



**USAID**  
ОТ АМЕРИКАНСКОГО НАРОДА

Тренинговый модуль.  
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА  
ВОДОУЧЕТА НА КАРАКУМ-РЕКЕ



## Оглавление

---

Введение.....	3
1 СЕССИЯ .....	5
Автоматизация оросительных систем.....	5
Важность автоматизации водоучета в орошении.....	6
Степень автоматизации водораспределения.....	7
Важные аспекты при выборе степени автоматизации .....	8
Система автоматизированного водоучета, основные факторы.....	9
Виды средств автоматизированного водоучета.....	11
Гидрометрические вертушки .....	14
Уровнемеры.....	16
Гидростатические уровнемеры .....	19
Расходомеры .....	21
Управление водораспределением и эксплуатация Каракум-реки.....	23
Организация связи и передачи данных системы .....	25
2 СЕССИЯ .....	30
Автоматизированная система водоучёта, основные характеристики .....	30
Главное окно Программного Обеспечения системы.....	30
Режим архива .....	33
Режим настроек регламента связи.....	34
Настройки гидрометрии .....	36
Основные настройки системы .....	37
3 СЕССИЯ .....	38
Временные характеристики выполнения отдельных функций. ....	39
Формирование отчетности о фактических режимах водоподачи по гидропостам .....	40
Организация связи с датчиками на гидропостах.....	43
Ведение базы данных по гидрометрическим зависимостям .....	47
Настройка параметров работы. ....	48
Приложение 1.....	52

## Введение

---

Автоматизация систем водоучета является актуальным вопросом для региона Центральной Азии. Особенно остро данный вопрос стоит в трансграничных районах, где распределение воды принимает уже межгосударственное значение. Существующая, «линейная» система мониторинга стока воды устарела и нуждается в реновации. При наличии электронной автоматизированной системы водоучета на гидропостах вдоль русла Каракум реки, будет четкая картина распределения водных ресурсов, будет исключен человеческий фактор ошибки или задержки данных. Данная система подразумевает установку измерительных приборов вдоль русла реки, которые будут измерять все необходимые параметры и посредством мобильной связи передавать их в головной центр, который расположен в здании управления «Гаракумдерьясувхожалык». Обработка и отображение полученных данных будет производиться специализированным программным обеспечением, которое разработано с учетом гидрологических параметров реки, районирования и иных, требующих внимания факторов.

В эпоху стремительного технологического прогресса Туркменистан активно внедряет инновационные решения во все сферы экономики. Автоматизация водоучета не только способствует эффективному управлению водными ресурсами, но и служит важным шагом в реализации национальной стратегии цифровизации водного сектора. Такие примеры автоматизации способствуют реализации стратегии повышая технический потенциал и компетенции специалистов в области технологий водоучета.

**Цели** Повышение потенциала специалистов водного хозяйства Туркменистана в сфере цифровизации и автоматизации. Обучение взаимодействию с программным комплексом системы автоматизированного водоучета на Каракум-реке, с измерительным оборудованием, задействованным в данной системе и его техническим обслуживанием.

**Задачи** Рассказать принцип работы системы, методы взаимодействия с системой. Персонализированное обучение специалистов водного сектора, напрямую взаимодействующих с системой автоматизированного водоучета. Персонализированное обучение специалистов информационного и IT отделов водного сектора методам технического обслуживания компонентов системы, его настройке, калибровке, установке.

**Целевая аудитория** данного тренинга — это специалисты водного хозяйства Туркменистана, которые непосредственно задействованы в работе на головных и районных водохозяйственных объектах, к таким относятся диспетчеры, инженеры, а также персонал, принимающий и обрабатывающий данные, и делающий непосредственные расчеты по расходу воды в Каракум-реке и подсчеты водного баланса.

Тренинг состоит из следующих частей:

- **Сессия 1** - непосредственное представление системы, для каждого из районов оно адаптировано под местные условия, т.к. исходные данные и условия внедрения системы для каждого из районов различны. Участникам будет представлен интерфейс системы, ее основные функции, параметры, а также технические элементы, с которыми специалисты могут столкнуться в процессе работы с системой.
- **Сессия 2** - персональное обучение диспетчеров и инженеров, которые непосредственно вовлечены в процесс работы с показателями измерений на гидропостах. Им представлены основные функции по обработке и анализу данных и составлению текущих отчетов по водному балансу реки.
- **Сессия 3** - обучение сотрудников информационного и IT отделов водного хозяйства по настройке, корректировке и адаптации системы. Будет предоставлено детальное обучение по работе с измерительными элементами, разъяснены и продемонстрированы необходимые комбинации работ, которые связаны с профилактическими и калибровочными работами, а также с работами, связанными с обслуживанием оборудования.

## 1 СЕССИЯ

---

### Автоматизированная система водоучета на Каракум-реке

Участникам представляется и объясняется Автоматизированная система водоучета на Каракум-реке, её составляющие компоненты, принцип работы измерительных приборов и программное обеспечение.

При подготовке презентационных материалов учтены специфика и районирование. Каждому из районов будет представлена версия программного обеспечения, разработанная для данного конкретного района.

В данной сессии участникам представлен интерфейс программного обеспечения системы, его основные функции, параметры, а также технические элементы, с которыми специалисты могут столкнуться в процессе работы с системой. Также будет представлен перечень автоматизированных гидростов, установленное оборудование, принцип и регламент работы с ним.

В представлении интерфейса программного обеспечения системы разъясняются отображаемые элементы в рабочем окне программы (графики мониторинга водоучета по гидростам, зависимости уровня, расхода, привязка к абсолютным отметкам высоты, и т.д.)

### Автоматизация оросительных систем.

---

Основное понятие автоматизации в контексте оросительных систем - автоматизация определяется как проведение технологической операции без участия человека или с минимальным его участием. Важно отметить, что автоматизация в ирригации — это не просто замена ручного труда машинами, а комплексный подход к управлению водными ресурсами.

Масштабы автоматизации могут варьироваться в широких пределах. Это может быть:

- 1) Измерение одного параметра: например, автоматическое измерение уровня воды в канале или расхода воды через водовыпуск.
- 2) Комплекс параметров на одном объекте: это может включать одновременное измерение уровня воды, ее скорости, качества (например, содержания солей) на конкретном участке канала.
- 3) Технологический процесс на объекте в целом: например, автоматизация всего процесса водораспределения на насосной станции, включая контроль работы насосов, открытие/закрытие затворов, учет расхода воды.
- 4) Система объектов или комплекс систем однотипных объектов: это может быть автоматизация работы целой оросительной системы, включающей несколько каналов, насосных станций и водохранилищ.

5) Отрасль хозяйства в масштабе региона, республики или страны: на этом уровне автоматизация охватывает управление водными ресурсами на уровне речных бассейнов или целых ирригационных районов.

Важность автоматизации водоучета в орошении:

Почему это важно? В первую очередь, автоматизация позволяет улучшить нижеприведённые факторы:

1) Повышение эффективности использования воды: автоматизированные системы позволяют точно контролировать подачу воды, минимизируя потери и перерасход.

2) Экономия трудовых ресурсов: снижается необходимость в постоянном присутствии операторов на объектах.

3) Улучшение качества управления: автоматизация позволяет принимать решения на основе точных данных в реальном времени.

Возможность оптимизации: использование алгоритмов и анализа данных позволяет оптимизировать водораспределение с учетом множества факторов (погодные условия, состояние почвы, потребности растений).

Снижение влияния человеческого фактора: уменьшается риск ошибок, связанных с человеческим фактором.

Примеры автоматизации в оросительных системах:

Автоматические затворы и поворотные водовыпуски, которые регулируют подачу воды в зависимости от установленных параметров.

Системы капельного орошения с автоматическим контролем влажности почвы и подачи воды.

Дистанционное управление гидротехническими сооружениями через SCADA-системы.

Использование данных дистанционного зондирования (спутниковые снимки) для оценки состояния посевов и автоматической корректировки режимов орошения.

Применение искусственного интеллекта для прогнозирования потребности в воде и оптимизации водораспределения.

Автоматизация оросительных систем — это комплексный процесс, охватывающий различные уровни управления водными ресурсами. Она позволяет значительно повысить эффективность использования воды, что особенно важно в условиях растущего дефицита водных ресурсов и изменения климата. Внедрение автоматизации требует значительных инвестиций, но в долгосрочной перспективе приносит существенную экономическую и экологическую выгоду.

## Степень автоматизации водораспределения

---

Концепция различных степеней автоматизации в системах водораспределения крайне важна для эффективного планирования и внедрения автоматизированных систем в водном хозяйстве.

Основные степени автоматизации могут быть представлены как:

**Частичная автоматизация:** это автоматизация отдельных элементов или процессов в системе водораспределения. Примером такого может быть автоматическое измерение уровня воды в отдельных точках системы или автоматизированное открытие/закрытие отдельных затворов.

- Преимущества:
  - Относительно низкая стоимость внедрения.
  - Возможность постепенного перехода к более высоким степеням автоматизации.
- Вызовы:
  - Ограниченная эффективность из-за неполной интеграции системы.
  - Необходимость сочетания автоматизированных и ручных операций.

**Комплексная автоматизация:** это автоматизация большинства процессов в системе водораспределения с интеграцией различных подсистем. Примером такой автоматизации может быть автоматизированное управление насосными станциями и водовыпусками на основе данных о расходе воды и потребностях пользователей или интегрированные системы мониторинга качества и количества воды.

- Преимущества:
  - Значительное повышение эффективности водопользования.
  - Улучшенная координация между различными элементами системы.
- Вызовы:
  - Высокие первоначальные затраты на внедрение.
  - Необходимость обучения персонала работе с более сложными системами.

**Полная автоматизация** представляет собой полностью автоматизированное управление всеми аспектами водораспределения с минимальным вмешательством человека. Примером такой автоматизации могут быть системы водораспределения с использованием искусственного интеллекта для прогнозирования потребностей и оптимизации распределения

воды. Или автоматизированные ирригационные системы, учитывающие данные о состоянии почвы, прогнозе погоды и потребностях растений.

- Преимущества:
  - Максимальная эффективность использования водных ресурсов.
  - Минимизация человеческих ошибок.
  - Возможность работы системы 24/7 без постоянного присутствия операторов.
- Вызовы:
  - Очень высокие затраты на внедрение и обслуживание.
  - Зависимость от надежности технологий и энергоснабжения.
  - Потенциальные риски безопасности (например, кибератаки, перебои в энергоснабжении, итд).

Важные аспекты при выборе степени автоматизации:

1. Масштаб системы: для небольших систем может быть достаточно частичной автоматизации, в то время как крупные ирригационные комплексы могут требовать полной автоматизации.
2. Доступные ресурсы: финансовые возможности, наличие квалифицированного персонала и технологической инфраструктуры влияют на выбор степени автоматизации.
3. Постепенное внедрение: часто эффективной стратегией является поэтапное повышение степени автоматизации, начиная с частичной и постепенно переходя к более высоким уровням.
4. Специфика региона: климатические условия, типы выращиваемых культур, существующая инфраструктура должны учитываться при выборе степени автоматизации.
5. Законодательные требования: нормативные акты в области водопользования могут влиять на необходимую степень автоматизации и контроля.

Выбор оптимальной степени автоматизации водораспределения - сложная задача, требующая учета множества факторов. Важно помнить, что не всегда полная автоматизация является наилучшим решением. Иногда комбинация различных степеней автоматизации для разных элементов системы может обеспечить наиболее эффективное и экономически обоснованное решение. Ключевым фактором успеха является тщательный анализ потребностей и возможностей конкретной системы водораспределения.



## Система автоматизированного водоучета, основные факторы

Система автоматизированного водоучета представляет собой комплекс технических средств и программного обеспечения, предназначенный для точного измерения, регистрации и анализа параметров водопользования. Внедрение таких систем приносит ряд существенных преимуществ:

### 1. Объективность данных:

- Суть: Автоматизированные системы исключают субъективный фактор при измерениях и записи данных.
- Технический аспект: Использование калиброванных датчиков и стандартизированных алгоритмов обработки данных.
- Пример: Ультразвуковые расходомеры, уровнемеры, прецизионные сенсоры гидростатического давления и иные измерительные элементы, способные измерять уровень воды с погрешностью до 1%.
- Влияние: Снижение споров между водопользователями, более справедливое распределение водных ресурсов.

### 2. Непрерывность мониторинга:

- Суть: Система работает круглосуточно, обеспечивая постоянный контроль водопотребления.
- Технический аспект: необходимо использование автономных источников питания (солнечные панели, аккумуляторы) для бесперебойной работы.
- Пример: Логгеры данных, способные хранить информацию о расходе воды каждые 15 минут в течение месяца или года.
- Влияние: Возможность быстрого реагирования на аномалии, улучшенное планирование водопользования.

### 3. Высокая точность:

- Суть: Современные измерительные приборы обеспечивают высокую точность измерений.
- Технический аспект: Применение мультипараметрических измерений (уровень, скорость потока, площадь сечения) для повышения точности.
- Пример: Доплеровские расходомеры, способные измерять расход с погрешностью менее 1% в широком диапазоне скоростей потока.
- Влияние: Минимизация потерь воды, оптимизация водораспределения.

### 4. Прозрачность результатов вододеления:

- Суть: Все заинтересованные стороны имеют доступ к объективной информации о водопользовании.
- Технический аспект: Веб-интерфейс и/или мобильные приложения для доступа к данным в режиме реального времени.
- Пример: Онлайн-порталы, где пользователи могут видеть текущий и ретроспективный расход воды на их участках.

- Влияние: Повышение доверия между водопользователями и водохозяйственными организациями, снижение конфликтов.
5. Оперативность получения данных:
- Суть: Информация о водопользовании доступна практически мгновенно.
  - Технические аспекты: Использование систем телеметрии (GSM, радиосвязь, спутниковая связь) для передачи данных.
  - Пример: SCADA-системы, позволяющие операторам видеть и контролировать параметры водораспределения в режиме реального времени.
  - Влияние: Быстрое принятие решений, возможность оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации.

Дополнительные преимущества автоматизированных систем водоучета:

6. Экономия ресурсов:
- Снижение затрат на персонал для ручных измерений.
  - Уменьшение потерь воды за счет точного учета и контроля.
7. Улучшение планирования:
- Возможность создания точных прогнозов водопотребления на основе ретроспективных данных.
  - Оптимизация графиков подачи воды с учетом реальных потребностей.
8. Экологический эффект:
- Сохранение водных ресурсов за счет более эффективного использования.
  - Возможность поддержания необходимого экологического стока в реках.
9. Интеграция с другими системами:
- Возможность связи с системами управления орошением, метеостанциями, системами мониторинга качества воды.
  - Создание комплексных решений для управления водными ресурсами.
10. Улучшение безопасности:
- Раннее обнаружение утечек или несанкционированного водозабора.
  - Мониторинг состояния гидротехнических сооружений.

Внедрение систем автоматизированного водоучета представляет собой важный шаг в модернизации управления водными ресурсами. Эти системы не только повышают эффективность водопользования, но и способствуют созданию более справедливой и устойчивой системы распределения воды. Несмотря на значительные первоначальные инвестиции, долгосрочные выгоды от внедрения таких систем - экономические, социальные и экологические - делают их неотъемлемой частью современного водного

хозяйства. В контексте Каракум-реки, где эффективное использование водных ресурсов имеет критическое значение для сельского хозяйства и экосистемы региона, внедрение автоматизированных систем водоучета может стать ключевым фактором в обеспечении устойчивого развития и адаптации к изменениям климата.

## Виды средств автоматизированного водоучета

Средства автоматизированного водоучета можно классифицировать по различным критериям. Каждый тип имеет свои особенности, преимущества и области применения. Они могут быть разделены:

### 1. Средства автоматизированного водоучета различаются по способу использования результатов измерений:

#### а) Работающие автономно:

- Такие приборы функционируют независимо, собирая и храня данные локально.
- Пример: автономные логгеры данных, устанавливаемые на гидропостах.
- Преимущества: не требуют постоянной связи, могут работать в удаленных районах.
- Применение: Мониторинг малых водотоков или временных мониторинговых постов.

#### б) Функционирующие в системе:

- Интегрированные в общую систему управления водными ресурсами измерительные приборы.
- Пример: SCADA-системы для управления водораспределением.
- Преимущества: такие системы обеспечивают комплексный контроль и управление.
- Применение: крупные ирригационные системы, водохранилища.
- 

### 2. Средства автоматизированного водоучета различаются по способу установки на объектах:

#### а) Стационарные:

- Установленные на определенном месте измерительные приборы.
- Пример: стационарные ультразвуковые расходомеры, уровнемеры, прецизионные сенсоры гидростатического давления и иные измерительные приборы, установленные на каналах и водотоках.

- Преимущества: Обеспечивают непрерывный мониторинг в фиксированной точке.
- Применение: Основные водозаборы, ключевые точки распределительной сети.

б) Переносные:

- Мобильные устройства для проведения измерений в различных точках.
- Примеры: Портативные акустические доплеровские профилографы течений (ADCP).
- Преимущества: Гибкость использования, возможность проверки стационарных приборов.
- Применение: Периодические измерения на малых каналах, калибровка стационарных систем.

3. По передаче информации:

а) Кабельные каналы связи:

- Использование проводных линий для передачи данных.
- Преимущества: Надежность, высокая скорость передачи данных.
- Недостатки: Сложность прокладки на больших расстояниях.
- Применение: Локальные системы, например, на водохранилищах или насосных станциях.

