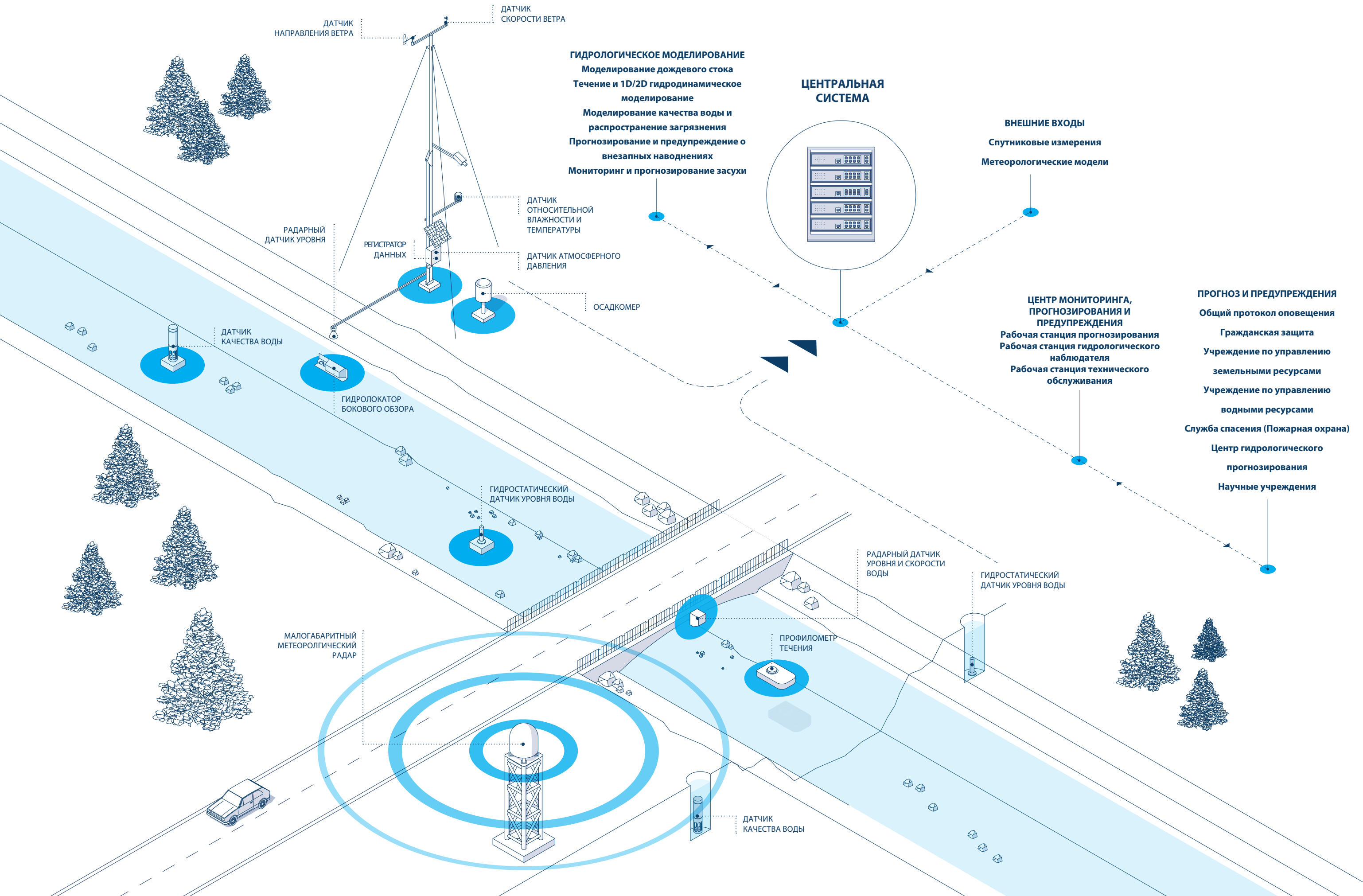


# ГИДРОЛОГИЯ И БОРЬБА С НАВОДНЕНИЯМИ

---

**30** ЛЕТ  
ОПЫТА

# КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И МОДЕЛИРОВАНИЯ



# ЭКСПЕРТЫ ПО ГИДРОЛОГИЧЕСКОМУ МОНИТОРИНГУ

МикроСтеп-МИС предоставляет широкий спектр продуктов и услуг в области гидрологического мониторинга — от измерения, хранения и обработки данных до использования инструментов моделирования, обеспечивающих результаты для нужд наводнений, засух и управления земельными ресурсами.

Эти комплексные решения включают производство, установку и техническое обслуживание метеорологических и гидрологических станций, комплексное управление данными, включая контроль качества и предоставление программных продуктов для получения гидрологических выходных данных, таких как прогнозы уровня воды, стока, информация о предупреждениях о наводнениях и построение карт наводнений.

Компания МикроСтеп-МИС также предоставляет своим клиентам консультационные услуги, анализ проблем и поддержку гидрологических систем. Мы понимаем, что

каждая гидрологическая система уникальна, и наша команда экспертов стремится обеспечить индивидуальную поддержку.

Вода является ценным ресурсом, и мониторинг ее движения, распределения и качества жизненно важен для охраны окружающей среды, обеспечения готовности к стихийным бедствиям и эффективного управления водными ресурсами. В регионах, где выпадает большое количество осадков или наблюдается засуха, информация о круговороте воды и ее пространственно-временной доступности имеет решающее значение. Именно поэтому наши решения включают в себя также системы мониторинга плотин и поддержки принятия решений.

С МикроСтеп-МИС вы можете быть уверены, что ваши задачи по гидрологическому мониторингу и управлению наводнениями находятся в надежных руках. Если вам нужны передовые технологии, надежная поддержка или глубокий анализ, мы готовы обеспечить безопасность и устойчивость водных ресурсов.



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Система полевых измерений</b>	<b>8</b>
Автоматическая гидрологическая станция	9
Малогабаритный метеорологический радар MMR-116	10
IMS4 Radar Studio	11
<b>Комплексная система гидрологического мониторинга и борьбы с наводнениями</b>	<b>12</b>
Сбор данных и управление сетью станций	12
База гидрологических данных	14
Гидрологическое моделирование и прогнозирование	16
Гидрологическое предупреждение и смягчение последствий наводнений	20
<b>Система мониторинга плотин и поддержки принятия решений</b>	<b>22</b>
<b>Исследования и разработки</b>	<b>24</b>
<b>Консультационные услуги</b>	<b>26</b>



# РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Универсальное решение для гидрологического мониторинга и управления наводнениями, обеспечивая безопасность водных ресурсов, защиту населения и окружающей среды, а также устойчивость к внешним воздействиям для стабильного будущего.

