные ПУ (с учётом дельты стоимости 54,15 руб. и

передачи данных 15 руб.) составляют 17 425 800 руб. На 6-м году требуются дополнительные затраты на ТО, поверку и передачу данных в размере 10 684 800 руб., что увеличивает общие затраты на 6-й год до 28 110 600 руб. Даже с учётом ежегодной дополнительной выручки накопленный дефицит к концу 10-го года сохраняется.

4. Положительный экономический эффект от внедрения интеллектуальных ПУ в г. Минске возможен только при условии:

- увеличения тарифа на водоснабжение и водоотведение;
- роста доли неоплаченной воды (небаланса);
- снижения стоимости интеллектуальных приборов или затрат на их обслуживание;
- или введения дополнительных стимулирующих механизмов (штрафы за небаланс, субсидии на «умные» приборы учёта).

Таким образом, в г. Минске замена механических приборов учёта на интеллектуальные в рассмотренных экономических условиях не окупается в пределах 10-летнего горизонта планирования за счёт эффекта сокращения небаланса воды.

Замена ИПУ в квартирах потребителей на более высокий класс точности с дистанционным съемом показаний в целом по стране.

Для расчета неоплаченная воды в Республике Беларусь (5,63%), $м^3$/год находим % от общего объема. Общий объем бытового потребления воды в стране оценивается в 449,6 млн. $м^3$/год в том числе в городе Минске 129,12 млн. $м^3$/год. Для Республики Беларусь без учета Минска общий объем бытового потребления воды равен 320 478 400 $м^3$/год.

формула расчета процента:

$$320\ 478\ 400 \times 0{,}0563 = 18\ 042\ 933{,}92\ м^3/год$$

Таким образом, 5,63% = 18 043 млн. $м^3$ в год.

2. Переводим объем в денежный эквивалент, тариф для Республики Беларусь за водоснабжение и водоотведение 1 $м^3$ 4,5634 бел. руб.:

$$18\ 042\ 933{,}92 \times 4{,}5634 = 82\ 337\ 124{,}65 бел.\ руб.$$

Рассчитаем экономию неоплаченной воды за счет установки интеллектуальных ПУ, в год в бел. руб., для этого нам необходимо взять общее количество установленных приборов механических в РБ 7 955 203 в том числе г. Минск 2 034 158 вычитаем, получаем разницу механических приборов учета в Регионах равную 5 921 045 механических приборов учета. Также необходимо указать количество Интеллектуальных приборов учета. В РБ их количество составляет 333 478, в том числе в городе Минске 193 957 штук. Получаем разницу интеллектуальных приборов учета в Регионах равную 139 521 штук. Рассчитаем срок полной замены лет для того что бы

заменить все механические приборы учета с механических на интеллектуальные, всего 5 921 045 вычитаем 139 521 интеллектуальный ПУ так как они уже установлены, получаем число равное 5 781 524 а всего механических приборов учета в год меняем 1 038 000 приборов. Таким образом, получаем срок замены в 5,57 лет округлим до 6 лет. Рассчитаем выгоду оплаченной воды за счет по годового внедрения интеллектуальных приборов учета. 18 042 933,92 м³ в год. разделим на 5,57 лет . (взяли именно 5,57 лет, так как на 6 году надо будет установить всего 591660 штук что равно 0,57 года в нашем расчёте). Получаем 3 239 400 м³ в год., или в рублях 14 782 650,90 бел. руб.

Исходные данные представлены в таблице 12 [14, 15].

Таблица 12 – Исходные данные для расчёта ПУ по Республике.

Ежегодный план замены в Республике Беларусь, штук.	1 038 000
Срок полной замены, лет.	6
Стоимость Интеллектуального ИПУ (без НДС). руб/шт.	93
Стоимость механического ПУ (без НДС). руб/шт.	38.85
Дельта стоимости интеллектуального ИПУ и механических ПУ, руб/шт.	54,15
Затраты на передачу данных и ПО без НДС на 5 лет. Будет включено к стоимости ИПУ. руб.	15 первые 5 лет 15 вторые 5 лет после поверки
Испытание/поверка очередную поверку ИПУ, руб	6.04
настройка модуля (ПНР АСКУВ)	7
Техническое обслуживание интеллектуального ПУ после окончания первой межповерки. (без НДС), руб.	ТО мех 12,82 + 40 стоимость (батарейки, лока и замены) Итого: 52,82
Техническое обслуживание механического ПУ после окончания первой межповерки. (без НДС), руб.	32,42
Дельта затрат на ТО после окончания первой межповерки. (без НДС), руб.	20,40
Тариф водоснабжение и водоотведение с 01.04.2026 год. Средняя по региону руб./м^3	2,4626 / 2,101 Итого 4,5634
Неоплаченная вода м^3/год в Республике Беларусь (5,63%).	18 042 933,92 м^3/год 82 337 125 бел. руб.
Годовая выгода оплаченной воды за счет по годового внедрения м^3/год в Республике Беларусь (5,63%).	3 239 400 м^3/год 14 782 650,90 бел. руб.

Для оценки экономической эффективности внедрения индивидуальных приборов учёта воды выполнен расчёт денежных потоков на горизонте 10 лет в масштабе 1 038 000 точек учёта (в целом по Республике Беларусь, исключая г. Минск). Исходные параметры модели основаны на предоставленных данных и результатах расчёта для одной квартиры. В таблице 13 представлены итоги оценки эффективности дополнительных капитальных вложений, а на рисунке 13 — соответствующий график расчёта.

Также рассчитаем затраты на интеллектуальные приборы учёта (ИПУ) для первых 5 лет использования. Для этого возьмём ежегодный план замены в Республике (1 038 000 штук) и умножим его на сумму следующих затрат на один прибор: дельта стоимости интеллектуального ИПУ по сравнению с механическим ПУ (54,15 руб.), затраты на передачу данных и программное обеспечение без НДС на 5 лет (15 руб.), Итого на один прибор: 54,15 + 15 = 69,15 руб. Общие затраты за первые 5 лет составят: 69,15 × 1 038 000 = 71 777 700 руб.

На 6-м году появляются дополнительные затраты. К ранее рассчитанной сумме добавляем дельту расходов на техническое обслуживание умного прибора с вычетом ТО механического прибора учета после окончания первой межповерки (20,40 руб.) и затраты на передачу данных и ПО без НДС на следующие 5 лет (15 руб.)., а также на настройку модуля (7р). Дополнительные расходы на один прибор: 20,40 + 15+7 = 42,4 руб. На все приборы: 42,4 × 1 038 000 = 44 011 200 руб. Таким образом, общие затраты на 6-й год составят: 71 777 700+ 44 011 200 =115 788 900 руб.

Таблица 13 – Расчёт эффективности дополнительных капитальных вложений в масштабе Республики Беларусь без учета г. Минска.