б) Радиоканалы:

- Беспроводная передача данных на радиочастотах.
- Преимущества: Возможность покрытия значительных территорий без инфраструктуры.
- Недостатки: Зависимость от рельефа местности, возможные помехи.
- Применение: Системы мониторинга в местности, где отсутствует сотовая связь, или в местах большого скопления измерительных приборов на небольшой территории.

в) Каналы мобильной связи:

- Использование сетей сотовой связи для передачи данных.
- Преимущества: Простота внедрения, широкий радиус покрытия сети.
- Недостатки: Зависимость от качества покрытия оператором сотовой связи.
- Применение: широко распространено в современных системах водоучета.

#### 4. По методам измерения исходных параметров:

##### а) Уровнемеры:

- Гидростатические: измеряют уровень воды по давлению водяного столба.
- Ультразвуковые: определяют уровень по времени прохождения ультразвукового сигнала.
- Оптические: используют лазерный луч для измерения расстояния до поверхности воды.
- Радиорадарные: применяют радиоволны для определения уровня воды.

##### б) Измерители скорости:

- Гидрометрические вертушки: Механические устройства для измерения скорости потока.
- Гидрометрические трубки: Используют принцип разности давлений для определения скорости.
- Электромагнитные измерители: Основаны на законе электромагнитной индукции.
- Ультразвуковые измерители скорости: Используют эффект Доплера для измерения скорости потока.

##### в) Расходомеры:

- Комплексные устройства, сочетающие измерение уровня и скорости потока.
- Примеры: Ультразвуковые расходомеры с несколькими лучами, электромагнитные расходомеры.
- Преимущества: Высокая точность, возможность измерения в сложных гидравлических условиях.
- Применение: Магистральные каналы, водоводы большого диаметра, водотоки и гидросты работающие в подпорном режиме.

Разнообразие видов систем и средств автоматизированного водоучета позволяет выбрать оптимальное решение для каждой конкретной ситуации. При выборе системы необходимо учитывать множество факторов, включая:

- Гидрологические характеристики водного объекта
- Требуемую точность и частоту измерений
- Доступность энергоснабжения и каналов связи
- Климатические условия
- Экономическую эффективность

В контексте Каракум-реки, где условия могут быть сложными (высокая мутность воды, большие колебания расходов), важно выбирать надежные и

устойчивые к внешним воздействиям системы. Комбинация различных типов измерительных приборов может обеспечить наиболее эффективный контроль водопользования в этом регионе.

### Гидрометрические вертушки

Гидрометрическая вертушка — это инструмент, предназначенный для измерения скорости течения воды в реках, каналах и других водных объектах. Это один из старейших и наиболее распространенных приборов в гидрометрии.

Принцип работы:

1. Вертушка состоит из лопастного винта, который вращается под действием потока воды.
2. Скорость вращения винта пропорциональна скорости течения воды.
3. Число оборотов винта за определенное время фиксируется счетчиком.
4. Скорость течения вычисляется по числу оборотов с использованием тарировочной зависимости.



Рис.1 Гидрометрическая вертушка

Типы гидрометрических вертушек:

1. Вертушки с горизонтальной осью
  - Лопастной винт расположен параллельно потоку
  - Более чувствительны к малым скоростям течения
2. Вертушки с вертикальной осью
  - Чашечный ротор вращается вокруг вертикальной оси
  - Менее чувствительны к направлению потока

Преимущества гидрометрических вертушек:

1. Простота конструкции и надежность
2. Возможность измерений в широком диапазоне скоростей (от 0,04 до 5 м/с)
3. Применимость в различных условиях (реки, каналы, водохранилища)
4. Длительный опыт использования и обширная база данных измерений.

Недостатки:

1. Необходимость периодической калибровки
2. Чувствительность к загрязнениям и посторонним предметам
3. Трудоемкость измерений, особенно при построении эпюры скоростей
4. Невозможность непрерывных автоматических измерений

Современные модификации: более совершенные модели обладают ультразвуковым измерителем скорости потока. Это важное усовершенствование, которое объединяет классический механический принцип с современными технологиями:



Рис.2 Электромагнитный измеритель скорости течений



Рис 3. Доплеровский измеритель скорости течений

1. Гибридные вертушки:
  - Сочетают механическую вертушку с ультразвуковым датчиком
  - Позволяют проводить параллельные измерения двумя методами
2. Цифровые вертушки:
  - Оснащены электронными счетчиками и дисплеями
  - Могут автоматически вычислять скорость течения
3. Вертушки с беспроводной передачей данных:
  - Передают результаты измерений на смартфон или планшет
  - Облегчают процесс сбора и обработки данных

Применение в современной гидрометрии: несмотря на развитие новых технологий, гидрометрические вертушки остаются важным инструментом:

1. Для калибровки и проверки более сложных измерительных систем
2. В условиях, где электронные приборы могут быть ненадежны (например, при высокой мутности воды)
3. Как резервный метод измерений при отказе автоматических систем

Для Каракум-реки, где условия могут быть сложными (высокая мутность, наносы), гидрометрические вертушки могут оставаться важным инструментом:

1. Для периодической проверки показаний стационарных автоматических систем
2. При проведении детальных гидрометрических работ на отдельных участках реки
3. Как надежное резервное средство измерений в случае выхода из строя более сложного оборудования

## Уровнемеры

В современных системах автоматизированного водоучета приоритетное внимание уделяется уровнемерам, основная масса распространенных приборов представлена ультразвуковыми уровнемерами, но в системах применяются и радарные измерители.

1. Ультразвуковые уровнемеры:

Принцип работы:

- Устройство излучает ультразвуковой импульс по направлению к поверхности воды.
- Импульс отражается от поверхности и возвращается к приемнику излучаемого сигнала.
- Уровень воды определяется на основе времени прохождения сигнала от излучателя к отражаемой поверхности и обратно к приёмнику сигнала.



Рис.4 Ультразвуковой уровнемер



Преимущества:

- Бесконтактный метод измерения (не требует погружения в воду).
- Высокая точность измерений (до  $\pm 1$  мм).
- Нечувствительность к изменениям плотности и электропроводности воды.
- Простота установки и обслуживания.

Недостатки:

- Возможны ошибки при наличии пены или волн на поверхности воды.
- Ограниченный диапазон измерений (обычно до 5-10 метров)

Применение:

- Измерение уровня воды в открытых каналах и небольших реках.

## 2. Радарные уровнемеры:

Принцип работы:

- Излучают радиоволны в направлении поверхности воды.
- Измеряют время прохождения отраженного сигнала.
- Используют различные технологии: импульсные, с частотной модуляцией.



Рис 5 Радарный уровнемер

### Преимущества:

- Нечувствительность к температуре, давлению и составу газовой среды.
- Возможность измерения больших расстояний (до 70 метров и более).
- Высокая точность в сложных условиях (пар, пыль, турбулентность).

### Недостатки:

- Относительно высокая стоимость.
- Возможны помехи от металлических объектов вблизи зоны измерения.
- Требуют тщательной настройки для работы в сложных условиях.

### Применение:

- Измерение уровня воды в больших резервуарах и водохранилищах.
- Мониторинг уровня в реках с большими колебаниями уровня воды.
- Контроль уровня в сложных промышленных условиях.

Интеграция в автоматизированные системы: данные с уровнемеров передаются на пункт обработки информации. Это ключевой аспект современных систем водоучета:

- Данные могут передаваться в режиме реального времени через различные каналы связи (GSM, радио, спутниковая связь).
- Интеграция с SCADA-системами позволяет осуществлять комплексный мониторинг и управление водными ресурсами.
- Возможность автоматического оповещения при достижении критических уровней воды.

Для Каракум-реки, с ее специфическими условиями, выбор типа уровнемера может зависеть от конкретного участка и задач:

- Ультразвуковые уровнемеры могут быть эффективны на участках с относительно спокойным течением и небольшой глубиной.
- Радарные уровнемеры могут быть предпочтительны в местах с большими колебаниями уровня воды или высокой мутностью.
- Комбинация различных типов уровнемеров может обеспечить наиболее надежный мониторинг водной системы.

Современные технологии измерения уровня воды предоставляют широкие возможности для точного и надежного мониторинга водных ресурсов. Выбор конкретного типа уровнемера зависит от специфики водного объекта, требуемой точности, условий эксплуатации и бюджета проекта. Интеграция этих устройств в автоматизированные системы водоучета позволяет существенно повысить эффективность управления водными ресурсами, что особенно важно для таких регионов, как бассейн Каракум-реки.

## Гидростатические уровнемеры

Гидростатические уровнемеры, также известные как преобразователи гидростатического давления, являются широко используемым инструментом для измерения уровня воды в различных водных объектах.

**Принцип работы:**  
Гидростатические уровнемеры основаны на фундаментальном физическом принципе: давление жидкости пропорционально высоте её столба.

1. Датчик измеряет давление водяного столба над точкой установки.
2. Зная плотность воды и измеренное давление, прибор вычисляет высоту водяного столба.
3. Эта высота соответствует уровню воды над датчиком.



Рис. 6 Гидростатический преобразователь давления

Типы гидростатических уровнемеров:

1. Погружные датчики:
  - Устанавливаются непосредственно в воду на определенной глубине.
  - Измеряют абсолютное давление (гидростатическое + атмосферное).
  - Требуют компенсации атмосферного давления через капиллярную трубку или отдельный барометр.
2. Врезные датчики:
  - Монтируются в стенку резервуара или трубопровода.
  - Измеряют только гидростатическое давление.
  - Не требуют компенсации атмосферного давления.
3. Пузырьковые уровнемеры:
  - Используют принцип противодавления: в трубку, опущенную в воду, подается воздух.
  - Давление воздуха, необходимое для образования пузырьков, пропорционально уровню воды.
  - Менее подвержены влиянию загрязнений и отложений.

Преимущества гидростатических уровнемеров:

1. Высокая точность измерений (до  $\pm 0.1\%$  от диапазона измерения).
2. Надежность и долговечность при правильной установке.
3. Возможность измерения в широком диапазоне уровней (от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров).
4. Нечувствительность к пене, парам и турбулентности на поверхности воды.
5. Возможность работы в закрытых резервуарах и узких колодцах.

Недостатки:

1. Чувствительность к изменениям плотности воды (например, при изменении солености).
2. Необходимость периодической очистки от отложений (для погружных датчиков).
3. Погрешности при измерении уровня движущейся воды (из-за динамического давления).

Области применения:

1. Измерение уровня в водохранилищах и озерах.
2. Мониторинг уровня грунтовых вод в скважинах.
3. Контроль уровня в водозаборных сооружениях и насосных станциях.
4. Измерение уровня в успокоительных колодцах на реках и каналах.
5. Мониторинг уровня в очистных сооружениях и технологических резервуарах.

Особенности использования в автоматизированных системах водоучета:

1. Интеграция с системами телеметрии для удаленного мониторинга.
2. Возможность настройки автоматических оповещений при достижении критических уровней.
3. Использование в комплексе с измерителями скорости для вычисления расхода воды в открытых каналах.

Применение в контексте Каракум-реки:

Для Каракум-реки гидростатические уровнемеры могут быть особенно полезны в следующих случаях:

1. Мониторинг уровня воды в водохранилищах Каракум-реки.
2. Мониторинг уровня грунтовых вод в прилегающих к реке районах для оценки влияния реки на окружающие территории.
3. Мониторинг уровня воды в теле плотин водохранилищ.

При использовании гидростатических уровнемеров на Каракум-реке следует учитывать:

- Необходимость защиты датчиков от наносов и отложений, характерных для реки.
- Важность правильного выбора мест установки с учетом гидрологического режима реки.

Гидростатические уровнемеры представляют собой надежное и точное средство измерения уровня воды, особенно подходящее для условий, где другие методы могут быть менее эффективны. Их интеграция в автоматизированные системы водоучета на Каракум-реке может значительно повысить эффективность управления водными ресурсами, обеспечивая точные и своевременные данные о состоянии водной системы.

### Расходомеры

Расходомеры представляют собой комплексные устройства, предназначенные для измерения объема воды, проходящей через определенное сечение водотока за единицу времени. Они играют ключевую роль в системах автоматизированного водоучета.



Рис. 7 Ультразвуковой доплеровский расходомерный комплекс

Принцип работы: Современные расходомеры обычно сочетают в себе несколько измерительных технологий:

1. Измерение уровня воды (с помощью ультразвукового сенсора).
2. Измерение скорости потока (с помощью радарного измерителя скорости).
3. Вычисление площади поперечного сечения водотока (на основе известной геометрии канала или русла).

Расход вычисляется по формуле:  $Q = V * A$ , где  $Q$  - расход воды,  $V$  - средняя скорость потока,  $A$  - площадь поперечного сечения водотока.

Типы расходомеров:

1. Ультразвуковые доплеровские расходомеры:
  - Используют эффект Доплера для измерения скорости потока.
  - Могут работать в загрязненных водах, так как измеряют скорость частиц в потоке.
2. Время-импульсные ультразвуковые расходомеры:
  - Измеряют время прохождения ультразвукового сигнала по и против течения.
  - Более точны в чистой воде.
3. Электромагнитные расходомеры:
  - Основаны на законе электромагнитной индукции.
  - Хорошо работают в полностью заполненных трубопроводах.
4. Расходомеры переменного перепада давления:
  - Используют сужающие устройства (диафрагмы, сопла) для создания перепада давления.
  - Применяются в напорных трубопроводах.
5. Акустические профилографы течений (ADCP):
  - Измеряют распределение скоростей по глубине и ширине потока.
  - Используются для периодических измерений на крупных реках.

Преимущества современных расходомеров:

1. Высокая точность измерений (до  $\pm 0.5\%$  от измеряемого расхода).
2. Возможность непрерывного мониторинга расхода воды.
3. Отсутствие подвижных частей, что повышает надежность и долговечность.
4. Возможность измерения в широком диапазоне расходов.
5. Интеграция с системами автоматизированного сбора и обработки данных.

Недостатки:

1. Высокая стоимость оборудования и монтажа.

2. Необходимость периодической калибровки и проверки.
3. Чувствительность некоторых типов расходомеров к качеству воды (мутность, наличие взвесей).
4. Сложность установки и обслуживания в труднодоступных местах.

Особенности применения в автоматизированных системах водоучета:

1. Интеграция с SCADA-системами для удаленного мониторинга и управления.
2. Возможность автоматического расчета суммарного объема воды за заданный период.
3. Настройка оповещений при достижении критических значений расхода.
4. Использование данных расходомеров для автоматического регулирования водораспределения.

Для эффективного управления водными ресурсами Каракум-реки расходомеры могут быть использованы следующим образом:

1. Мониторинг расхода воды в ключевых точках имеющих подпорный режим на подводящих к водохранилищам и отводящим от водохранилищ каналам.
2. Контроль водоподачи на крупные ирригационные системы.
3. Измерение расхода воды на границах административных районов для обеспечения справедливого вододеления.

При выборе и установке расходомеров на Каракум-реке следует учитывать:

- Высокую мутность воды и наличие наносов, характерных для реки.
- Сезонные колебания уровня и расхода воды.
- Необходимость защиты оборудования от экстремальных погодных условий (высокие температуры, песчаные ветра).

Расходомеры являются ключевым элементом современных систем автоматизированного водоучета. Внедрение современных расходомеров в сочетании с другими элементами автоматизированной системы водоучета создаст основу для перехода к интегрированному управлению водными ресурсами в бассейне Каракум-реки, что особенно важно в условиях растущего дефицита воды и изменения климата.

## Управление водораспределением и эксплуатация Каракум-реки

---

По территориальному признаку система делится на районы. Каждый район включает в себя несколько узлов водораспределения со всеми приписанными к ним точками выдела, подкомандными площадями, каналами,





участок реки, и гидротехнические сооружения располагающиеся на русле реки, и находящиеся в ведомстве каждого из районных отделений.

Структура управления:

1. Ассоциация Гарагумдерьясувхожалык:
  - Это головная организация, отвечающая за общее управление водными ресурсами Каракум-реки.
  - Функции:
    - Стратегическое планирование использования водных ресурсов
    - Координация деятельности всех подчиненных управлений
2. Управления Гарагумдерьясувхожалык (9 управлений):
  - Представляют собой районные подразделения, отвечающие за определенные участки реки, и являются подведомственными управлениями Гарагумдерьясувхожалык в четырех веляях Туркменистана.
  - Функции:
    - Оперативное управление водными ресурсами на своем участке
    - Контроль состояния гидротехнических сооружений
    - Организация водоподачи потребителям
    - Сбор данных о водопользовании и состоянии водных объектов
3. ПУ Марыгарагумгурлушк:
  - Производственное управление, отвечающее за строительство и реконструкцию объектов водного хозяйства Каракум-реки.
  - Функции:
    - Реализация проектов по модернизации ирригационной инфраструктуры
    - Строительство новых и реконструкция существующих гидротехнических сооружений
    - Техническое обслуживание сложных инженерных систем

При подобной структуре управления необходим централизованный сбор данных: так Ассоциация Гарагумдерьясувхожалык будет получать данные с автоматизированных систем водоучета в каждом из районов для комплексного мониторинга. Районные управления могут использовать данные с автоматизированных систем для быстрого реагирования на изменения водной обстановки.

## Организация связи и передачи данных системы

Для определения регламента функционирования автоматизированной системы водоучета необходимо задать:

- Перечень параметров, измеряемых каждым датчиком.
- Число измерений, проводимых в течение одного часа, для каждого датчика.
- Расписание сеансов связи с серверами сбора данных для передачи результатов измерений.
- Перечень датчиков, передающих результаты измерений на смежный сервер сбора данных.
- Направления передачи результатов измерений для каждого датчика.
- Перечень параметров, передаваемых каждым сервером сбора данных в головные центры на серверы баз данных вышестоящих водохозяйственных организаций.
- Расписание сеансов связи с вышестоящими водохозяйственными организациями (Ассоциацией Гарагумдерьясувхожалык и Государственным комитетом водного хозяйства Туркменистана).