**10+**

*лет опыта  
в гидрологии*

**260+**

*установлено  
гидрологических  
и осадкомерных  
станций*

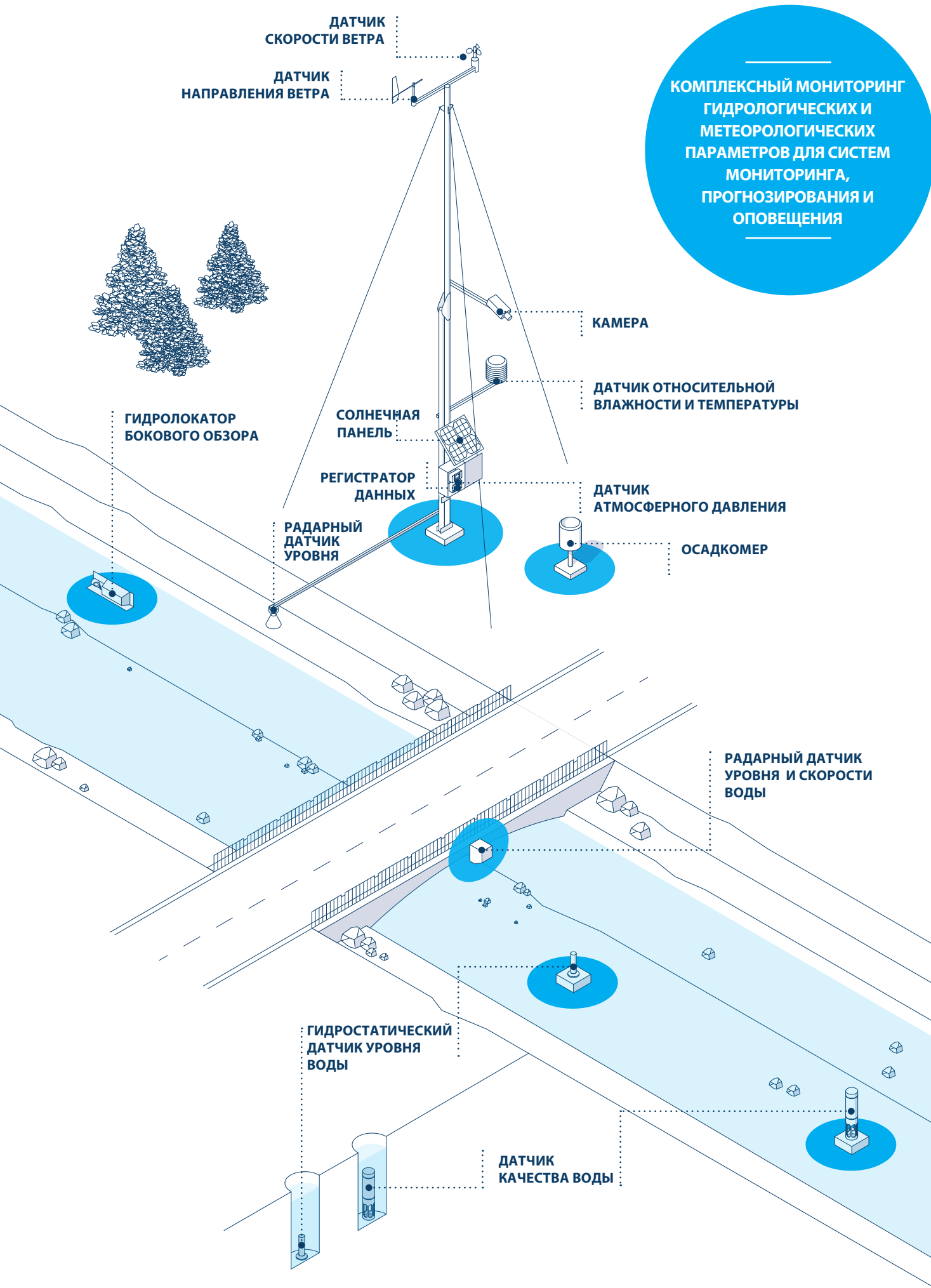
**20+**

*гидрологических  
проектов в 12  
странах*



# СИСТЕМА ПОЛЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

## Автоматическая гидрологическая станция



### РЕГИСТРАТОР ДАННЫХ AMS 111 IV

В регистраторе данных четвертого поколения используются проверенные принципы модульной конструкции, обеспечивающие повышенную производительность и функции, адаптированные к потребностям конкретных приложений. Простая и удобная конфигурация поддерживает дальнейшую настройку системы. AMS 111 IV использует сверхмаломощный 32-разрядный процессор и способен взаимодействовать даже с самым сложным набором метеорологических и гидрологических датчиков.

### ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ВОДЫ

Датчики давления погружные **TSP** и **TSP-M** предназначены для высокоточного измерения уровня воды в поверхностных водоемах, таких как реки и озера, а также для измерения уровня подземных вод. Эти датчики известны своей исключительной стабильностью и точностью, достигаемой за счет сочетания передовой технологии пьезорезистивных металлических датчиков и конструкции передатчика.

**Радарный датчик уровня** используется для бесконтактного измерения уровня воды. Он устанавливается над поверхностью воды и использует импульсно-радарную технологию для определения уровня воды.

### ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА

**RQ-30** предназначен для непрерывного измерения расхода воды в реках, открытых руслах и каналах с известными профилями поперечного сечения. Он использует инновационную радарную технологию для измерения скорости, уровня воды и расхода воды. Датчик обеспечивает надежные и бесконтактные измерения без необходимости строительных работ в воде.

Среди мобильных систем **River Ray** подходит для использования как в условиях маловодья, так и в реках глубиной до 40 метров, что делает его универсальным для точного измерения расхода воды даже во время паводков. **StreamPro** предназначен для измерения скорости и расхода, предоставляя результаты в течение нескольких минут.

### МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Цифровой датчик **C4E** используется для измерения проводимости или солености, что находит широкое применение при очистке городских и промышленных сточных вод, мониторинге поверхностных вод и анализе питьевой воды.

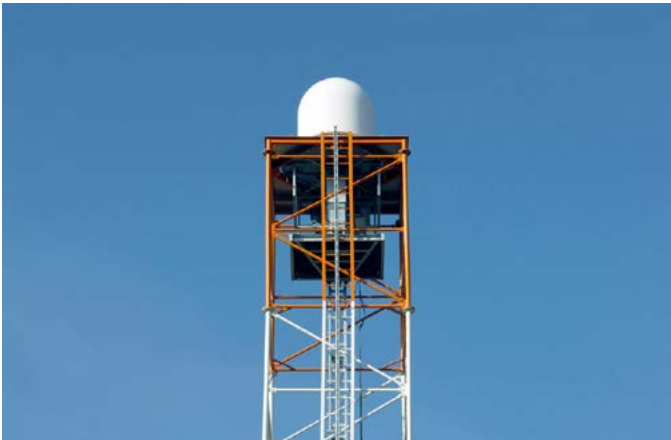
Датчик **PHENT**, измеряющий pH, окислительно-восстановительный потенциал и температуру, был разработан для эффективной работы в сложных условиях. Он может обрабатывать различные сценарии: от чистых горных вод с низкой проводимостью до сточных вод с проводимостью более 200 мСм/см.

**TRIPOD**, многопараметрический датчик, представляет собой комплексный инструмент, сочетающий в себе параметры датчиков **C4E** и **PHENT** и способный обеспечить измерение растворенного кислорода и мутности. Его область применения очень широка и дает возможность практического использования этого прибора для исследований или регулярного мониторинга в естественных и искусственных речных водоемах, за подземными водами, а также за подземными водами или системами сточных вод.



MMR-116 отвечает растущему спросу на средства управления водными ресурсами и обнаружения опасных явлений (сильных осадков или града). Сочетание его размера и доступной цены предполагает широкое использование в управлении водоразделами, предотвращении наводнений, стратегиях адаптации к глобальному потеплению, оперативном прогнозе погоды, туризме, СМИ, транспорте, вооруженных силах, гражданской обороне, авиации и сельском хозяйстве.

MMR-116 — это уникальный портативный метеорологический радар X-диапазона с широкими функциональными возможностями, интегрированными в маленькое устройство. Он отражает метеорологическую картину в режиме реального времени и способен обнаруживать осадки от 10 дБЗ до 200 км. MMR-116 поставляется с программным обеспечением, отображающим метеорологические пространственные данные в удобной графической форме.



**Радарная вышка** | Эта 20-метровая радиолокационная вышка оснащена удобным лифтом, предназначенным для транспортировки радиолокационного оборудования между землей и вершиной вышки, что обеспечивает эффективные процессы установки и обслуживания.

**Мощный и компактный**

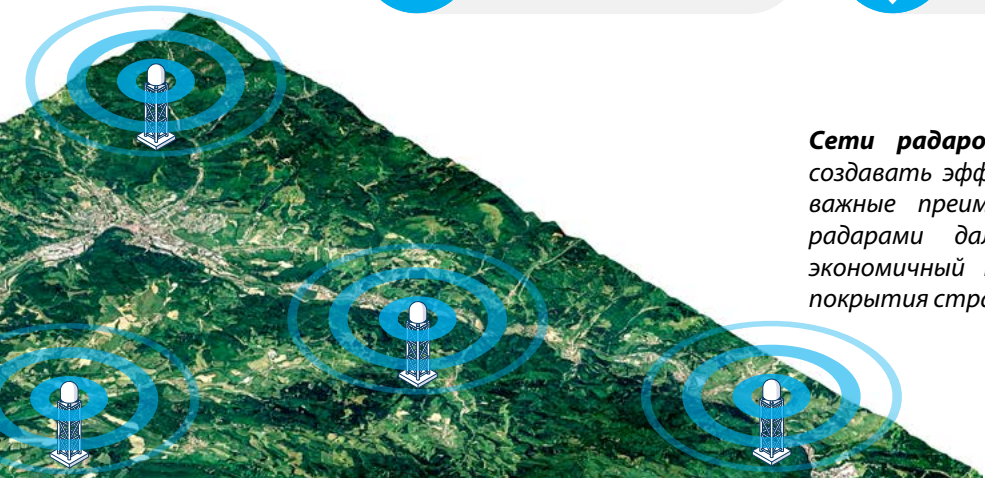
**Низкая стоимость владения**

**Сложная система прогнозирования текущей погоды**

**Возможности интеграции**

**Сеть с максимальным покрытием**

**Сети радаров** | Возможности MMR-116 позволяют создавать эффективные сети малых радаров, имеющие важные преимущества по сравнению с одиночными радарными дальнего действия. Сеть обеспечивает экономичный подход к улучшению радиолокационного покрытия страны.



IMS4 Radar Studio — это уникальный инструмент для обработки, анализа и графического представления данных радара и лидара от автономных устройств до мультисетевых сетей. Студия предоставляет гидрологам функциональные возможности, начиная от сбора радиолокационных данных, их анализа, создания продукции и заканчивая мониторингом погоды, прогнозированием текущей погоды, обнаружением опасной ситуации и ранними предупреждениями.

Гидрологические продукты

**Интенсивность осадков**  
Интенсивность осадков получается на основе преобразования измеренных значений радиолокационной отражательной способности с использованием соотношения Маршалла-Палмера.

**VIL, суммы водного столба**  
Вертикально-интегрированная жидкость (VIL) представляет собой оценку жидкой воды в вертикальном столбе (пикселе радара). Это приблизительная характеристика потенциала осадков в воздушной массе, полученная в результате радиолокационного сканирования на разных высотах.

**QPE, накопление осадков**  
Количественная оценка осадков на основе радара (QPE) — это метод аппроксимации количества осадков, выпавших в определенном месте или по региону. Карты расчетного количества осадков обычно используют радарное сканирование в сочетании с измерениями дождемеров и, возможно, с другими источниками, такими как спутники.

**Статистика речных бассейнов**  
Радиолокационные измерения позволяют провести пространственный анализ поля осадков для выбранных пространственных единиц – водоразделов. Значения среднего количества осадков для бассейна используются в качестве входных данных для систем гидрологического моделирования и прогнозирования или в качестве прямых входных данных для системы прогнозирования быстроразвивающихся паводков.



# КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И БОРЬБЫ С НАВОДНЕНИЯМИ

Интеграция всех гидрологических данных и метаданных



## СБОР ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЕ СЕТЬЮ СТАНЦИЙ

Гидрологические и метеорологические данные полезны только после того, как они достигнут конечных пользователей. Информационные и коммуникационные технологии крайне важны в мире гидрологического мониторинга. Система позволяет вводить, обрабатывать, проверять и хранить данные.

Основным преимуществом нашей системы является ее сложность. Полнодуплексный режим работы позволяет не только собирать данные со станций, но и удаленно управлять станциями, рассылать сообщения, распределять и обменивать данные между/на станции. Система поддерживает широкий спектр протоколов и форматов для связи с автоматическими метеорологическими, гидрологическими и экологическими станциями, а также для распространения и обмена данными:

- LAN / WAN / VPN (Ethernet, WiFi, 3G/4G/5G)
- Передача файлов (различные форматы) - локальная, SMB, FTP, scp, sFTP
- Протоколы TCP/IP (MicroStep-MIS, MODBUS, PAKBUS)
- OPC-UA
- Спутниковая связь (Iridium, Eumetsat)

- API веб-сервисов (SOAP, REST)
- Электронная почта

Система полностью поддерживает создание и обработку стандартных кодов BMO SYNOP, METAR/SPECI, CLIMAT, GRIB, BUFR, CREX и т. д. и открыта для поддержки собственных/национальных кодов. Очевидна поддержка импорта, экспорта/ввода, вывода файлов гидрологических моделей.

Система полностью поддерживает создание и обработку стандартных отраслевых форматов (OGC, WMO) и открыта для поддержки собственных/национальных кодов. Также поддерживается экспорт данных в форматах входных данных гидрологической модели и импорт результатов модели. Поддерживаемые форматы данных включают, помимо прочего:

- BMO GRIB, BUFR, CREX
- OGC WaterML, NetCDF, OpenMI
- Текстовые файлы журналов (настраиваемые пользователем форматы)
- Выходные данные модели
- JPEG / PNG / другие форматы изображений, видео в формате MPEG



Наводнение в Словакии после проливных дождей, 2010 г. | Река Ондава затопила несколько деревень, расположенных по ее берегам. (Источник: TASR)

- Файлы входных/выходных данных гидрологической модели (файлы HEC DSS, текстовые файлы HBV ASCII)

Поддерживается комплексное управление сетью станций. Оператор может управлять оперативными или историческими данными станции, метаданными станции, а также информацией о техническом обслуживании станции или датчика.

Модуль управления рейтинговой кривой позволяет рассчитывать расход воды по уровню воды и наоборот, независимо от того, представляет собой набор данных измеренные данные или прогнозы. Модуль также содержит исторические и сезонные версии кривых рейтингов. В сочетании с пакетом IMS4 IMS4 Warnings Suite система может автоматически генерировать оповещения по протоколу общего оповещения (Common Alerting Protocol, CAP).

Система обладает высокой масштабируемостью: от встраиваемых ПК до кластеров мощных серверов и от смартфонов до больших панелей.

Модульная система базы данных

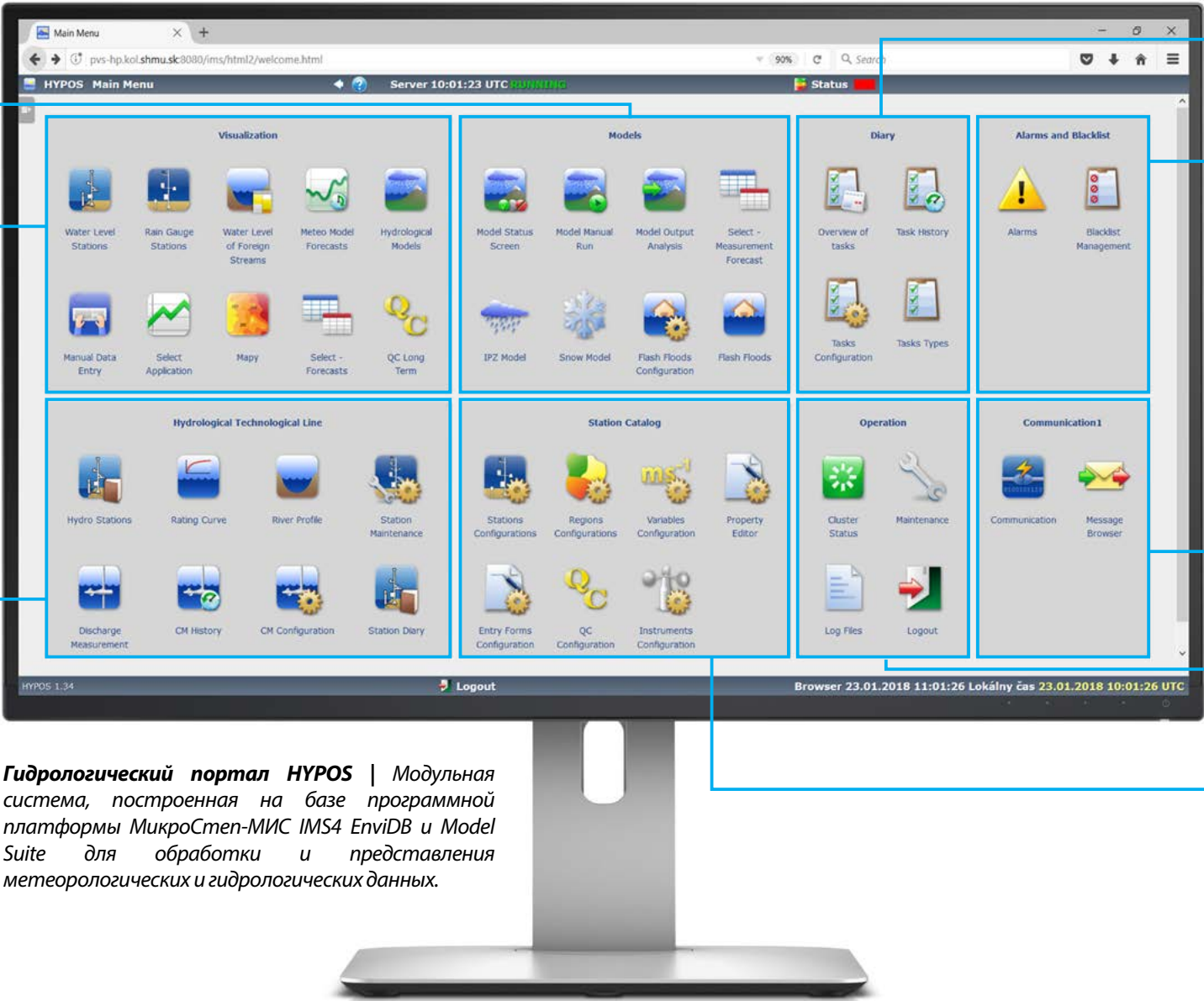
СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ

МОДУЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

- Измеренные данные
- Результаты модели
- Таблицы, графики, карты
- Подсветка релевантных данных
- Подсказки для получения подробной информации.
- Запрос данных

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

- Инвентарная информация
- Речные профили
- Рейтинговые кривые
- Измерения расхода
- Управление техническим обслуживанием станции
- Связан с менеджером по качеству



Гидрологический портал HYPOS | Модульная система, построенная на базе программной платформы МикроСтен-МИС IMS4 EnviDB и Model Suite для обработки и представления метеорологических и гидрологических данных.

МОДУЛЬ ДНЕВНИКА

МОДУЛЬ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

- Настраиваемые правила оповещения (количество, уровень)
- Всплывающее окно, SMS, электронная почта
- Ссылка на проверку данных
- Ссылка на контроль качества
- Подтверждение
- Инструменты автоматического создания предупреждений
- Общий протокол оповещения
- Панель оповещений

МОДУЛЬ СВЯЗИ

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ

МОДУЛЬ НАСТРОЙКИ

- Настройка прогона модели
- Управление уровнем триггера
- Управление оповещениями
- Управление работой станции и сбором данных

Гидрологическая служба (прогнозирование и предупреждение) опирается на данные метеорологических и гидрологических источников, поступающие в режиме реального времени, а также на архивные данные за прошлые периоды. Преимущество объединения всех этих данных в единую базу заключается в эффективном и рациональном использовании информации.

Гидрологическая база данных состоит из двух основных частей - метеорологической и гидрологической. В нее поступают разнообразные данные из различных источников, в различных форматах и за различные периоды времени. Для согласования и организации такого широкого спектра поступающих данных требуется их сортировка и контроль качества (КК) для обеспечения соответствующего формата данных.

Типы данных, хранящиеся в базе данных

Оперативные данные

- Метеорологические – станционные измерения (осадки, температура), дистанционное измерение (радиолокационные данные), комбинация станционных и дистанционных измерений
- Гидрологические - уровень воды, расход, температура воды

Статические данные

- Кривая отношения уровень-расход
- Профиль поперечного сечения

- Метаданные станции
- Сервисный дневник
- Дневник измерения расхода

Данные карты

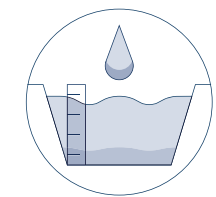
- Слой данных станции
- Прогностические данные
- Слой метеоданных — данные с координатной сеткой (модели, радары, спутниковые снимки)
- Географические данные (топографические данные, данные о свойствах почвы)
- Оповещения CAP с географической привязкой

Существенным преимуществом базы данных является ее модульная архитектура, которая предоставляет конечному пользователю возможность детальной настройки. Пользователи могут задавать дополнительные нестандартные модули ввода и вывода, которые могут быть легко интегрированы в существующие или будущие установки.

