

Общество с ограниченной ответственностью ГеоИнноТех



Общество с ограниченной ответственностью Эмерсит



Экологический мониторинг р. Темерник: первый этап создания и предварительные результаты

Новочеркасск - Краснодар 2017

Экологический мониторинг бассейна реки Темерник

Экологический мониторинг бассейна реки Темерник – это автоматизированная система непрерывного контроля, сбора и анализа данных о состоянии окружающей среды, математического моделирования ситуационных явлений, текущих оценок и прогнозов, в том числе неблагоприятных и опасных явлений гидрологического и экологического характера

Цели и задачи автоматизированной системы экологического мониторинга (АСЭМ) бассейна р. Темерник

Организация непрерывных в режиме реального времени наблюдений за гидрологическими, гидрогеологическими, метеорологическими параметрами и характеристиками загрязненности вод в бассейне р. Темерник на сети автоматических станций

Оценка и прогнозирование гидрологической, метеорологической и экологической обстановки в бассейне и на отдельных его участках, в том числе на сверхкраткосрочном отрезке времени

Комплексная оценка уровня гидрологической и экологической опасности в текущих условиях на основе бальной шкалы ранжирования рисков, в том числе с учетом экономических показателей

Отображение оперативной и прогнозной информации на интерактивной геоинформационной карте, обеспечение доступа пользователей к текущей и архивной информации

Определение, выдача и отображение информации о времени наступления, масштабе и распространении неблагоприятных (НЯ) и опасных (ОЯ) явлений гидрологического и экологического характера

Структура

Автоматизированная система экологического мониторинга р. Темерник

Гидрометеорологический мониторинг (АГММ)

Оценка и прогнозирование гидрологической обстановки на различных участках бассейна, в том числе неблагоприятных и опасных явлений гидрологического характера

Гидрогеологический мониторинг (АГГМ)

Оценка и прогнозирование состояния и динамики подземных вод, их загрязненности и явлений подтопления территорий

Мониторинг качественного состояния вод (АМЗВ)

Оценка динамики загрязнённости вод, определение участков с неблагоприятной экологической обстановкой, источников негативных воздействий и их влияния на уровень загрязненности вод

Назначение АСЭМ

Оперативное информирование должностных лиц, общественности и населения о возможных неблагоприятных и опасных явлениях гидрологического и экологического характера

Разработка и осуществление превентивных мер для снижения вероятности наступления и последствий негативных явлений

Накопление многолетних данных наблюдений, их статистическая обработка, научных анализ в целях определения текущих тенденций и изменений

Разработка долгосрочных мероприятий для улучшения гидрологической и экологической обстановки в бассейне р. Темерник и на прилегающих территориях

Первый этап создания АСЭМ – 2017-2018 гг.:
Разработка и внедрение автоматизированного гидрометеорологического мониторинга (АГММ) бассейна р. Темерник

Основные технические решения. Функциональные подсистемы

Подсистема оперативного сбора данных гидрологических и метеорологических наблюдений на автоматических станциях в реальном времени

Подсистема связи и доставки сведений

Подсистема накопления, хранения, аналитической обработки, отображения и представления гидрологической и метеорологической информации

Подсистема математического моделирования на основе моделей гидродинамики

Подсистема информирования должностных лиц

Подсистема защиты информации

Сенсорный уровень мониторинга (уровень сбора и передачи данных)

Сеть стационарных (и виртуальных) автоматических гидрологических комплексов (АГК) для контроля уровня воды рек и открытых водоемов, прогнозирования расходов воды и уровней в опорных створах гидрографической сети в реальном масштабе времени

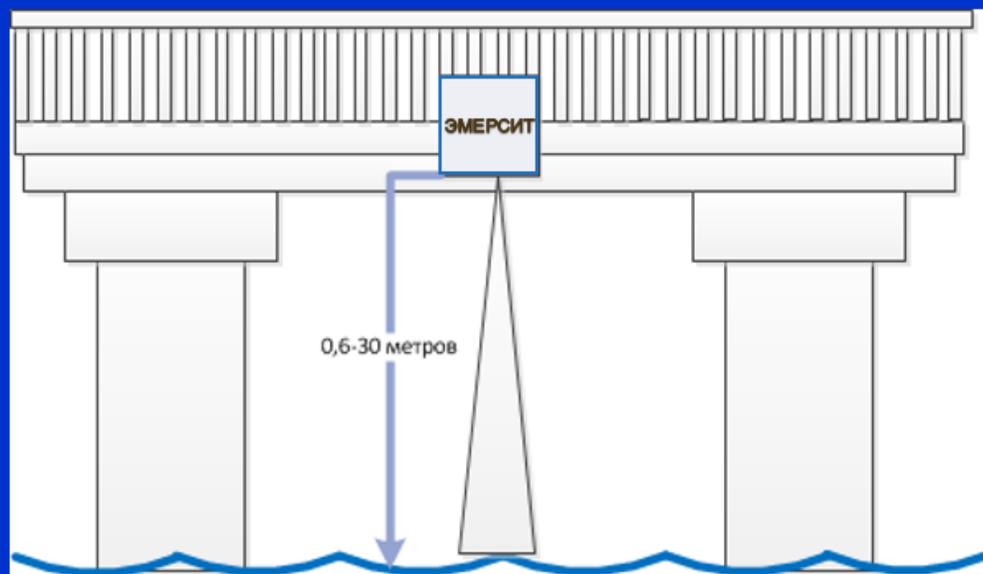
Сеть стационарных автоматических метеорологических станций (АМС) для сбора данных о текущих метеорологических параметрах окружающей среды

Передающая аппаратура программно-аппаратных средств АГК и АМС

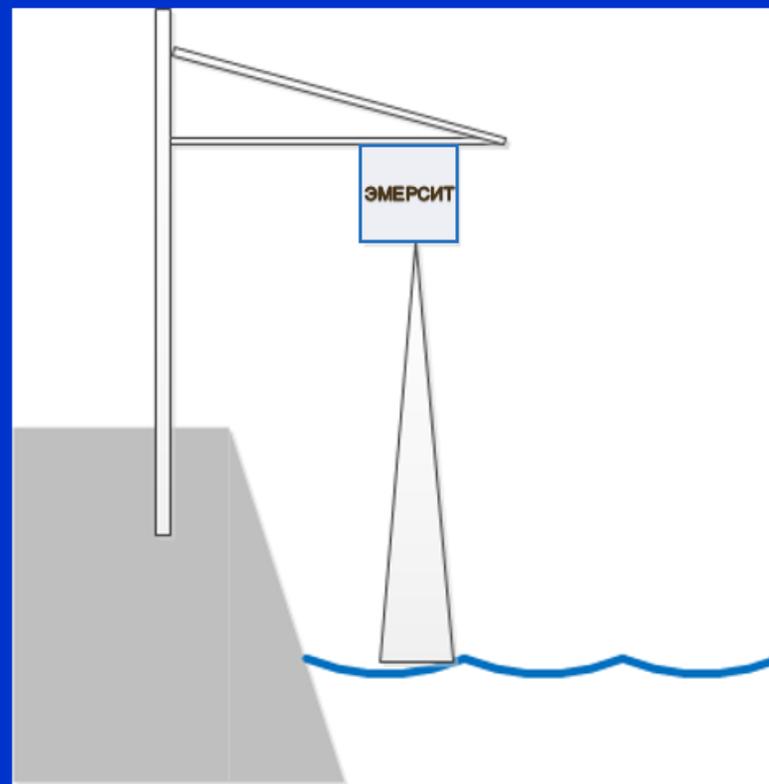
АМС размещаются с учетом оптимального радиуса охвата каждой станцией части водосборной площади для возможности репрезентативной оценки, интерполяции и построения **динамической компьютерной карты поля осадков** в пределах всей водосборной площади

Схемы размещения АГК и АМС

Крепление на мостовом переходе



Крепление на Г-образной арке



Характеристика измерительного комплекса АГК

Метод измерения уровня воды - радиолокационный

Точность измерения ± 3 мм

Определение расхода в реке (гидравлическим методом)

Передача данных по каналам сотовой и спутниковой связи

Автономное питание от солнечных батарей

Локальный архив данных

Статистическая обработка измерительной информации

Прогнозирование гидрологической обстановки для нижерасположенных участков

Программно-аналитический уровень мониторинга

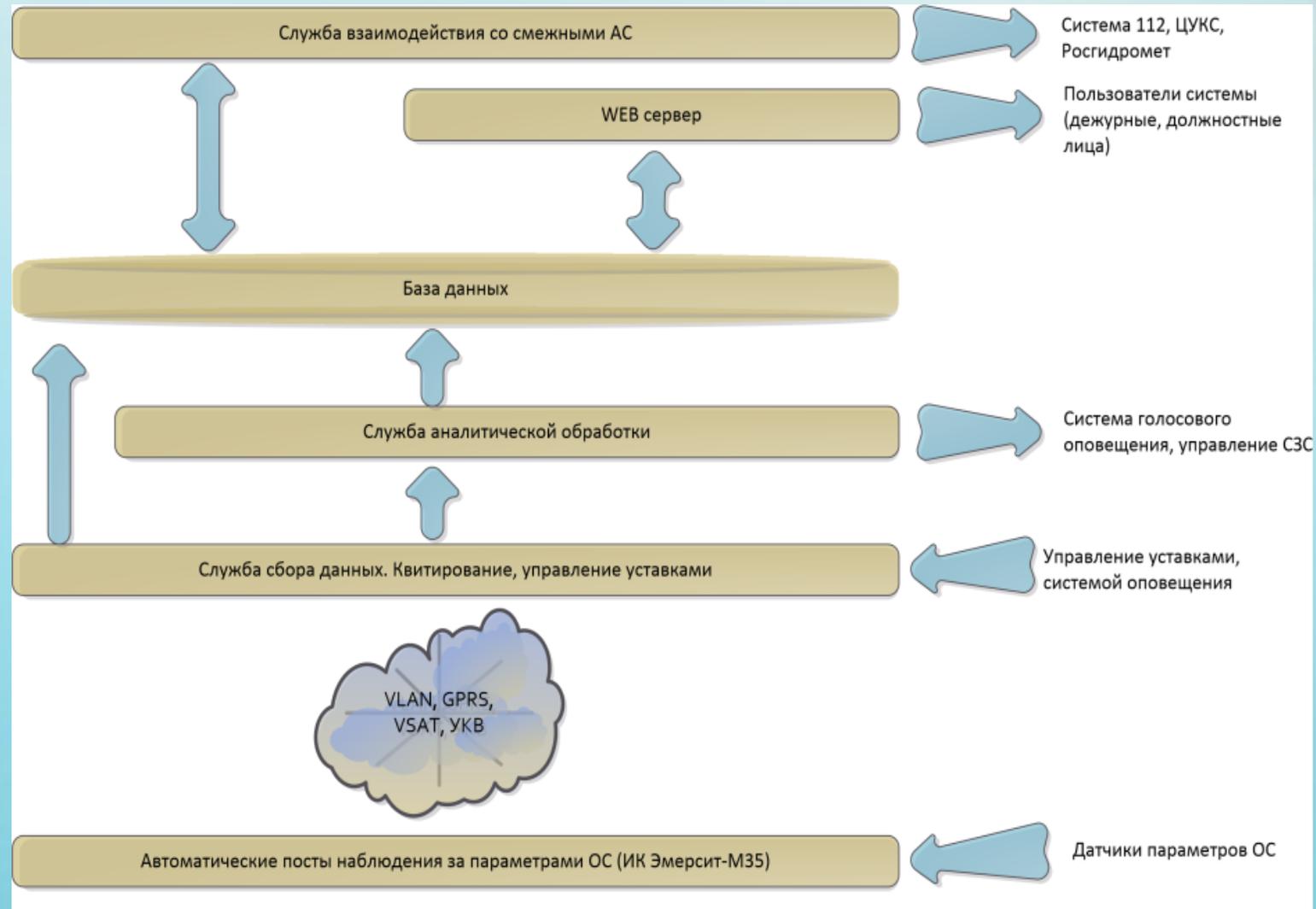
Специальное программное обеспечение для поддержки процессов сбора, накопления, оценки, аналитической обработки результатов измерений и создания долговременных архивов