Регламент процедур сбора информации с результатами проведения измерений параметров транспортирования и подачи водных ресурсов по Каракум-реке и передачи ее в смежные водохозяйственные организации задается в базе данных компьютерной системы сбора и обработки информации.

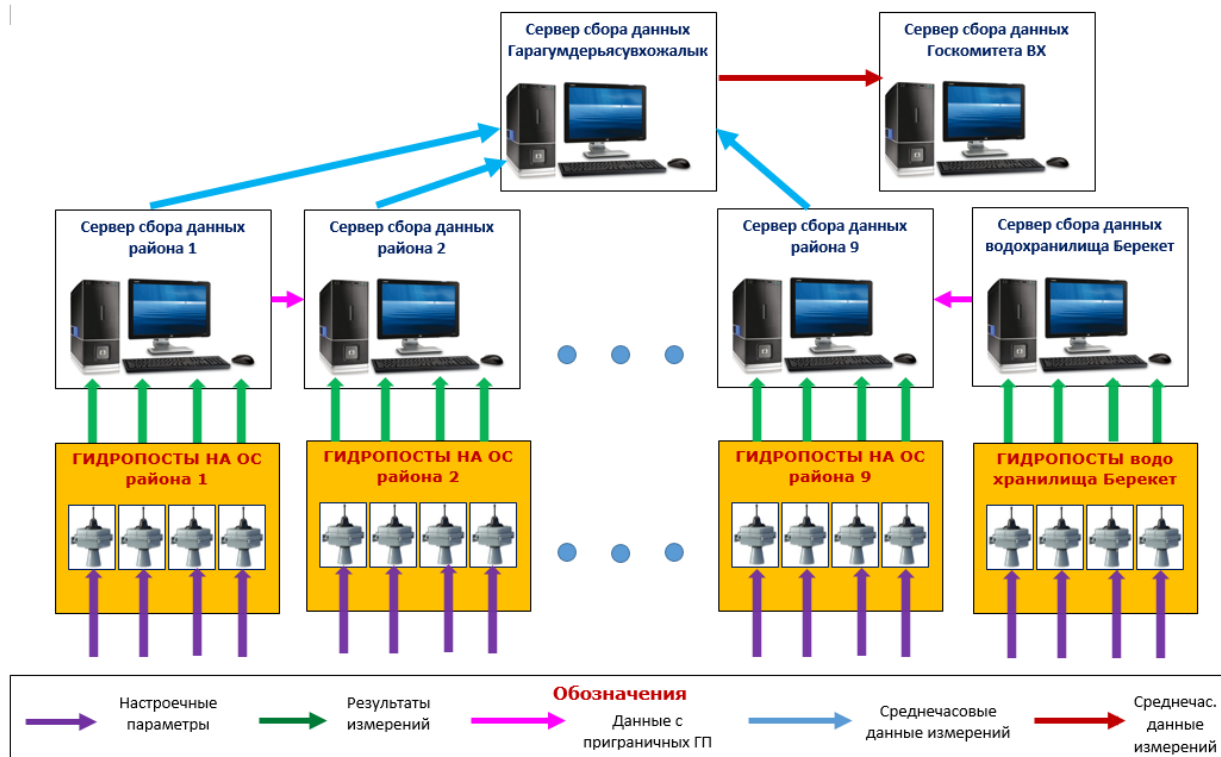


Рис 9. Регламент передачи данных в системе автоматизированного водоучета.

Перечень настраиваемых параметров для работы датчика:

- Число измерений в час.

- Необходимость проведения сеанса связи с сервером сбора данных в течение каждого часа.

Исходя из характеристик датчика, содержащихся в базе данных, определяется формат поступающего из датчика на сервер сбора данных сообщения с результатами измерений (стрелки зеленого цвета на рисунке 9). Данные, передаваемые из датчика, расшифровываются в соответствии с характеристиками измеряемых параметров, которые содержатся в базе данных системы контроля.

Направления передачи результатов измерений для каждого датчика (стрелки зеленого цвета на рисунке 9), а также необходимость и направление передачи результатов измерений на смежный сервер сбора данных (стрелки розового цвета на рисунке 9) формируются и записываются в базу данных.

Перечень параметров, передаваемых каждым сервером сбора данных в головной центр Объединения Гарагумдерьясувхожалык на сервер базы данных (стрелки голубого цвета на рисунке 9), формируются и записываются в базу данных.

Перечень параметров, передаваемых из головного центра Объединения Гарагумдерьясувхожалык на сервер базы данных Государственного комитета водного хозяйства Туркменистана (стрелка бордового цвета на рисунке 9), формируется и записывается в базу данных.

Основные компоненты системы связи:

1. Измерительные устройства с локальными контроллерами данных:
  - Уровнемеры, расходомеры, пьезометрические преобразователи давления.
  - Расположены в ключевых точках Каракум-реки и ее водохранилищ и ответвлений.
  - Собирают данные с измерительных устройств.
  - Обеспечивают первичную обработку и хранение данных.
2. Центральный сервер в государственном комитете водного хозяйства Туркменистана:
  - Принимает данные со всех диспетчерских пунктов расположенных в каждом из районных управлений.
  - Обеспечивает хранение, обработку и анализ полученной информации.
3. Диспетчерские центры:
  - Расположены в каждом из 9 управлений Гарагумдерьясувхожалык.
  - Получают обрабатывают и хранят данные с каждого из измерительных элементов на гидростаях.
4. Главный диспетчерский центр:

- Находится в Ассоциации Гарагумдерьясувхожалык.
- Принимает данные со всех диспетчерских пунктов расположенных в каждом из районных управлений.
- Обеспечивает хранение, обработку и анализ полученной информации.

Особенности организации связи:

1. Многоуровневая структура:
  - Обеспечивает надежность и отказоустойчивость системы.
  - Позволяет распределить нагрузку на сеть.
2. Защита данных:
  - Шифрование при передаче данных.
  - Системы аутентификации для доступа к информации.
3. Автономное питание:
  - Использование аккумуляторов для обеспечения бесперебойной работы удаленных гидропостов.

Преимущества такой организации связи:

1. Оперативность: Получение данных в режиме реального времени.
2. Комплексность: Сбор информации со всей протяженности Каракум-реки.
3. Масштабируемость: Возможность легкого добавления новых точек измерения.
4. Надежность: Минимизация риска потери данных благодаря резервированию.
5. Эффективность управления: Возможность быстрого реагирования на изменения водной обстановки.

Применение в контексте управления Каракум-рекой:

1. Оптимизация водораспределения:
  - Оперативная корректировка объемов водоподачи на основе актуальных данных.
2. Предотвращение чрезвычайных ситуаций:
  - Раннее обнаружение аномальных изменений уровня или расхода воды.
3. Улучшение планирования:
  - Использование накопленных данных для долгосрочного планирования водопользования.

Эффективная система связи обеспечивает своевременное получение точной информации, что необходимо для принятия обоснованных решений по управлению водными ресурсами. В условиях засушливого климата и растущего спроса на воду, такая система позволяет оптимизировать

использование водных ресурсов, способствуя устойчивому развитию сельского хозяйства и экономики региона в целом.

## 2 СЕССИЯ

### Автоматизированная система водоучёта, основные характеристики

---

В данной сессии приведены материалы для обучения диспетчеров и специалистов водного сектора по работе с программным обеспечением системы. Представлены основные функции по обработке и анализу данных и составлению текущих отчетов по водному балансу реки. В представлении интерфейса программного обеспечения системы разъясняются отображаемые элементы в рабочем окне программы, объясняется принцип работы с тарифованными таблицами и правилами их корректировок при необходимости. (Необходимость корректировок обусловлена отложением наносов на профиле сечения русла на гидропостах, вследствие чего, изменяется профиль сечения, и соответственно, изменяются показатели уровня и расхода воды на гидропосте. Данные мероприятия проводятся в калибровочных целях с интервалом, определяемым специалистами водного сектора и после паводков). Также диспетчерам будет представлены:

- Регламент обновления данных по гидропостам.
- Правила работы с интерфейсом изменения количества ежечасных измерений и настройки интервала передачи данных.
- Правила работы с интерфейсом настройки подключения терминалов для передачи данных, и интервальной проверки подключения системы к сети оператора связи.
- Правила внесения изменения уставки значений с гидрометрических реек гидропостов (при изменении привязки значений гидрометрической рейки к абсолютным отметкам).
- Правила работы с окном отображения архивной информации, правила выбора периода измерений для отображения (сутки, месяц, декада, год)
- Правила работы с формами выходных документов и вариантов интервалов для отображения (сутки, месяц, декада, год)

#### Главное окно Программного Обеспечения системы

На рисунке 10 представлено основное рабочее окно программного обеспечения системы автоматизированного водоучета на Каракум реке. В данном случае, данное программное обеспечение, как пример, приведено для четвертого районного управления Гарагумдерьясувхожалык.

В зависимости от того какие гидропосты подвергнуты автоматизации и находятся в ведении районного управления, те гидропосты и отображаются в рабочем окне системы. (Экранные формы программного обеспечения для каждого из районных управлений представлены в Приложении 1 данного модуля) В левой части экрана на жёлтом фоне отображаются индикаторы данных гидропостов.

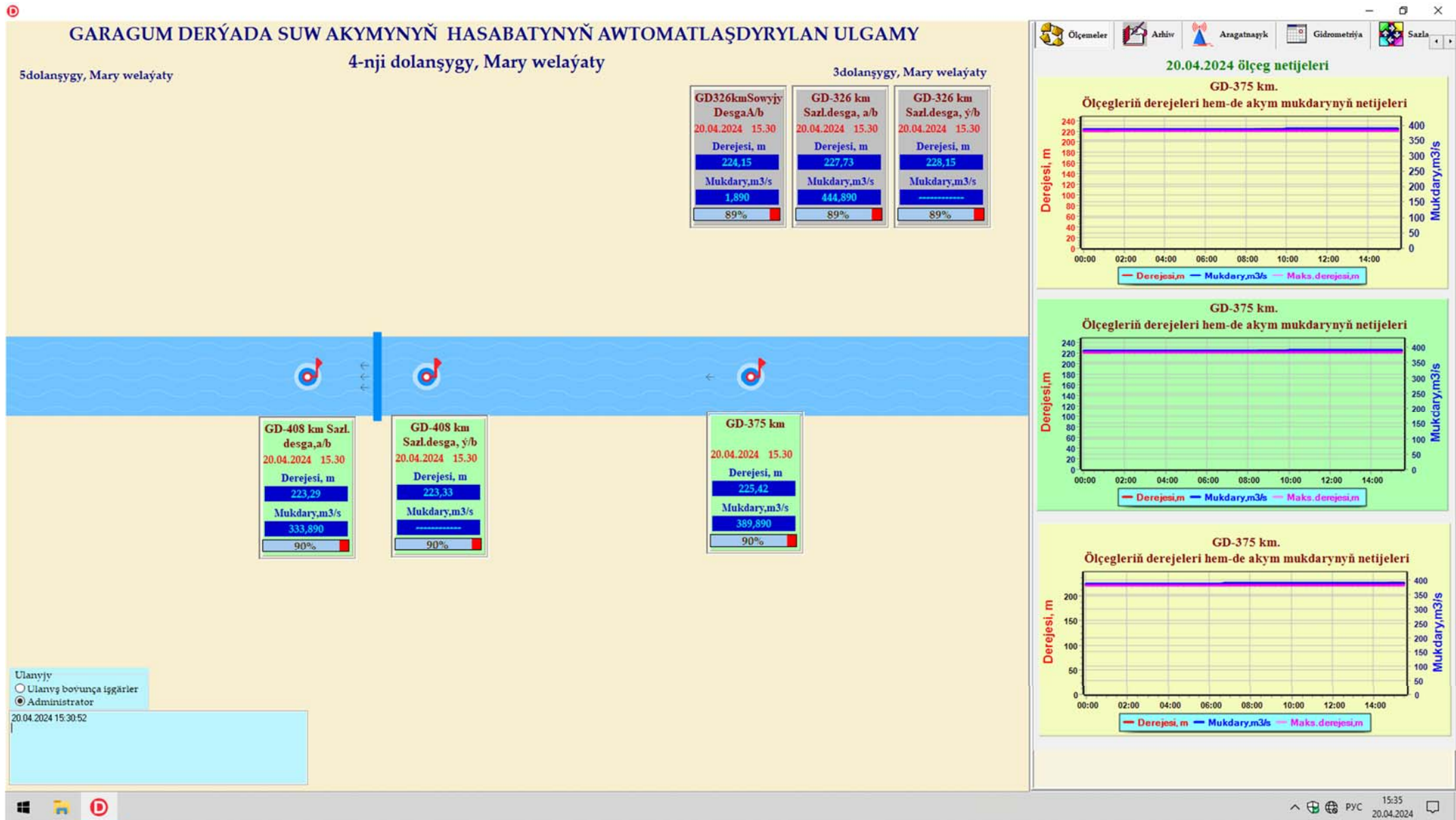


Рис. 10. Экранная форма программного обеспечения системы, основное окно программы

**В левой части экрана** представлены основные индикаторы мнемосхемы для каждого автоматизированного гидропоста районного управления. Каждый индикатор мнемосхемы имеет показатели, которые обновляются по мере поступления информации с автоматизированных гидропостов.

Каждый индикатор автоматизированного гидропоста имеет показатель:

1. Даты и времени проведения мгновенного измерения, результаты которого отображаются также на данной мнемосхеме.
2. Уровень горизонта воды, в абсолютных отметках балтийской системы высот, на гидропосте.
3. Показатель расхода, соответствующий данному горизонту воды, согласно тарифированной таблицы гидропоста.
4. Поскольку данное оборудование имеет автономные источники питания, то на мнемосхеме также отображаются показатели уровня заряда аккумулятора оборудования. Это помогает диспетчерам уведомлять IT инженеров отдела своевременно перезаряжать и обновлять источники питания в измерительном оборудовании на гидропостах.

Также в каждом из районных управлений отображается информация с приграничных гидропостов вышележащего районного управления.

**В правой части экрана** отображаются графики, обновляющиеся с ежечасным интервалом по мере поступления новых данных. В зависимости от того, для какого из гидропостов график необходимо проанализировать, в программном обеспечении присутствует возможность выбора конкретного гидропоста. Его выбор осуществляется кликом правой кнопки мыши на графике, и в выпадающем перечне можно выбрать график необходимого гидропоста.

На графиках отображаются такие показатели как, уровень горизонта воды в водотоке, он выделен синей линией на графике.

Привязанные к нему показатели расхода воды в водотоке на приведённом гидропосте. Данный показатель выделен красной линией.

Показатели отметок максимального уровня на гидропосте. Этот показатель обозначен фиолетовой линией на графике.

График обновляется ежечасно, непрерывно, в течение суток, по мере поступления новой информации.

**В верхней правой части экрана** располагается панель выбора активного рабочего окна программного обеспечения. Данная панель позволяет переключать режимы работы программного обеспечения в режим архива, в режим настроек регламента связи и выставления параметров режима работы измерительного оборудования, также здесь доступен режим ввода гидрометрии и внесения тарифированных таблиц зависимости уровень/расход по гидропостам автоматизированной системы. И последнее окошко включает в себя режим настроек подключения терминалов для приема передачи



информации, окно режима администратора, в котором возможно создание и назначение прав администрирования новым пользователям и в нём располагается окно ввода уставок для каждого из автоматизированных гидростов.

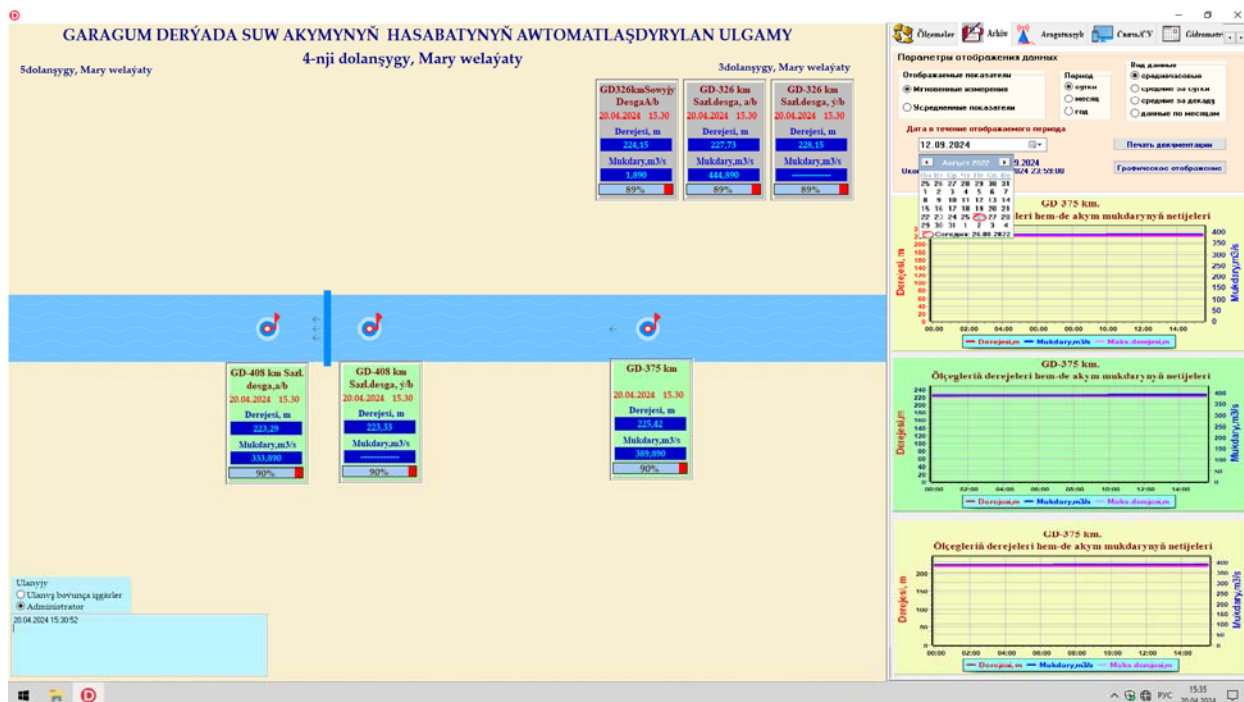


Рис. 11. Экранная форма системы, окно архивной формы программного обеспечения.