Года	Дополнительная выручка за счет точности учёта воды, руб	Затраты на ИПУ	Окупаемость затрат, руб.	Окупаемость затрат доллары.
1	14 782 678	71 777 700	-56 995 022	-18 998 341
2	29 565 356		-42 212 344	-14 070 781
3	44 348 034		-27 429 666	-9 143 222
4	59 130 712		-12 646 988	-4 215 663
5	73 913 390		2 135 690	711 897
6	88 696 068	115 788 900	-27 092 832	-9 030 944
7	103 478 746		-12 310 154	-4 103 385
8	118 261 424		2 472 524	824 175
9	133 044 102		17 255 202	5 751 734
10	147 826 780		32 037 880	10 679 293

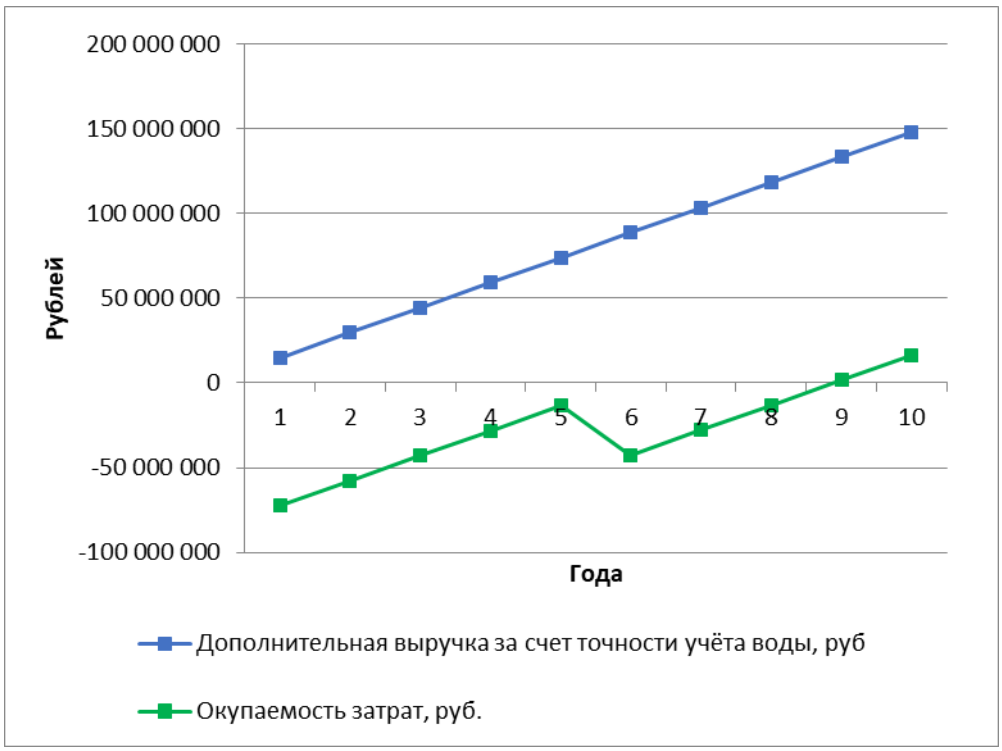


Рисунок 12 – Результаты расчета эффективности дополнительных капитальных вложений в масштабе Республики Беларусь.

Выводы по результатам расчёта в масштабах Республики Беларусь без учета г. Минска

Проведённый расчёт эффективности дополнительных капитальных вложений в масштабе Республики Беларусь (1 038 000 приборов учёта в год, всего заменяемый фонд 5 921 045 механических ПУ, с учётом уже установленных 139 521 интеллектуальных ПУ) показывает следующее:

1. Срок окупаемости дополнительных вложений наступает между 5-м и 6-м годом. На конец 5-го года накопленная окупаемость затрат становится положительной и составляет 2 135 690 руб. (711 897 долл. США). К концу 4-го года показатель ещё отрицательный (–12 646 988 руб.), а полная замена механических приборов на интеллектуальные занимает 6 лет при ежегодной замене 1 038 000 шт.

2. В масштабах Республики Беларусь (без Минска) экономическая эффективность определяется значительным объёмом неоплаченной воды. Годовой объём неоплаченной воды составляет 18 043 933,92 м³, что в денежном выражении при тарифе 4,5634 бел. руб./м³ даёт 82 337 125 бел. руб. потенциальной дополнительной выручки. При поэтапном внедрении интеллектуальных ПУ годовая выгода от оплаченной воды за счёт замены оценивается в 3 239 400 м³/год или 14 782 651 бел. руб./год.

3. На 6-м году возникают дополнительные затраты на ТО, передачу данных и настройку модуля. На один прибор дополнительные расходы

составляют 73,86 руб. (включая дельту ТО 20,40 руб., передачу данных 15 руб., настройку модуля 7 руб.). На все ежегодно заменяемые приборы (1 038 000 шт.) это даёт 44 011 200, что приводит к временному снижению накопленной окупаемости на 6-й год до -27 092 832 руб. Однако уже к концу 7-го года отрицательное значение идет к снижению и становится положительным к концу 8-го года накопленная окупаемость достигает +2 472 524 руб.

4. К концу 10-го года накопленная окупаемость затрат составляет 32 037 880 руб. (10 679 293 долл. США). Это означает, что каждый рубль дополнительных вложений в интеллектуальные приборы учёта (по сравнению с механическими) не только окупается, но и обеспечивает устойчивый экономический эффект для ресурсоснабжающей организации за счёт сокращения небаланса воды.

5. Основным драйвером эффективности является сокращение потерь от неоплаченной воды (5,63% от общего объёма бытового потребления в регионах). Прямая экономия воды жильцами не является определяющей для окупаемости проекта на уровне ресурсоснабжающей организации — ключевой фактор — перевод ранее неоплаченных объёмов в оплачиваемые за счёт повышения точности учёта.

Общий вывод по Республике Беларусь

Проведённый анализ эффективности дополнительных капитальных вложений в интеллектуальные приборы учёта воды (ИПУ) показал разнонаправленные результаты для г. Минска и для регионов Республики Беларусь (без учёта г. Минска), что обусловлено различиями в абсолютных объёмах неоплаченной воды и масштабах внедрения.

По регионам Республики Беларусь (без Минска) проект является экономически эффективным. Срок окупаемости дополнительных вложений наступает между 5-м и 6-м годом, а к концу 10-го года накопленная окупаемость достигает 32 037 880 бел. руб. (10 679 293 долл. США). Драйвером эффективности выступает значительный абсолютный объём неоплаченной воды — 18 043 934 м³/год (5,63%), что при поэтапной замене приборов обеспечивает устойчивый положительный денежный поток для ресурсоснабжающей организации.

По г. Минску в рассмотренных экономических условиях (неоплаченная вода — 4 813 700 м³/год, годовая выгода от внедрения — 2 083 058 бел. руб., затраты на ИПУ за первые 5 лет — 17 425 800 бел. руб.) окупаемость дополнительных вложений не достигается в пределах 10 лет. На конец 10-го года накопленная окупаемость остаётся отрицательной и составляет –7 284

019 бел. руб. Положительный эффект в г. Минске возможен только при увеличении тарифа, росте доли небаланса, снижении стоимости ИПУ или введении дополнительных стимулирующих механизмов.

Общая оценка по Республике Беларусь (с учётом и регионов, и г. Минска) показывает, что совокупный эффект проекта определяется эффектом масштаба в регионах. Несмотря на отрицательную динамику по Минску, в масштабах всей страны (исключая Минск) проект остаётся экономически оправданным при горизонте планирования 8 лет и более.

Таким образом, массовое внедрение интеллектуальных приборов учёта воды целесообразно и экономически эффективно для Республики Беларусь при реализации в регионах с высоким абсолютным небалансом. Для г. Минска требуется дополнительная проработка экономических условий или поиск альтернативных механизмов повышения эффективности проекта. С учётом организационных и социальных эффектов (дистанционный съём показаний, снижение нагрузки на персонал, прозрачность начислений) проект в целом по республике может быть признан обоснованным.