Компьютерный модельный комплекс (КМК) для оценки получаемых данных, краткосрочного и сверхкраткосрочного прогнозирования гидрологического режима водных объектов и риска опасных гидрологических явлений (ОГЯ) на всем протяжении р. Темерник и его основных притоков (б. Темерник, б. Безымянная)

Особенность КМК — циклическое функционирование в реальном времени: по мере поступления новых данных в АГММ они загружаются в КМК и на модели «проигрывается» вариант развития гидрометеорологической обстановки, затем при новом поступлении данных цикл повторяется уже с учетом предыдущего варианта развития и т.д.

Технология информационно-аналитической системы мониторинга

В основе технологии АСЭМ используется информационно-аналитическая система (ИАС Эмерсит) на базе измерительного комплекса (ИК Эмерсит-М35)



Задачи измерительного комплекса (ИК) Эмерсит

Обеспечение взаимодействия с измерительными устройствами и датчиками

Вторичное преобразование физических величин

Сопоставление измеряемых параметров с предметной областью

Статистическая обработка результатов измерения

Архивирование результатов измерения

Передача результатов измерения службе сбора данных по каналам связи

Генерация информационных сообщений, соответствующих неблагоприятному или опасному явлению

Режимы функционирования системы АГММ

Штатный режим: на интерактивной карте точка АГК окрашена в зеленый цвет (нормальное состояние)

Режим повышенного внимания (ПВ): точка АГК на интерактивной карте окрашивается в желтый цвет; дается прогноз времени наступления НЯ

Режим неблагоприятного явления (НЯ): точка АГК на интерактивной карте окрашивается в оранжевый цвет; дается прогноз времени наступления ОЯ

Режим опасного явления (ОЯ): точка АГК на интерактивной карте окрашивается в красный цвет

В условиях ПВ, НЯ и ОЯ предусмотрена возможность автоматической рассылки предупреждающей информации по заданному списку абонентов