### Режим архива.

В этом режиме доступны отображение и выпуск на печать архивных данных по ретроспективным показателям измерения для каждого автоматизированного гидростом.

1. Формирование отчетности о фактических режимах водоподачи по гидростом. Выполнение данной функции обеспечивает:

Формирование документации о режимах водоподачи по гидростом в табличной форме. Документация содержит данные по всем гидростом системы. Документация может выводиться на печать или сохраняться в виде файлов в формате PDF или XPS.

Период данных, включаемых в документ, может иметь одно из следующих значений:

- Сутки. Вид представляемых данных – мгновенные измерения или среднечасовые показатели.
- Месяц. Вид представляемых данных – среднесуточные или среднедекадные показатели.
- Год. Вид представляемых данных – среднедекадные или средние по месяцам показатели.

Формирование документации о режимах водоподдачи по гидростанциям в графической форме. Сформированный график отображается на главной экранной форме, а также может выводиться на печать или сохраняться в виде файлов в формате PDF или XPS. Период данных, включаемых в документ, может иметь одно из следующих значений:

- Сутки. Вид представляемых данных – мгновенные измерения или среднечасовые показатели.
- Месяц. Вид представляемых данных – среднесуточные показатели.
- Год. Вид представляемых данных – средние по месяцам показатели.

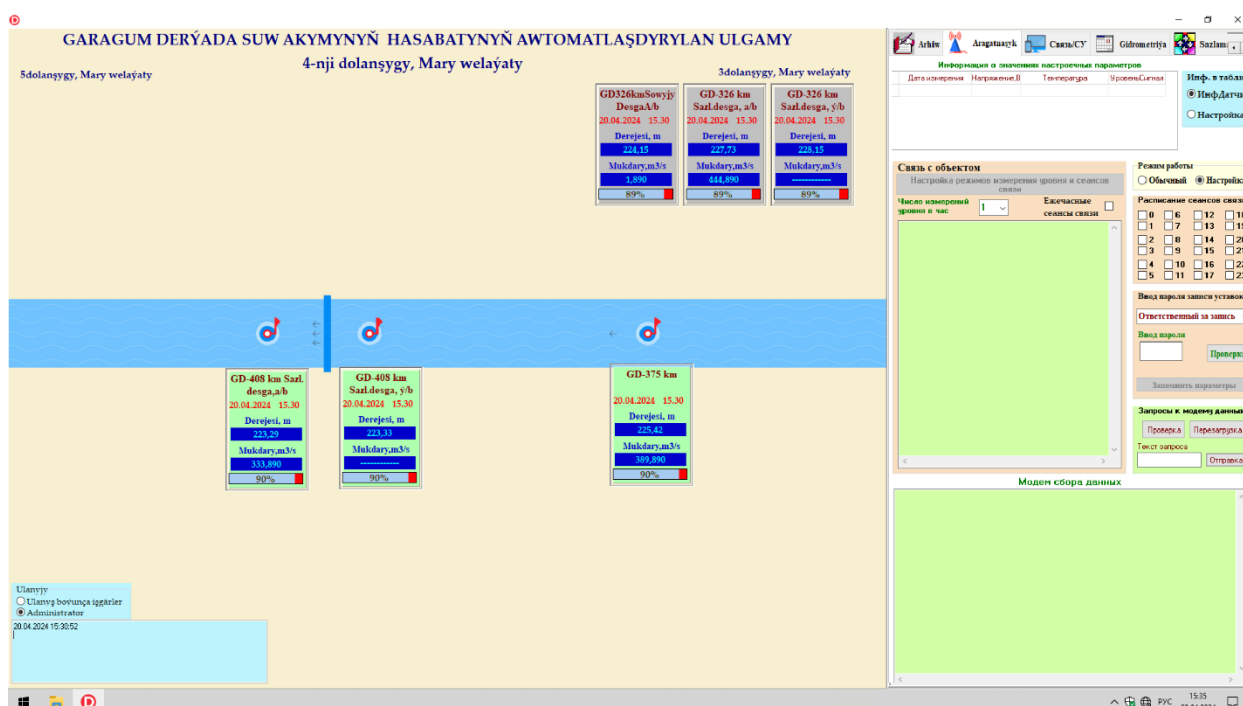


Рис. 12. Экранная форма системы, окно настроек регламента связи и параметров работы.

### Режим настроек регламента связи

и выставления параметров режима работы измерительного оборудования. В этом разделе доступны настройки готовности терминалов приема-передачи информации, установки регламента передачи данных, интервала проведения измерений и остальные настройки режимов связи с измерительным оборудованием.

Выполнение данной функции обеспечивает:

- Работу с датчиками в режиме настройки. В данном режиме последовательно осуществляется:
- Прием информации с датчика, переведенного пользователем системы в состояние «Настройка», о расстоянии от положения измерительного элемента датчика до текущего уровня воды в измерительном колодце, а также информации о текущем времени в датчике (месяц, дата, часы, минуты).

- Передача информации о параметрах идентификации датчика, расписании измерения уровня воды в реке или канале и передачи информации в компьютер в автоматическом режиме, а также о текущем времени компьютера.
- Прием информации с датчика о расстоянии от положения измерительного элемента датчика до поверхности воды в измерительном колодце, а также информация о текущем времени в датчике, откорректированном в соответствии с переданным текущим временем компьютера (месяц, дата, часы, минут, секунд. Принимается также информация об условиях работы датчика: напряжение элементов питания датчика, температура работы, уровень сигнала сотовой связи.
- Переход в обычный режим работы с датчиками, в ходе которого осуществляется последовательный прием информации архивов данных о зарегистрированных режимах водоподачи по гидростам, поступающей из датчиков в соответствии с установленным на этапе настройки графиком.
- Отправка запросов на выполнение GSM терминалом операций по проверке подключения и перезагрузке, а также передача AT команд, сформированных вручную.

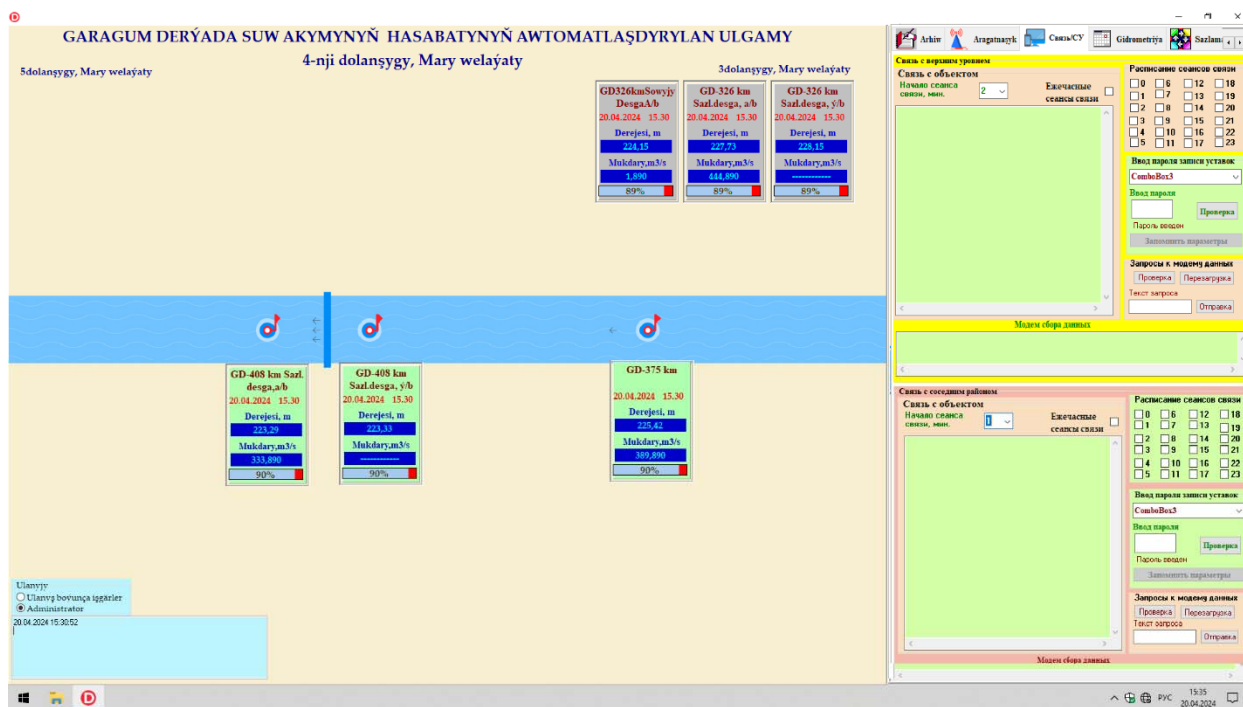


Рис. 13. Экранная форма системы, окно настроек связи ПО с ПО прилегающих районов, ПО Ассоциации Гарагумдерьясувходжалык и ГКВХ Туркменистана.

В данном меню системы доступны настройки регламента связи на уровне районных управлений, передача результатов измерений и настройка регламента связи с приграничных гидростов в соседнее районное управление и головные ведомства Ассоциации Гарагумдерьясувходжалык и ГКВХ Туркменистана.

## Настройки гидрометрии

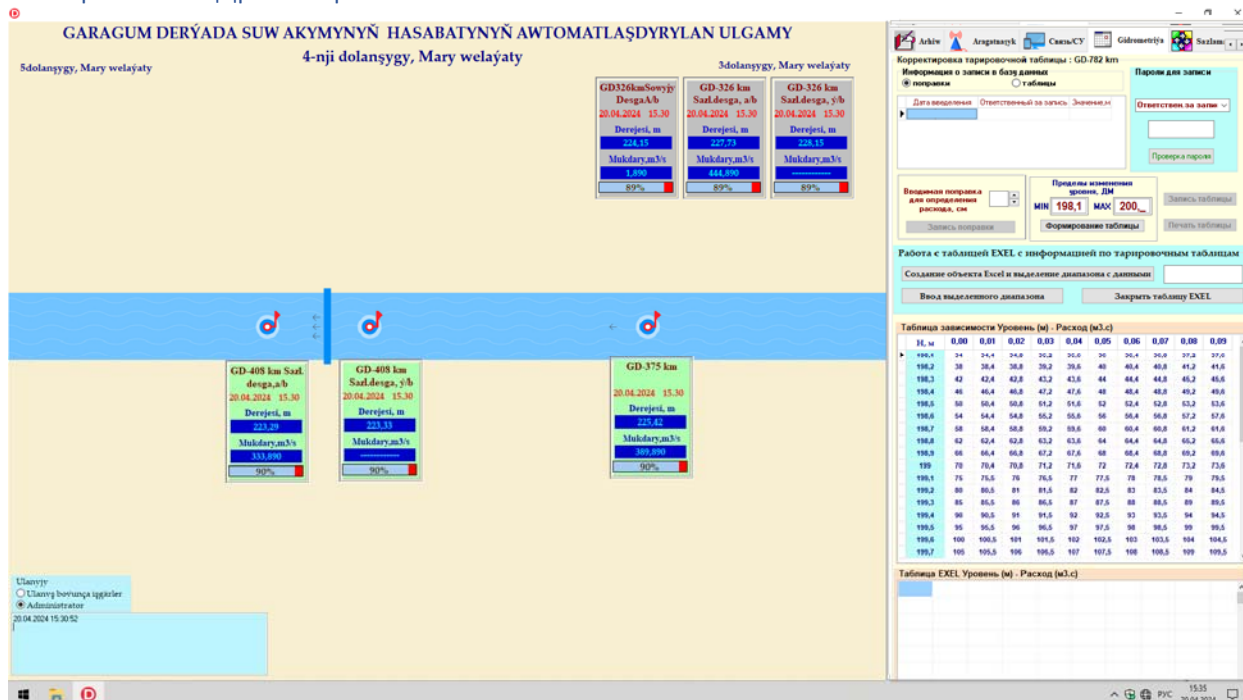


Рис. 14. Экранная форма системы, окно настроек гидрометрии

В этом режиме доступны настройки ввода гидрометрии и внесения поправок и тарифованных таблиц зависимости уровень/расход по гидропостам автоматизированной системы.

Выполнение данной функции обеспечивает:

- Отображение и печать гидрометрических таблиц преобразования значений уровня по гидропостам в значения расхода.
- Формирование шаблона для ввода гидрометрической таблицы с заданным пользователем числом строк.
- Запись гидрометрических таблиц в базу данных.
- Ввод и отображение поправок к измерениям уровня по гидропостам.
- Хранение и отображение информации о дате записи гидрометрических таблиц и поправок к измерениям уровня и идентификационных данных о лицах, осуществляющих запись этой информации в базу данных.
- Экспорт гидрометрических таблиц из Excel файлов в базу данных.

## Основные настройки системы

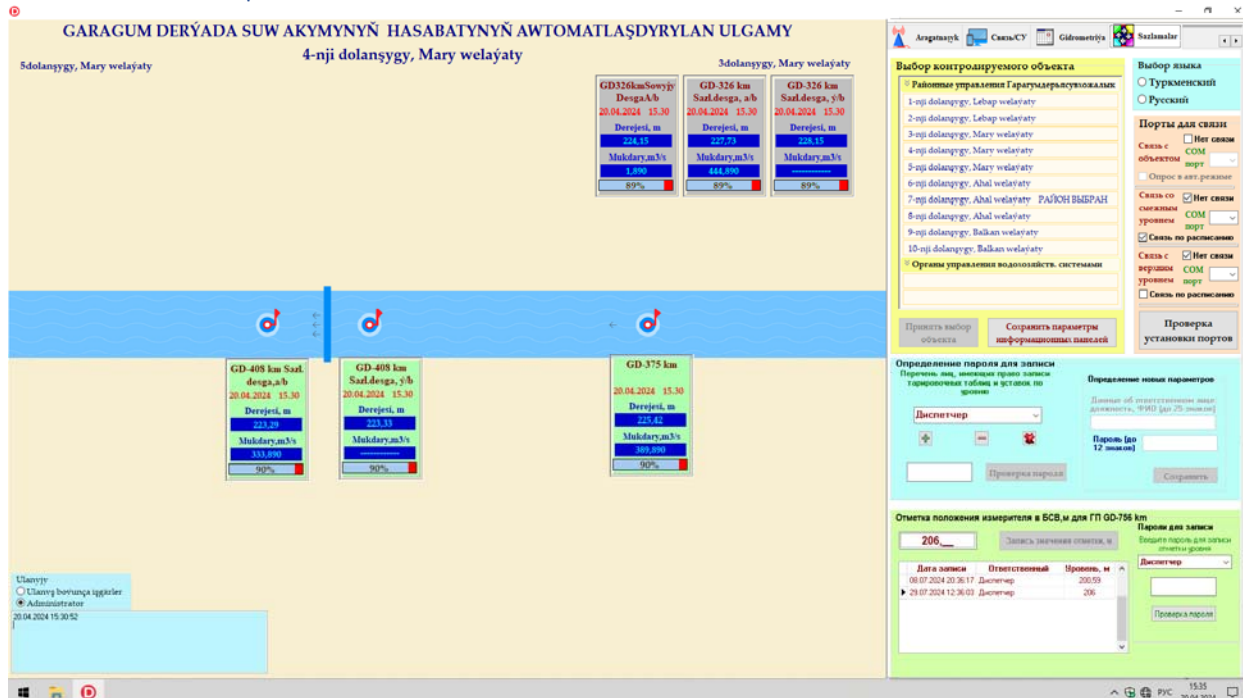


Рис. 15. Экранная форма системы, основное окно настроек

Данное окно включает в себя выбор соответствующей экранной формы программного обеспечения для каждого из районных управлений Гарагумдерьясувходжалык, и вышестоящих организаций. Данный выбор осуществляется единожды при первичной настройке сервера сбора данных и программного обеспечения системы для каждого района-соответственно. Также здесь доступен режим настроек подключения терминалов для приема-передачи информации, для каждого уровня связи, включая терминалы передачи информации в соседние районы и в районы вышестоящих ведомств, окно режима администратора, в котором возможно создание и назначение прав администрирования новым пользователям, а также в нём располагается окно ввода уставок для каждого из гидропостов.

Данная страница активируется при определении в качестве пользователя системы «Администратора». Выполнение данной функции обеспечивает:

- Определение номера последовательного порта из перечня допустимых, к которому подключены GSM терминалы.
- Определение возможности приема данных с гидропостов в автоматическом режиме.
- Определение идентификационных данных для доступа к параметрам настройки.
- Ввод данных по каждому гидропосту о текущем положении измерительного прибора на гидропосте в абсолютных отметках балтийской системы высот в реке, которые необходимы для определения текущего уровня воды по измеренному значению расстояния от измерительного элемента датчика до поверхности воды.