2.4 Адаптивно-активные сети снабжения коммунальными ресурсами

Активно-адаптивная сеть — это система, в которой электрическая сеть из пассивной подсистемы превращается в активный элемент, параметры и характеристики которого изменяются в реальном времени в зависимости от режимов работы электроэнергетической системы [15-17]. Адаптивно-активные сети снабжения коммунальными ресурсами представляют собой интеллектуальные системы, способные гибко реагировать на изменения в потреблении и внешних условиях. Они используют передовые технологии для эффективного распределения энергии, воды, тепла и других ресурсов. Рассмотрим ключевые решения, которые уже применяются в этой области.

1. Интеллектуальные энергетические сети (Smart Grids). Такие сети оснащены датчиками и системами автоматического управления, которые отслеживают нагрузку и состояние оборудования в режиме реального времени. Они способны самостоятельно перераспределять энергию, чтобы избежать перегрузок и минимизировать риски аварий. Важным элементом является интеграция альтернативных источников энергии, таких как солнечные батареи или ветрогенераторы.

2. Технологии Интернета вещей. Умные счетчики, установленные у потребителей, передают данные о расходе ресурсов, что позволяет оперативно анализировать и прогнозировать потребление. На основе этих

данных системы могут автоматически корректировать подачу ресурсов, снижая потери.

3. Цифровые двойники. Это виртуальные копии физических сетей, которые используются для моделирования различных сценариев работы. С их помощью можно заранее выявлять потенциальные проблемы и оптимизировать процессы эксплуатации.

4. Искусственный интеллект и машинное обучение. Алгоритмы анализируют большие объемы данных, выявляя закономерности в потреблении ресурсов. Это позволяет прогнозировать пиковые нагрузки, предотвращать аварии и планировать ремонтные работы.

5. Микросети. Локальные энергетические системы, которые могут работать как независимо, так и в составе общей сети. Они обеспечивают устойчивость к сбоям и позволяют использовать местные источники энергии.

6. Системы накопления энергии. Современные аккумуляторы и другие технологии хранения энергии помогают сохранять излишки для использования в периоды высокого спроса.

7. Блокчейн-технологии. Обеспечивают прозрачность и безопасность в управлении данными о потреблении ресурсов. Умные контракты автоматизируют расчеты между поставщиками и потребителями.

8. Адаптивные системы водоснабжения

Умные системы контроля утечек и давления в трубопроводах помогают минимизировать потери воды. Оптимизация расхода воды происходит на основе анализа данных о потреблении.

Преимущества таких систем:

- Повышение надежности и устойчивости коммунальных сетей.
- Снижение потерь ресурсов и затрат на их производство.
- Улучшение экологической ситуации за счет рационального использования энергии.
- Экономия для потребителей и поставщиков.

Эти технологии активно внедряются в рамках концепции «умных городов» и становятся неотъемлемой частью современных коммунальных систем.

Адаптивно-активные сети снабжения коммунальными ресурсами представляют собой интеграцию цифровых технологий с традиционной инфраструктурой, что позволяет обеспечить гибкое и устойчивое управление ресурсами в условиях изменяющихся потребностей и внешних факторов.

Цифровые двойники являются ключевым элементом таких систем, представляя собой виртуальные модели физических объектов, которые

позволяют в реальном времени отслеживать состояние инфраструктуры, прогнозировать поведение систем и оптимизировать их работу. Они обеспечивают возможность проведения сценарного анализа и предиктивного обслуживания, что повышает надежность и эффективность эксплуатации сетей.

Интеграция Интернета вещей (IoT) позволяет собирать данные с различных датчиков, установленных в системах водоснабжения, электроснабжения и других коммунальных службах. Эти данные используются для мониторинга потребления ресурсов, выявления аномалий и принятия оперативных решений по управлению системами.

Искусственный интеллект и машинное обучение играют важную роль в анализе больших объемов данных, полученных от IoT-устройств. Они позволяют выявлять скрытые закономерности, прогнозировать пиковые нагрузки и оптимизировать распределение ресурсов, что способствует снижению потерь и повышению эффективности систем.

Микросети, или локальные энергетические системы, обеспечивают автономное функционирование в случае сбоев в основной сети и позволяют интегрировать возобновляемые источники энергии, такие как солнечные панели и ветрогенераторы. Это повышает устойчивость энергоснабжения и способствует децентрализации энергетической инфраструктуры [18].

Системы накопления энергии, включая современные аккумуляторы, позволяют сохранять избыточную энергию для использования в периоды повышенного спроса. Это способствует балансировке нагрузки и повышает надежность энергоснабжения.

Адаптивные системы водоснабжения, оснащенные умными счетчиками и датчиками давления, позволяют оперативно выявлять утечки и оптимизировать подачу воды в зависимости от потребностей. Это способствует снижению потерь и более рациональному использованию водных ресурсов.

Внедрение этих технологий в рамках концепции "умных городов" способствует повышению устойчивости и эффективности коммунальных систем, снижению затрат и улучшению качества обслуживания населения.

Ниже приведены конкретные примеры внедрения адаптивно-активных сетей снабжения коммунальными ресурсами в различных странах, демонстрирующие практическое применение технологий, описанных ранее.

1. Микросети и виртуальные электростанции

В штате Колорадо, США, реализован проект Basalt Vista, где каждое жилье оснащено солнечными панелями, зарядными станциями для электромобилей и аккумуляторными батареями. Эти дома объединены в

микросеть, способную автономно управлять распределением энергии, функционируя как виртуальная электростанция. Система обеспечивает устойчивое и эффективное энергоснабжение, снижая зависимость от центральной сети [19].

В Вермонте компания Green Mountain Power внедрила программу установки домашних аккумуляторов, позволяющих хранить избыточную энергию и использовать ее в периоды пикового спроса. Это повышает надежность энергоснабжения и способствует децентрализации энергетической инфраструктуры [20].

2. Цифровые двойники и искусственный интеллект

Города, такие как Хьюстон, Сингапур и Амстердам, используют цифровые двойники для моделирования и управления городской инфраструктурой. Эти виртуальные модели позволяют в реальном времени отслеживать состояние систем водоснабжения, электроснабжения и транспорта, а также прогнозировать и предотвращать возможные сбои. Искусственный интеллект анализирует большие объемы данных, обеспечивая оптимизацию работы коммунальных служб.

3. Умные водоснабжающие системы

Есть мысль в разработке системы, объединяющая технологии Интернета вещей, машинного обучения и информационное 3D моделирование для управления водоснабжением. Датчики собирают данные о потреблении и утечках воды, которые анализируются алгоритмами машинного обучения для выявления аномалий. Блокчейн обеспечивает прозрачность и безопасность хранения данных, а цифровые двойники позволяют моделировать и оптимизировать работу системы.

4. Смарт-гриды и автоматизированное управление

В Чаттануге, штат Теннесси, компания EPB внедрила смарт-грид, основанный на 100% волоконно-оптической сети. Система включает более 200 000 датчиков и интеллектуальных устройств, позволяющих автоматически перераспределять энергию и быстро реагировать на сбои. Это значительно повысило надежность электроснабжения и сократило количество отключений [21].

5. Блокчейн и пиринговая торговля энергией

В рамках исследований разработана модель, позволяющая потребителям напрямую торговать энергией между собой с использованием блокчейн-технологий. Это обеспечивает прозрачность и безопасность транзакций, а также способствует более эффективному использованию распределенных источников энергии, таких как солнечные панели и ветрогенераторы [22].

6. Республика Беларусь: цифровая подстанция в Могилёве

В Республике Беларусь реализовано пять проектов цифровых подстанций, включая первую в стране подстанцию класса напряжения 330 кВ в Могилёве. Эта подстанция использует технологии Smart Grid, обеспечивая интеллектуальное управление распределением электроэнергии и повышая надежность электроснабжения. Кроме того, в стране внедрены автоматизированные системы учета электроэнергии (АСКУЭ), охватывающие около 600 000 абонентов, что способствует более эффективному контролю и управлению потреблением энергии [23].