Нормальный режим работы АГММ

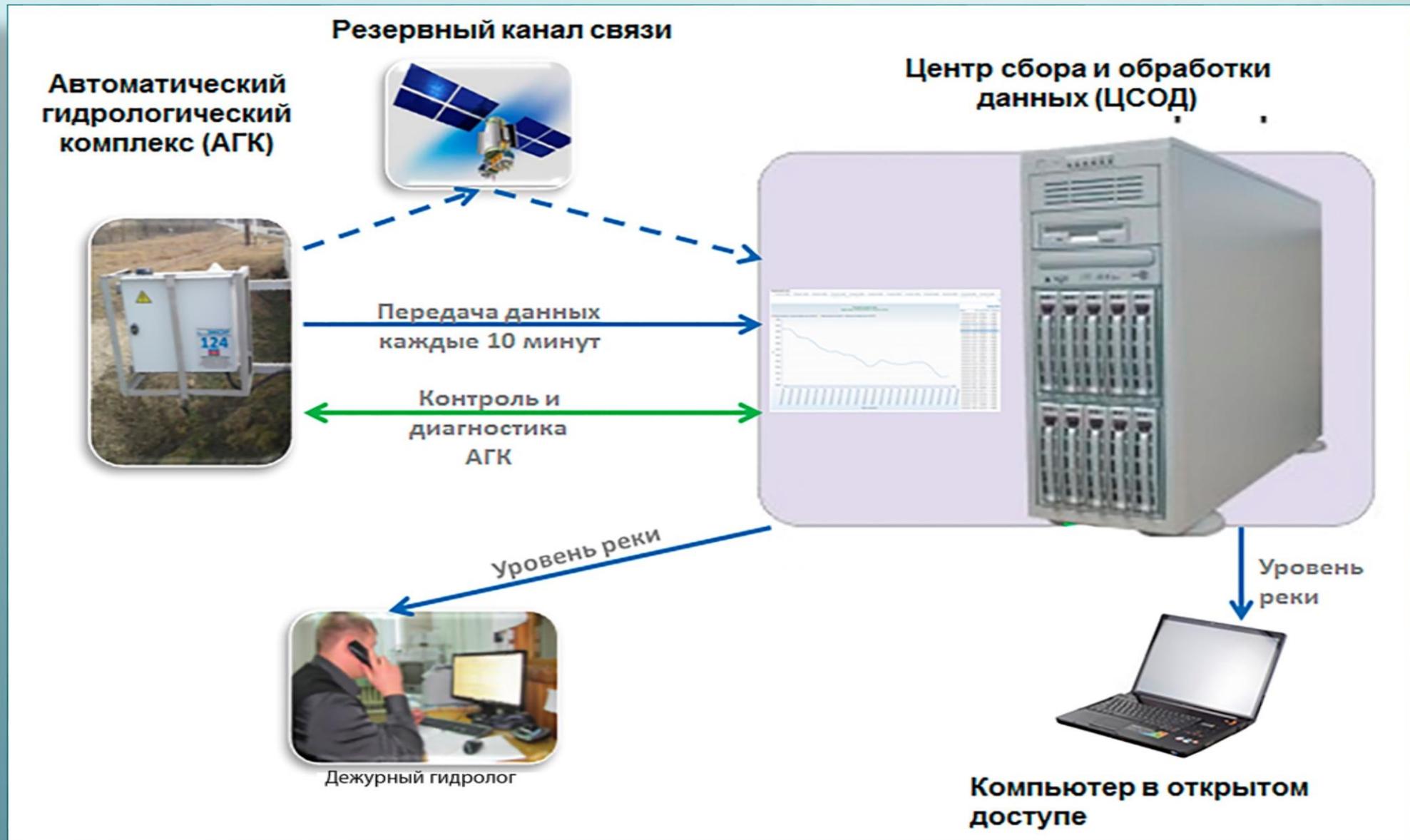


Схема передачи данных АГММ

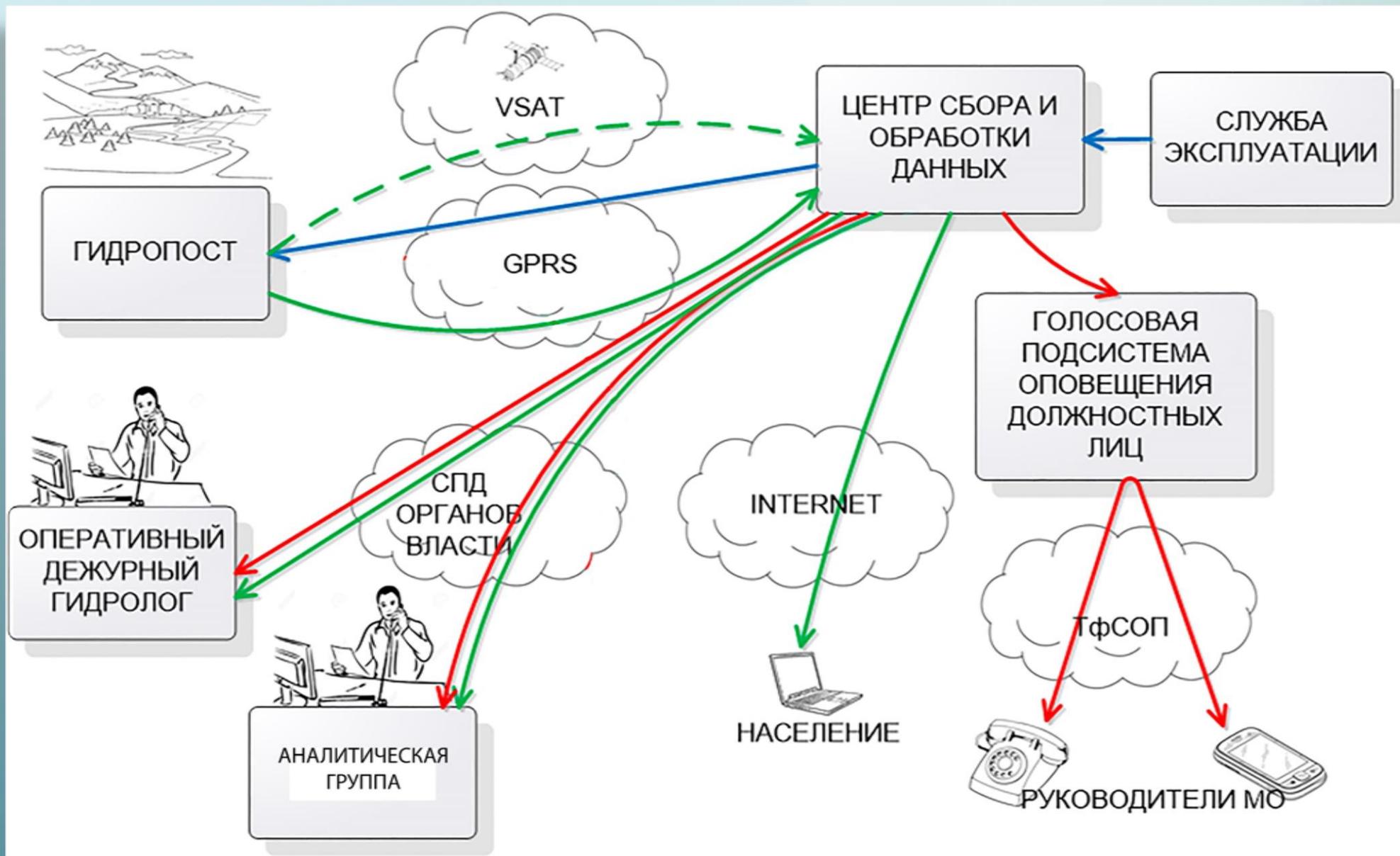
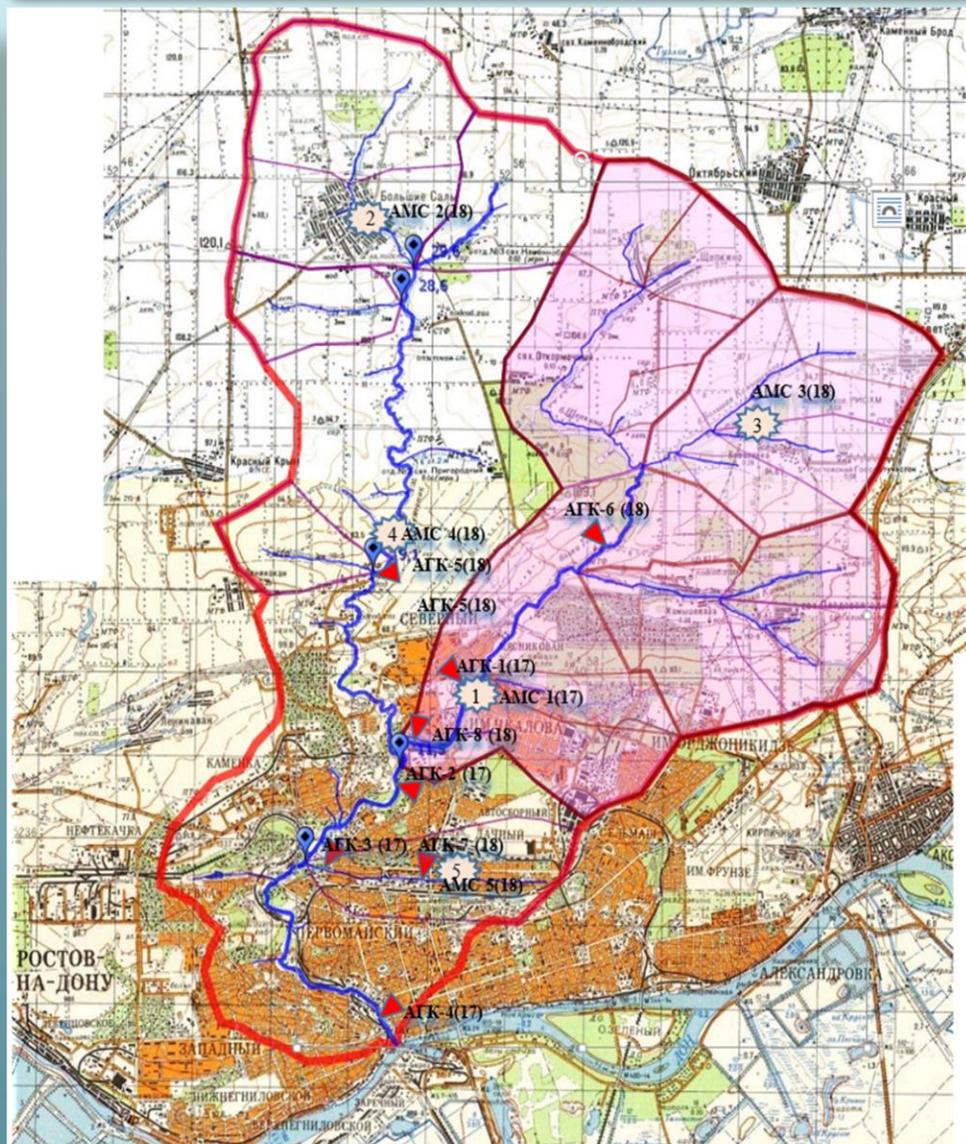


Схема размещения АГК и АМС в бассейне р. Темерник



Географические координаты станций:

1. АГК-1(17) N: 47°17'26,34''; E: 39°43'46,36''
2. АГК-2(17) N: 47°16'16,60''; E: 39°42'07,10''
3. АГК-3(17) N: 47°15'00,70''; E: 39°40'20,20''
4. АГК-4(17) N: 47°12'53,50''; E: 39°41'52,10''
5. АГК-5(18) N: 47°18'48,06''; E: 39°41'36,43''
6. АГК-6(18) N: 47°18'59,07''; E: 39°46'00,25''
7. АГК-7(18) N: 47°18'50,36''; E: 39°43'45,04''
8. АГК-7(18) N: 47°16'32,07''; E: 39°42'16,81''
9. АМС-1(17) N: 47°17'26,34''; E: 39°43'46,36''
10. АМС-2(18) N: 47°17'26,34''; E: 39°43'46,36''
11. АМС-3(18) N: 47°20'32,51''; E: 39°49'55,50''
12. АМС-4(18) N: 47°18'48,06''; E: 39°41'36,43''
13. АМС-5(18) N: 47°18'50,36''; E: 39°43'45,04''

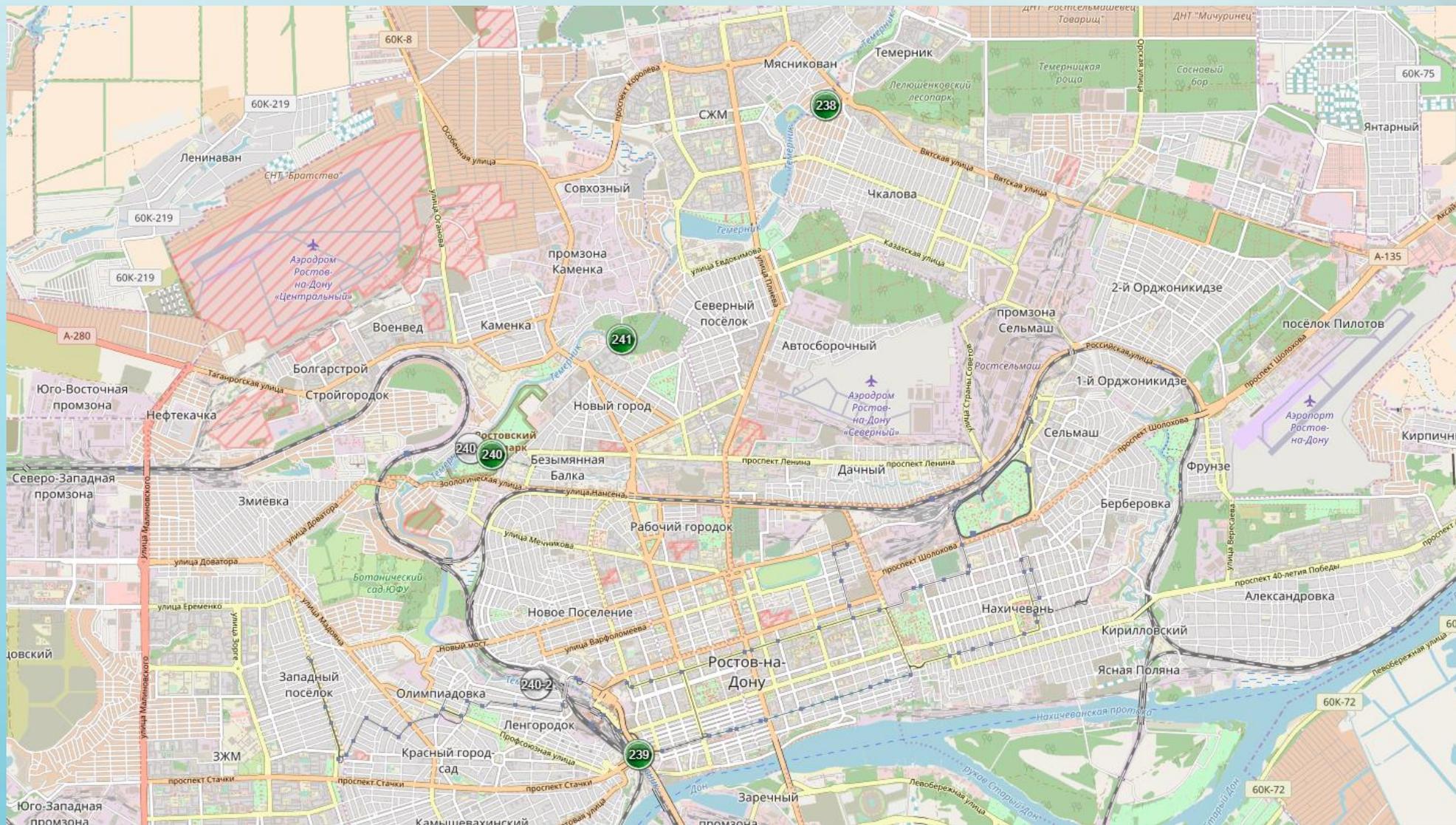
— граница водосбора р. Темерник

— границы «частных» водосборов

1 АМС-1(17) - метеостанция (в скобках год установки)

▼ АГК-1(17) - АГК (в скобках указан год установки)

Геоинформационная интерактивная карта мониторинга



Характеристика АГК и АМС, введенных в 2017 г.

Первоочередные четыре АГК установлены в 2017 году. Они обеспечат оценку и сверхкраткосрочное прогнозирование гидрометеорологической обстановки в бассейне р. Темерник от Верхового водохранилища до устья р. Темерник, а также в устьевой части балки Безымянная и р. Темерник ниже ее впадения, в районе Зоопарка

АГК-АМС-238: измерение уровня воды в реке, суммы и интенсивности осадков, силы и направления ветра, температуры, относительной влажности, атмосферного давления, точки росы, а также определение расхода воды в реке

АГК-241: измерение уровня воды в реке и определение расхода

АГК-АМС-240: измерение уровня воды в реке, температуры, относительной влажности, атмосферного давления, точки росы, определение расхода воды в реке

АГК-239: измерение уровней воды в реке в устьевом створе. Уровень воды в данном створе является результатом совместного влияния поступающих расходов по основному руслу и колебания уровней в р. Дон

Расход воды в низовьях реки определяется с помощью математической модели на основе данных текущих измерений на вышерасположенных АГК с поправкой на время добегания расходов и приращение водосборной площади

Виртуальные АГК

Виртуальные АГК позволяют получить оценку уровня и расхода воды в заданном створе на основе математических моделей с использованием полученных данных на вышерасположенных физических АГК

АГК-241-1 расположен на реке Темерник ниже впадения балки Безымянная в районе Зоопарка

АГК-241-2 расположен на реке Темерник в 2-х км южнее Ботанического сада

Как для физических, так и виртуальных АГК выполняется оценка положения уровня воды относительно отметок неблагоприятного (НЯ) и опасного (ОЯ) явления, а также определение индекса гидрологической опасности (по 10 бальной шкале). В составе модельного блока определяется ситуация «Состояние повышенного внимания» и текущий прогноз времени наступления НЯ и ОЯ и соответствующая рассылка предупреждающей информации

АГК и АМС, установленные в 2017 г.