### 3 СЕССИЯ

---

Описательная часть. «Обучение сотрудников информационного и IT отделов по обслуживанию и калибровке оборудования»

Так как, перечень устанавливаемых измерительных элементов включает в себя:

- Уровнемер ультразвуковой
- Гидростатический преобразователь давления
- Расходомер

По каждому из измерительных приборов будет представлено:

- Принципиальная схема функционирования и настройки.
- Регламент обновления и прошивки программного кода, включающего в себя регламент внесения данных мобильного оператора связи для подключения оборудования к системе согласно настройкам
  - а) Установка значений назначенного IP адреса терминалов-приёмников информации
  - б) Установка значения порта для передачи данных,
  - в) Установка подключения для проверки передачи данных между измерительным прибором и программным обеспечением системы.

Будет наглядно представлен и проведен тренинг по разбору-сбору измерительного оборудования, замене элементов питания, установке необходимых дополнительных элементов, техническому обслуживанию, мероприятиям по повышению качества передачи данных на гидрострах, эксплуатации и настройки элемента, ввод прибора в рабочий режим.

### Временные характеристики выполнения отдельных функций.

Установлены следующие временные характеристики выполнения отдельных функций программного комплекса:

1. Прием информации, поступающей с Датчиков на гидропостах (при включении автоматического режима приема) осуществляется непрерывно, активация сеанса связи осуществляется по запросу, поступающему из Датчика. Число сеансов связи в течение суток для каждого Датчика устанавливается в режиме настройки. Предусматривается последовательный временной график выхода Датчиков на связь в течение каждого часа. Если компьютерная система в момент запроса Датчика занята приемом информации с другого Датчика или переведена в режим настройки, запрос не обслуживается. При достаточно регулярном обмене информацией Датчика с компьютерной системой подобные ситуации, как правило, встречаются достаточно редко.
2. Формирование отчетности о фактических режимах водоподачи по гидропостам осуществляется по запросам пользователей. Период времени, отображаемый в документации, может составлять сутки, месяц или календарный год. Выбор периода, для которого рассчитываются показатели фактической водоподачи, осуществляется пользователем. База данных программной системы позволяет осуществлять доступ к данным за любой прошедший период контроля.
3. Функция «Ведение базы данных по гидрометрическим зависимостям» выполняется при вводе компьютерной системы в эксплуатацию, а также при необходимости корректировки данных в таблицах зависимостей значений расходов от значений уровней.
5. Функция «Настройка параметров работы» реализуется при изменении параметров привязки технических средств связи к входным устройствам компьютера.

Формирование отчетности о фактических режимах водоподачи по гидропостам.

Управляющие элементы, позволяющие задать параметры выполнения данной функции, расположены на странице «Архив данных».

Предусматривается 2 контура отображения информации: информация о текущем состоянии объекта и информация из архива данных компьютерной системы.

- Информация о текущем состоянии процесса водозабора по гидропостам соответствует данным последнего по времени поступления информации с каждого датчика. Эта информация отображается в левом верхнем поле главной экранной формы в окне, прилегающем к изображению соответствующего гидропоста: дата (число, месяц) и время (часы, минуты) проведения измерения, уровень в абсолютных отметках (единица измерения-метр с двумя десятичными после запятой), расход (м<sup>3</sup> в секунду). При получении признака недостоверного измерения или в ситуации, когда измеренное значение лежит вне диапазона значений тарифовочной таблицы (таблица соответствия значений уровня и расхода), в окне данных по гидропосту приводится соответствующее сообщение.
- Кроме того, информация о расходах по гидропостам за текущие сутки отображается в графической форме в нижнем левом поле главной экранной формы. При поступлении новой порции данных по гидропостам графическая информация обновляется.
- Поле «Параметры отображения данных» (верхняя часть страницы блокнота «Архив данных») позволяет определить характеристики представления данных для отображения информации архива. Характеристики определяются как совокупность параметров:
  - ✓ Отображаемые показатели (мгновенные измерения, т.е. результаты измерений, поступающие с гидропостов, или усредненные показатели, т.е. средние значения за какой-либо временной период).
  - ✓ Период представляемых в документе данных (сутки, месяц, год). Мгновенные измерения приводятся только для периода длиной в сутки, т.к. их достаточно много, и для более длинного периода целесообразно данные усреднять.
  - ✓ Вид данных (относится к усредненным показателям): среднечасовые, среднесуточные, средние за декаду или средние за месяц.
  - ✓ Дата в течение отображаемого периода. Определяется при нажатии стрелки справа в поле календаря. Календарь можно листать для перехода в требуемый месяц. При указании конкретной даты начало и конец периода отображаемых в документе данных формируется автоматически исходя из информации о периоде представляемых данных.



- Кнопка «Печать отчетности» позволяет представить требуемый документ в табличной форме, получаемый документ можно напечатать или сохранить в виде файла, который можно пересылать по электронной почте.

Управляющие элементы выбора способа использования полученного документа расположены в верхней части окна просмотра документа (рисунок 16). Нажатие кнопки «Printer Setup» позволяет получить окно свойств принтера для вывода документа: системный принтер для печати или виртуальный для вывода в файл (Microsoft XPS Document Writer). Нажатие кнопки «Print» при выборе системного принтера в качестве устройства для вывода документа позволяет напечатать его. Нажатие кнопки «Print» при выборе опции «Microsoft XPS Document Writer» позволяет сформировать файл с содержимым документа, и записать его в указанное пользователем место в памяти компьютера. В дальнейшем можно конвертировать этот файл в формат PDF. Аналогичным образом осуществляется настройка выбора способа печати или сохранения всех документов, формируемых программным комплексом.

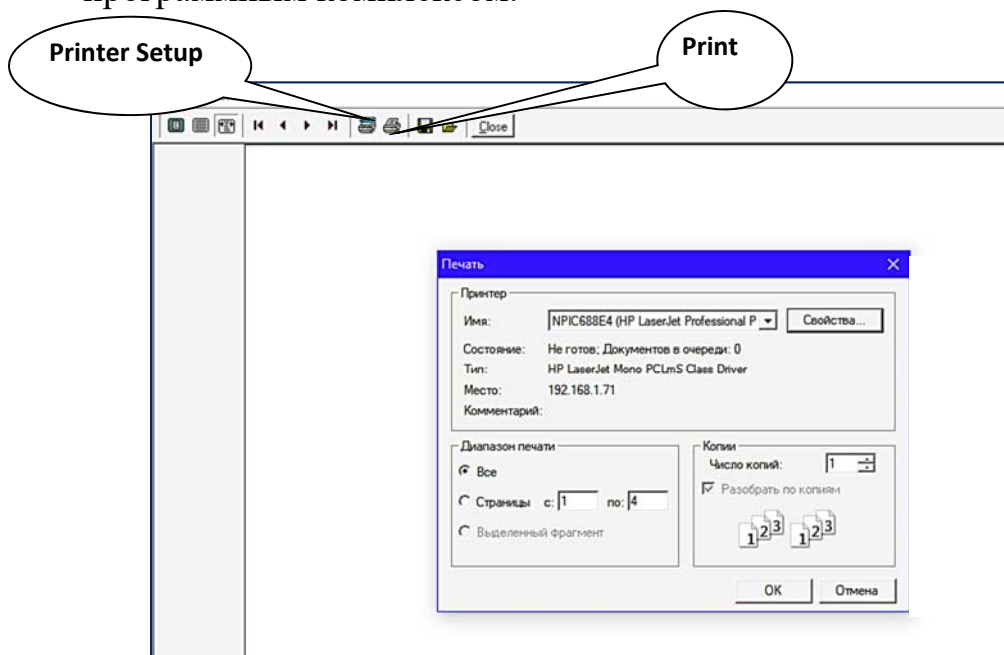


Рисунок 16. Управляющие элементы печати документов.

- Кнопка «Графическое отображение» позволяет представить график водоподачи для выбранных гидростов. Полученный документ можно напечатать (кнопка «Печать» в поле графика) или сохранить в виде файла, который можно пересылать по электронной почте. На рисунке 17 представлены управляющие элементы для печати графика.

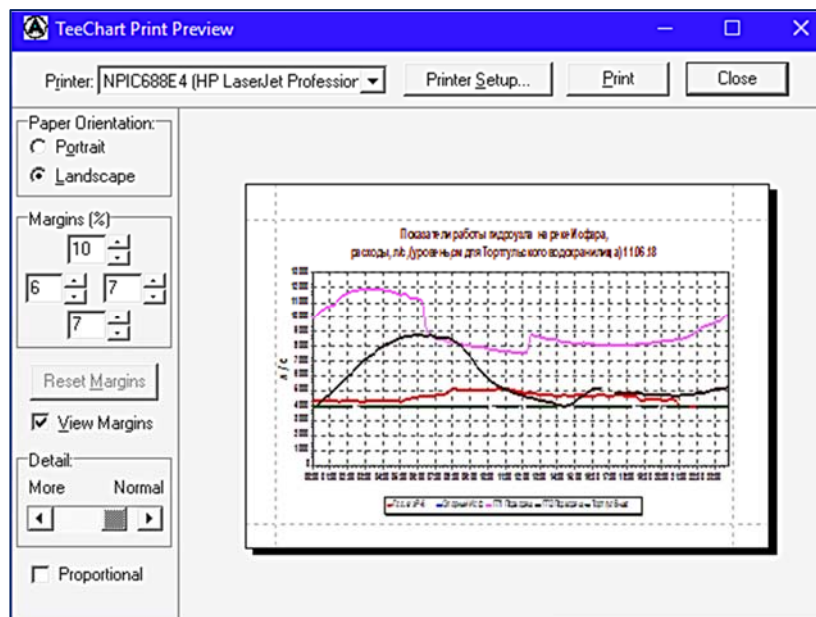


Рисунок 17. Управляющие элементы печати графика

В окне «Printer» определяется устройство для представления графика: системный принтер для печати или виртуальный для вывода в файл (Microsoft XPS Document Writer). Нажатие кнопки «Print» при выборе системного принтера в качестве устройства позволяет напечатать график. Нажатие кнопки «Print» при выборе опции «Microsoft XPS Document Writer» позволяет сформировать файл с графиком и записать его в указанное пользователем место в памяти компьютера. В дальнейшем можно конвертировать этот файл в формат PDF. Аналогичным образом осуществляется настройка выбора способа печати или сохранения всех графиков, формируемых программным комплексом. Имеется также возможность определения полей на странице вывода графика, ориентации страницы и т.д.

Организация связи с датчиками на гидропостах. Управляющие элементы, позволяющие задать параметры выполнения данной функции, расположены на странице «Связь» блокнота, расположенного на Главной экранной форме программного комплекса (рисунок 18).

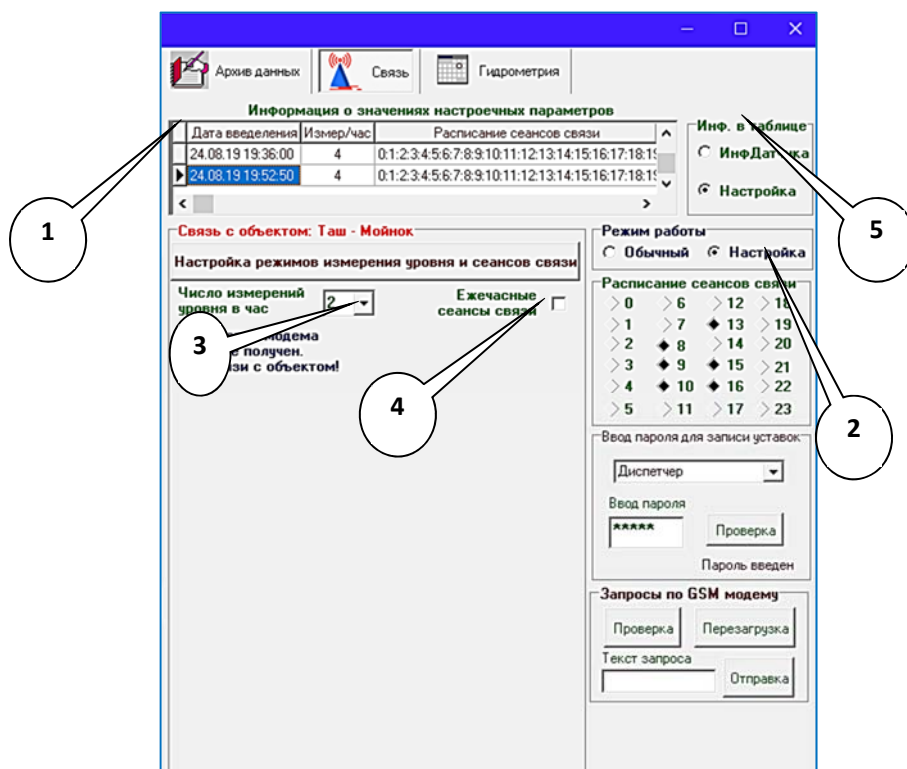


Рисунок 18. Управляющие элементы для реализации функции «Организация связи с датчиками на гидропостах».

Связь с датчиками на гидропостах осуществляется в двух режимах: обычном и настройки. Выбор режима осуществляется отметкой соответствующей опции в окне «Режим работы» (поле 2 рисунок 18). Обычный режим после его выбора реализуется автоматически. В данном режиме компьютер постоянно настроен на прием информации с датчиков. Сеанс связи с конкретным датчиком начинается с момента прихода запроса на связь.

Для работы в режиме настройки должны осуществляться следующие действия пользователя:

- Переход в режим настройки.
- Определение объекта, для которого будет осуществляться настройка датчика. Осуществляется щелчком правой клавиши указателя-мышки на прилегающем к изображению требуемого канала прямоугольнике на схематическом изображении ирригационной системы (левый верхний угол Главной экранной формы). Наименование гидропоста, для которого настраивается датчик, отобразится в заголовке поля «Связь с объектом». В таблице данных о датчиках (поле 1 рисунок 5) отображается 2 вида информации о датчике в соответствии с положением переключателя (поле 5 рисунок 18):

- информация о режимах работы датчика (заряд источника питания, температура и уровень сигнала сотовой связи на объекте) с указанием даты приема данных;
- информация о заданных ранее настроечных параметрах работы датчика (число измерений расстояния до поверхности воды (т.е. уровня) и расписание сеансов связи датчика с компьютером (перечень часов, в течение которых датчик передает накопленное за период, прошедший между сеансами связи, содержимое архива измерений). Для каждой акции проведения настройки отображается дата ее ввода, ответственное лицо.
- В поле «Ввод пароля для записи уставок» в элементе «Ответственный за запись» нужно нажать квадратик с изображением стрелки, в появившемся перечне лиц, которые имеют право проводить настройку датчика, отметить строку, соответствующую идентификации пользователя, а затем ввести соответствующий пароль в поле «Введите пароль» и нажать кнопку «Проверка пароля». Если пароль введен верно, после появления соответствующей надписи кнопка «Настройка режимов измерения уровня и связи» в поле «Связь с объектом» становится доступной.
- Для настройки датчика следует определить:
  - Число измерений уровня в час (от 1 до 4, выбор проводится из списка, формируемого при нажатии стрелки указателем-мышью в поле выбора числа измерений (поле 3 рисунок 18)).
  - Перечень часов для проведения сеансов связи в сутки. Выбор проводится из перечня, формируемого при нажатии стрелки указателем-мышью для выбранных часов в поле «Расписание сеансов связи». Для упрощения работы при отметке в окне «Ежечасные сеансы связи» (поле 4 рисунок 18) задается ежечасный режим передачи данных архива датчика.
- При нажатии кнопки «Настройка измерения уровня и связи» осуществляется подготовка GSM терминала, подключенного к компьютеру, к сеансу связи с датчиком. После окончания процедуры подготовки в поле «Связь с объектом» появляется сообщение о готовности терминала или невозможности процедуры связи. В последнем случае необходимо проверить подключение терминала и провести процедуру проверки подключения (кнопка «Проверка» и «Перезагрузка» в поле «Запросы к терминалу сбора данных»). Если данные меры приведут к успеху, то в поле «Связь с объектом» нужно повторно нажать кнопку «Настройка измерения уровня и связи». Если сообщение о готовности терминала не появилось, то следует попытаться повторно провести процедуру перезагрузки терминала или проверить наличие терминала и его работоспособность.

- В случае успешного завершения действий по подготовке терминала компьютерная система переводится в состояние ожидания сеанса связи с датчиком, который должен быть переведен в режим настройки. Перевод датчика в режим настройки осуществляется путем подачи электропитания при установленной перемычке на соответствующий выход на плате датчика (или нажатием кнопки «Сброс» при установленном переключателе в режим «N» на плате датчика).
- Начало сеанса связи сопровождается соответствующими сообщениями в поле «Связь с объектом». Сообщения содержат информацию об установлении связи и передаче настроечных параметров. Связь осуществляется в два этапа. На первом этапе датчиком передается информация о текущем времени датчика и расстоянии до поверхности воды. В ответ компьютером передается для установки в датчике текущее время, информация о принадлежности датчика к определенному гидропосту, в ответ из датчика поступает информация об измеренном расстоянии от измерительного элемента датчика поверхности воды. При успешном приеме этой информации в датчик передается команда окончания сеанса настройки.
- При отсутствии информации из датчика до начала сеанса связи или при прекращении связи в течение установленного ранее сеанса в поле «Связь с объектом» выводится сообщение об отсутствии связи.
- По окончании процедуры настройки одного датчика пользователь может перейти в режим штатного приема информации, выбрав опцию «Обычный» режим работы, или перейти к настройке следующего датчика, определив его наименование и нажав кнопку «Настройка измерения уровня и связи».
- Для датчика предусмотрен еще один режим работы – информационный. В этом режиме предусмотрена передача в компьютерную систему основных параметров работы датчика – принадлежность к объекту, число байт в архиве измерений, уровень сигнала сотовой связи, напряжение питания, температура. Для реализации данного режима необходимо перевести датчик в этот режим (путем подачи электропитания или нажатием кнопки «Сброс» при установленном переключателе «Т» на плате датчика). Компьютерная система предварительно должна быть переведена в режим настройки (поле 2 рисунок 18). Прием данных осуществляется автоматически после начала сеанса связи по запросу датчика. После окончания приема информации из датчика для продолжения работы в штатном порядке необходимо установить режим работы «Обычный» (поле 2 рисунок 18).

- Кроме перечисленных выше действий, на странице «Связь» в поле «Запрос в терминалу данных» можно осуществить следующие действия:
  - Инициировать проверку подключения терминала к компьютеру (кнопка «Проверка»).
  - Инициировать перезагрузку терминала в сети сотового оператора (кнопка «Перезагрузка»).
  - ✓ Послать какой-либо запрос в сеть сотового оператора в принятом для данного оператора формате (набрать текст запроса в окне «Текст запроса», затем нажать кнопку «Отправка»).

Ответы на все действия данного пункта формируются в поле «Связь с объектом».

Ведение базы данных по гидрометрическим зависимостям. Управляющие элементы, позволяющие задать параметры выполнения данной функции, находятся на странице «Гидрометрия» блокнота, расположенного на Главной экранной форме программного комплекса (рисунок 19).

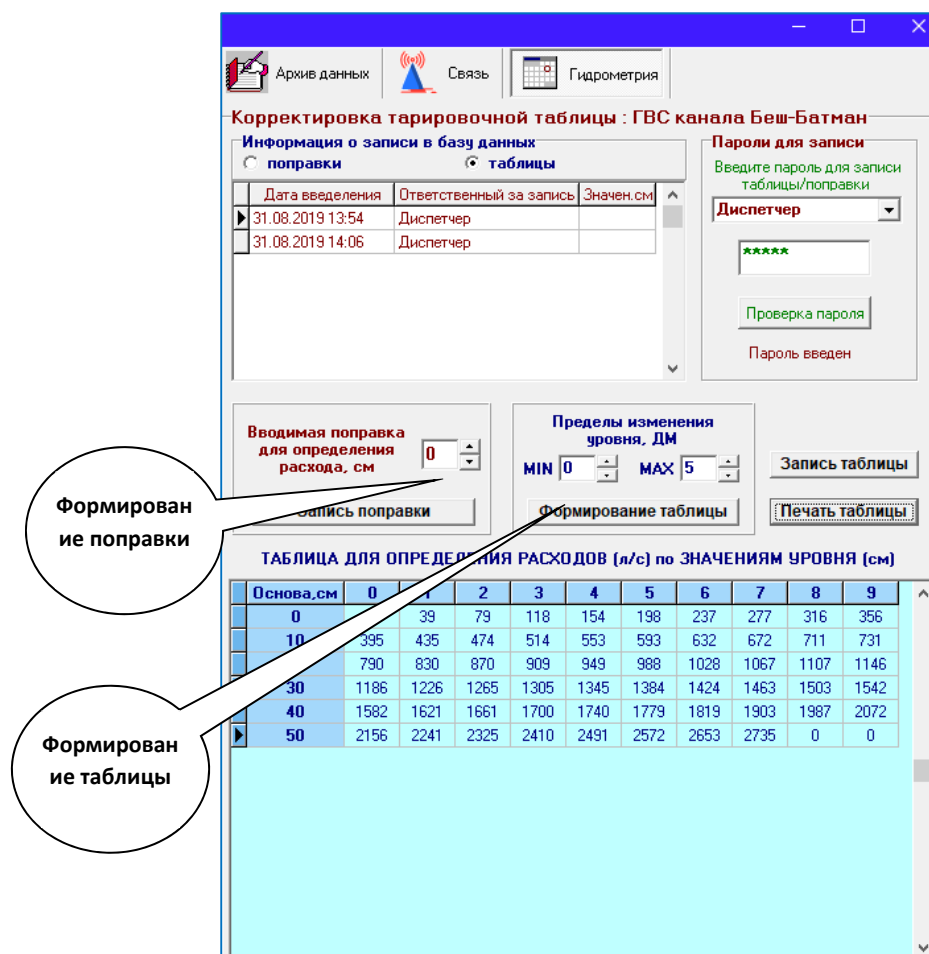


Рисунок 19. Ведение базы данных по гидрометрическим зависимостям

Определение гидропоста, для которого ведется отображение, корректировка или формирование данных по гидрометрическим зависимостям, осуществляется щелчком левой кнопки указателя – мыши в окне отображения текущей информации по гидропосту (левая верхняя часть Главной экранной формы). Если страница блокнота «Гидрометрия» открыта, то при определении гидропоста на ней отображается вся информация базы данных по гидрометрии, касающаяся указанного гидропоста.

На странице блокнота «Гидрометрия» находятся следующие управляющие элементы:

- Зона формирования таблицы преобразования «Уровень - Расход»:
  - Определение пределов изменения уровней (в дециметрах, задает число строк таблицы): минимальное значение, максимальное значение, задаются щелчками по указателям «больше» и «меньше» рядом с соответствующим полем значений.

- Кнопка «Формирование таблицы», нажатие которой приводит к отображению таблицы, первый столбец которой содержит значения уровня в дециметрах (т.н. «основа»), а строки соответствуют значениям расхода (л/с) для уровня, складывающегося из значения основы и приращения в сантиметрах (указано в первой строке таблицы). При нажатии данной кнопки таблица автоматически заполняется информацией, имеющейся в базе данных. Значения ячеек таблицы могут корректироваться пользователем.
- Зона ввода значения поправки к измерениям уровня в см (если это необходимо) содержит элементы для определения значения поправки и записи ее в базу данных.
- Зона «Пароли для записи» содержит элементы для идентификации пользователя, ответственного за формирование гидрометрической таблицы и записи поправки к измерениям уровня. Для идентификации пользователя в элементе «Ответственный за запись» нужно нажать квадратик с изображением стрелки, в появившемся перечне лиц, которые имеют право работы с гидрометрическими таблицами, отметить строку, соответствующую идентификации пользователя, а затем ввести соответствующий пароль в поле ввода пароля и нажать кнопку «Проверка пароля». *Если пароль введен верно, после появления соответствующей надписи кнопки «Запись таблицы» и «Запись поправки» становятся доступными.*
- В таблице «Информация о записи в базу данных» (верхняя часть страницы блокнота «Гидрометрия») содержится информация о всех акциях ввода в базу данных гидрометрических таблиц и значений поправок для выбранного гидропоста: дата ввода, данные о лице, ответственном за запись, и значение поправки (см). Имеется переключатель информации для отображения акций записи: гидрометрические таблицы или поправки (расположен под заголовком таблицы).
- Имеются кнопки записи таблицы в базу данных и печати таблицы. Способы печати аналогичны приведенным для вывода на печать документации по фактическим водозаборам. Также можно формировать документацию в формате XPS, пригодном для пересылки по электронной почте.

**Настройка параметров работы.** Управляющие элементы, позволяющие определить параметры функционирования программного комплекса в целом, находятся на странице «Настройка» блокнота, расположенного на Главной экранной форме программного комплекса (рисунок 20).



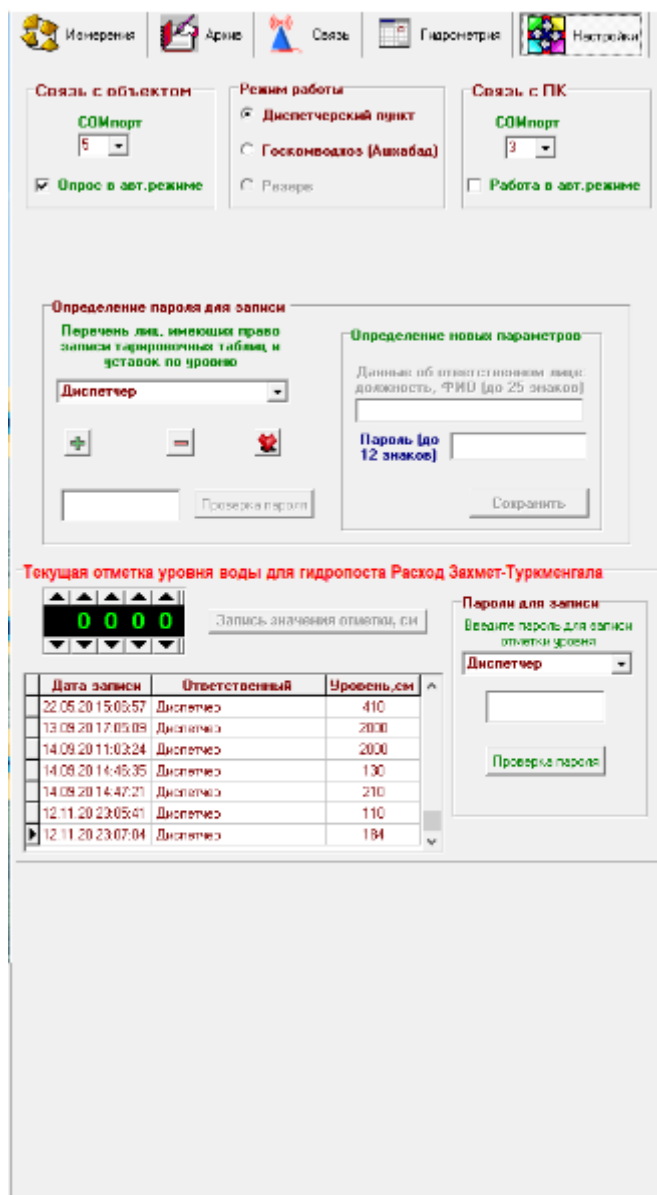


Рисунок 20. Управляющие элементы для настройки программного комплекса

*Доступ к странице блокнота «Настройка» возможен только для ограниченного круга пользователей программных средств, т.к. управляющие элементы, находящиеся на данной странице, определяют состав реализуемых функций, параметры доступа к устройствам ввода информации, конфиденциальные данные для идентификации. Эта информация обеспечивает целостность системы и должна быть закрыта для неподготовленных пользователей.*

Для активизации данной страницы необходимо определить статус пользователя системы: «Эксплуатационный персонал» или «Администратор» (рисунок 21). Режим по умолчанию - «Эксплуатационный персонал» (без пароля). Переход в режим «Администратор» возможен при вводе требуемого пароля. Переход в режим «Администратор» инициирует формирование страницы блокнота «Настройка».

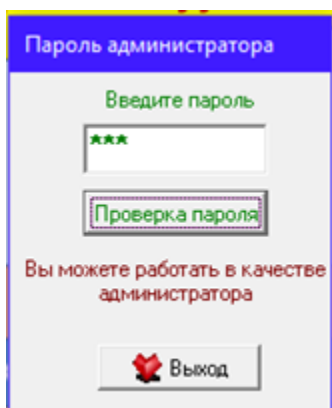


Рисунок 21. Определение статуса пользователя для перехода к странице «Настройка»

На странице блокнота «Настройка» (рисунок 21) находятся следующие управляющие элементы:

- Зона «Связь с объектом» содержит управляющие элементы для определения СОМ порта, к которому подключено устройство для связи с датчиками на гидропостах, и режим опроса датчиков, а также определение СОМ порта для связи с компьютером, установленным в ГКВХТ (автоматический или по запросу диспетчера).
- Зона «Определение пароля для записи» содержит элементы для расширения списка пользователей системы (кнопка со значком +), исключения конкретного пользователя из списка пользователей (кнопка со значком -), и корректировки данных о конкретном пользователе (кнопка со значком √). При этом для действий, связанных с корректировкой данных о пользователе, необходимо сначала ввести ранее используемый пароль, нажать кнопку «Проверка пароля» рядом с полем для ввода «старого» пароля, а затем в области «Определение новых параметров» ввести «новые» данные о должности ответственного лица и пароле его доступа к данным.
- Зона «Текущая отметка положения измерительного прибора» содержит управляющие элементы для записи текущего значения положения измерительного прибора для выделенного гидропоста (в абсолютных отметках БСВ с двумя знаками после запятой), соответствующего показаниям. Выбор гидропоста осуществляется нажатием правой кнопки указателя-мыши в окне отображения текущей информации по гидропосту (левая верхняя часть Главной экранной формы). Данное значение заносится в базу данных компьютерной системы и используется в качестве калибровочного параметра для всех измерений, которые

*поступают из датчика в течение периода после ввода данного значения отметки и до следующего ввода отметки.*

Для записи нового значения отметки в базу данных требуется ввести пароль, после проверки которого становится доступной кнопка «Запись значения отметки». В таблице, расположенной в данной зоне, отображается информация обо всех ранее проведенных акциях записи отметки уровня.

Текущее значение положения измерительного прибора для на момент записи уставки устанавливается нажатием стрелок с указателями возрастания и уменьшения, итоговое значение и будет использовано для определения расстояния от измерительного элемента датчика до поверхности воды.

Приложение 1. Экранные формы районных управлений программного обеспечения Гарагумдерьясувходжалык

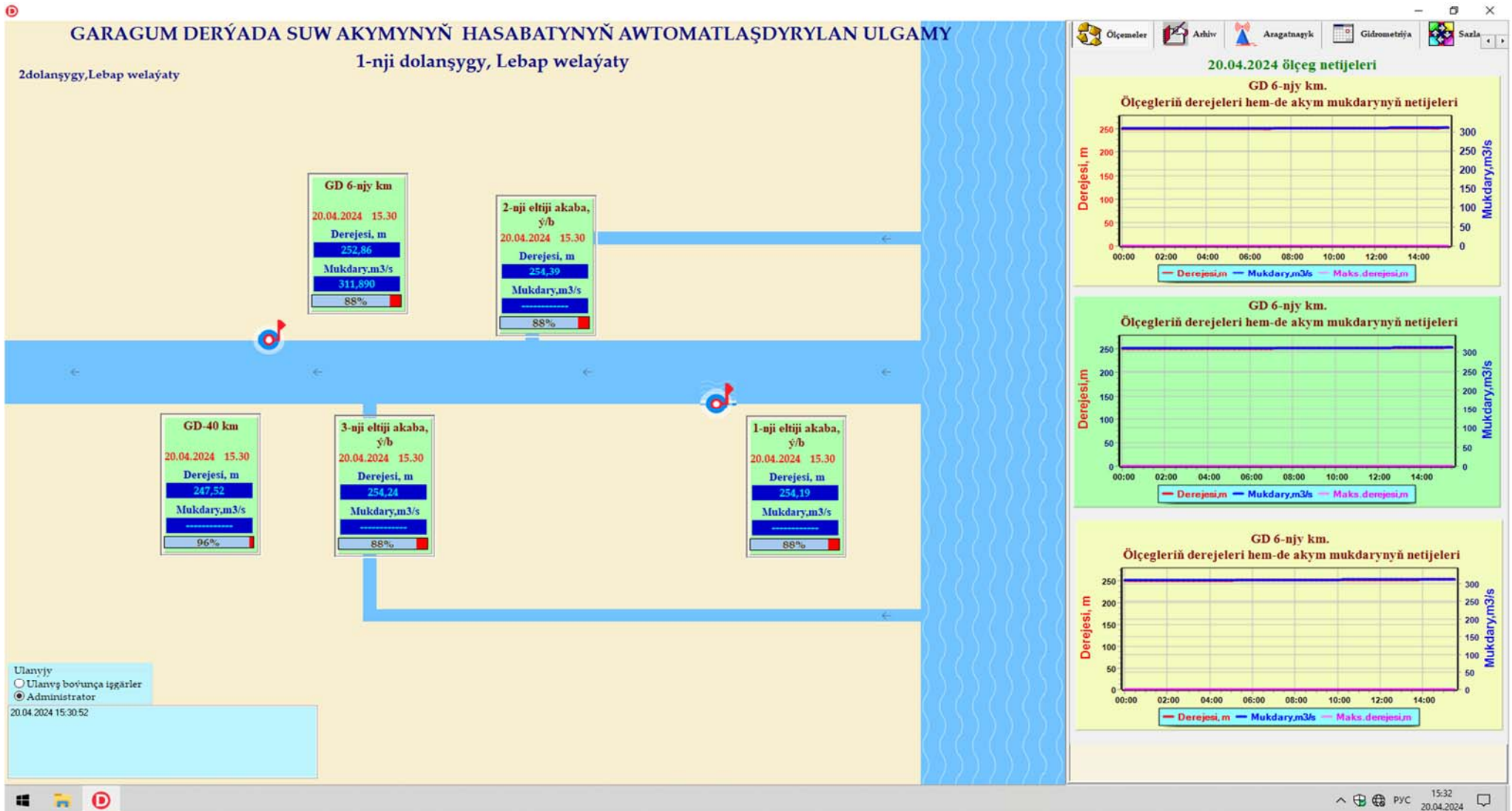


Рис 22 Экранная форма 1-го районного управления Гарагумдерьясувходжалык.