7. Россия: проекты ПАО «Россети»

ПАО «Россети» реализует проекты по созданию активно-адаптивных сетей на базе интеллектуальных городских районных электрических сетей (РЭС). В рамках этих проектов внедряются высокоавтоматизированные подстанции с дистанционным управлением, интеллектуальные устройства релейной защиты и автоматики, а также автоматизированные системы управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования. Это позволяет повысить эффективность бизнес-процессов и обеспечить надежное электроснабжение потребителей [24].

8. Москва: внедрение IoT в сфере ЖКХ

Москва активно внедряет технологии Интернета вещей в различные сферы городской инфраструктуры, включая жилищно-коммунальное хозяйство. Применение IoT позволяет осуществлять мониторинг и управление коммунальными ресурсами, оптимизировать расходы на электроэнергию, воду и газ, а также автоматизировать системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для обеспечения комфортных условий проживания [25].

9. Европа: проект SmartSantander в Испании

В городе Сантандер, Испания, реализуется проект SmartSantander, представляющий собой масштабную экспериментальную платформу для тестирования технологий Интернета вещей в условиях реального города. В рамках проекта установлено множество IoT-устройств, обеспечивающих сбор данных о различных аспектах городской жизни, включая энергопотребление, что позволяет оптимизировать управление коммунальными ресурсами и повышать качество предоставляемых услуг [26].

Эти примеры демонстрируют, как современные технологии трансформируют традиционные коммунальные системы, повышая их эффективность, устойчивость и адаптивность к изменяющимся условиям. А также данные примеры демонстрируют успешное применение адаптивно-

активных сетей снабжения коммунальными ресурсами, способствующее повышению эффективности, надежности и устойчивости городской инфраструктуры.

2.5 Повышение квалификации при работе с системами СДСП, структурные изменения в ресурсоснабжающих организациях

Внедрение систем дистанционного съёма показаний (СДСП) представляет собой комплексный процесс технологической модернизации, требующий синхронных изменений в кадровой политике и организационной структуре ресурсоснабжающих организаций (РСО). Данный переход сопряжён не только с обновлением технической инфраструктуры, но и с необходимостью формирования новых профессиональных компетенций у персонала, а также с реструктуризацией бизнес-процессов и внутренних подразделений. Успешная реализация проекта цифровизации учёта ресурсов находится в прямой зависимости от степени скоординированности указанных направлений.

2.5.1 Модернизация оборудования

Техническая основа внедрения СДСП заключается в масштабной модернизации парка приборов учёта и создании сопутствующей инфраструктуры передачи и обработки данных. Этот процесс включает замену механических ПУ на интеллектуальные устройства, оснащённые модулями беспроводной связи (LoRaWAN, NB-IoT, GSM), развёртывание сети базовых станций и шлюзов, а также внедрение специализированного программного обеспечения для агрегации, хранения и анализа информации (АИИС КУР, АСКУЭ/АСТУЭ). С технической точки зрения, внедрение СДСП позволяет перейти от дискретного, эпизодического сбора данных к непрерывному мониторингу потребления ресурсов в режиме, близком к реальному времени.

С организационной стороны реализация данных технических решений неизбежно влечёт за собой структурные изменения. Традиционная линейная структура, ориентированная на эксплуатацию аналоговых сетей и ручной сбор показаний, требует адаптации. Возникает необходимость в формировании новых или реорганизации существующих подразделений, ответственных за цифровую экосистему. Ключевым элементом становится создание Центра обработки и мониторинга данных (ЦИД), в функции которого входит обеспечение бесперебойной работы системы связи, контроль целостности и безопасности информационных потоков, а также первичный анализ поступающих данных на предмет аномалий и технических

сбоев. Кадровое обеспечение данного направления предполагает существенное повышение квалификации инженерно-технического персонала. Образовательные программы должны быть ориентированы на изучение принципов работы нового оборудования, основ сетевых технологий, вопросов кибербезопасности и методологии диагностики неисправностей в системах СДСП. Без соответствующей подготовки технических специалистов эффективная эксплуатация сложной цифровой инфраструктуры становится невозможной.

2.5.2 Повышение заработной платы

Технологический сдвиг кардинально меняет требования к профессиональным компетенциям сотрудников РСО, что должно найти адекватное отражение в системе оплаты труда и кадровой политике. Происходит трансформация характера труда: должности контролёров-счётчиков, основанные на физическом обходе объектов, эволюционируют в позиции операторов мониторинговых центров и аналитиков данных. Данные специалисты осуществляют дистанционный контроль за показаниями, выявляют отклонения с помощью специализированного программного обеспечения и инициируют реагирование, что требует навыков работы с цифровыми платформами, аналитического мышления и понимания основ метрологии. Сотрудниками РСО (ресурсоснабжающих организаций) подразумевается широкий спектр специалистов, занятых в организациях, осуществляющих снабжение потребителей коммунальными ресурсами — водой, теплом, электроэнергией, газом. Конкретный состав варьируется в зависимости от типа ресурса и структуры самой организации (например, «Водоканал», «Теплосеть», электросетевая компания).

Следствием данного процесса является изменение кадрового состава. При потенциальном сокращении численности персонала, занятого рутинными операциями по сбору данных, возрастает потребность в высококвалифицированных кадрах в области информационных технологий, сетевой инженерии и анализа данных. Это обуславливает необходимость пересмотра системы оплаты труда. Традиционные повременные или сдельные схемы уступают место моделям, учитывающим сложность решаемых задач, уровень ответственности и достижение ключевых показателей эффективности (KPI). Заработная плата сотрудников цифровых подразделений (ЦИД, отделы аналитики) должна быть привязана к таким метрикам, как доступность системы (uptime), скорость устранения инцидентов, точность данных и достижение плановых показателей по снижению коммерческих и технических потерь.

Кадровая политика в данных условиях должна быть нацелена на две параллельные задачи: реализацию программ переподготовки и повышения квалификации для существующего персонала с целью его адаптации к новым ролям, а также на привлечение на рынок труда специалистов с уже сформированными цифровыми компетенциями. Инвестиции в человеческий капитал становятся критически важным элементом экономического обоснования всего проекта внедрения СДСП.

2.5.3 Точный учет ресурсов

Главным технологическим результатом внедрения СДСП является обеспечение точного, детализированного и оперативного учёта потребления ресурсов. Этот результат служит фундаментом для трансформации ключевых бизнес-процессов РСО. Автоматическая передача показаний в биллинговые системы полностью исключает ошибки, связанные с человеческим фактором на этапе сбора и ввода данных, что приводит к минимизации коммерческих небалансов, ускорению процесса выписки счетов и снижению операционных издержек на их обработку.

На уровне организационной структуры это приводит к усилению и возможной реорганизации финансово-экономического блока и расчётных отделов. Наличие детализированных и достоверных данных за продолжительные периоды создаёт предпосылки для внедрения более гибких и обоснованных тарифных моделей, проведения глубокого анализа структуры потребления по различным сегментам абонентской базы и прогнозирования нагрузок.

Кроме того, системы СДСП позволяют перевести работу аварийно-диспетчерских служб из реактивного режима, основанного на обработке жалоб абонентов, в режим проактивного управления сетью. Алгоритмы автоматического детектирования аномалий (нулевое потребление, непрерывный расход, характерный для утечек) позволяют выявлять проблемы на объектах до момента поступления обращения от потребителя. Это требует от диспетчерского персонала овладения навыками работы с аналитическими интерфейсами платформ СДСП, умения интерпретировать автоматически генерируемые оповещения и принимать оперативные решения на основе данных.