АГК-241, сан. Надежда



АГК-241,
сан. Надежда



АГК-239,
мост пр. Стачки



АГК-239, мост пр. Стачки



АГК-АМС-240, Зоопарк



АГК-АМС-240, Зоопарк



АГК-АМС-238, СЖМ,
ул. Армянская

Сеть АГК планируемая на втором этапе (2018 г.)

Планируется дополнительно установить четыре АГК для контроля и прогнозирования гидрологической обстановки:

на участке р. Темерник от истока до Низового водохранилища

на балке Темерник на участке от истока до ее слияния с б. Камышеваха

на б. Безымянная выше входного портала закрытого коллектора (в районе школы № 93) для контроля водного режима в средней части в верховьях балки (густо застроенная территория)

в приплотинной части Низового водохранилища, включая видео мониторинг

Сеть АМС

В 2017 году установлена полнофункциональная метеостанция размещенная в географическом центре тяжести бассейна в районе северного жилого массива (ул. Армянская). Функционал АМС включает измерения полного набора метеорологических параметров

Дополнительная метеостанция установлена в районе Зоопарка с частичным набором измеряемых параметров

В 2018 г. планируется размещение четырех локальных осадкомерных станций в верховьях водосборной площади с учетом оптимального радиуса репрезентативности (5-8 км)

Планируемые к установке АМС будут использоваться для оценки, интерполяции и построения **интерактивной компьютерной карты** изогет осадков (снеготаяния) в пределах всей водосборной площади и последующего моделирования поверхностного стока в периоды дождевых ливней и интенсивного снеготаяния с использованием гидродинамических моделей

Компьютерный модельный комплекс (КМК)

Назначение КМК: обработка данных наблюдений, сверхкраткосрочный прогноз гидрологической обстановки, оценка рисков неблагоприятных и опасных явлений

Полнофункциональная версия КМК может быть создана в течение 2018-2019 гг. и будет охватывать все участки бассейна р. Темерник. Функционал КМК должен включать:

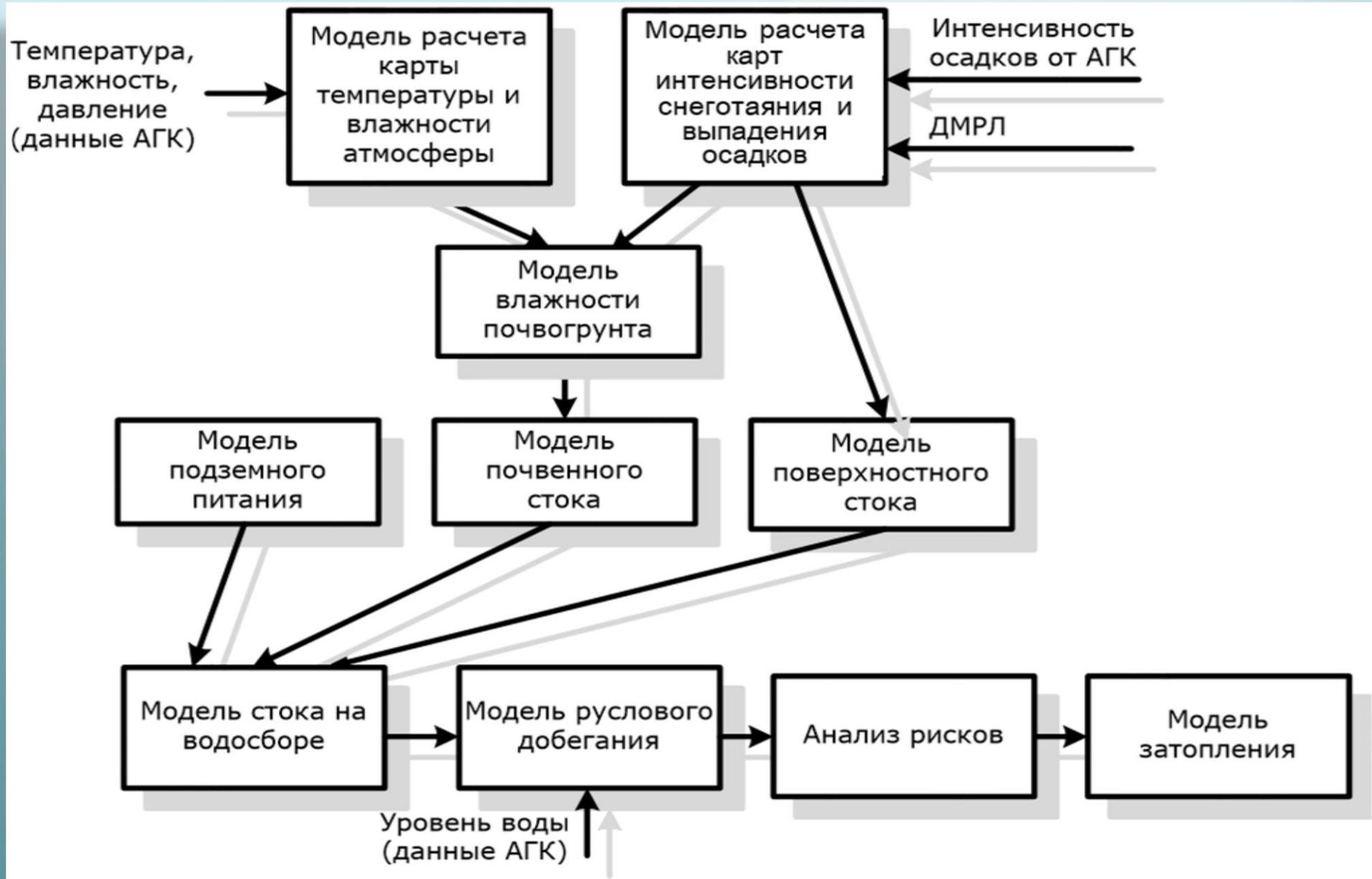
Краткосрочные и сверхкраткосрочные прогнозы расходов и уровней на различных участках

Выдача информации, в том числе прогноз и оценка рисков наступления неблагоприятных (НЯ) и опасных (ОЯ) гидрологических явлений

Оценка рисков гидродинамических аварий на ГТС прудов и водохранилищ с расчетом характеристик волны прорыва, возможных зон затопления, подтопления

Отображение на геоинформационной интерактивной карте прогнозных контуров зон затопления и подтопления прибрежных территорий на всем протяжении р. Темерник и его основных притоков

Компьютерный модельный комплекс сверхкраткосрочного прогнозирования гидрологической обстановки и негативных явлений (КМК)



Анализ мониторинговых данных за период 30.10.2017 – 15.12.2017

Метеорологические и гидрологические явления 21-22 ноября 2017 года

За указанный период осадки составили в сумме 27 мм (около половины месячной нормы) и прошли тремя волнами: 7 мм – в ночь на 21.11, 10 мм – утром 21.11 и 10 мм вечером 21.11.2017

На АГК-240 (б. Безымянная, Зоопарк), произошло повышение уровня от первой волны на 15 см (3.00 утра 21.11.17), от второй волны до 60 см (9.30 утра 21.11.17), и от третьей волны, после кратковременного спада и стабилизации уровня, вновь до 45 см

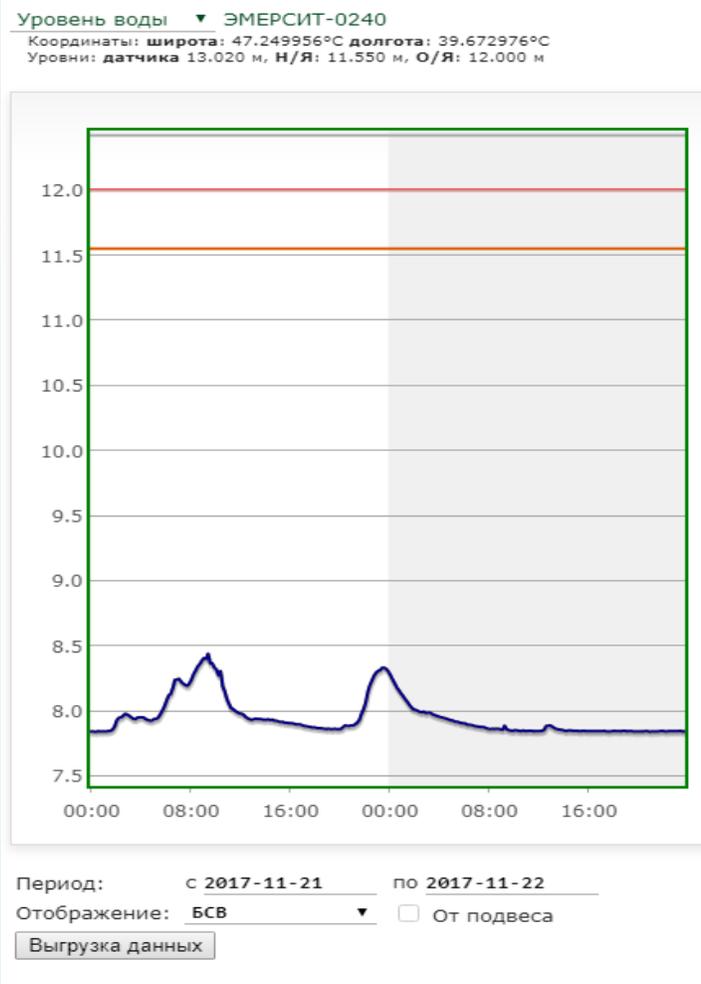
Увеличение расхода воды в б. Безымянная по сравнению с меженным расходом составило:

- в первой волне выпавших осадков с 0,060 м³/с до 0,180 м³/с, т.е. в три раза,
- во второй волне максимальный расход составил 1,125 м³/с, увеличение в 18 раз,
- в третьей волне 0,841 м³/с, увеличение расхода в 14 раз