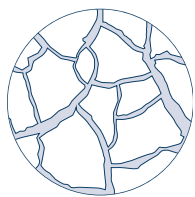
Система работает на платформе IMS4 Application, обеспечивая комплексную обработку, интеграцию и представление важнейших типов данных для предупреждения и прогнозирования наводнений. К ним относятся метеорологические и гидрологические данные, радиолокационные и спутниковые изображения, результаты моделирования и метаданные станций. Качество хранения данных обеспечивается сервером баз данных Oracle®, который является мировым лидером в области технологий баз данных.



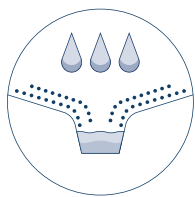
Наши системы моделирования охватывают широкий круг гидрологических задач, включая преобразование осадков в сток, ослабление потока воды в руслах, распространение загрязнений в руслах, картирование опасности и риска наводнений, а также моделирование и прогнозирование засухи. Мы используем различные модели для решения ключевых задач в области гидрологии, гражданской обороны и землеустройства.



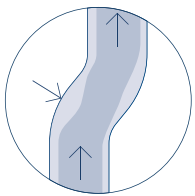
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ФОРМИРОВАНИЯ  
ДОЖДЕВОГО СТОКА  
(HBV, HEC-HMS, HYPE)



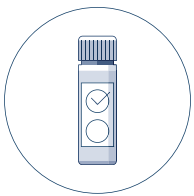
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И  
МОНИТОРИНГ ЗАСУХИ



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ  
И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ  
О ВНЕЗАПНЫХ  
НАВОДНЕНИЯХ



МОДЕЛИ ПОТОКА И  
РАСХОДА ВОДЫ  
(HEC-RAS, HEC-HMS)



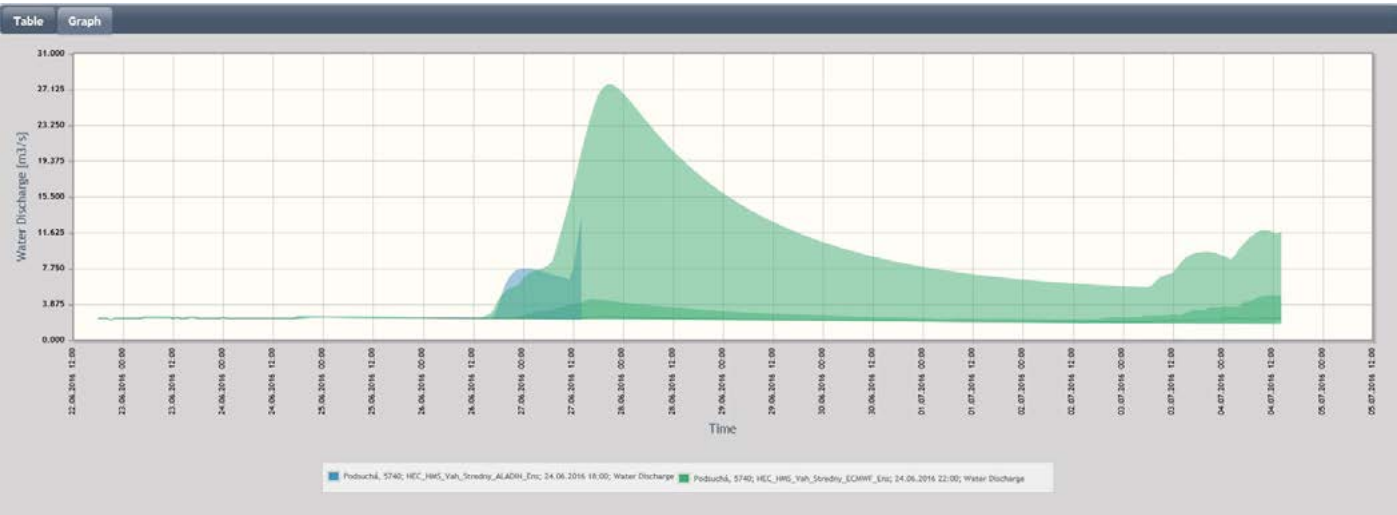
МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА  
ВОДЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
ЗАГРЯЗНЕНИЙ (HEC-RAS, HYPE)

Моделирование формирования дождевого стока

Модели адаптированы для нужд служб прогнозирования наводнений и засух, учреждений по управлению наводнениями и реками, а также для управления водохранилищами. Модели можно использовать как для исследований, так и для ежедневной работы 24/7. Обновления и оценка прогноза включены в систему.

Входные данные в систему:

- Данные ЧПП – детерминированные или ансамблевые
- Данные дистанционных измерений – радарные измерения, спутниковые измерения
- Данные измерений метеостанций – осадки и температура (или другие наблюдаемые метеорологические параметры) из системы мониторинга.
- Результаты расчётов других гидрологических моделей/инструментов прогнозирования



Результаты ансамблевой модели осадков – стока в прогностической части гидрологической системы. Пользователь может настроить статистические параметры, которые можно визуализировать – каждый ансамбль или интервалы вероятности.

Выходные данные модели:

- Сценарии, отражающие характер стока за определенные временные интервалы или за установленные периоды
- Сценарии, иллюстрирующие изменения объема воды в определенные сроки
- Моделирование различных гидрологических процессов, включая базовый сток, перехват, эвапотранспирацию

ТЕЧЕНИЕ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

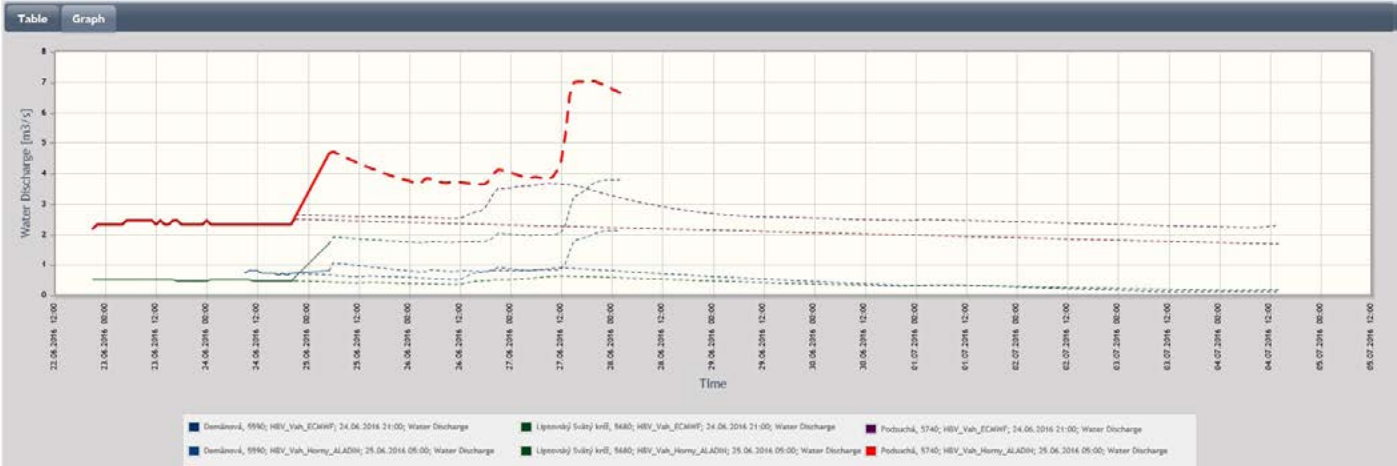
Наши возможности моделирования включают в себя затухание паводковых волн, анализ эффектов подпоров, проектирование русловой инфраструктуры каналов, а также картирование опасности паводков и рисков наводнений. Эти модели служат как для повседневной работы, так и исследовательским целям, с возможностью подключения к моделям формирования дождевого стока.

Входные данные в систему:

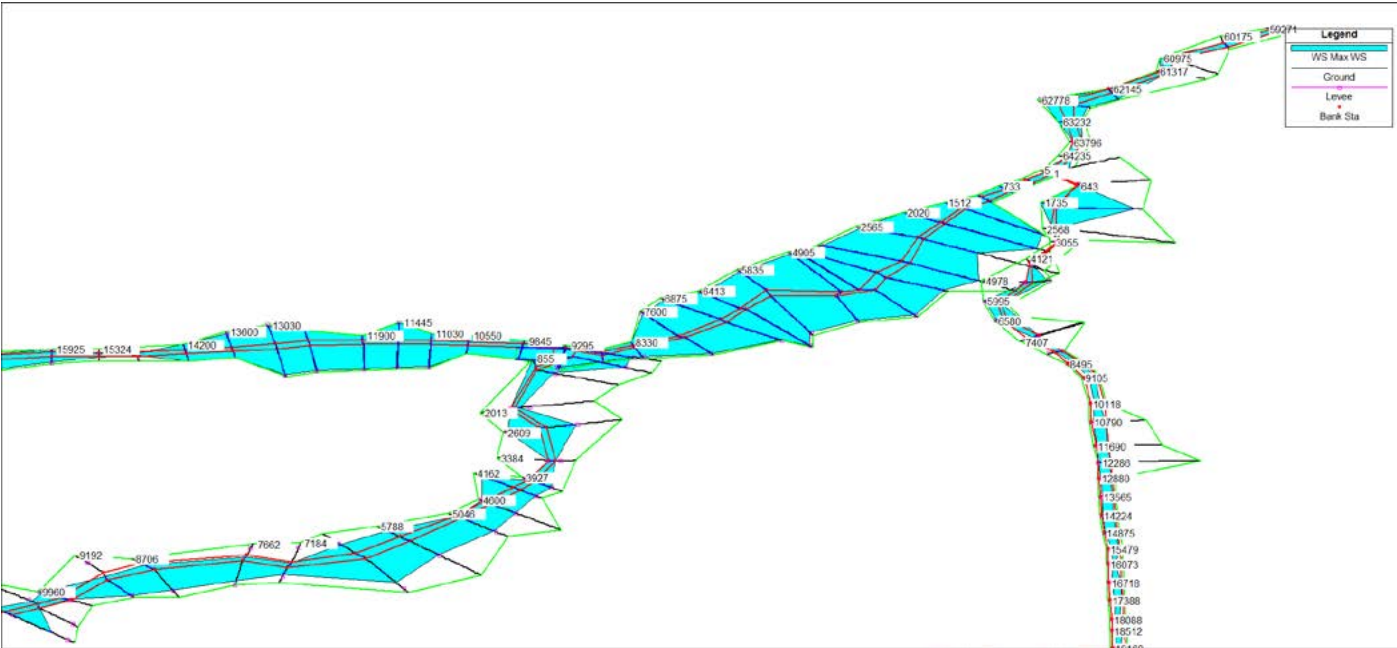
- Статические данные, включая параметры русла, данные ЦМР (цифровой модели рельефа), информацию о землепользовании и уникальные значения расходов
- Динамические данные, представленные гидрографами расходов, как измеренными, так и смоделированными

Выходные данные:

- Прогнозы уровня воды для конкретных мест и времени
- Карты с указанием площади затопленных территорий, глубины затопления и скорости течения в пострадавших районах
- Моделирование течения в особых условиях течения (ледяные преграды, влияние мостов или линейных/боковых конструкций и т.д.)



Детерминированный прогноз гидрологической модели. Удобный для пользователя обзор позволяет накладывать и анализировать различные прогоны модели, профиль прогнозирования и различные модели на одном графике.



Максимальная протяженность затопления, рассчитанная по одномерной гидродинамической модели HEC-RAS



**МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

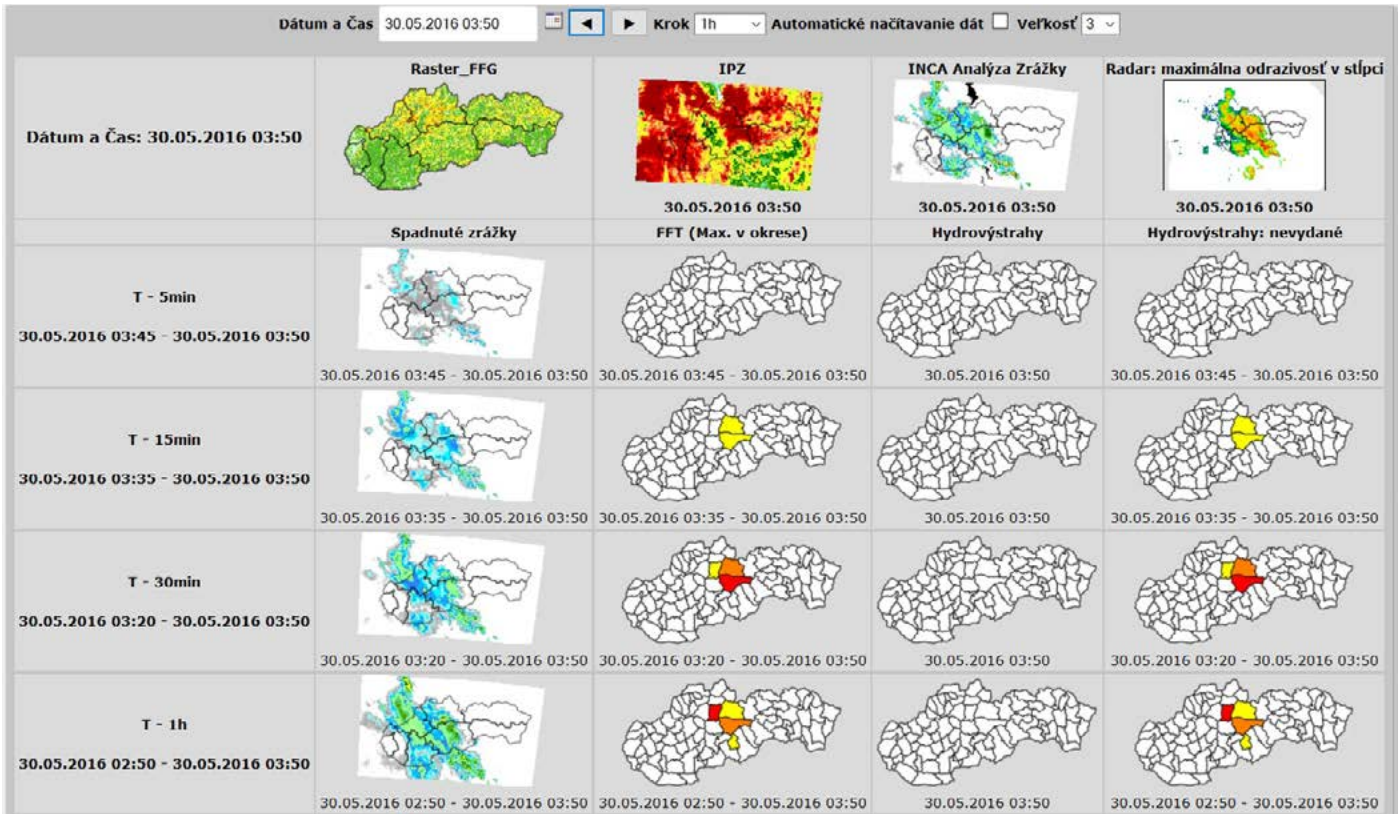
Эти модели позволяют найти решения в различных областях, включая моделирование переноса отложений, температуры, питательных веществ и загрязнения. Их можно использовать в первую очередь в исследовательских целях, но они также подходят для повседневной оперативной работы, обеспечивая анализ как стационарного, так и нестационарного расхода.

**Режимы моделирования:**

- Температурная модель
- Наборы метеорологических данных
- Значение питательных элементов

**Переменные состояния, включенные в модель питания:**

- Растворенный нитритный азот (NO2) (mgN/L)
- Растворенный нитратный азот (NO3) (mgN/L)
- Растворенный органический азот (OrgN) (mgN/L)
- Растворенный аммонийный азот (NH4) (mgN/L)
- Растворенный органический фосфор (OrgP) (mgP/L)
- Растворенный ортофосфат (PO4) (mgP/L)
- Водоросли (A) (mgA/L)
- Углеродистое биологическое потребление кислорода (CBOD)(mgBOD/L)
- Растворенный кислород (DOX) (mgDO/L)



**Предложение системы прогнозирования паводков** | Система показывает превышение порога осадков за определенные промежутки времени.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВНЕЗАПНЫХ НАВОДНЕНИЙ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О НИХ**

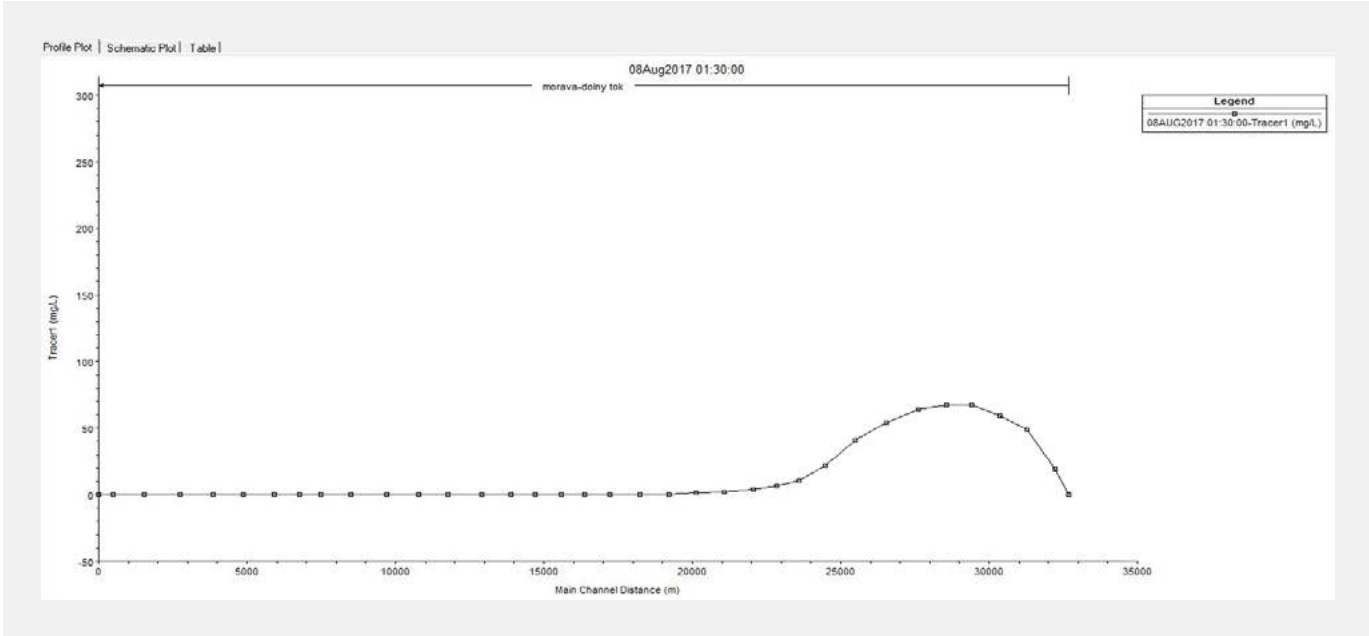
Система раннего предупреждения о наводнениях основана на оценке паводкового потенциала страны, анализе поля осадков и насыщенности водосбора с помощью индекса предшествующих осадков (API). Ключевую роль играет обнаружение превышения порога удерживаемых значений. Возможна автоматическая генерация гидрологических предупреждений.

**Входные параметры:**

- Статические — параметры страны, включая цифровую модель рельефа (ЦМР), данные о почве, информацию о растительном покрове
- Динамический — измеренное количество осадков – станционное измерение/дистанционное измерение (радиолокационные и/или спутниковые)/ объединенное поле осадков
- Прогноз / наукастинг поля осадков

**Выходные данные системы - текст, таблицы или карты:**

- Текстовые оповещения и предупреждения
- Таблицы, в которых показаны ячейки сетки с превышенным потенциалом удержания
- Карты с указанием населенных пунктов, находящихся в зоне риска
- Определение водосборов и округов, подверженные риском внезапного наводнения



**Результат моделирования распространения загрязнения** | Пространственное развитие средних концентраций загрязняющих веществ в определенном профиле реки

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ ЗАСУХИ**

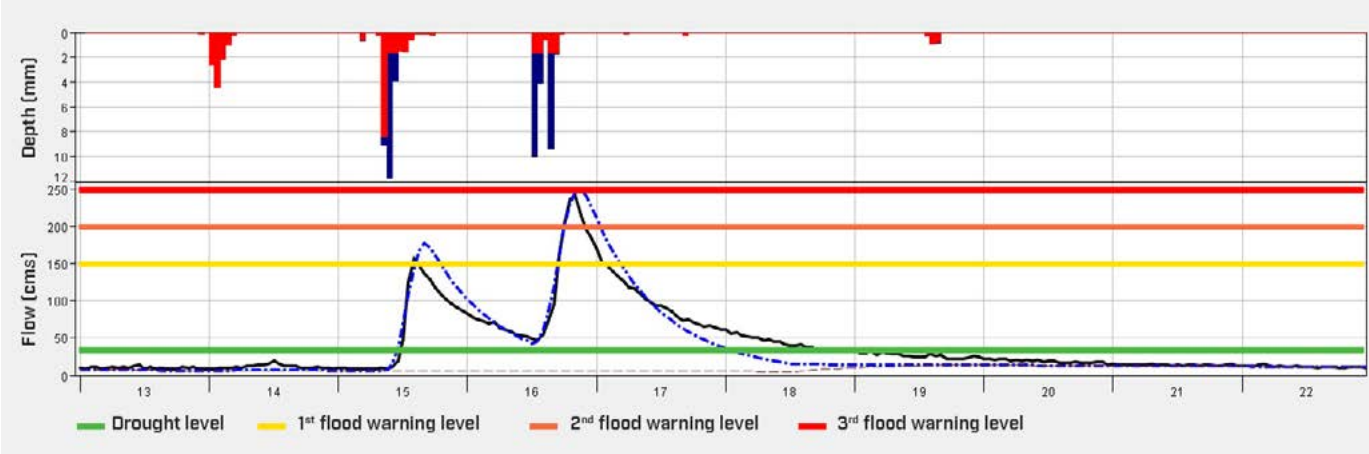
Эти системы в первую очередь были разработаны для удовлетворения потребностей аграрного сектора, водного хозяйства и землепользования. Они полагаются на данные автоматических метеорологических станций (АМС), автоматических гидрологических станций (АГС) и результаты систем численного прогнозирования погоды (ЧПП).

**Ключевые факторы:**

- Превышение значения индекса засухи для определенного региона
- Снижение порогового значения уровня воды в контролируемом водном объекте ниже расчетного порогового уровня.

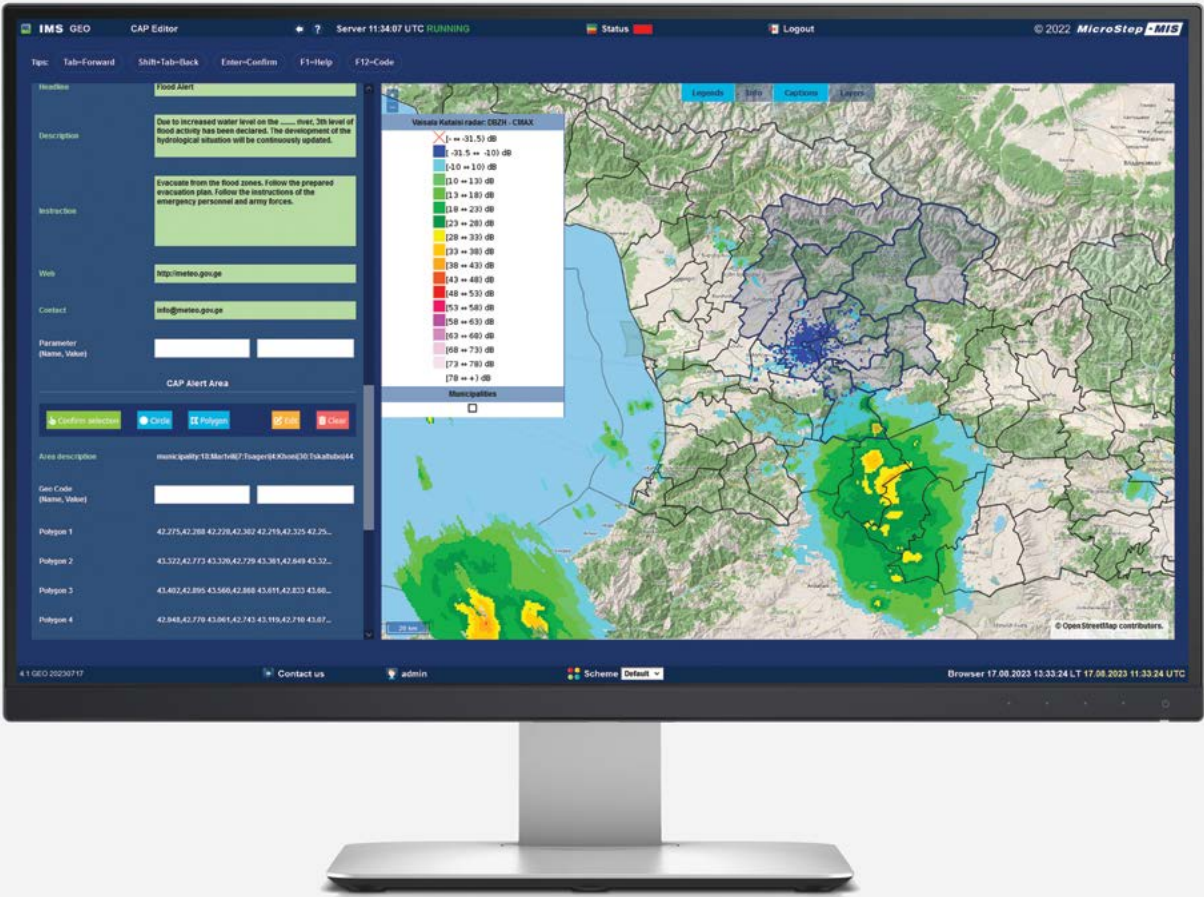
**Входные данные, выходные данные и инструменты прогнозирования:**

Инструменты и методы, используемые для моделирования и прогнозирования засухи, почти аналогичны моделированию осадков и стока. Мониторинг гидрологической засухи обеспечивается измерением уровня/расхода воды в каналах, водохранилищах или колодцах с помощью станций измерения уровня и расхода воды.

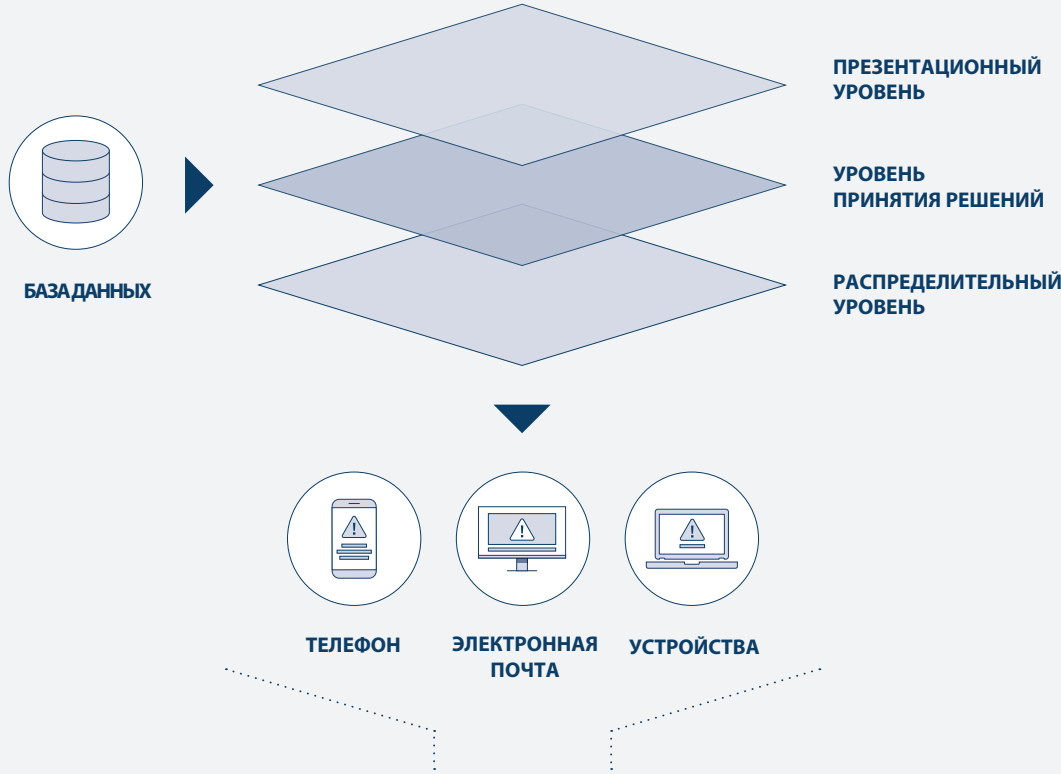


**В мониторинге и прогнозировании засухи** используются те же инструменты, что и в мониторинге паводков – модели формирования дождевого стока. Пороговый уровень для засухи должен быть добавлен к триггерным уровням.





Аварийный и кризисный центр



Государственные органы и общество

Система получает данные гидрологического, метеорологического и экологического мониторинга. Она открыта для включения других типов данных и обеспечивает операторский интерфейс для принятия решений по мероприятиям гражданской защиты (например, инструменты визуализации и сценарии). Система предоставляет инструменты для генерации и распространения предупреждений и открыта для международного обмена данными.

Редактор предупреждений — это приложение, которое позволяет синоптику выдавать предупреждения с помощью специального графического интерфейса, помогая синоптику составлять предупреждения за короткое время: он/она в основном выбирает тип, регион(ы) и время, для которого предупреждение действительно. Система включает в себя:

- **Презентационный слой** представляет фактические данные и прогнозы операторам.
  - **Уровень принятия решений** создает предупреждения и выбирает получателей.
  - **Уровень распределения** рассылает предупреждения получателям, представляет их получателям.
- Эта система, включающая в себя Общий протокол оповещения (CAP), повышает эффективность гидрологического мониторинга, предупреждения о наводнениях и смягчения их последствий за счет обеспечения стандартизированной связи, быстрого формирования оповещений и бесперебойной координации действий заинтересованных сторон.

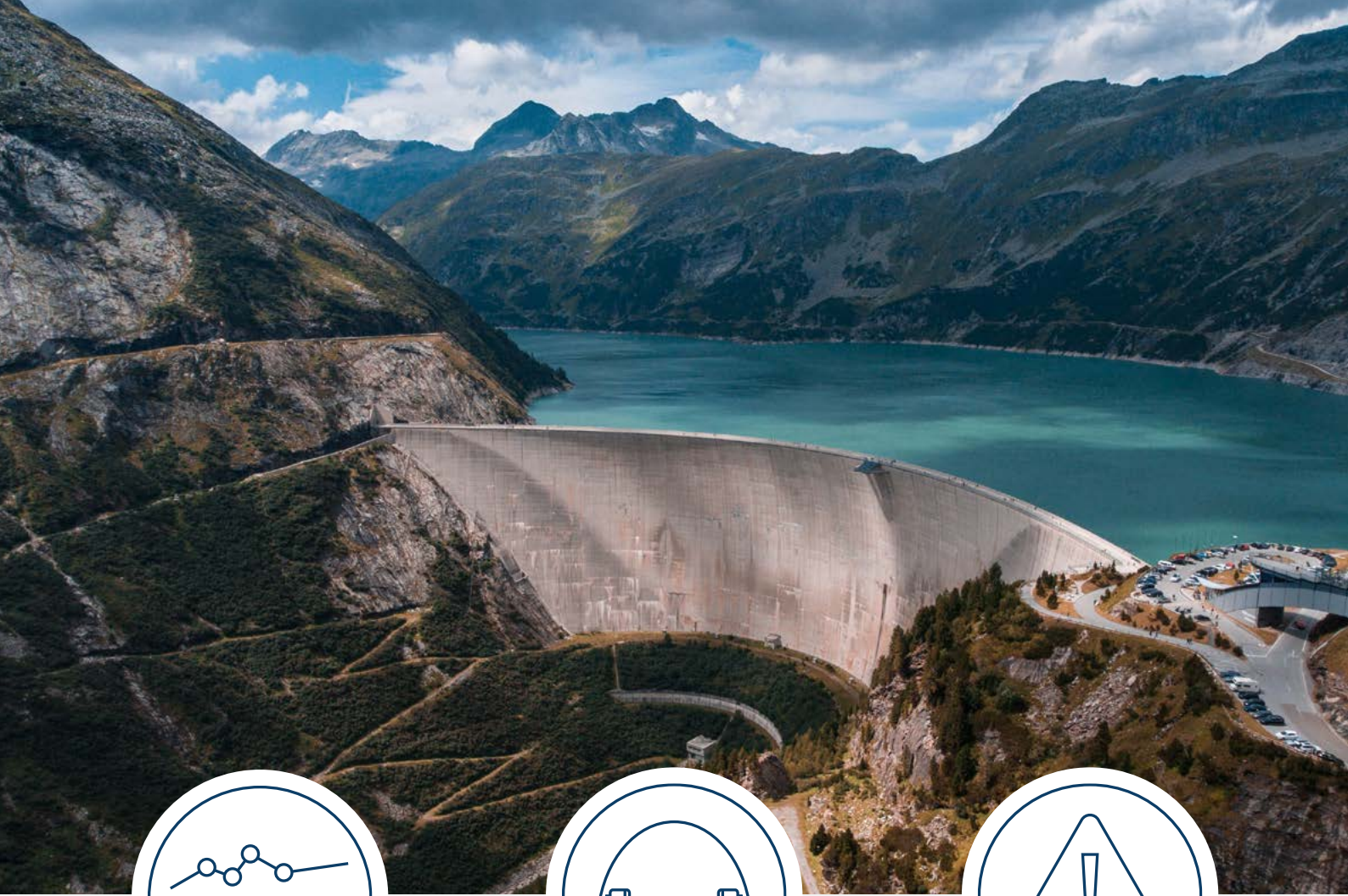




# СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПЛОТИН И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Сама плотина представляет собой систему, состоящую из технических объектов и природных элементов, хотя и создана деятельностью человека. Взаимодействие между этими техническими и природными элементами создает проблемы в мониторинге, прогнозировании, системах поддержки принятия решений и предупреждениях.

Как правило, но не всегда, вся совокупность обязанностей, включая мониторинг, контроль и принятие решений по плотине, возлагается на одну организацию. В результате для обеспечения безопасности и оптимальной эксплуатации плотины необходима надежная система поддержки принятия решений. Система мониторинга плотин и поддержки принятия решений является одним из компонентов портфеля продуктов МикроСтеп-МИС.



## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Оператору необходимы оперативные данные о предстоящих условиях в районе работ. Погодные и гидрологические изменения могут повлиять как на состояние плотины, так и на состояние водохранилища, что влияет на стратегические решения.

Прогнозы погоды включают данные о температуре, осадках, влажности, давлении и ветре для района плотины и водосбора. Для гидрологических прогнозов необходимы данные об осадках и температуре. Прогнозы охватывают водораздел плотины вплоть до ее профиля. Различные гидрологические модели, такие как дождевой сток, течение и одномерные гидродинамические модели, прогнозируют приток с использованием связанной сети в реальном времени.



## ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

ППР обеспечивает принятие своевременных и точных решений, предоставляя операторам полные и удобные для использования данные. Сюда входит информация о безопасности и устойчивости плотины, текущих метеорологических и гидрологических условиях, а также прогнозы на будущее, представленные в виде графиков, вкладок и карт.

Операторы контролируют уровни воды, прогнозы притока и оттока, а система выдает рекомендации по действиям в отношении всех контролируемых параметров, включая элементы плотины. Постоянно доступная база данных включает в себя справочный архив. При принятии решений учитываются приоритеты безопасности плотины и населения, а также оптимизация использования водохранилища.



## ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Предупреждения о состоянии плотины, поступающие от систем мониторинга и поддержки принятия решений по плотинам, бывают двух видов: внутренние (для операторов) и внешние (для населения).

Внутренние оповещения информируют операторов о критических событиях, включая превышение порогов безопасности по параметрам плотин и водохранилищ, мониторинг погодных условий, технические сбои, а также оповещения по выбору оператора.

Внешние предупреждения предварительно определяются пользователем системы, включая высокий уровень воды, отток, потенциальную опасность и риск разрушения плотины. Наиболее важной является информация для населения, проживающего либо ведущего деятельность вблизи водоемов и ниже по течению от водохранилища. Оповещения передаются через сирены, SMS, электронную почту и СМИ для оперативного информирования.



# ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

## Прогнозирование осадков

Атмосферные осадки являются важными исходными данными для гидрологических моделей. Максимально точное прогнозирование их выпадения, как в пространственном, так и во временном аспектах, представляет собой задачу не только для специалистов, но и оказывает существенную помощь в реализации превентивных мер в случае высокой вероятности возникновения чрезвычайных ливневых дождей и последующих ливневых наводнений.

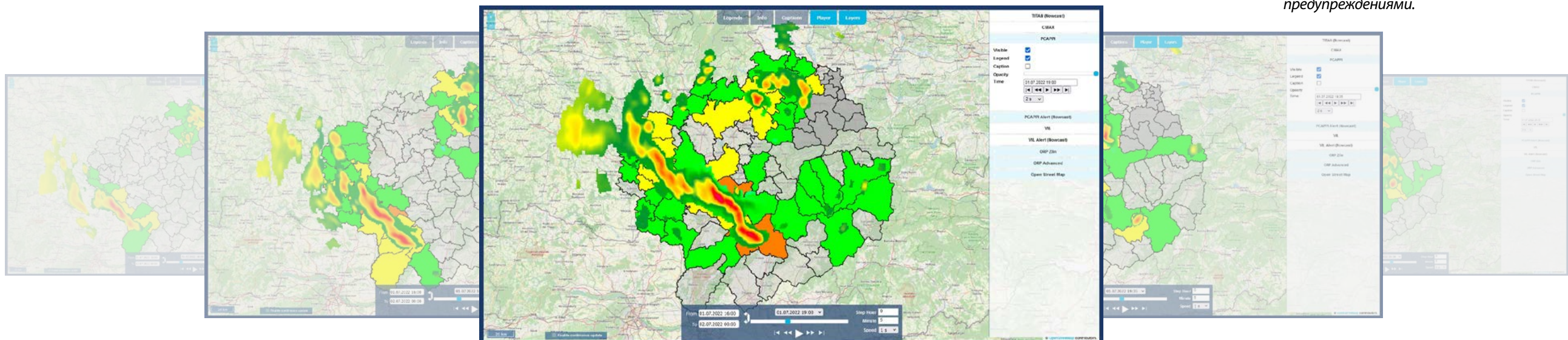
Именно поэтому компания МикроСтеп-МИС занимается разработкой методов краткосрочного прогнозирования осадков. Компания использует несколько известных алгоритмов экстраполяции радиолокационного эхо-сигнала для прогнозирования осадков на временных промежутках от десятков минут до одного часа. При этом инновационный подход предполагает не только индивидуальную адаптацию этих алгоритмов, но и их выгодное сочетание с помощью методов машинного обучения и искусственного интеллекта.



Основываясь на этой концепции, мы недавно успешно завершили исследовательский проект по прогнозированию конвективных осадков в регионе Злин (Чехия). Отличительными особенностями нашего подхода являются: (1) прогнозы не попиксельные, а связаны с отдельными административными единицами, и (2) они выражаются с помощью 4-классной системы качественной классификации ("0" означает отсутствие конвективного события, ..., "3" означает чрезвычайно интенсивное конвективное событие).

В настоящее время мы решаем эти задачи (т.е. улучшаем прогнозирование осадков с помощью новых подходов ИИ) в рамках других научно-исследовательских проектов, поддерживаемых Словацким агентством по исследованиям и развитию и рамочной программой Horizon Europe.

*Холодный фронт, проходящий через Южную Моравию 1 июля 2022 года. На скриншотах показан горизонтальный срез полученный по снимкам радиолокационной отражательной способности на уровне 2000 м (продукт CAPPI) и его трансформация в **качественный прогноз текущей погоды** в границах административных единиц региона, обозначенных зелеными/желтыми/оранжевыми/красными предупреждениями.*



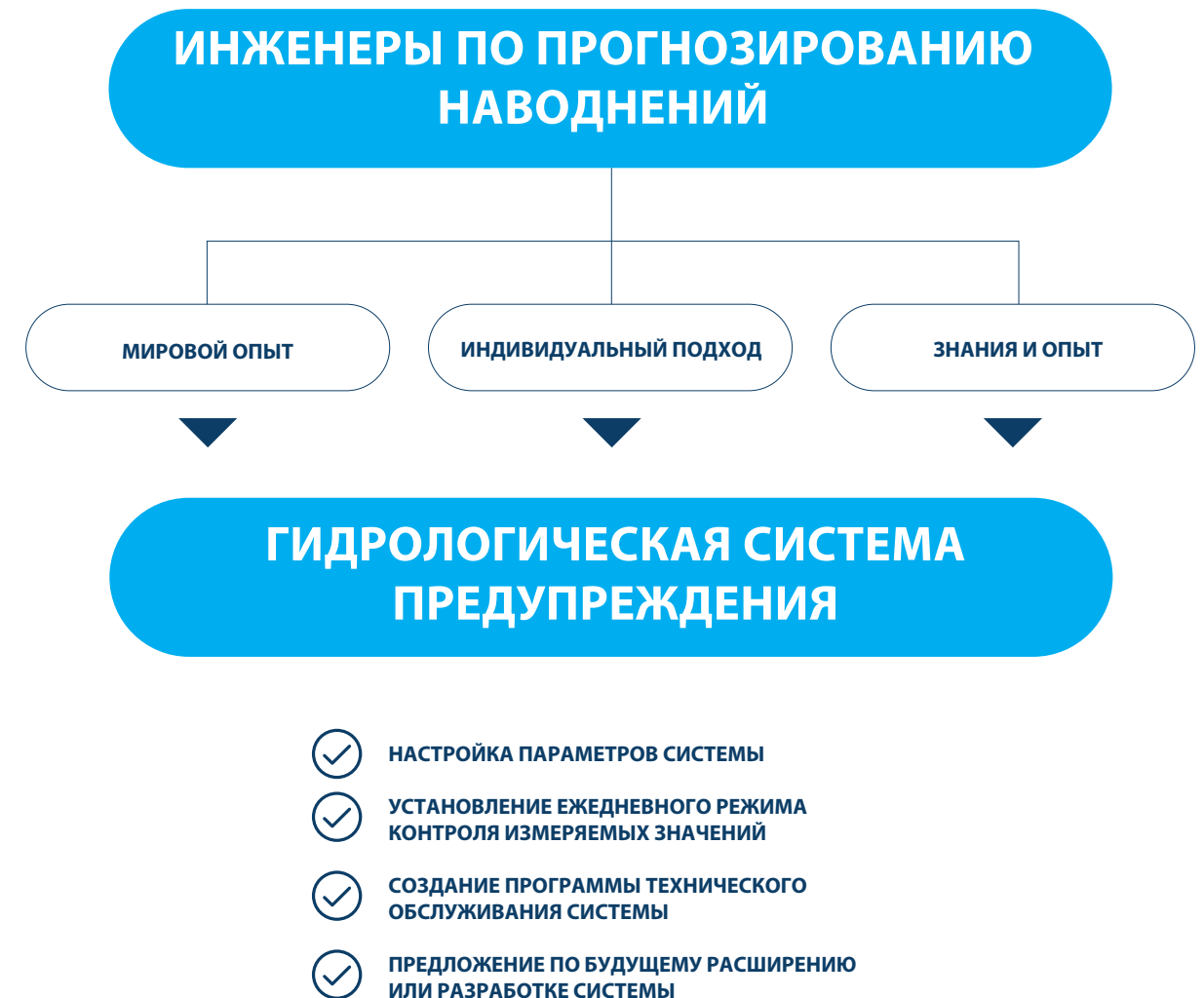




**Важным шагом в эксплуатации вновь установленной системы гидрологических предупреждений является настройка параметров системы, пороговых (триггерных) значений для выдачи предупреждений, установление ежедневного режима мониторинга измеренных значений и режима технического обслуживания. Необученный персонал в стране установки системы должен быть под руководством опытных специалистов.**

Такую миссию выполняли специалисты МикроСтеп-МИС в Саудовской Аравии в период 2017 - 2019 гг. Местными властями было принято решение установить систему оповещения, состоящую из дождемеров, постов контроля уровня воды и стоков; однако без опыта работы с таким типом системы.

Специалисты МикроСтеп-МИС в должности «инженеров-прогнозистов наводнений» занимались проверкой измеренных значений, обеспечением проверки качества



данных, обнаружением недостоверных данных, проверкой рабочего состояния станций и обеспечением осмотра станций на месте.

Мы работали в роли кураторов и администраторов в условиях сжатых временных сроков. Устанавливали критерии проверки качества данных, качества измерений станций и уровней предупреждений, которым должен следовать местный персонал.

Мы обучили местный персонал самостоятельному использованию системы: как решать все возможные проблемы, которые могут возникнуть, как классифицировать и анализировать осадки и стоки, а также установили правила и порядок обслуживания станций.

Мы гордимся тем, что наша миссия увенчалась успехом, и в настоящее время система находится в рабочем режиме, не нуждаясь в нашем вмешательстве или ежедневной поддержке.





**180+**

**талантливых и  
преданных делу  
профессионалов**

**Сертификат качества ISO**





---

**260+**

*автоматических  
гидрологических и  
осадкомерных  
станций*

---

**КОНТАКТЫ**

**[info.russia@microstep-mis.com](mailto:info.russia@microstep-mis.com)**

**[www.microstep-mis.ru](http://www.microstep-mis.ru)**