2.5.4 Экономия ресурсов

Конечным целевым эффектом внедрения СДСП является достижение прямой экономии ресурсов (воды, тепловой и электрической энергии) за счёт сокращения как коммерческих, так и физических (аварийных) потерь. Этот экономический эффект является основным драйвером, оправдывающим

капитальные вложения и стимулирующим дальнейшие организационные преобразования.

Для систематической работы по энергосбережению и снижению потерь в структуре РСО может быть сформировано отдельное профильное подразделение — служба энергоменеджмента или отдел повышения эффективности. Функциональной задачей такого подразделения является углублённый анализ данных, поступающих от систем СДСП, с целью идентификации сетевых участков и объектов с аномально высокими удельными потерями, обоснования приоритетности ремонтно-восстановительных работ и контроля результативности реализуемых мероприятий.

Наличие объективных данных точного учёта позволяет произвести пересмотр инвестиционных программ. Капитальные вложения распределяются не равномерно или на основе экспертных оценок, а точечно, направляясь на реконструкцию и модернизацию конкретных, выявленных на основе данных, проблемных зон. Это значительно повышает эффективность использования финансовых средств. Дополнительная экономия достигается за счёт снижения прямых операционных расходов: затрат на транспортное обслуживание обходчиков, фонд оплаты труда для данного персонала и расходы на обработку бумажных документов.

Профессиональная подготовка специалистов, задействованных в данном направлении, должна включать освоение методов анализа больших данных (data-driven analysis), основ гидравлического и теплового моделирования инженерных сетей на основе актуальных режимных параметров, а также методик расчёта экономического эффекта и срока окупаемости планируемых мероприятий.

Таким образом, внедрение систем дистанционного съёма показаний инициирует глубокую трансформацию ресурсоснабжающих организаций, затрагивающую как технологический фундамент, так и организационно-управленческую надстройку. Ключевым фактором успеха становится синхронность процессов технической модернизации, структурной реорганизации и масштабной работы по повышению квалификации персонала. Инвестиции в развитие человеческого капитала и создание новых организационных единиц, ориентированных на работу с цифровыми данными, являются необходимым условием для перехода от эксплуатации инженерных сетей к интеллектуальному управлению ресурсопотреблением, где основой для принятия решений служат точные данные, а целевым ориентиром — максимальная эффективность и экономия.

3 Оценка комплексной системы «умные города» и рекомендации для внесения изменений в законодательную базу

3.1 Оценка комплексной системы «умный город» в Республике Беларусь

3.1.1 Общие сведения

Система "умные города" в Беларуси представляет собой комплексный подход к цифровизации городской инфраструктуры, ориентированный на повышение качества жизни, эффективности управления и устойчивого развития. Она интегрируется в Государственную программу «Цифровое развитие Беларуси» на 2021-2025 годы, где проект "Умные города Беларуси" включен как один из "проектов будущего". Основные цели: создание единой цифровой экосистемы "цифрового государства", интеграция существующих и перспективных решений (государственных, отраслевых, частных) для обеспечения комфортной среды проживания. Это включает унификацию процессов разработки и взаимодействия систем, снижение "цифрового неравенства" между регионами и внедрение типовой региональной цифровой платформы "Умный город (регион)". К 2025 году проект охватывает областные центры и города с населением свыше 80 тыс. человек, с фокусом на научную, инновационную и образовательную поддержку.

3.1.2 Использование умных решений в городе

Умные решения в белорусских городах охватывают сферы транспорта, безопасности, мониторинга окружающей среды, связи и учета ресурсов. Они основаны на технологиях IoT, 5G, AI и облачных платформах для автоматизации и оптимизации.

Эти технологии активно внедряются в рамках концепции «умных городов» и становятся неотъемлемой частью современных коммунальных систем.

Внедрение технологий «умных городов» в Беларуси определяют:

1. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021-2025 годы.

2. Программа деятельности Правительства Республики Беларусь на период до 2025 года.

3. Указ Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156 «О приоритетных направлениях научной, научно- технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы».

4. Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021-2025 годы.

5. План мероприятий по реализации комплексного «проекта будущего» «Умные города Беларуси».

6. Стандарты «умного города» [27].

В настоящее время в Республике Беларусь реализованы и реализуются следующие «умные решения» для городов:

«Лічба» – государственная образовательная платформа для обучения специалистов государственных органов (организаций), развития компетенций лиц, ответственных за вопросы цифрового развития в государственных органах (организациях).

На образовательной платформе можно пройти специальное тестирование для оценки текущего уровня знаний в сфере цифрового развития. Также, доступен каталог образовательного контента, в котором можно выбрать интересующий курс и пройти обучение. Более того, государственные органы (организации), учреждения образования могут самостоятельно публиковать как бесплатные, так и платные образовательные курсы.

Обучение ориентировано не только на профильных специалистов, большое внимание уделено гражданам, которые хотят научиться работать с современными электронными сервисами, предлагаемыми государством [28].

Национальный геопортал — государственная информационная система, выполняющая роль общей точки доступа к сервисам Национальной инфраструктуры пространственных данных.

Система предоставляет удобный и эффективный поиск, просмотр и совместное использование пространственных данных из государственных информационных ресурсов, информационных систем и других достоверных источников Республики Беларусь, обеспечивая централизованный доступ к данным Национальной инфраструктуры пространственных данных [29].

3.2 Оценка возможностей и перспектив развития системы центров цифровизации как основы развития СДСП

Центры цифровизации в Беларуси, включая Центр перспективных исследований и витрину цифровых проектов, выступают ключевой инфраструктурной и экспертной платформой для развития интегрированных систем дистанционного съема показаний. Их роль напрямую соответствует целям Указа Президента №381 «О цифровом развитии» и Концепции обеспечения цифрового суверенитета Республики Беларусь до 2030 года. Они формируют среду для внедрения и масштабирования систем «умного учета» коммунальных ресурсов, в частности воды, предлагая комплексный подход к решению технологических, нормативных и организационных задач.

Возможности: интеграция с АИС ЖКХ и ЕРИП для автоматизированного биллинга; использование 5G и LoRaWAN для передачи данных; анализ "цифровой зрелости" организаций для рекомендаций по внедрению СДСП. К 2025 году центры обеспечивают охват 97,4 % LTE, с тестированием 5G; витрина проектов мониторит и анализирует умный учет, снижая потери на 10-20 %. Перспективы: стратегия 2026-2030 фокусируется на дата-центрах, PPP и экономике данных (вклад 30 % ВВП к 2035); расширение на регионы для "умных городов" (17 к 2025). Это позволит масштабировать умный учет воды (обязательный для юр.лиц с 2025), интегрируя с мониторингом окружающей среды. Плюсы: экономия ресурсов, рост квалификации (11,5 тыс. обучено в 2024); минусы: региональные диспаритеты в инфраструктуре. Ожидаемый рост: 11-14 % CAGR рынка умных решений.

В рамках своих возможностей центры цифровизации способны оказывать нормативно-правовую поддержку, что особенно актуально для преодоления существующих барьеров. К ним относятся несовершенство нормативной базы, например, положения Постановления Совмина №788, которые не в полной мере обеспечивают обязательную установку приборов с дистанционной передачей данных в новых объектах. Также центрам под силу работать над устранением таких проблем, как отсутствие единых стандартов на транспортный уровень систем дистанционного съема показаний и вопросы устойчивого финансирования их эксплуатации.