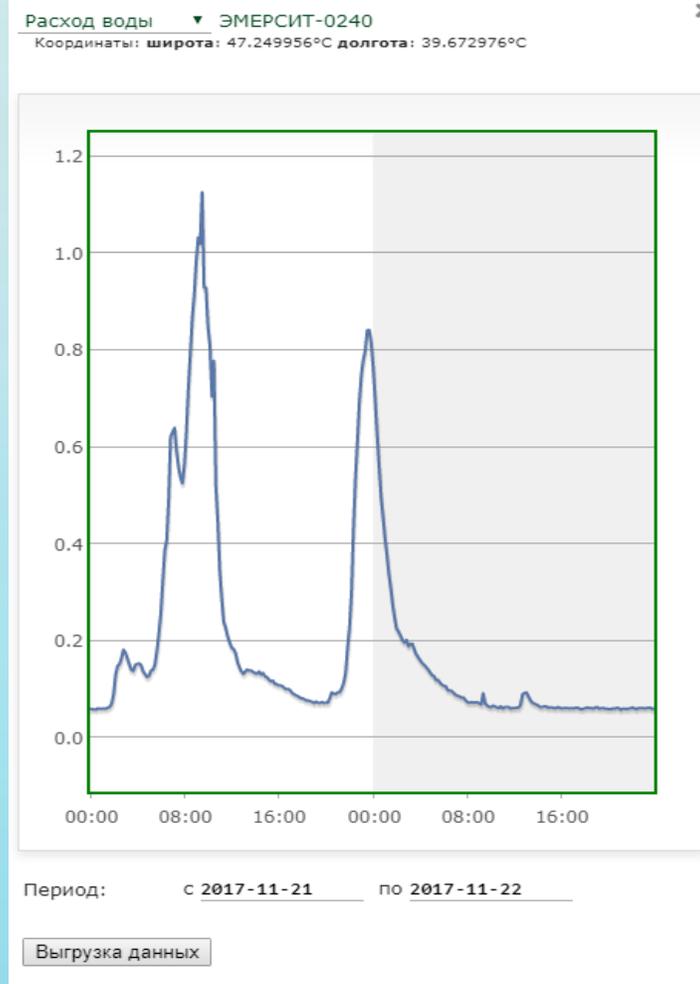
Расчеты показали: если бы осадки прошли за одни сутки (а не двое), общий рост уровня мог бы составить более 1,2 метра.

Аналогичная картина отмечалась и в других створах р. Темерник (АГК-238). Максимальный рост уровней за две волны выпавших осадков составил около 45 см и 35 см соответственно.

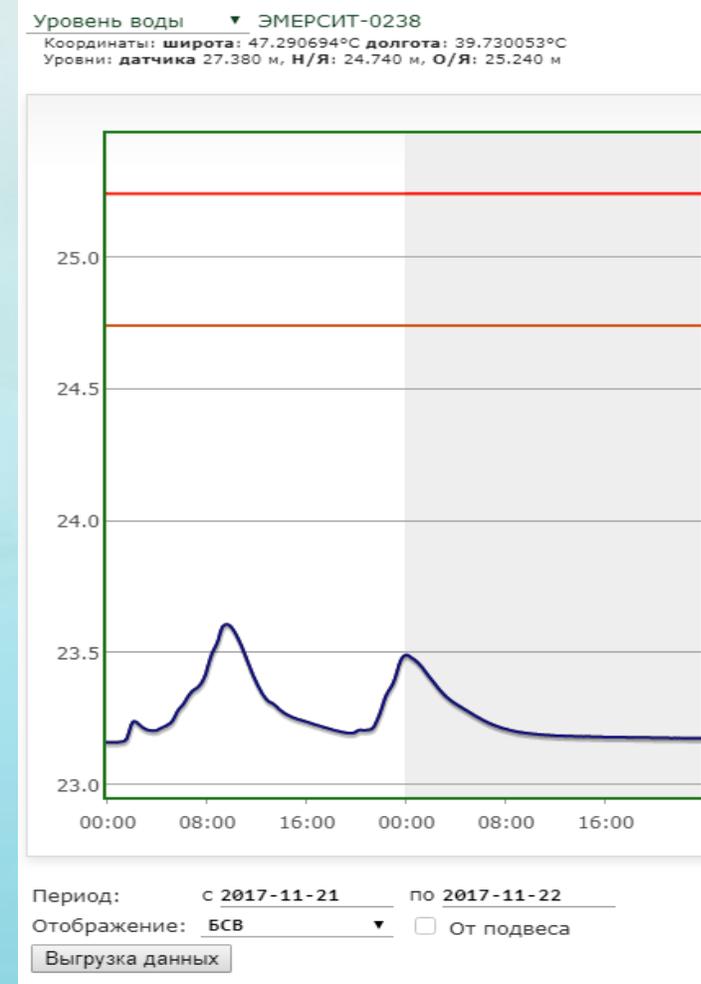
Результаты измерений уровней и расходов на АГК 21-22 ноября 2017 года



Ход уровней на АГК-240
21-22.11.2017



Расходы на АГК-240
21-22.11.2017



Ход уровней на АГК-238
21-22.11.2017

Метеорологические и гидрологические явления 4-5 декабря 2017 года

Выпавшие осадки произошли менее чем за сутки (за 11 часов) с вечера 4.12.17 до утра 5.12.17 и составили в сумме 11 мм

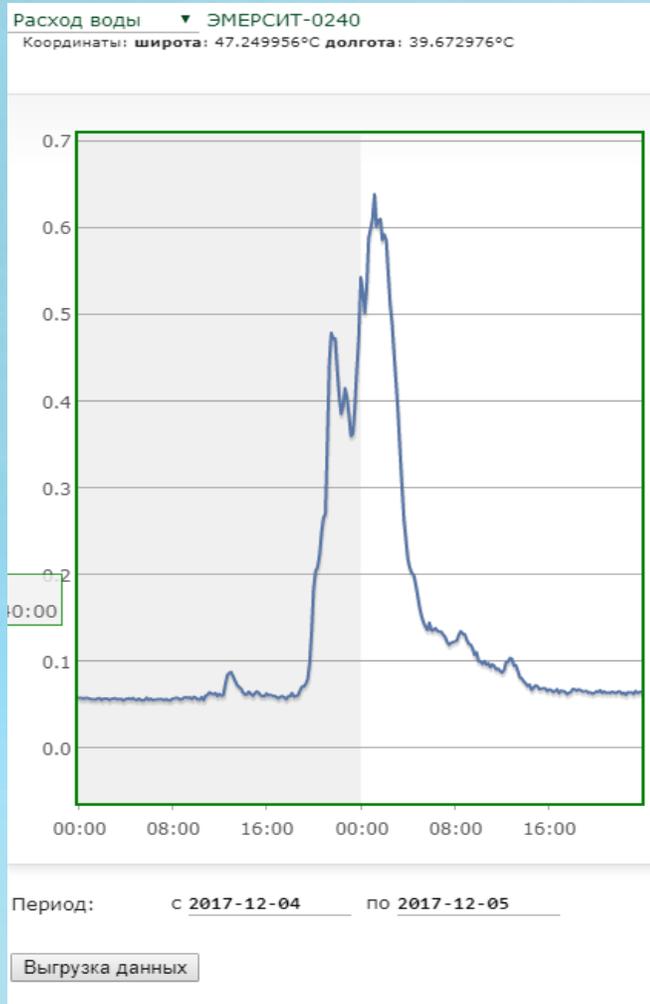
Повышение уровня на гидрологических постах составило:

- на АГК-240 (балка Безымянная, Зоопарк) – 40 см,
- на АГК-241 (р.Темерник, сан. Надежда) – 20 см,
- на АГК-238 (балка Темерник, СЖМ) – 30 см.

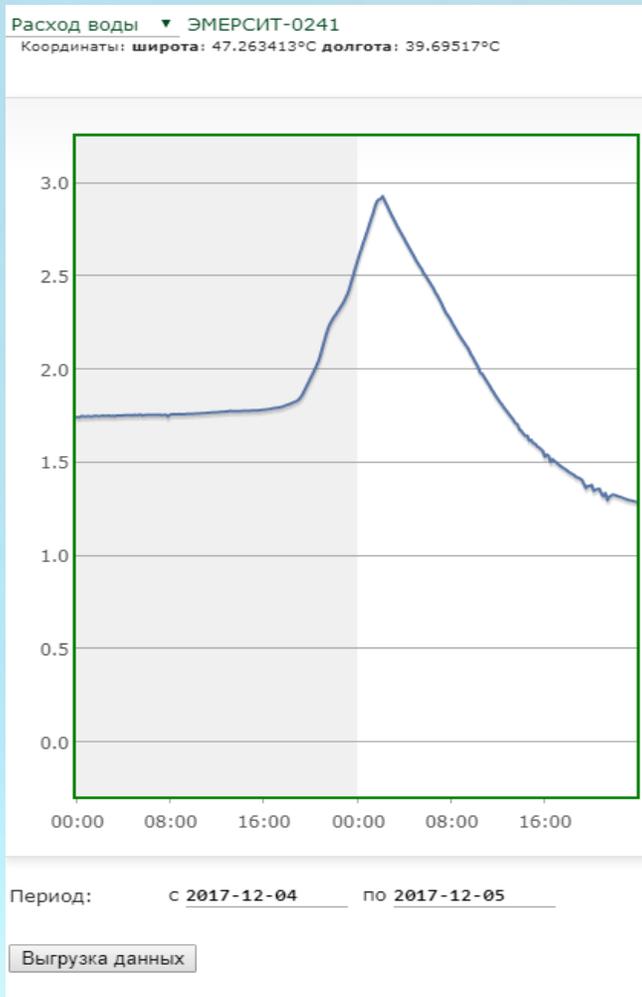
Увеличение расхода воды в реке по сравнению с меженным расходом составило:

- на АГК-240 (балка Безымянная, Зоопарк) – более чем в 11 раз
- на АГК-241 (р.Темерник, сан. Надежда) – более, чем в 2 раза
- на АГК-238 (балка Темерник, СЖМ, ул. Армянская) – более чем в 3 раза.