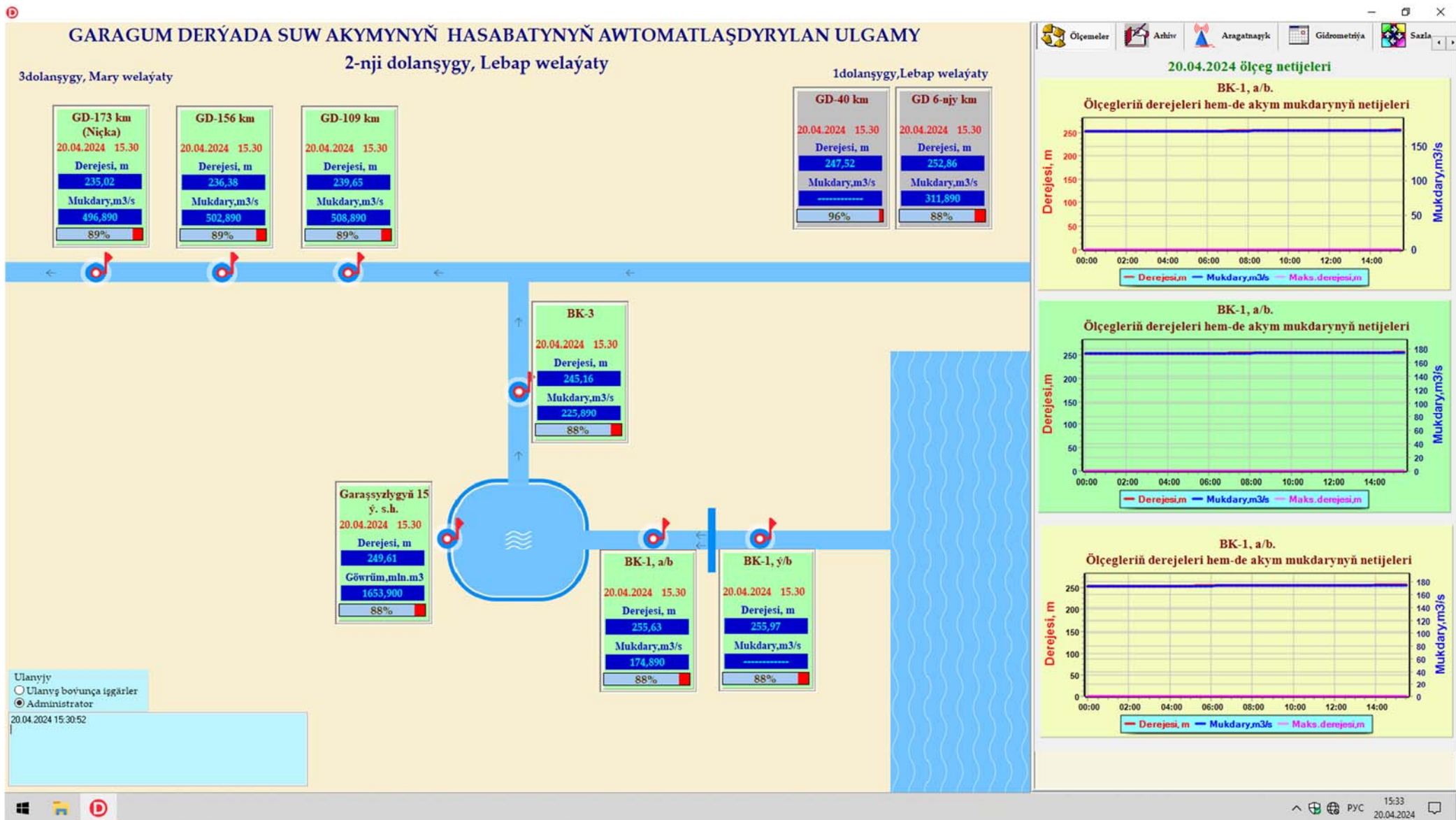


Рис 23 Экранная форма 2-го районного управления Гарагумдерьясувходжалык.

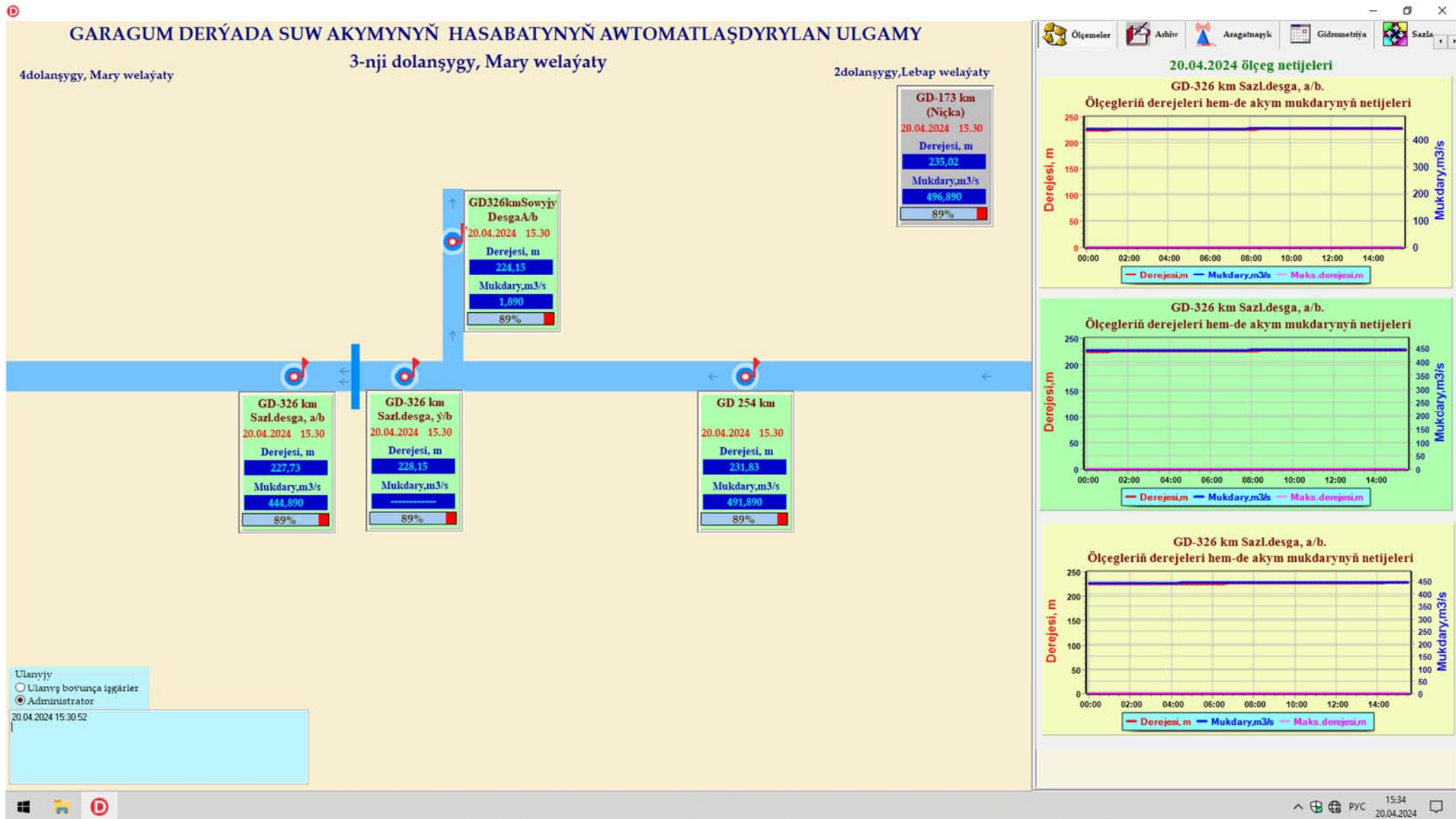


Рис 24 Экранная форма 3-го районного управления Гарагумдерьясувходжалык.

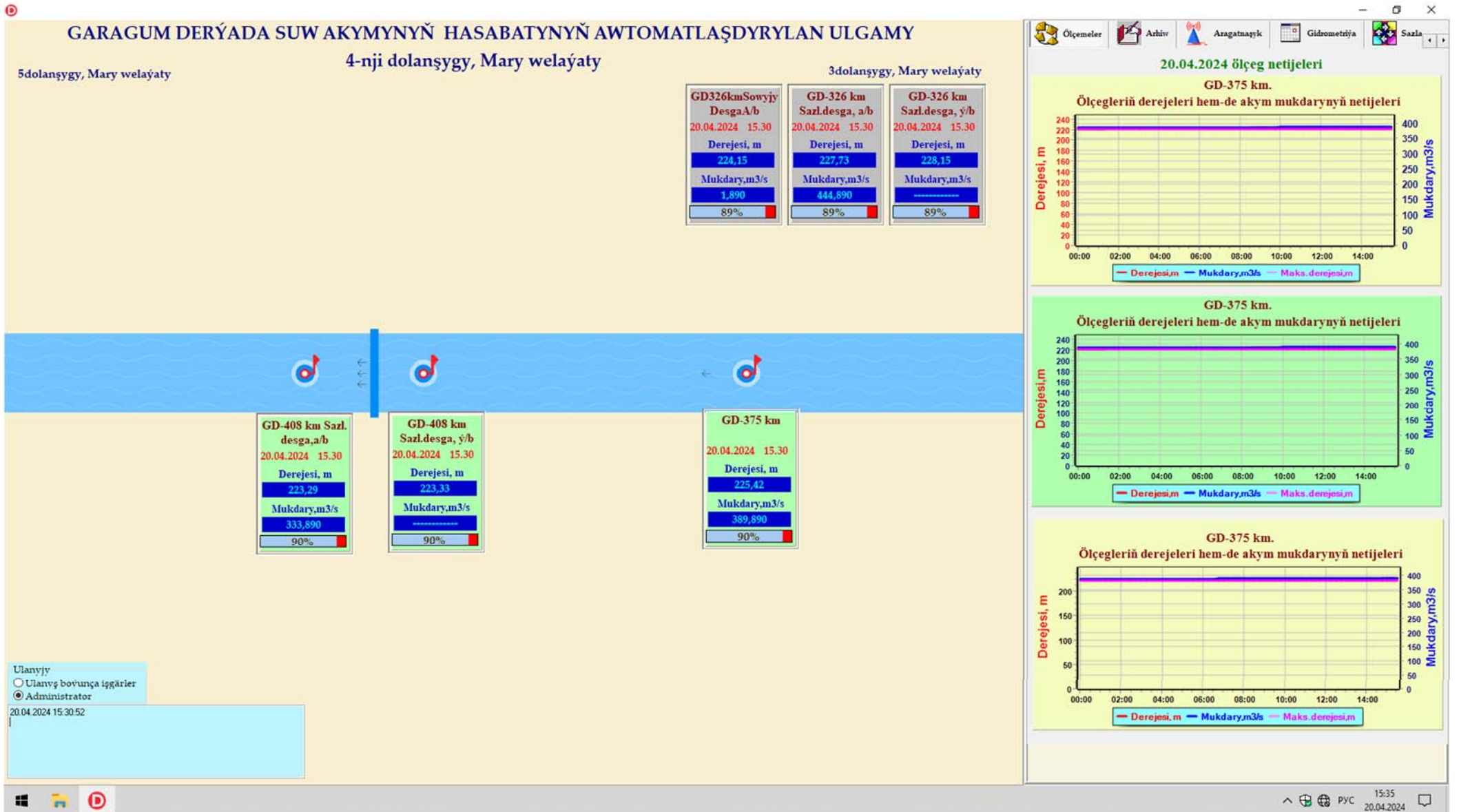


Рис 25 Экранная форма 4-го районного управления Гарагумдерьясувходжалык.

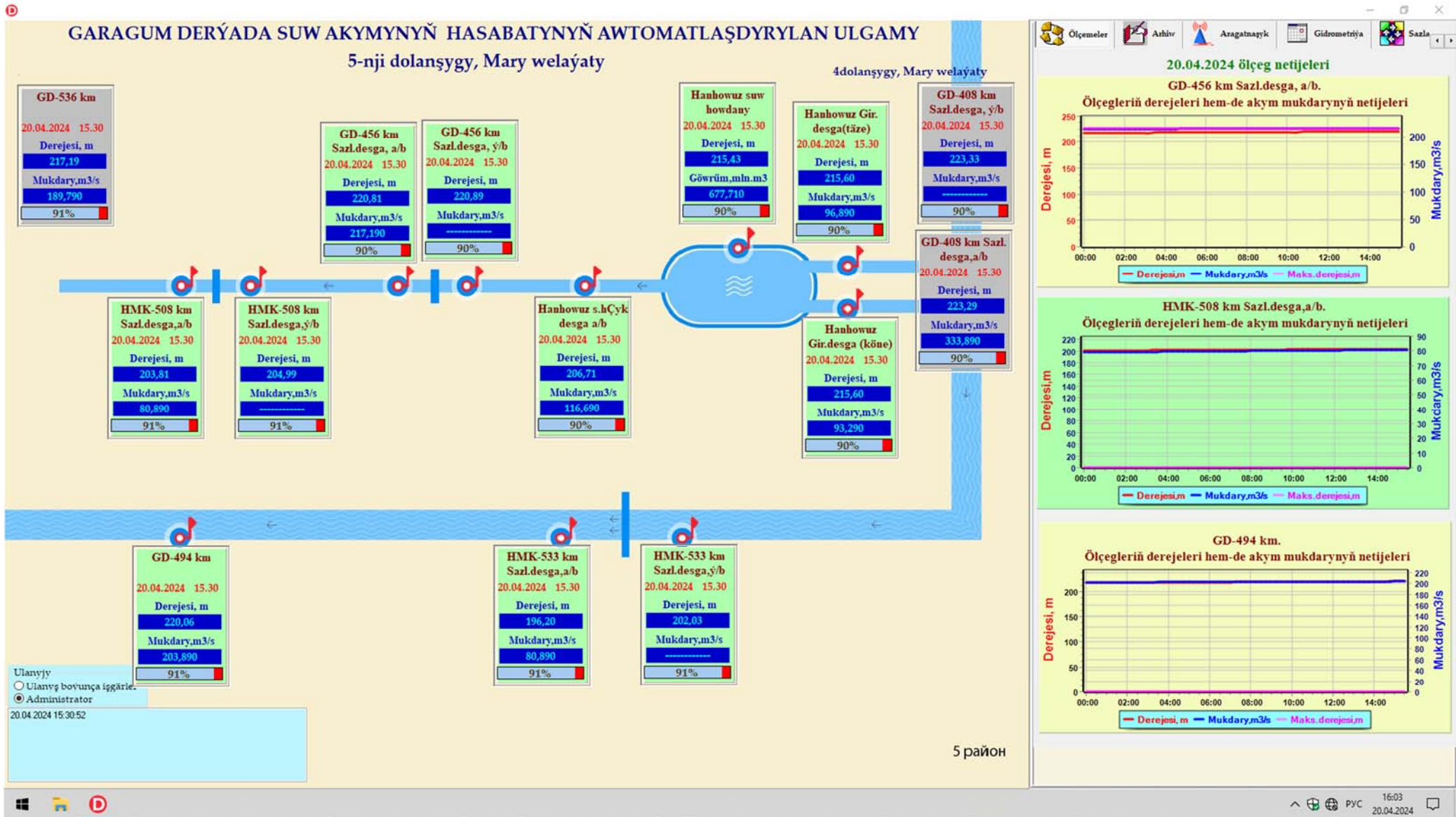


Рис 26 Экранная форма 5-го районного управления Гарагумдерьясувходжалык.



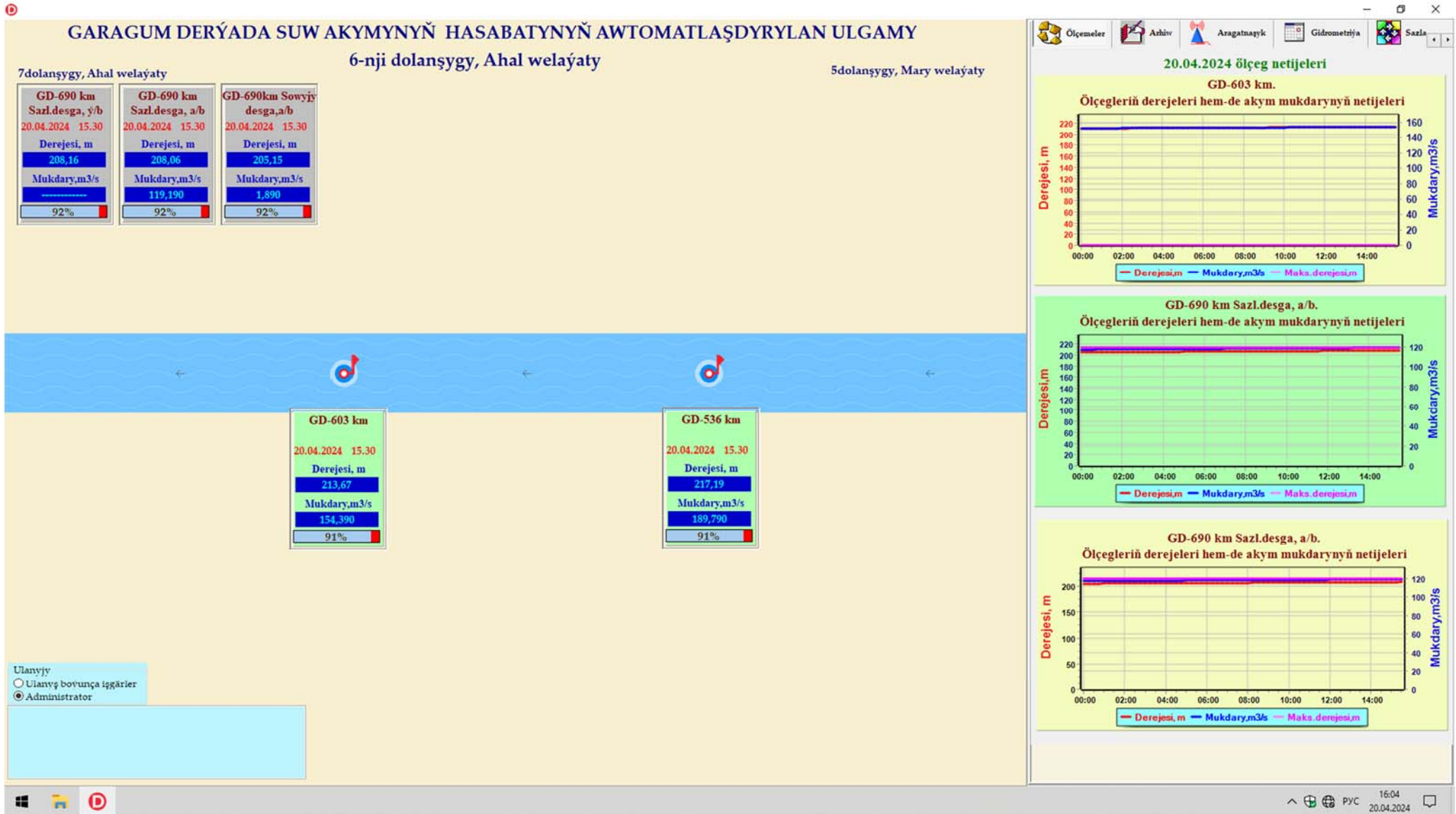


Рис 27 Экранная форма 6-го районного управления Гарагумдерьясувходжалык.

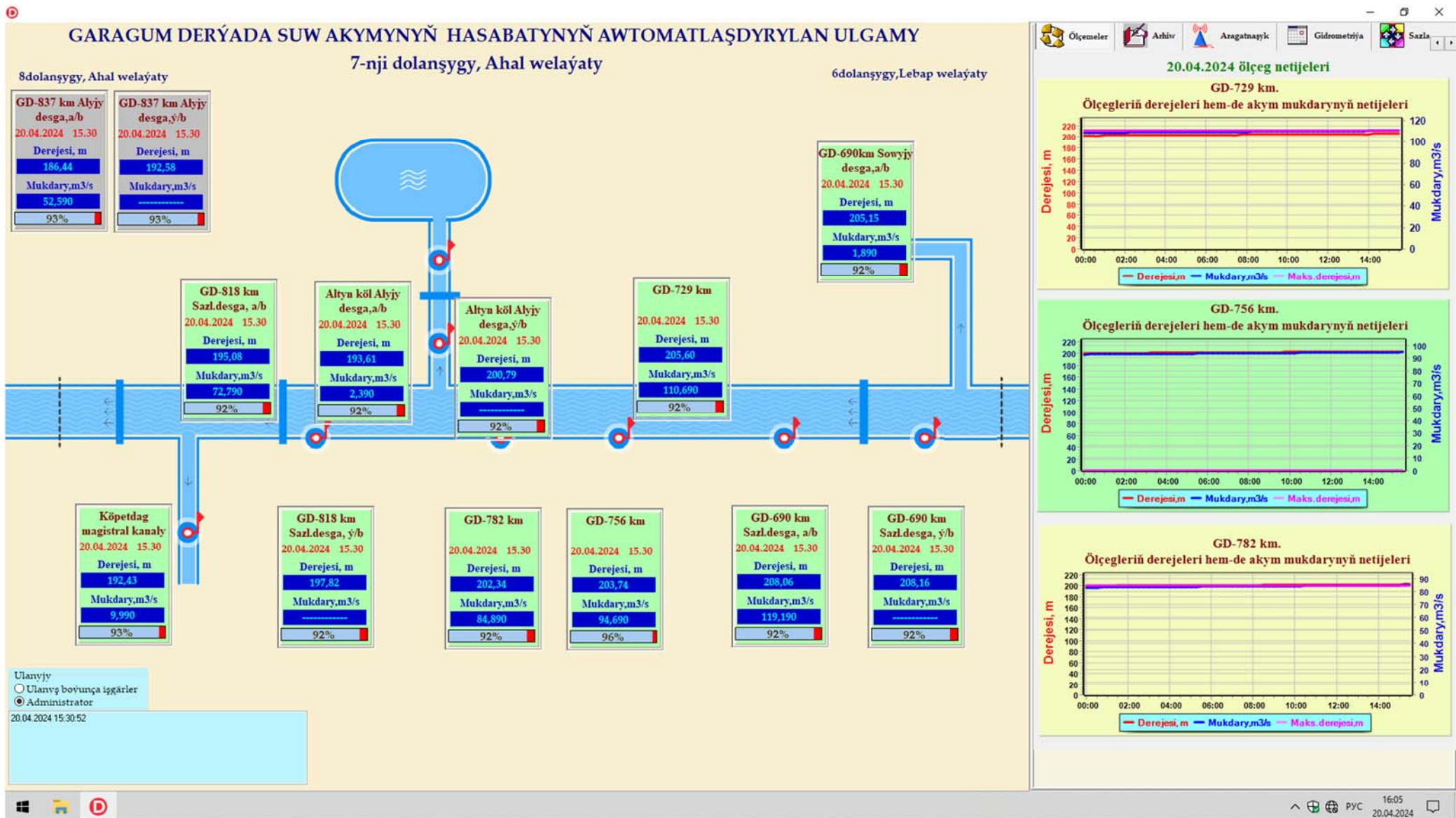


Рис 28 Экранная форма 7-го районного управления Гарагумдерьясувходжалык.

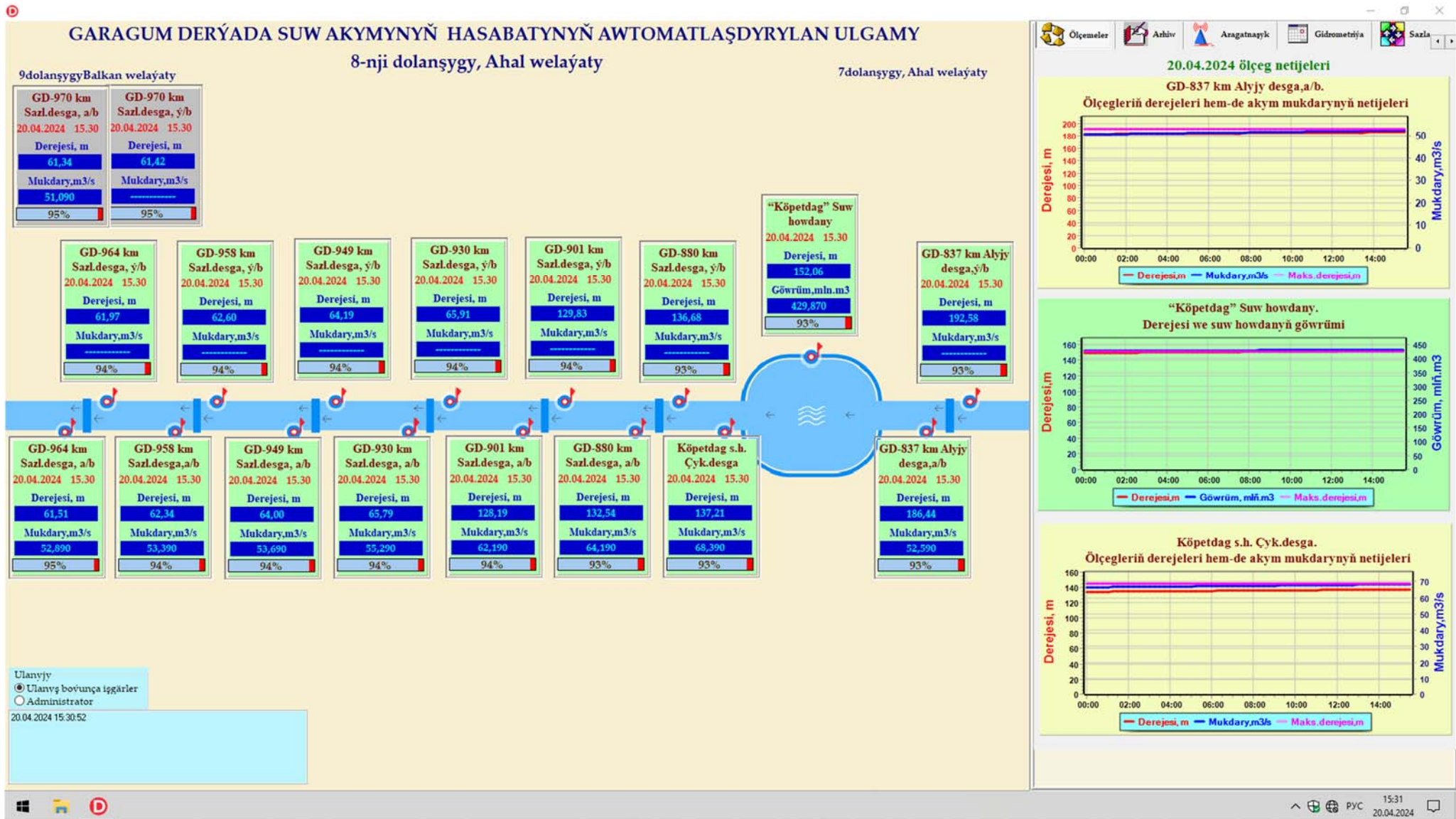


Рис 29 Экранная форма 8-го районного управления Гарагумдерьясувходжалык.

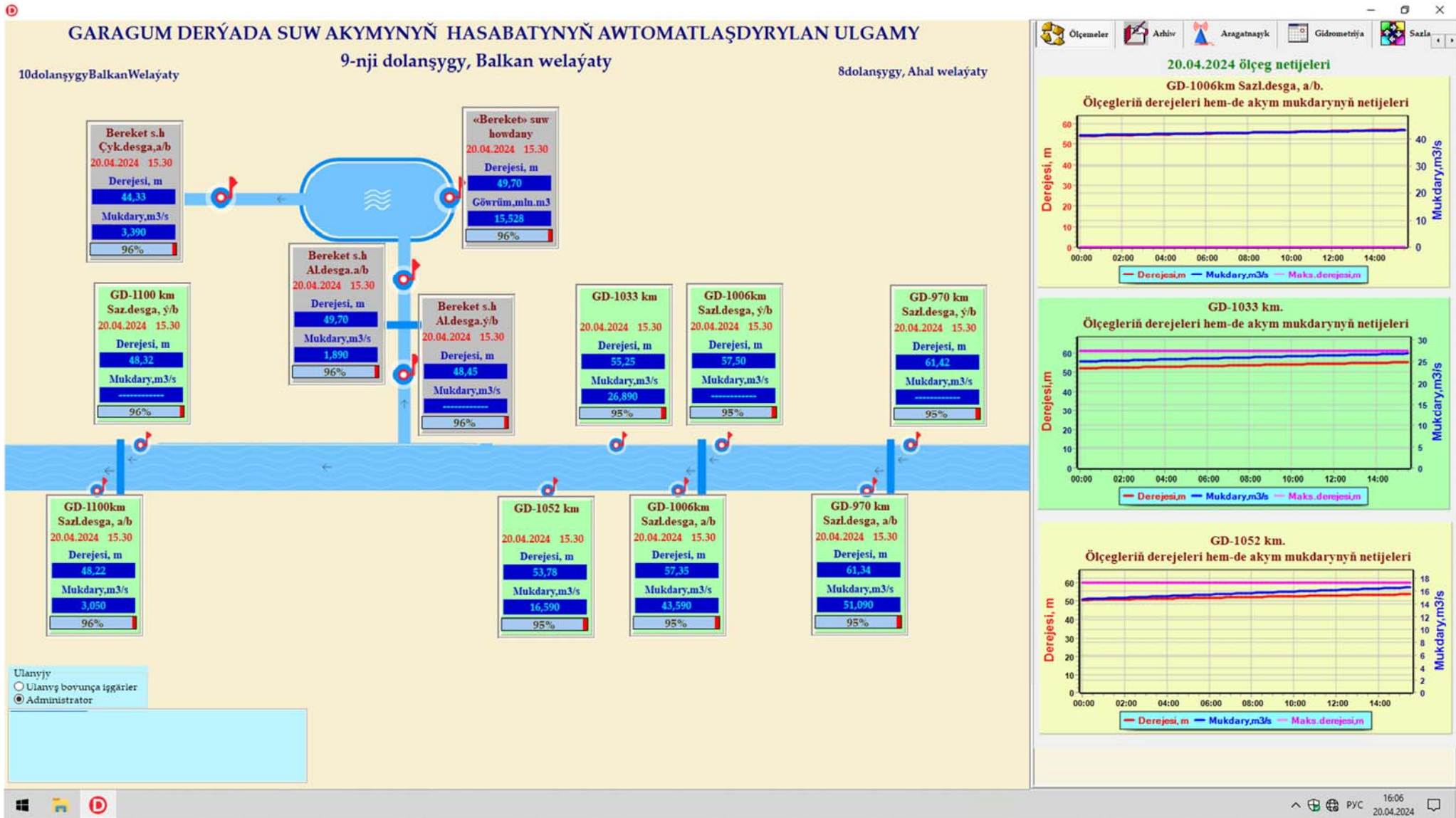


Рис 30 Экранная форма 9-го районного управления Гарагумдерьясувходжалык.

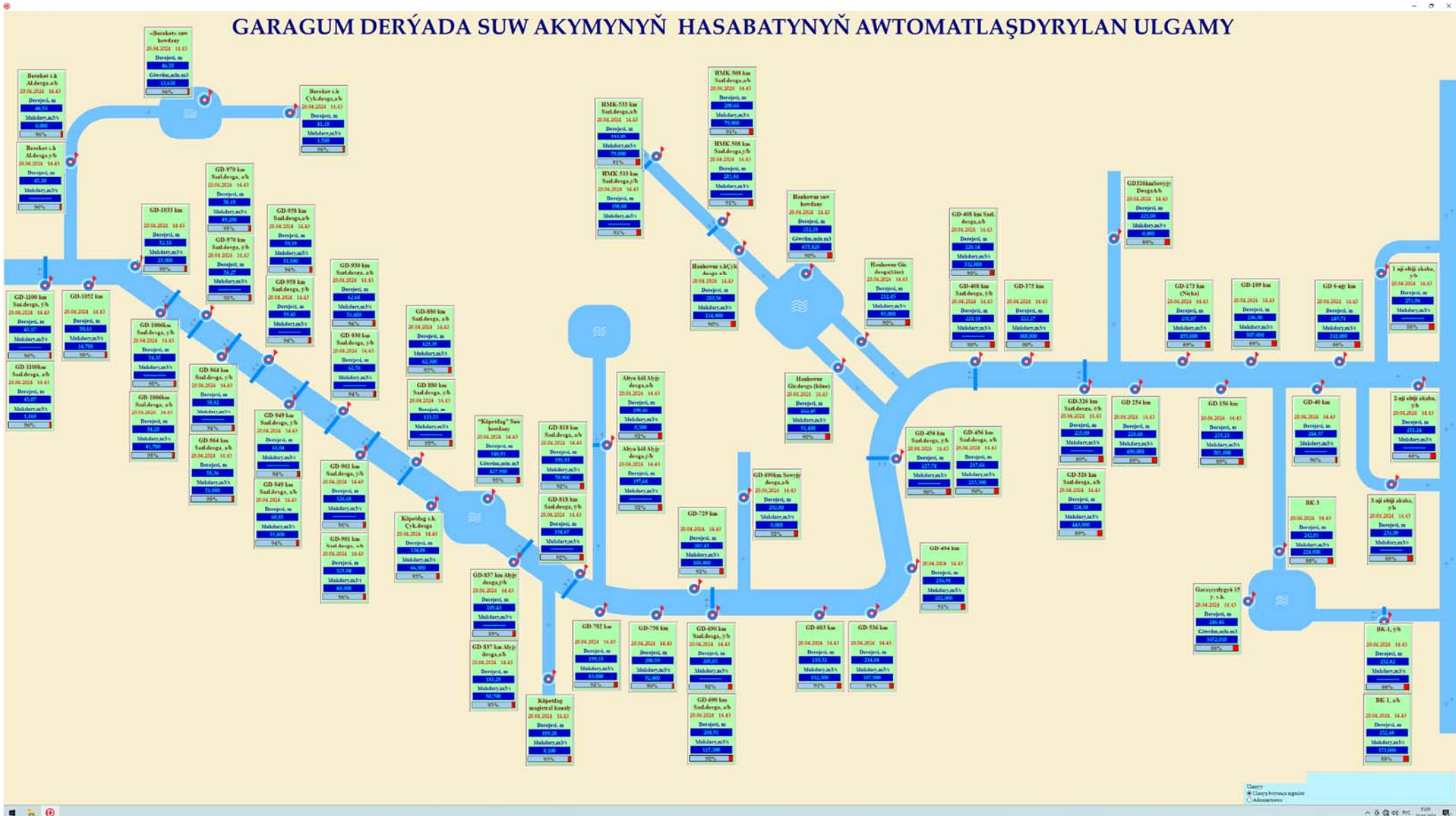


Рис 31 Экранная форма Программного обеспечения Ассоциации Гарагумдерьясувходжалык и ГКВХ Туркменистана