С технологической точки зрения центры цифровизации могут стать площадкой для глубокого анализа «цифровой зрелости» ресурсоснабжающих и управляющих организаций с целью выработки адресных дорожных карт по внедрению систем дистанционного учета. Они могут проводить сравнительный анализ и тестирование различных LPWAN-технологий передачи данных, представленных в Беларуси: белорусской разработки NERO UNB, а также международных LoRaWAN и NB-IoT. Такой анализ позволит выбирать оптимальные решения, учитывая стоимость развертывания и эксплуатации, энергоэффективность, технологическую независимость и способность сигнала проникать в сложные условия городской застройки. Важной функцией является обеспечение совместимости компонентов от разных производителей, что является критическим условием для построения бесперебойной инфраструктуры. Кроме того, центры могут координировать интеграцию систем дистанционного съема показаний с государственными информационными системами, такими как АИС «Расчет-ЖКУ», облачными платформами

BeCLOUD и IoTans, а также с системой ЕРИП для создания сквозных автоматизированных процессов расчета и оплаты.

Демонстрационная функция центров, реализуемая через витрину цифровых проектов, позволяет аккумулировать и тиражировать успешный практический опыт. Примером могут служить реализованные проекты в жилых комплексах «Северный берег», «Олимпик Парк», «Минск-Мир», а также в городах Гомель, Гродно и Витебск. Результаты этих проектов доказывают эффективность: собираемость данных с приборов учета возрастает с примерно 75% до 97-98%, потери воды сокращаются с 25% до 10%, процессы учета и биллинга полностью автоматизируются, а платежная дисциплина потребителей повышается. Центры также способствуют кадровому и научному обеспечению отрасли, поддерживая партнерство между бизнесом и образовательными учреждениями, как в случае сотрудничества компании «Неро Электроникс» с Брестским государственным техническим университетом. Это стимулирует подготовку специалистов в области интеллектуальных инженерных систем и развитие отечественных технологических решений.

Текущий технологический контекст в Беларуси создает благоприятные условия для развития. Охват 97.4% территории сетями LTE и активное тестирование технологий 5G закладывают основу для будущих гибридных решений. Однако для массового интернета вещей в сфере ЖКХ наиболее экономически целесообразными остаются энергоэффективные LPWAN-сети, где отечественная технология NERO UNB демонстрирует преимущества в дальности связи до 10 км и высокой надежности сбора данных.

Стратегические перспективы на период 2026-2030 годов сфокусированы на развитии дата-центров, государственно-частного партнерства и экономики данных, вклад которой планируется довести до 30% ВВП к 2035 году. Территориальное расширение проектов «умных городов», цель по созданию 17 таких городов к 2025 году, станет драйвером для масштабирования систем дистанционного учета. Это включает введение обязательного дистанционного учета воды для юридических лиц с 2025 года. Будущее также видится в организации комплексного учета всех коммунальных ресурсов — воды, тепла, газа и электроэнергии — на единой технологической инфраструктуре, что успешно апробировано в проекте «Северный берег» с интеграцией счетчиков тепла.

Ожидаемые положительные эффекты от масштабирования систем дистанционного учета при поддержке центров цифровизации значительны. Они включают экономию ресурсов, где внедрение может сократить потребление воды до 24.1%, существенное снижение коммерческих потерь,

полную автоматизацию расчетов, рост прозрачности и осведомленности потребителей, а также повышение квалификации кадров, что подтверждается обучением 11.5 тысяч специалистов в 2024 году.

Однако существуют и вызовы, которые необходимо учитывать. К ним относятся региональные диспропорции в развитии инфраструктуры и доступности финансирования, сохраняющаяся фрагментарность нормативной базы, необходимость долгосрочных инвестиций в создание подменного фонда интеллектуальных приборов и организацию их поверки, а также инерция некоторых участников рынка, не заинтересованных в прозрачной экономии ресурсов.

Учитывая комплекс государственных инициатив по цифровизации, доказанную эффективность пилотных проектов и растущую потребность в оптимизации управления жилищно-коммунальным хозяйством, прогнозируется устойчивый рост рынка интеллектуальных решений для ЖКХ в Беларуси. Ожидается, что среднегодовой темп роста данного рынка может составить 11-14%.

В заключение, центры цифровизации в Беларуси обладают значительным и еще не полностью раскрытым потенциалом для того, чтобы стать катализатором развития национальной системы дистанционного учета коммунальных ресурсов. Выступая в роли интеграторов, нормативных драйверов и центров компетенций, они способны к 2030 году обеспечить создание масштабируемой, технологически независимой и экономически эффективной инфраструктуры «умного учета». Это станет весомым вкладом в укрепление цифрового суверенитета и достижение целей устойчивого развития Республики Беларусь.

3.3 Рекомендации по внесению изменений в законодательную базу

Текущее законодательство (Водный кодекс РБ №191-З, Постановление Совмина №788 от 2016, №85 от 2024) регулирует учет воды, но фокус на санитарных нормах и общих приборах; дистанционный учет обязателен для новых приборов юр.лиц, но не для всех.

На основе анализа существующих нормативных актов, рекомендации по совершенствованию законодательной базы для развития Систем Дистанционного Съема Показаний (СДСП) водопотребления можно дополнить и детализировать. Ключевой вывод — отсутствие единых стандартов и четких требований к инфраструктуре СДСП является одним из основных сдерживающих факторов. Рекомендации по изменениям для развития СДСП водопотребления представлены в виде таблицы 14.

Таблица 14 – Рекомендации по изменениям для развития СДСП водопотребления.

Уровень правовых актов	Предлагаемые изменения	Возможные сроки разработки и внедрения	Обоснование
1	2	3	4
Республиканские (Водный кодекс РБ, изменения в ст. 90 "Государственный учет вод")	1. Четко закрепить обязательность оснащения всех вновь устанавливаемых и заменяемых приборов учета воды системами дистанционной передачи данных (СДСП), уточнив требования Указа №381 и Постановления №788. 2. Ввести понятие «транспортный уровень СДСП» и утвердить национальные приоритеты (в т.ч. поддержка белорусских технологий, таких как NERO UNB, наравне с LoRaWAN/NB-IoT) для обеспечения совместимости оборудования. 3. Установить обязательную интеграцию данных СДСП с государственными платформами (АИС «Расчет-ЖКУ», BeCLOUD) через центры цифровизации.	Разработка: 2026 (проект в Палате представителей). Внедрение: 2027 (с переходным периодом 1-2 года для существующего фонда).	Устранит правовую неопределенность, усилит точный учет и снизит коммерческие потери (до 10%, согласно данным внедрений). Соответствует Концепции цифрового суверенитета и стратегии 2026–2030.
Республиканские (Постановление Совмина №788 "Правила пользования системами водоснабжения")	1. Детализировать требования к архитектуре СДСП: обязательное наличие трех уровней (приборы учета, устройства сбора/передачи, серверное ПО), минимальные требования к собираемости данных (не менее 95%), защите от несанкционированного вмешательства. 2. Установить норму включения в проектно-сметную документацию нового строительства и капремонта полной стоимости работ по пусконаладке СДСП, а не только стоимости приборов. 3. Ввести механизм финансовой поддержки (субсидии, льготные кредиты) для ресурсоснабжающих организаций на создание и обслуживание инфраструктуры СДСП, особенно в регионах.	Разработка: I квартал 2026 (актуализация постановления). Внедрение: II квартал 2027.	Обеспечит унификацию и технологическую целостность систем, предотвратит фрагментарные и несовместимые решения. Снизит скрытые затраты и стимулирует внедрение. Соответствует требованию «обеспечения диспетчеризации» для ввода зданий в эксплуатацию.