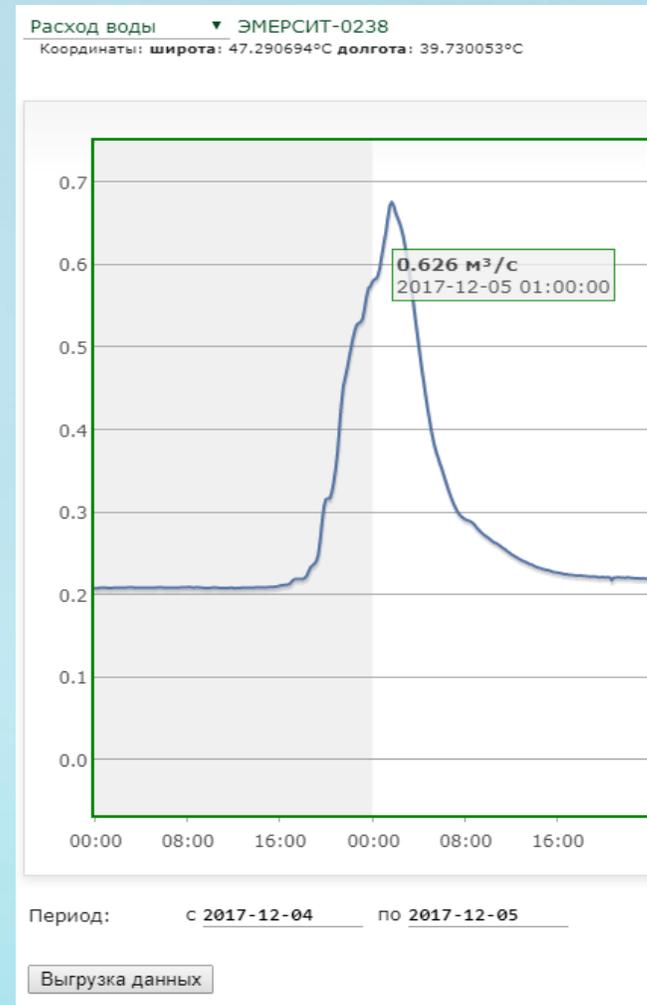
Результаты измерений уровней и расходов на АГК 4-5 декабря 2017 года



Расходы на АГК-240
4-5.12.2017

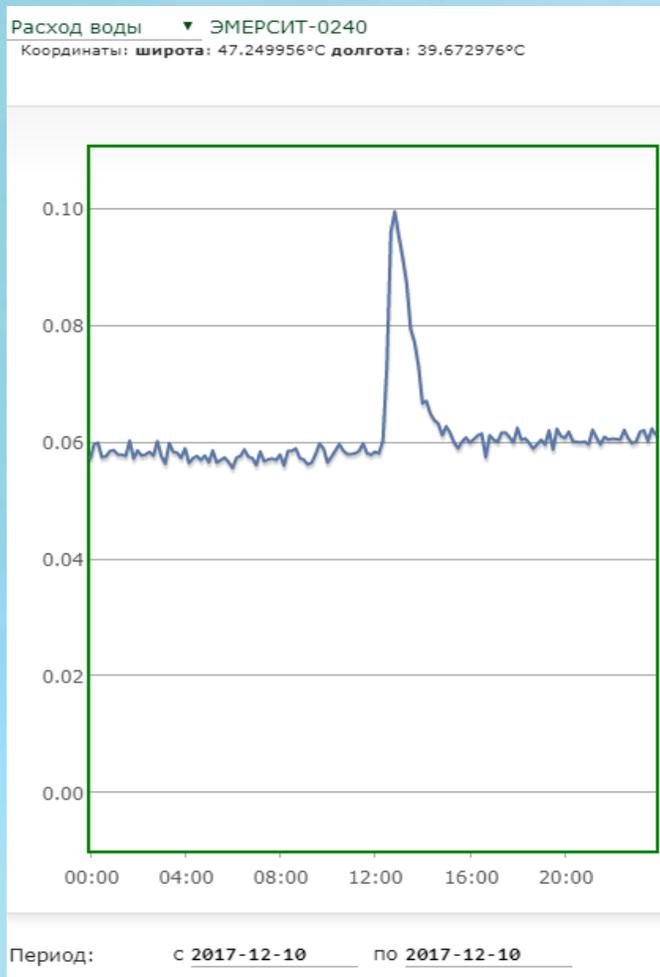


Расходы на АГК-241
4-5.12.2017

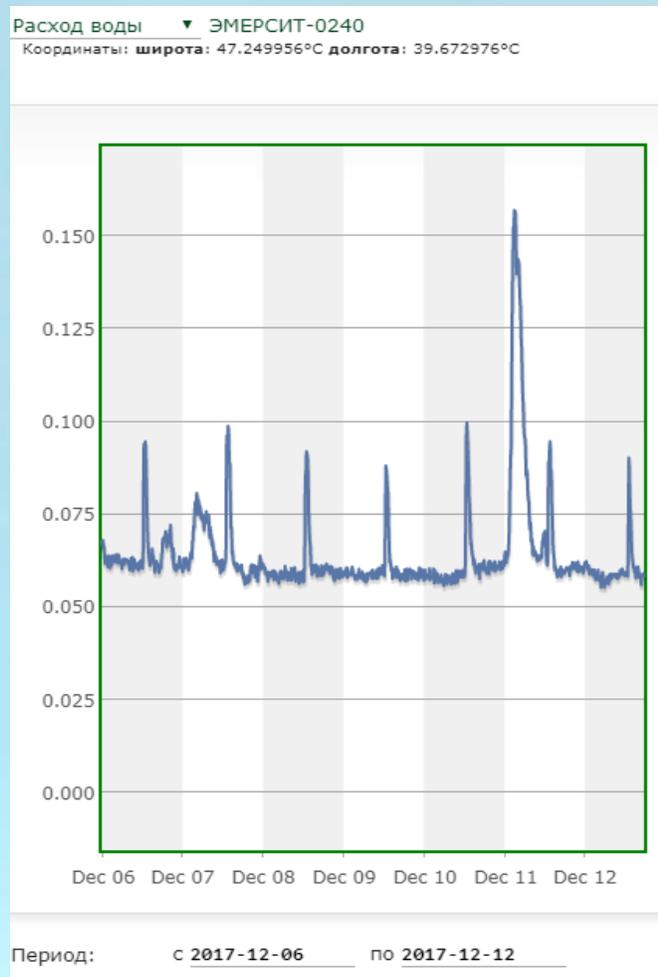


Расходы на АГК-238
4-5.12.2017

Систематические сбросы воды в б. Безымянную



Типичный суточный гидрограф на балке Безымянной (Зоопарк)



Недельный гидрограф на балке Безымянной (Зоопарк)

Ежедневно с 13.00 до 15.00 часов (плюс-минус 10 минут) в балке Безымянной отмечается резкий рост, а затем спад уровня и расхода, свидетельствующие о мгновенном сбросе значительного объема воды выше по течению

Максимальное увеличение расхода в водотоке в полтора-два раза. Установлено, что общий объем разового ежесуточного сброса составляет от 60 до 120 м³ в зависимости от случая. Также иногда имеют место эпизодические сбросы воды с общим разовым сбросом до 300 м³. Источники сбросов не установлены.

Сгонно-нагонные колебания уровней в низовьях реки Дон и устье р. Темерник

Созданная сеть АГК будучи представленной на совместном сервере с действующими АГК на акватории, в береговой зоне Азовского моря и дельте реки Дон, позволяют осуществлять контроль и краткосрочное прогнозирование сгонно-нагонных явлений в дельте и низовьях Дона.

Информация сторонних АГК может использоваться в свободном доступе

Этой цели может служить линейка АГК:

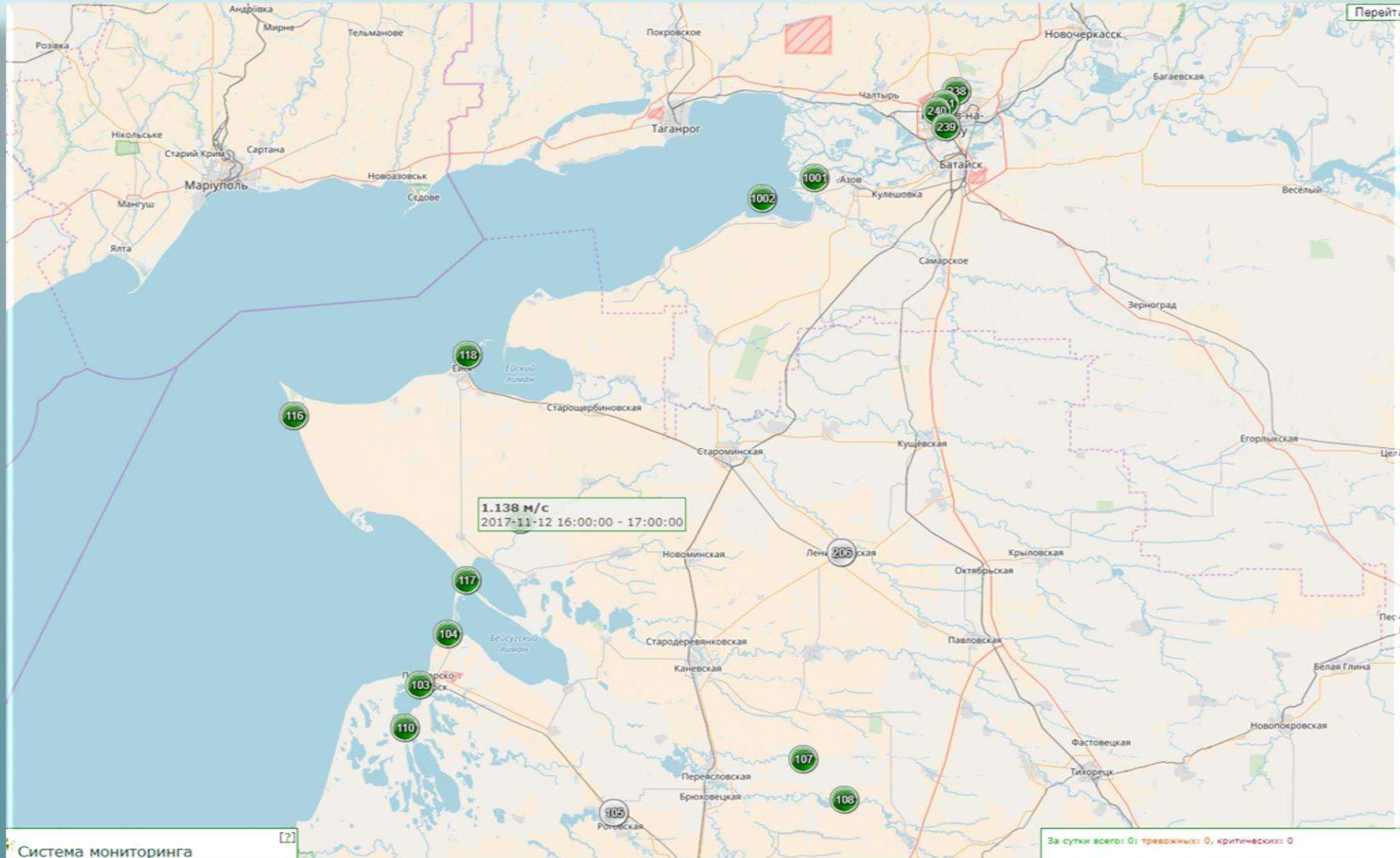
- 1) АГК-103 (Приморско-Ахтарск), 2) АГК-116 (Должанка), 3) АГК-118 (Ейск), 4) АГК-1002 (на платформе в Таганрогском заливе), 5) АГК-1001 (в дельте Дона, пос. Донской), 6) АГК-239 (устье р. Темерник)

Представленные АГК контролируют как динамику уровней воды в море и реке Дон, так и метеорологические характеристики в Таганрогском заливе и дельте Дона (в том числе силу и направление ветра, атмосферное давление и др.)

Существующая сеть АГК и АМС может явиться началом для создания полноценной системы мониторинга сгонно-нагонных явлений в низовьях Дона при условии установки дополнительных АГК и АМС и создания соответствующего аналитического аппарата

Данные текущих измерений на АГК с совместным анализом прогнозной информации о силе и направлении ветра могут быть использованы для краткосрочного прогноза подъема уровней в дельте и низовьях Дона.

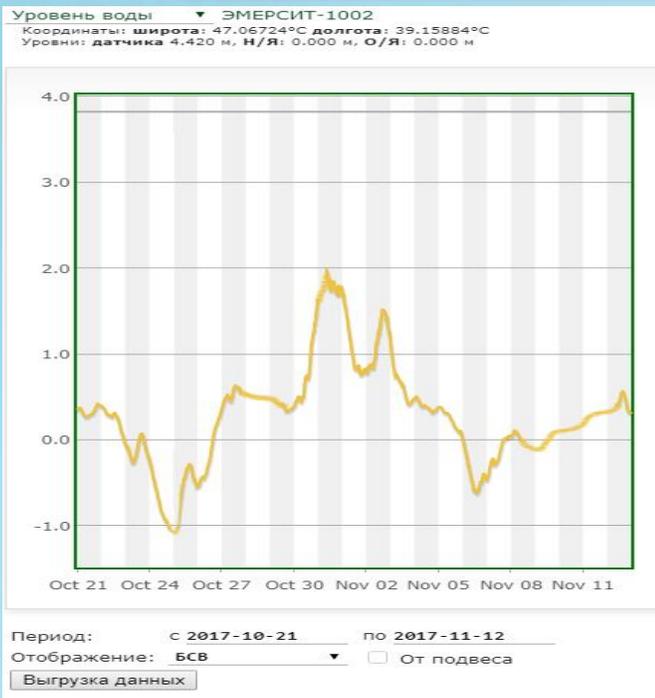
АГК в береговой зоне, акватории Азовского моря и низовьях Дона



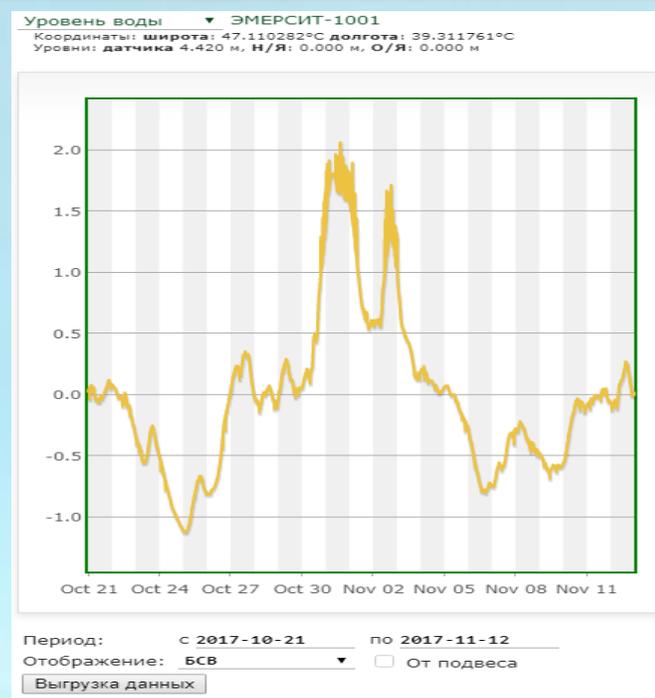
Сгонно-нагонные явления, наблюдаемые с 21.10.17 по 11.11.17

За сравнительно небольшой период эксплуатации введенных в действие АГК на устьевом участке р. Темерник отмечалась фаза значительного сгона и нагона воды в дельте и низовьях Дона, произошедшие с 21.10.17 по 11.11.17

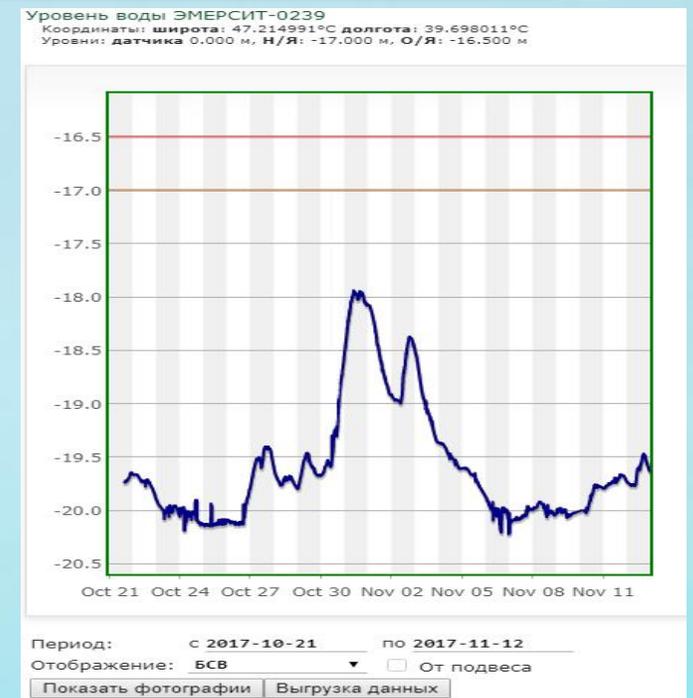
Сделанная выборка за указанный период наблюдений с временным шагом 10 минут, совместный анализ данных измерений уровней воды и характеристик измерения ветра позволил установить некоторые особенности произошедшего явления.



Ход уровней в Азовском море (АГК 1002) с 21.10.17-11.11.17

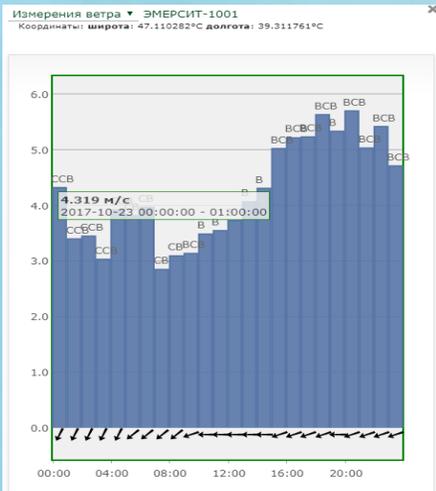


Ход уровней в дельте Дона (АГК-1001) с 21.10.17-11.11.17



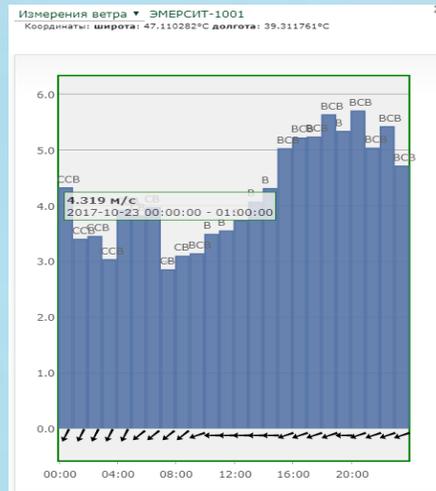
Ход уровней в р. Дон по данным АГК-239 с 21.10.17-11.11.17

Максимальный сгон (1,2 м) воды в Азовском море и дельте Дона в период 23-26 октября 2017 г.



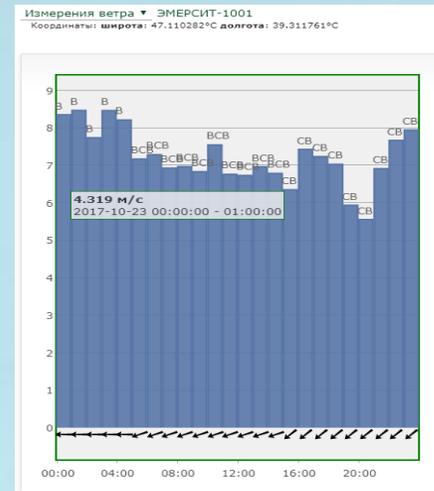
Дата: 2017-10-23

Сила и направление ветра 23.10.17



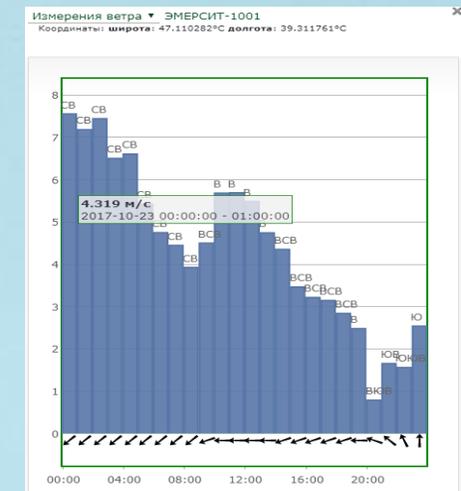
Дата: 2017-10-23

Сила и направление ветра 24.10.17



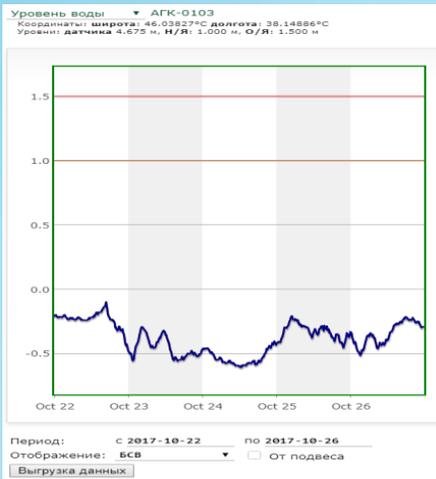
Дата: 2017-10-25

Сила и направление ветра 25.10.17



Дата: 2017-10-26

Сила и направление ветра 26.10.17



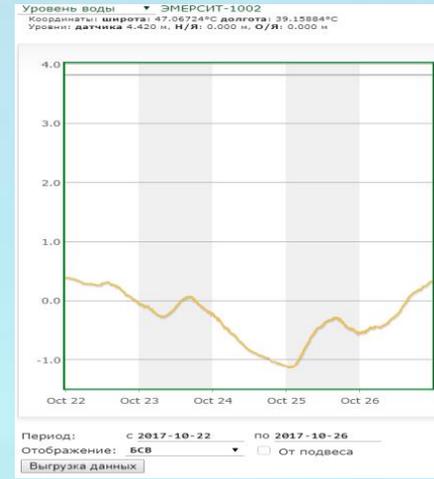
Период: с 2017-10-22 по 2017-10-26
Отображение: БСВ От подвеса
Выгрузка данных