Продолжение таблицы 14.

1	2	3	4
Региональные (Решения исполкомов, напр. Мингорисполкома)	1. Утвердить целевые показатели по охвату СДСП для многоквартирного жилого фонда (например, 100% для новостроек, 70% для существующего фонда к 2030 г.) в рамках программ «умный город». 2. Создать пилотные зоны обязательного внедрения в новых микрорайонах (по аналогии с ЖК «Северный берег») с использованием комплексных решений на белорусском оборудовании. 3. Стимулировать ТСЖ и управляющие компании через тарифное регулирование к внедрению общедомовых СДСП.	Разработка: 2026 (в 17 регионах, синхронизировано с Минстройархитектуры). Внедрение: 2027–2028 (поэтапно).	Адаптирует общие требования к локальным условиям и инфраструктуре. Ускорит тиражирование успешных практик, заложенных в витрине цифровых проектов. Позволит отработать модели финансирования.
Республиканские (СТБ, СанПиН)	1. Разработать и утвердить Государственный стандарт (СТБ) на СДСП, включающий технические требования к интерфейсам, протоколам передачи данных, информационной безопасности (шифрование AES-128) и методикам поверки интеллектуальных прибор.	Разработка: 2026 (задание БГИИ, Минздраву). Внедрение: 2027.	Ликвидирует ключевой барьер – «отсутствие единых стандартов СДСП и транспортного уровня». Обеспечит доверие к данным, легитимность их использования для расчетов и соблюдение гигиенических норм.
Республиканские (СТБ, СанПиН)	2. Дополнить СанПиН 2.1.4 "Питьевая вода" разделом по метрологическим требованиям к системам дистанционного учета, обеспечивающим достоверность данных для расчетов.	2027-2018 гг.	Ликвидирует ключевой барьер – «отсутствие единых стандартов СДСП и транспортного уровня». Обеспечит доверие к данным, легитимность их использования для расчетов и соблюдение гигиенических норм.
Республиканские (СТБ, СанПиН)	3. В разрабатываемом СТБ «АСКУВ. Общие технические требования» (план госстандартизации на 2026 г.) детализировать обязательные требования к: • структуре и составу оборудования (измерительный, средний, верхний уровни); • погрешности измерительных каналов и точности вычислений; • интерфейсам и протоколам обмена (обеспечение совместимости оборудования разных производителей); • программному обеспечению (разграничение доступа, обновляемость); • защите информации (целостность, сохранность данных, НСД);	Разработка: август 2026 – февраль 2027 (по плану госстандартизации) Внедрение: 2027–2028 гг.	Утверждение СТБ обеспечит: 1) совместимость оборудования разных производителей; 2) достоверность измерений и прозрачность расчетов; 3) масштабируемость и интеграцию в единую республиканскую систему учета водных ресурсов; 4) соответствие законодательству и гармонизацию с ГОСТ ISO 4064-1 и СТБ 2559-2019.

Продолжение таблицы 14.

1	2	3	4
	• надежности (безотказность, долговечность); • метрологическому обеспечению (порядок оценки системы); • электропитанию (резервирование, автономные источники); • документированию (состав эксплуатационной документации).		
Республиканские (Налоговый кодекс, постановления по госзакупкам)	1. Ввести налоговые льготы (например, ускоренная амортизация) для предприятий, инвестирующих в белорусское оборудование для СДСП. 2. Установить приоритет отечественных решений в госзакупках для проектов цифровизации ЖКХ при условии соответствия СТБ.	Разработка: 2026 (проект в Минфине, МАРТ). Внедрение: 2027.	Создаст экономические стимулы для развития внутреннего рынка и производства, снизит зависимость от иностранных компонентов. Поддержит компании полного цикла, такие как «Неро Электроникс».

Предложенные изменения носят системный характер и направлены на устранение конкретных барьеров, выявленных в практике внедрения (проблемы нормативной базы, отсутствие стандартов, вопросы финансирования). Их реализация стимулирует цифровизацию, прогнозируемо увеличивая рынок умных решений для ЖКХ на 11-14% ежегодно, и позволит достичь целевых показателей по снижению потерь воды до 10-20%. Интеграция с центрами цифровизации через стандартизированные протоколы обеспечит масштабируемость и управляемость системы. Указанные сроки реалистичны в контексте Стратегии цифрового развития до 2030 года. Критически важным первым шагом является инициирование широких общественных и экспертных обсуждений на площадках, подобных «Правовому форуму», с привлечением разработчиков (ООО «Неро Электроникс»), ресурсоснабжающих организаций и центров цифровизации для формирования консенсусных и исполнимых норм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование позволяет констатировать, что переход от традиционных механических систем учёта водопотребления к интеллектуальным системам дистанционного съёма показаний (СДСП) в Республике Беларусь является объективной необходимостью. Этот процесс выступает ключевым элементом цифровой трансформации жилищно-коммунального хозяйства и напрямую способствует достижению стратегических целей по ресурсосбережению и повышению эффективности.

Сравнительный анализ убедительно доказал, что СДСП обеспечивают качественно иной уровень управления ресурсами. В Республике Беларусь общий уровень неучтённых расходов воды (небалансов) традиционно оценивается в 3–8 % от общего объёма воды, поданной потребителям и абонентам, что включает утечки во внутридомовых сетях, коммерческие потери от несанкционированного отбора и погрешности учёта. При этом на традиционных механических системах учёта погрешности могут достигать 5–10 % из-за зависимости от ручного ввода показаний. Внедрение интеллектуальных систем дистанционного съёма показаний позволяет снизить небалансы дополнительно на 5,63 % за счёт мониторинга приближенному к реальному времени, автоматизации и оперативного выявления утечек. Разница между объёмом воды, поданной с первого подъёма, и показаниями групповых приборов учёта (ГПУ) по г. Минску составляет около 2,86 %.

Экономическое влияние внедрения СДСП было оценено в рамках расчёта денежных потоков на горизонте 10 лет раздельно для г. Минска и для регионов Республики Беларусь (без Минска). По регионам Республики Беларусь (без Минска) проект является экономически эффективным: ежегодный объём неоплаченной воды составляет 18 043 934 м³/год, годовая выгода от поэтапного внедрения — 14 782 651 бел. руб./год, срок окупаемости дополнительных вложений наступает между 5-м и 6-м годом, а к концу 10-го года накопленная окупаемость достигает 32 037 880 бел. руб. По г. Минску в рассмотренных экономических условиях (неоплаченная вода — 4 813 700 м³/год, годовая выгода от внедрения — 2 083 058 бел. руб., затраты на ИПУ за первые 5 лет — 17 425 800 бел. руб.) окупаемость дополнительных вложений не достигается в пределах 10 лет, и на конец 10-го года накопленная окупаемость остаётся отрицательной, составляя –7 284 019 бел. руб. Положительный эффект в г. Минске возможен только при увеличении тарифа, росте доли небаланса, снижении стоимости ИПУ или введении дополнительных стимулирующих механизмов. Таким образом,

совокупный эффект проекта по Республике Беларусь определяется эффектом масштаба в регионах. Несмотря на отрицательную динамику по Минску, в масштабах всей страны (исключая Минск) проект остаётся экономически оправданным при горизонте планирования 8 лет и более.

На макроэкономическом уровне эффект проявляется в стимулировании развития высокотехнологичных отраслей (IT, телекоммуникации, приборостроение). Для конечных потребителей обеспечивается абсолютная прозрачность начислений, возможность оперативного реагирования на скрытые утечки и формирование более рациональной модели потребления, хотя стоимость оплаты может незначительно увеличиваться по сравнению с механическими приборами учёта.

Исследование подтвердило, что успех цифровизации учёта критически зависит от синхронности технологической модернизации и организационно-кадровых преобразований. Внедрение СДСП требует не просто установки новых приборов, а глубокой трансформации бизнес-процессов ресурсоснабжающих организаций: создания новых структурных подразделений (центров мониторинга, служб энергоменеджмента), масштабной переподготовки персонала и пересмотра систем мотивации в сторону оценки цифровых компетенций и KPI, основанных на данных.
Перспективным направлением развития является интеграция систем учёта в концепцию адаптивно-активных сетей снабжения, основанных на технологиях цифровых двойников, Интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта. Опыт, накопленный в рамках пилотных проектов программы «Умный город», создаёт технологический и управленческий задел для такого перехода.

Политика внедрения интеллектуальных систем учёта водопотребления является стратегически верной и экономически целесообразной для Республики Беларусь при реализации в регионах с высоким абсолютным небалансом. Для г. Минска требуется дополнительная проработка экономических условий или поиск альтернативных механизмов повышения эффективности проекта. С учётом организационных и социальных эффектов (дистанционный съём показаний, снижение нагрузки на персонал, прозрачность начислений) проект в целом по республике может быть признан обоснованным. Дальнейшее успешное развитие направления требует последовательной реализации государственных программ, активного инвестирования в человеческий капитал отрасли и формирования комплексного подхода, объединяющего технологические, экономические и организационные аспекты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новация для оперативной организации водоснабжения на селе в случае его прекращения предложена в Беларуси. – URL: https://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblasti-prava/2025/november/90850 (дата обращения 2025-08-10).

2. Указ Президента Республики Беларусь 31 декабря 2015 г. № 535 О предоставлении жилищно-коммунальных услуг. / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: pravo.by/document/?guid=3871&p0=P31500535 (дата обращения 2025-10-08).

3. Умный город – вектор развития // Вестник связи. – URL: becloud.by/docs_services/vestnik_suvjazi_beCLoud.pdf (дата обращения 2025-10-08).

4. Указ Президента Республики Беларусь от 15 января 2025 г. № 28 «О едином расчетном и информационном пространстве» // Интернет-портал Национального банка Республики Беларусь. – URL: www.nbrb.by/legislation/documents/uk_28.pdf (дата обращения 2025-10-15).

5. Стратегия развития жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь до 2035 года. – URL: www.mjkx.gov.by/novosti/20250718-strategiya-razvitiya-zhilishchno-kommunalnogo-khozyajstva (дата обращения 2025-10-18).

6. Информация Брестского областного унитарного предприятия «Управление жилищно-коммунального хозяйства» от 15.10.2025 № 0801-7-2263.

7. Информация Государственного объединения «Жилищно-коммунальное хозяйство Гродненской области» от 28.11.2025 № 02-09/2995.

8. Информация Главного управления жилищно-коммунального хозяйства Витебского областного исполнительного комитета от 09.10.2025 № 971-9/06.

9. Информация Государственного объединения «Жилищно-коммунальное хозяйство Гомельской области» от 14.10.2025 № 01-4/53

10. Сведения о выполнении производственных показателей УП «МИНСКВОДОКАНАЛ»: 2014-2024 гг. и 1-е полугодие 2025 г. [Электронный ресурс] / УП «МИНСКВОДОКАНАЛ», 2025 г. – книги MS Excel. – 5 файлов. – 1,07 Мбайт.

11. Балансы учёта воды в УП «МИНСКВОДОКАНАЛ»: 1-е полугодие 2025 г. [Электронный ресурс] / УП «МИНСКВОДОКАНАЛ», 2025 г. – книга MS Excel. – 23 360 байт.

12. Информация о приборах учета воды, установленных в жилых зданиях за 2024 год/ УП «МИНСКВОДОКАНАЛ»//[Электронный ресурс] / УП «МИНСКВОДОКАНАЛ», 2025 г. – книга MS Excel. – 23 360 байт.

13. С.7. Потери воды // Белстат. – URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayuschaya-sreda/sovmestnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/c-vodnye-resursy/s-7-poteri-vody/?special_version=N (дата обращения 2026-02-15).

14. Прейскурант по центру по расчетам с потребителями «Водосбыт» / УП «МИНСКВОДОКАНАЛ», 2025 г. – URL: https://minskvodokanal.by/assets/files/Pdf/2026/preis19012026.pdf (дата обращения 2026-02-15).

15. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации. – URL: https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10107000002 (дата обращения 2025-10-15).

16. Тернов Е.В. О постановке задачи компьютерного имитационного моделирования отраслевого управления жилищно-коммунальным хозяйством Республики Беларусь // XXI Международная научно-техническая конференция «Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации РИНТИ-2022». – URL: www.ictt.by/docs/proceedings/rinti-2022.pdf (дата обращения 2025-10-18).

17. Мясоедов Ю.В., Савина Н.В. Интеллектуализация систем электроснабжения городов: монография // Министерство образования и науки Российской Федерации, Амурский государственный университет. – Благовещенск: Издательство АмГУ, 2017. – URL: https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7404.pdf (дата обращения 2025-05-21).

18. Power Grid Modernization — Strategies and Tactics for Resilience and Energy Transition // IBM. – URL: https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/en-us/report/power-grid-modernization?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 2025-05-21).

19. The Power Plant of the Future Is Right in Your Home // WIRED. – URL: https://www.wired.com/story/the-power-plant-of-the-future-is-right-in-your-home/?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 2025-05-25).

20. Vermont Is Remaking its Power Grid to Fight Climate Change // TIME. – URL: https://time.com/6082973/vermont-electric-grid/?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 2025-05-25).

21. Electric Power Board of Chattanooga // Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/EPB?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 2025-05-27).

22. Energy Crowdsourcing and Peer-to-Peer Energy Trading in Blockchain-Enabled Smart Grids // Arxiv. – URL: https://arxiv.org/abs/1901.02390?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 2025-05-29).

23. Распространение «умных» энергоэффективных технологий в Евразийском экономическом союзе // Стратегические направления развития евразийской экономической интеграции до 2025 года. – Москва, 2025. – URL: https://eec.eaeunion.org/vupload/medialibrary/064/Doklad-posle-kollegii.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 2025-05-29).

24. Инновации и энергоэффективность // Россети Московский регион. – URL: https://rossetimr.ru/about/innovations/?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 2025-05-29).

25. 30 примеров применения Интернет вещей (IoT): что это такое и как он изменяет наш мир // Софиот. – URL: https://sofiot.ru/blog/poleznye-materialy-iot/30-primerov-primeneniya-tekhnologiy-interneta-veshchey-iot/?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 2025-05-29).

26. SmartSantander: IoT Experimentation over a Smart City Testbed // Arxiv. – URL: https://arxiv.org/abs/2403.03196?utm_source=chatgpt.com (дата обращения 2025-05-29).

27. Умные города Беларуси / Министерство связи и информатизации Республики Беларусь. – URL: https://mpt.gov.by/ru/smart-cities-belarus (дата обращения 2025-10-22).

28. «Лічба» / Министерство связи и информатизации Республики Беларусь. – URL: https://mpt.gov.by/ru/lichba (дата обращения 2025-10-22).

29. Национальный геопортал / Министерство связи и информатизации Республики Беларусь. – URL: https://mpt.gov.by/ru/testovyy-zagolovok (дата обращения 2025-10-22).