Уровни на АГК-103
22-26.10.2017



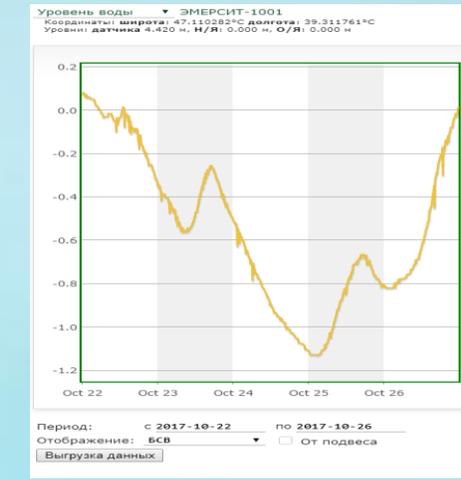
Период: с 2017-10-22 по 2017-10-26
Отображение: БСВ От подвеса
Выгрузка данных

Уровни на АГК-118
22-26.10.2017



Период: с 2017-10-22 по 2017-10-26
Отображение: БСВ От подвеса
Выгрузка данных

Уровни на АГК-1002
22-26.10.2017



Период: с 2017-10-22 по 2017-10-26
Отображение: БСВ От подвеса
Выгрузка данных

Уровни на АГК-1001
22-26.10.2017

Формирование нагона воды с 27 по 30 октября 2017 г. в Азовском море, дельте и низовьях Дона



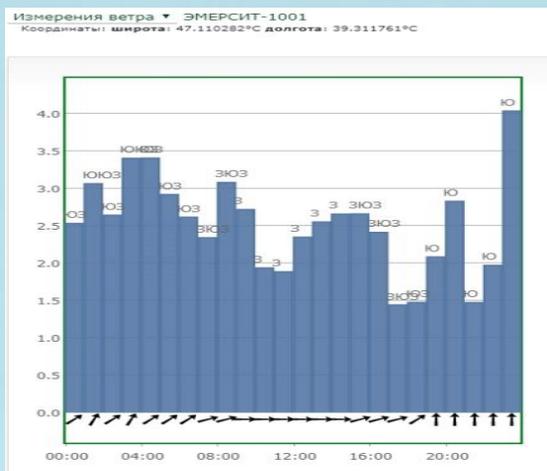
Дата: 2017-10-27

Сила и направление ветра
27.10.17



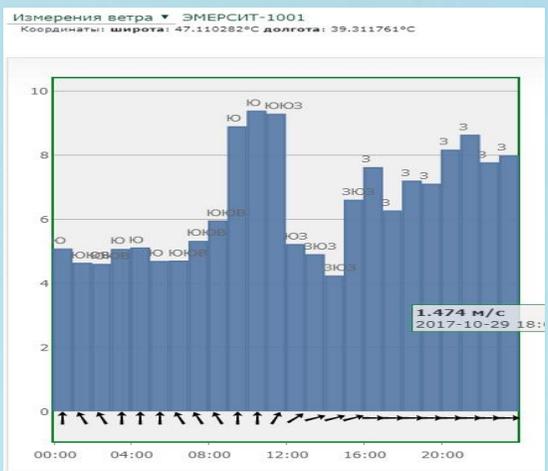
Дата: 2017-10-28

Сила и направление ветра
28.10.17



Дата: 2017-10-29

Сила и направление ветра
29.10.17



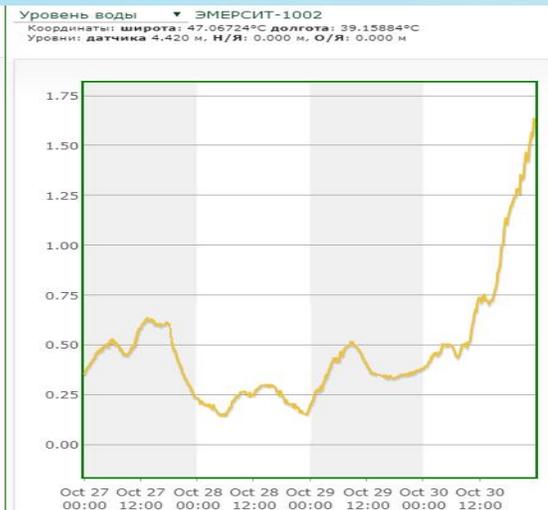
Дата: 2017-10-30

Сила и направление ветра
30.10.17



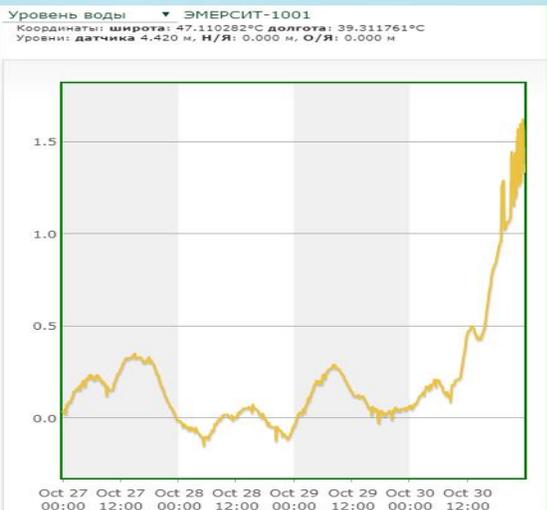
Период: с 2017-10-27 по 2017-10-30

Уровни на АГК-118
27-30.10.2017



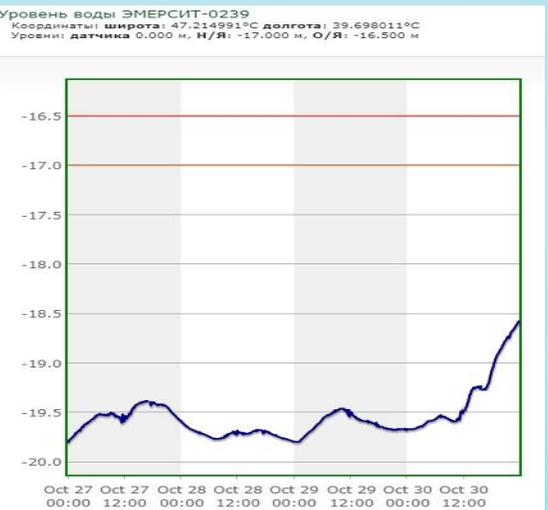
Период: с 2017-10-27 по 2017-10-30

Уровни на АГК-1002
27-30.10.2017



Период: с 2017-10-27 по 2017-10-30

Уровни на АГК-1001
27-30.10.2017



Период: с 2017-10-27 по 2017-10-30

Уровни на АГК-239
27-30.10.2017

Выводы по результатам изучения сгонно-нагонных явлений на сети АГК 21.10 – 11.11.2017

Фаза чередования явлений сгон-нагон-сгон и стабилизация уровня воды в дельте и низовьях Дона наблюдалась в период с 21 октября по 11 ноября 2017 года.

Наибольший сгон воды в дельте Дона и Таганрогском заливе происходил в период с 24-25 октября. Уровень воды в дельте Дона понизился более, чем на 1,17 м по сравнению со средним уровнем в межень

25-31 октября нагон воды в дельте Дона и Таганрогском заливе составил около 2 м. Уровень воды в р. Дон в Ростове-на-Дону, согласно измерений в устье р. Темерник на АГК-239 относительно минимального уровня в межень вырос на 2,1 м. Максимум уровня наблюдался с 9.40 час до 18.50 час 31.10.17

Продвижение нагонной волны из залива вверх по течению р. Дон происходило со сдвижкой по максимуму: от края дельты примерно 6-7 часов, от АГК-1002 в акватории Таганрогского залива – около 9 часов.

Эти данные в сочетании с текущими измерениями на АГК, прогнозной информацией о силе и направлении ветра могут быть использованы для краткосрочного прогноза подъема уровней в дельте и низовьях Дона

Согласно наблюдениям и анализу явления в его частном проявлении отмечается, что наиболее опасной схемой последовательности направления ветра является – В, СВ, ВСВ (3-4 суток интенсивностью 5-10 м/с или выше), Ю-ЮЮЗ (3-4 суток 5-10 м/с или выше), З-ЗЮЗ (1-2 суток 5-12 м/с или выше)

Предложения по созданию системы мониторинга сгонно-нагонных явлений (СНЯ)

Каждое отдельное проявление сгонно-нагонных явлений уникально и является результатом сочетания гидрометеорологических факторов в конкретном случае.

Данные текущих измерений на АГК и совместный анализ прогнозной информации о силе и направлении ветра могут быть использованы для краткосрочного прогноза СНЯ. Общие закономерности СНЯ могут учитываться в математических моделях, работающих в циклическом режиме в реальном времени.

Для создания системы мониторинга СНЯ в дельте и низовьях Дона необходима установка дополнительных АГК

- в дельте Дона (для измерения уровня воды в реке и метеорологических параметров)

- два АГК в береговой зоне по одному по каждому берегу Таганрогского залива: одну в районе г. Таганроге и одну в пос. Чумбур-Коса (для измерения уровня воды в реке и метеорологических параметров)

- в р. Дон в районе Ростова-на-Дону (для измерения уровня воды)

- в акватории Таганрогского залива для измерения уровня воды и метеорологических параметров (возможно совместное с ЮНЦ РАН переоборудование и модернизация АГК-1002)

БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ !