

ТП-6697 REG

Поддержка для готовности проекта по охране окружающей среды, природных ресурсов и сельскохозяйственному сектору в Центральной и Западной Азии

Система раннего оповещения о наводнениях в бассейне реки Кугарт, Кыргызстан

Техническое задание

Отчет подготовлен для
Азиатского банка развития



ТЭРЕНС ВАН КАЛКЕН
КОНСУЛЬТАНТ
Октябрь 2023 года

--

История документа

Название документа: Отчёт по системе раннего оповещения о наводнениях в бассейне реки Кугарт, Кыргызстан

Версия	Название	Описание/обновление	Выполнено
0.50	Рабочий вариант ТЗ	Для первоначальных комментариев	2/10/2023
0.90	Финальный вариант отчета	Обновлен с учетом комментариев АБР	8/10/2023

Содержание

1	Введение	1
1.1	Справочная информация	1
1.2	Цель, задачи и ожидаемые результаты	1
2	Пакеты закупок	4
2.1	Обзор	4
2.2	Консультационные услуги	5
2.2.1	Гидрологическое моделирование	5
2.2.2	Гидродинамическое моделирование	6
2.2.3	Карты рисков наводнений	6
2.2.4	Установка, ввод в эксплуатацию и приемка системы прогнозирования наводнений	7
2.2.5	Наращивание потенциала и поддержка технического обслуживания	8
2.2.6	Квалификация и опыт консультанта	8
2.3	Товары и услуги	9
2.3.1	Топографические съемки	9
2.3.1.1	Поперечные сечения рек	10
2.3.1.2	Отводные сооружения и мосты	11
2.3.1.3	Обследование ЛидАР	12
2.3.2	Аппаратное и программное обеспечение	13
2.4	Дополнительные работы	14
3	Результаты, график и механизмы реализации	15
3.1	Технические результаты	15
3.2	Требования к отчетности для менеджмента	15
3.3	График	16
3.4	График работы	16
3.5	Институциональные механизмы	16
3.6	Средства и поддержка, предоставляемые Клиентом	16

Список таблиц

Таблица 1: Перечень услуг и материалов, которые необходимо закупить, с указанием источников и вариантов поставки	7
Таблица 5: Предлагаемый состав группы Консультанта и минимально необходимый опыт работы	7
Таблица 9: Сводная спецификация съемок поперечного сечения	9
Таблица 10: Спецификации для сбора данных ЛидАР	10
Таблица 11: Спецификации результатов ЛидАР	12
Таблица 3: Перечень технических результатов	14
Таблица 4: Перечень отчетов для менеджмента	14

Список рисунков

Рисунок 1: Карта расположения бассейна реки Кугарт и масштаб гидродинамических моделей	3
Рисунок 1: Карта расположения бассейна реки Кугарт и масштаб гидродинамических моделей	3
Рисунок 18: Места съемки поперечного сечения рек	8
Рисунок 19: Иллюстрация требований к съемке поперечного сечения реки	10
Рисунок 20: Охват съемки ЛидАР	12

Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ 1: Спецификации программного обеспечения

ПРИЛОЖЕНИЕ 2: Координаты съемки поперечного сечения реки (WGS 84)

Сокращения

1D	Одномерная
2D	Двухмерная
1D-2D	Комбинированная 1D и 2D (гидродинамическая модель)
АБР	Азиатский банк развития
ВГП	вероятность годового превышения
ALOS	Усовершенствованный спутник наблюдения суши
API	Интерфейс программирования приложений
ПУВРИКСБ	Повышение устойчивости водных ресурсов к изменению климата и стихийным бедствиям
АД	Ассимиляция данных
ЦМР	Цифровая модель рельефа
ЕЦСПП	Европейский центр среднесрочного прогнозирования погоды
СПиРОН	Система прогнозирования и раннего оповещения о наводнениях
GIS	Географическая информационная система
GPM	Глобальная миссия по измерению осадков
GSMAP	Глобальное спутниковое картирование осадков
IMERG	Интегрированные многоспутниковые данные для глобального измерения осадков
ЛидАР	обнаружение и определение дальности с помощью света
СКОП	Среднее количество осадков по площади
МСХ	Министерство сельского хозяйства
МЧС	Министерство чрезвычайных ситуаций
НГМС	Национальная гидрометеорологическая служба
ЧПП	Численный прогноз погоды
ЦСДН	Центр по сбору данных наблюдений
ПЭТ	Потенциальная эвапотранспирация (суммарное испарение)
ОРП	Отдел по реализации проекта
ТЗ	Техническое задание
ВМО	Всемирная метеорологическая организация

1 Введение

1.1 Справочная информация

Азиатский банк развития (АБР) в настоящее время оказывает поддержку Кыргызской Республике в реализации секторного проекта „Повышение устойчивости водных ресурсов к изменению климата и стихийным бедствиям“ (ПУВРИКСБ) при Министерстве сельского хозяйства (МСХ) и Министерстве чрезвычайных ситуаций (МЧС). Проект начался в июле 2019 года и должен быть завершен в сентябре 2025 года. Отдел по реализации проекта (ОРП) создан при Министерстве чрезвычайных ситуаций (МЧС).

Результат 3 проекта направлен на укрепление потенциала управления стихийными бедствиями на национальном уровне. В рамках реализации данного компонента на 21 целевом объекте проекта будут установлены новые гидрологические посты (состоящие из метеорологических и гидрометрических измерительных станций), управление которыми будет осуществляться Кыргызгидрометом. Система прогнозирования и раннего оповещения о наводнениях (СПиРОН) будет протестирована в пилотном режиме для оценки возможности ее применения в будущем, а также для повышения эффективности и точности существующей системы оповещения, которая готовится вручную.

Целевым речным бассейном для пилотного проекта СПиРОН является бассейн реки Кугарт, протекающей через город Джалал-Абад и впадающей в трансграничную реку Кара-Дарья на небольшом расстоянии ниже по течению (см. рис. 1). Бассейн реки Кугарт исторически был хорошо оснащен приборами для измерения осадков и речного стока, а также новыми приборами, которые будут установлены в рамках проекта ПУВРИКСБ. Отчет, подготовленный независимым экспертом АБР, подтвердил пригодность бассейна Кугарт для пилотного проекта СПиРОН (подробности отчета приведены в конце данной главы).

Данные консультационные услуги включают разработку гидрологических и гидродинамических моделей бассейна реки Кугарт и их внедрение в соответствующую платформу для прогнозирования наводнений с целью своевременного предупреждения населения, проживающего ниже по течению реки в Джалал-Абаде, и определения степени затопления в Сузаке.

СПиРОН будет установлена на существующих серверах и будет управляться Кыргызгидрометом из его национального офиса в Бишкеке. Система должна быть интегрирована с существующей базой данных наблюдений в реальном времени и моделями численного прогноза погоды (ЧПП), чтобы эти источники данных могли использоваться в моделях СПиРОН.

1.2 Цель, задачи и ожидаемые результаты

Цель

Цель - завершить внедрение Системы прогнозирования и раннего оповещения о наводнениях в бассейне реки Кугарт и обеспечить ее интеграцию в существующие системы сбора данных и метеорологического прогнозирования Кыргызгидромета.

Задачи

Задачами консультационных услуг являются:

- Создать пилотный СПиРОН в Кыргызгидромете для раннего предупреждения о наводнениях в нижнем течении реки Кугарт
- Прогнозировать глубины и протяженности затоплений в городской зоне Сузака
- Укрепить потенциал Кыргызгидромета в сфере гидрологического и гидродинамического моделирования, картографирования и прогнозирования наводнений

Продолжительность

Продолжительность консультационных услуг составляет 16 месяцев, включая 7 месяцев на создание СПиРОН в Кыргызгидромете и 9 месяцев дистанционной поддержки.

Результаты, которые должны быть достигнуты Подрядчиком

- Разработка и калибровка новой гидрологической модели для бассейна реки Кугарт с возможностью моделирования стока как от дождевых осадков, так и от таяния снега.
 - Разработка и калибровка новой комбинированной 1D-2D модели средне-нижнего пойменного участка реки Кугарт до слияния с рекой Кара-Дарья. Компонент 2D охватывает городскую зону Сузака ниже по течению от Джалал-Абада (площадь около 40 км²)
 - Разработка карт риска наводнений для Сузака для 50%, 20%, 10%, 5%, 2%, 1%, 0,4%, 0,2% ВГП.
 - Интеграция указанных моделей в подходящую платформу для прогнозирования наводнений, установка ее на сервер Кыргызгидромета и интеграция с его сетью наблюдений в режиме реального времени в бассейне реки Кугарт и прогнозами ЧПП.
 - Конфигурирование платформы прогнозирования для автоматизированного и регулярного прогнозирования наводнений в бассейне реки Кугарт, включая Ассимиляцию данных гидрометрических наблюдений и прогнозов наводнений для Сузакского подрайона.
 - Ввод в эксплуатацию и тестирование системы прогнозирования и ее показателей в течение длительного периода времени.
 - Обучение сотрудников Кыргызгидромета гидрологическому и гидродинамическому моделированию, а также эксплуатации и техническому обслуживанию разработанной СПиРОН.
 - Дистанционная поддержка Кыргызгидромета с момента ввода в эксплуатацию и до окончания срока действия контракта.
-

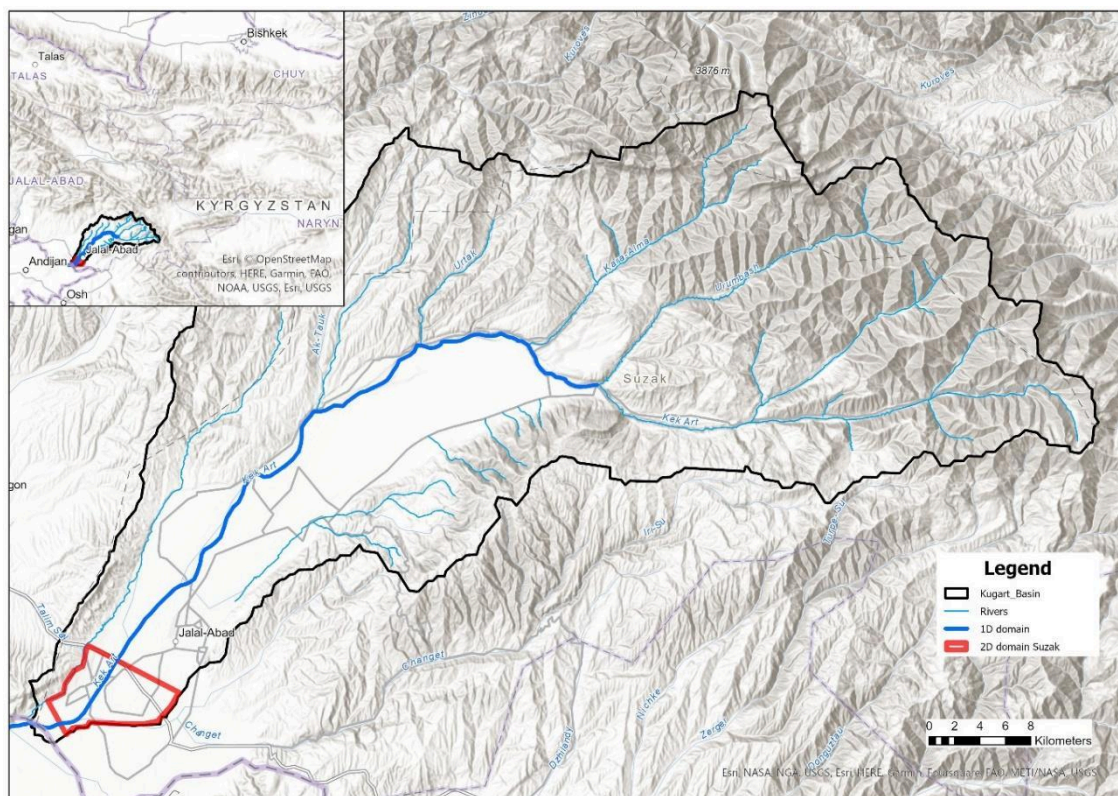


Рисунок 1: Карта расположения бассейна реки Кугарт и масштаб гидродинамических моделей

Для получения более подробной информации о характеристиках бассейна реки Кугарт, существующих данных и системах, участникам тендера предлагается ознакомиться с "Отчетом о Системе раннего оповещения о наводнениях в бассейне реки Кугарт, Кыргызстан" (Т. ван Калкен, консультант АБР, финальный вариант, 4 сентября 2023 года).

2 Пакеты закупок

2.1 Обзор

Предоставление необходимых услуг и материалов, вероятно, потребует как национальных, так и международных ресурсов. В Таблице 1 обобщены услуги и материалы, которые необходимо закупить для создания СПиРОН, а также указан вероятный источник (национальный/международный) и варианты поставок.

Таблица 1 Перечень услуг и материалов, которые необходимо закупить, с указанием источников и вариантов поставки

№	Характер закупки	Элемент	Метод закупок	Источник	Варианты поставки
1	Закупка консультационных услуг	Разработка и калибровка гидрологических и гидродинамических моделей	Выбор консультационной фирмы на основе качества и стоимости (90:10)	Международный	Консультационная фирма с международными и национальными специалистами
		Создание и ввод в эксплуатацию платформы прогнозирования СПиРОН			
		Наращивание потенциала и поддержка в техническом обслуживании			
2	Закупка товаров и услуг	Исследования сечения реки в 70 точках вдоль реки Кугарт	Предоставляется по отдельному контракту ОРП	Национальный	Национальная геодезическая компания или МЧС через работы, проводимые хозяйственным способом
		Детальная высотная (воздушная и наземная (ЛидАР) съемка местности села Сузак (40 км ²)			
		Оборудование для моделирования	Существующее или новое, предоставляемое по отдельному контракту ОРП	Международный / местный	Международный/ местный поставщик
		Программное обеспечение для моделирования	Включено в консультационные услуги	Международный	Международный поставщик

Примечания к приведенной выше таблице:

1. Ожидается, что консультационные услуги будут возглавляться международным консультантом соответствующей квалификации и опыта, но по возможности с привлечением национальных экспертов. Предполагается, что консультант также поставит необходимое программное обеспечение для создания и эксплуатации СПиРОН.
2. Необходимые топографические изыскания будут проводиться по отдельному контракту ОРП с местной геодезической компанией или, возможно, будут проводиться силами МЧС. Места проведения топографических изысканий и спецификации, приведенные в настоящем документе, будут действительны в зависимости от того, какой метод закупки будет принят.
3. Серверное оборудование СПиРОН может уже быть в наличии в существующей серверной комнате Кыргызгидромета. В случае отсутствия такового дополнительный сервер будет закупаться ОРП по отдельному контракту. Консультант должен подтвердить ОРП, что спецификации, представленные в настоящем документе, соответствуют предлагаемой работе СПиРОН.
4. В Джалал-Абаде рекомендовано установить дополнительный радар для измерения уровня воды. Вопрос о поставке и установке будет решаться в качестве дополнения к текущему контракту CCWRDR.

Более подробная информация об отдельных закупочных пакетах представлена в следующих разделах.

2.2 Консультационные услуги

2.2.1 Гидрологическое моделирование

Необходимо разработать гидрологическую модель, охватывающую весь бассейн реки Кугарт, для расчета речного притока по наблюдаемым и прогнозируемым осадкам. Модель должна включать компонент снеготаяния с учетом климатических условий бассейна и должна работать в непрерывном режиме, чтобы обеспечить постоянный учет влажности почвы и состояния снежного покрова. Минимальные спецификации программного обеспечения для моделирования приведены в Приложении 1. Для калибровки модели следует использовать имеющиеся данные об осадках, испарении, температуре и речном стоке, полученные с наземных станций в бассейне (см. Рисунок 2). Подробные сведения о наличии данных на каждом участке см. в отчете консультантов АБР, которые должны быть подтверждены консультантом.

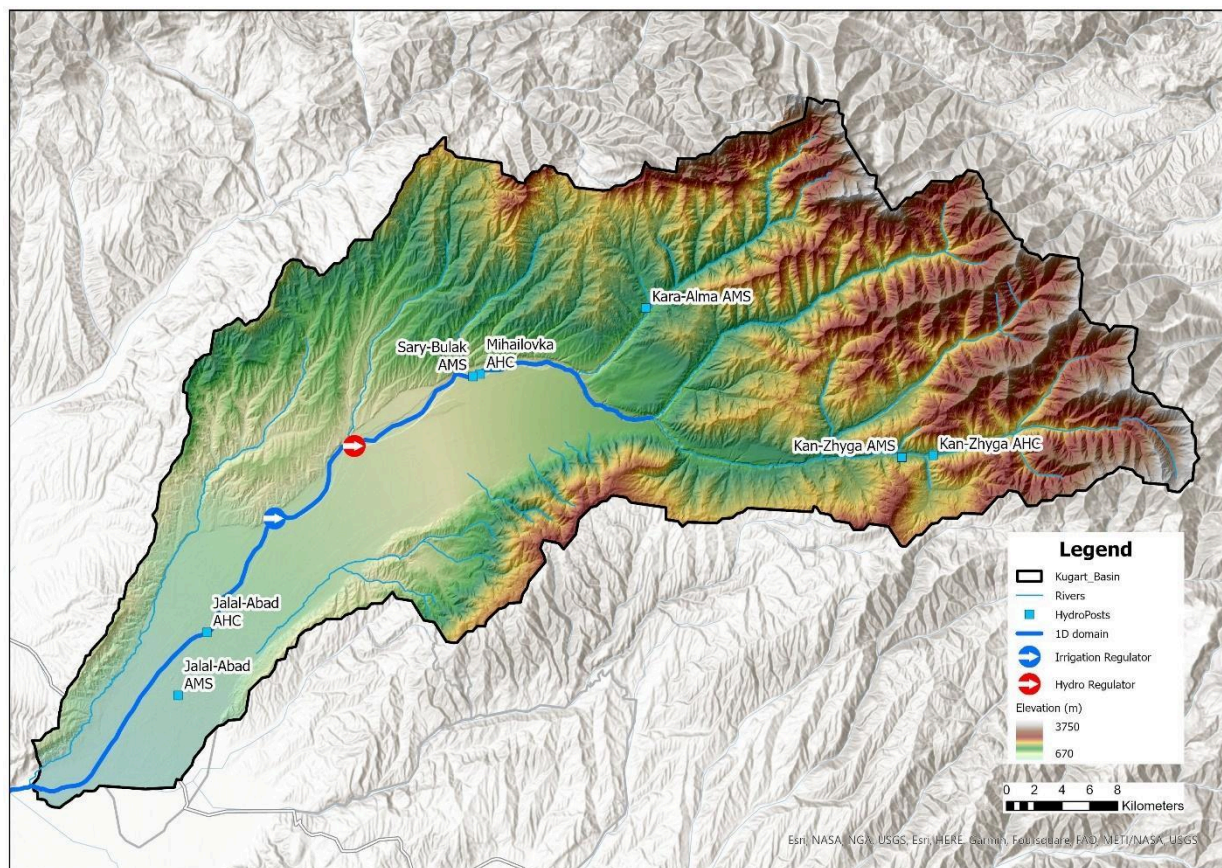


Рисунок 2: Расположение гидрометеорологических постов в бассейне реки Кугарт.

Поскольку имеющиеся гидрометеорологические данные охватывают различные исторические эпохи, необходим тщательный отбор периодов, которые будут использоваться для калибровки и валидации модели. Выбранные периоды должны включать высокие наводнения, и основное внимание при калибровке должно быть уделено пикам наводнений и вблизи них с целью воспроизведения как их масштабов, так и, что очень важно, сроков. Консультант должен четко изложить подход к моделированию, предлагаемый для СПИРОН, и методологию разработки, калибровки и проверки модели.

Эффективность калибровки модели должна быть количественно оценена как минимум с использованием показателей эффективности Нэша-Сатклифа (NSE) и среднеквадратичной корневой ошибки (RMSE). Значения NSE и RMSE должны рассчитываться как для общего результата непрерывного моделирования, так и для отдельных наводнений.

2.2.2 Гидродинамическое моделирование

Для прогноза уровня воды необходима гидродинамическая модель, охватывающая нижнюю пойменную часть бассейна реки Кугарт. Для прогноза глубины и протяженности затопления в районе Сузака требуется представление 2D-модели, связанное с 1D-описанием русла реки. Минимальные спецификации программного обеспечения для моделирования приведены в Приложении 1. Для целей прогнозирования консультант может выбрать запуск комбинированной 1D-2D модели в реальном времени, если возможно достаточно быстрое моделирование, или же подготовить "библиотеку" карт наводнений, соответствующих диапазону уровней или расходов рек, которые могут быть связаны с наблюдаемым или прогнозируемым уровнем воды на предлагаемом водомерном посту Джалал-Абад. В

последнем случае 2D-область упрощенно представляется в 1D-модели. Консультант должен указать предпочтительный подход и описать методологию.

Независимо от того, какой подход к моделированию прогноза будет использован, для получения данных о глубине и площади затопления Сузака необходима 1D-2D гидродинамическая модель. Гидродинамическая модель 1D охватывает нижние 60 км реки Кугарт. Съёмки поперечных сечений будут выполнены по отдельному контракту и предоставлены консультанту. См. разд. 2.2.1.1 для более подробной информации. Обследованные поперечные сечения реки могут потребовать экстраполяции и объединения с подходящей глобальной ЦМР (например, MERIT, ALOS), если масштабы наводнения могут выходить за пределы съёмки. В нижнем течении реки имеется ряд водопропускных сооружений, мостов и речных искусственных сооружений, включая укрепительные сооружения, дамбы и буны, которые должны быть соответствующим образом учтены в модели. Информацию о существующих и проводимых работах по искусственным сооружениям реки можно получить в МЧС в Джалал-Абаде.

2D-компонент ограничен территорией площадью около 40 км² ниже по течению от Джалал-Абада. Для этой территории будет проведена детальная топографическая съёмка, подробности см. в разделе 2.2.1.3. Компоненты 1D и 2D в этой зоне должны быть связаны между собой на основе пороговых значений переполнения русла (уровни гребней берегов или дамб), а другие поверхностные характеристики, которые могут повлиять на пути наземного стока (например, поднятые дороги, дамбы или берега оросительных каналов), должны быть представлены в 2D-области с помощью соответствующих средств (например, линий разрыва или продольных плотин). Компонент шероховатости поверхности для 2D-области может быть получен из спутниковых снимков.

Калибровка модели 1D возможна только на гидропосте Михайловка, где имеются многолетние записи уровня и расхода воды. Для оценки работы модели на этой станции и получения соответствующих показателей эффективности (NSE и RMSE) необходимо выбрать несколько подходящих наводнений за последнее время.

2.2.3 Карты рисков наводнений

Калиброванная 1D-2D модель должна быть использована для создания карт риска наводнений в Сузаке для диапазона вероятностей годового превышения (ВГП) с целью оказания помощи МЧС и местным властям в определении зон высокого риска. ВГП включает 50%, 20%, 10%, 5%, 2%, 1%, 0,4%, 0,2%, при этом на картах риска наводнений указываются максимальные масштабы, глубины, скорости и опасность наводнений (сочетание скорости и глубины). В случае, если в системе прогнозирования в реальном времени будут использоваться заранее рассчитанные карты наводнений (т.е. вместо запуска 1D-2D модели), могут потребоваться дополнительные сценарии, чтобы охватить весь диапазон потенциальных уровней рек в достаточном разрешении. Карты должны быть наложены на спутниковые снимки и должны определять местоположение соответствующих уязвимых зданий и объектов инфраструктуры, включая школы, медицинские учреждения, милицейские и аварийные службы, электро- и водоснабжение и т.д.).

2.2.4 Установка, ввод в эксплуатацию и приемка системы прогнозирования наводнений

Разработанные гидрологические и гидродинамические модели должны быть интегрированы в подходящую и конфигурируемую программную платформу. Платформа позволит

автоматизировать подготовку информации для прогноза наводнений, включая следующие задачи:

- Импорт данных наблюдений за осадками и температурой в режиме реального времени с сервера Киргизгидрометеослужбы, автоматическая проверка качества данных и сохранение их в базе данных системы прогнозирования
- Импорт данных наблюдений за уровнем воды в реальном времени (опционально преобразует их в расход по заданным кривым расхода) и сохранение этих данных в базе данных
- Импорт и отображение данных об осадках в координатной сетке из глобальных источников данных (например, IMERG) и локальных прогнозов ЧПП
- Вычисление временных рядов среднего количества осадков по площади (СКОП) путем взвешивания данных наблюдений и пространственного усреднения данных с координатной сеткой. Аналогично для температуры (MAT)
- Объединение ретроспективных и прогнозных временных рядов СКОП и MAT и подготовка в подходящем формате для моделей.
- Выполнение гидрологической и гидродинамической моделей, и ассимиляция наблюдаемых данных с одной или обеими моделями
- Импорт результатов модели в базу данных, обработка и отображение прогнозов уровней наводнений по реке Кугарт и степени затоплений в Сузаке
- Анализ результатов на предмет любого превышения пороговых значений и генерирование предупреждающих сообщений по электронной почте и SMS.
- Представление интерфейса программирования приложений (API - ИПП) для более широкого распространения на веб-страницах или мобильных платформах.

Минимальные спецификации программного обеспечения платформы прогнозирования приведены в Приложении 1.

Примечания:

- i. В случае отсутствия сети наблюдений в реальном времени, необходим вторичный источник данных для наблюдений. Они должны быть получены из подходящего источника данных дистанционного зондирования (например, IMERG, GPM, GSMaP).
- ii. Как отмечалось ранее, прогноз затопления Сузака может быть рассчитан путем запуска 1D-2D модели в реальном времени или с использованием предварительно рассчитанной библиотеки границ затопления.
- iii. Ассимиляция данных рассматривается как существенный компонент системы прогнозирования для повышения точности прогноза. Наблюдаемые расходы могут использоваться для обновления гидрологической модели и/или наблюдаемые уровни воды аналогичным образом применяются для гидродинамической модели.

Консультант должен описать в предложении планируемые подходы к выполнению трех вышеуказанных требований.

Программное обеспечение платформы прогнозирования должно быть установлено (вместе с моделями прогнозирования и программным обеспечением) на специально выделенном виртуальном сервере в Киргизгидромете в Бишкеке. Консультант должен указать в своем предложении аппаратные средства, операционную систему и другие требования для работы всей системы (модели и платформы).

Ожидается, что консультант проконтролирует успешный ввод в эксплуатацию СПиРОН и продемонстрирует в ходе приемочных испытаний на объекте (SAT) полную автоматизацию рабочего процесса прогнозирования наводнений, как описано выше.

2.2.5 Нарращивание потенциала и поддержка технического обслуживания

Важным компонентом создания СПиРОН в Кыргызгидромете будет создание и развитие необходимых человеческих ресурсов, для обеспечения устойчивости системы в будущем. В Кыргызгидромете есть существующие навыки в области управления и обработки данных, гидрологии и информационных технологий (базы данных и программирование), но им не хватает навыков в гидрологическом и гидродинамическом моделировании и прогнозировании наводнений. Поэтому необходимо будет обучить и повысить квалификацию как нового, так и существующего персонала в области моделирования и прогнозирования, включая эксплуатацию и обслуживание системы.

Учебные курсы по программному обеспечению гидрологического и гидродинамического моделирования должны охватывать процесс построения модели, включая обработку данных, калибровку модели и оценку ее результатов. Обучение работе с платформой прогнозирования должно повысить квалификацию операторов Кыргызгидромета, чтобы они могли осуществлять мониторинг системы и интерпретировать выходные данные (результаты), модифицировать систему для добавления новых приборов или других входных данных, а также для включения обновлений в базовые модели. В идеале сотрудники Кыргызгидромета должны участвовать в разработке и калибровке моделей, а также в настройке системы прогнозирования, чтобы официальные учебные курсы могли быть подкреплены обучением на рабочем месте. Консультант должен изложить подход к наращиванию потенциала с указанием подробностей и продолжительности обучения в своем предложении.

После приемочных испытаний на объекте (SAT) для ввода системы в эксплуатацию и наращивания потенциала начинается период дистанционной поддержки, который продлится примерно 9 месяцев (последняя дата окончания - 31 марта 2025 года). В течение этого периода Консультант будет оказывать поддержку операторам Кыргызгидромета в мониторинге работы системы и устранении любых неполадок. Консультант также будет помогать операторам в оценке показателей системы и прогноза модели и давать рекомендации по любой их корректировке.

2.2.6 Квалификация и опыт консультанта

Ожидается, что фирма-консультант будет иметь не менее 10 лет опыта работы в области прогнозирования наводнений и картографирования опасных наводнений, включая работу с национальными организациями гидрометеорологической службы как в развитых, так и в развивающихся странах, в том числе для обеспечения соответствующих потребностей в развитии потенциала.

Консультант должен предоставить резюме для перечня квалифицированных и опытных специалистов, которые могут быть привлечены к выполнению работ в соответствии с требованиями. Ожидается, что в состав специалистов для выполнения данного задания войдут как международные, так и национальные эксперты. Предлагаемый состав группы консультантов, минимальный опыт и обязанности приведены ниже в Таблице 1.

Таблица 1: Предлагаемый состав группы Консультанта и минимально необходимый опыт работы

№	Должность (национальный/ международный)	Обязанности	Минимальный соответствующий опыт	Квалификация	Расчетное количество человеко- месяцев
1	Руководитель группы / ведущий гидролог (международный)	Отвечает за реализацию всего проекта, управление ресурсами с точки зрения времени и бюджета, обеспечение качества, связь с клиентами. Подготовка промежуточных и итоговых отчетов. Надзор за задачами национального гидролога и обеспечение качества разработанной модели.	10-летний опыт управления проектами в области прогнозирования наводнений, управления рисками наводнений или проектов в области водных ресурсов со значительными компонентами гидрологического и гидродинамического моделирования.	Степень магистра в области гражданского строительства, экологии или водных ресурсов или наук о Земле	3
2	Гидролог (Национальный)	Сбор, обработка и проверка качества соответствующих гидрометеорологических данных. Разработка, калибровка и валидация гидрологической модели и отчетность, включая показатели эффективности модели. и подготовка модели к работе в реальном времени	10 лет опыта разработки и применения гидрологических моделей	Степень магистра в области гражданского строительства, экологии или водных ресурсов или наук о Земле	3
3	Специалист по гидравлическим моделям (международный или национальный)	Сбор, обработка и проверка качества актуальных топографических и гидрометеорологических данных. Подготовка данных съемки для ввода в модель, разработка, калибровка и валидация 1D и 2D компонентов гидродинамической модели. И отчетность, включая показатели эффективности модели. Подготовка модели к работе в реальном времени	10 лет опыта разработки и применения 1D и 2D гидродинамических моделей, включая картирование риска наводнений	Степень магистра в области гражданского строительства, охраны окружающей среды или гидротехники	3

№	Должность (национальный/ международный)	Обязанности	Минимальный соответствующий опыт	Квалификация	Расчетное количество человеко- месяцев
4	Специалист по платформам прогнозирования / базам данных (Международный)	Создание платформы прогнозирования, создание базы данных, конфигурирование потока данных в реальном времени и прогноза, гидрологических и гидродинамических моделей и Ассимиляция данных. Конфигурирование задач автоматизированной обработки данных и моделирования и генерация выходных данных (результатов) системы (предупреждения и отчеты)	10 лет опыта внедрения платформы прогнозирования наводнений	Степень магистра в области инженерного дела, компьютерных наук или других соответствующих дисциплин	1.5
5	Специалист по ГИС (национальный)	Сбор, обработка и проверка качества соответствующих пространственных данных, необходимых для поддержки работ по моделированию, подготовка и управление базой данных ГИС проекта и подготовка необходимых выходных данных картирования.	10 лет опыта по ГИС	Степень магистра в области наук о Земле, компьютерных наук или других соответствующих дисциплин	4
6	Инженер-техник (Национальный)	Помощь в подготовке и обработке данных, включая оцифровку и управление гидрометеорологическим и данными, подготовку топографических данных, помощь менеджеру проекта	5 лет опыта работы в области общего инженерного дела	Степень бакалавра в области гражданского строительства, охраны окружающей среды или гидротехники	4

2.3 Товары и услуги

2.3.1 Топографические съемки

Как было отмечено выше, топографические съемки будут выполняться по отдельному контракту на оказание консультационных услуг. Приведенные ниже основные сведения о местоположении и спецификации предлагаемых топографических съемок поперечного сечения реки и ЛидАР будут действительны при любом способе закупки (через национальную геодезическую компанию или МЧС).

2.3.1.1 Поперечные сечения рек

Съемка поперечного сечения рек требуется в местах, показанных на Рисунке 2. Координаты этих точек приведены в Приложении 2. Всего необходимо выполнить 70 поперечных сечений.

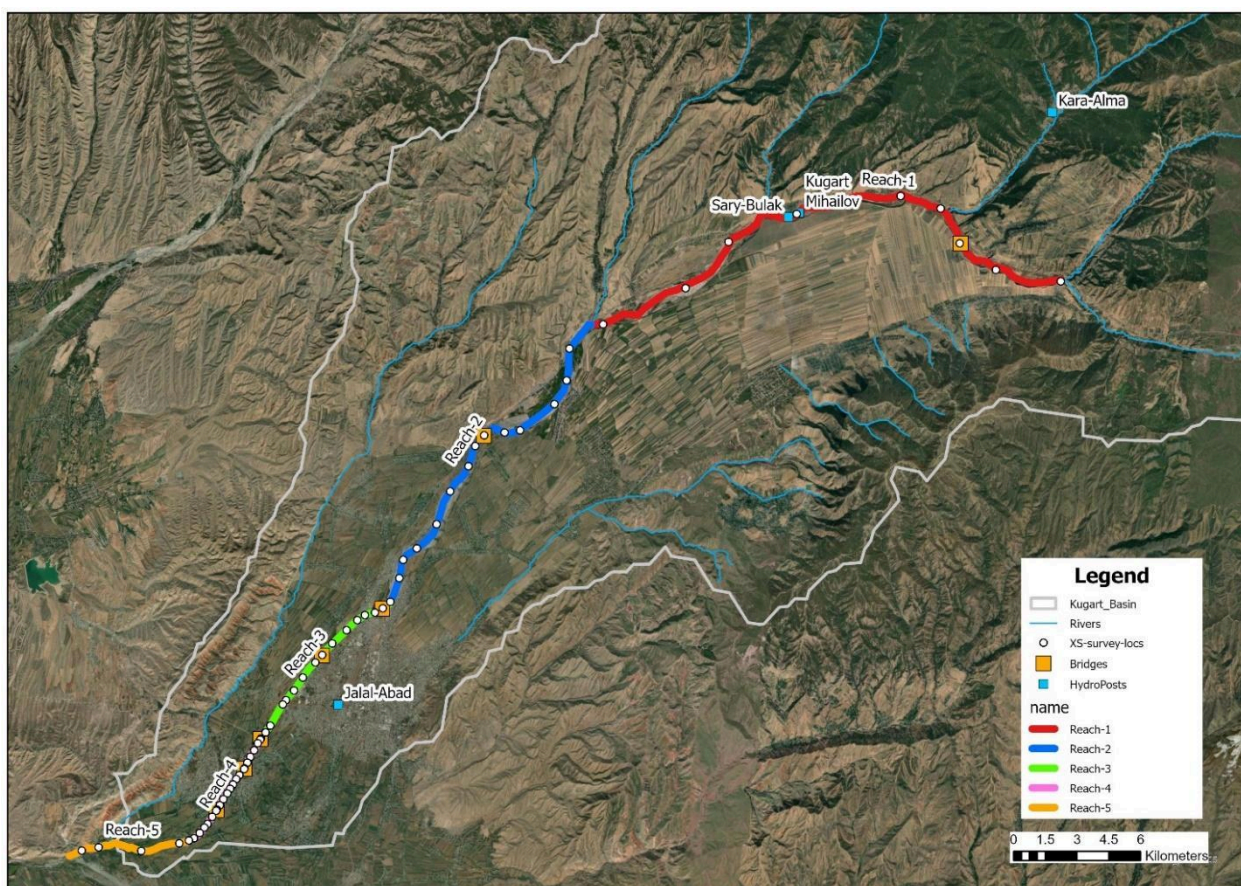


Рисунок 3: Места съемки поперечного сечения рек

Съемка поперечных сечений должна охватывать основное русло реки (включая подводный участок, берега реки, любые берегоукрепительные сооружения (дамбы или противопаводковые стены) и простирается на 250 м от берега реки или дамбы до поймы. Ожидается, что съемка может быть выполняется быстро с использованием кинематического оборудования реального времени (RTK) GPS. В зависимости от глубины течения в реке может потребоваться съемка подводного профиля в некоторых местах с помощью установленного на лодке эхолота или ADCP, подключенного к RTK-GPS. Спецификации съемок приведены в Таблице 2 проиллюстрированы на Рисунке 3.

Таблица 2: Сводная спецификация съемок поперечного сечения

Наименование	Спецификация	ы
Пространственная привязка и точность		
Система координат картографической проекции	WGS 84 UTM Зона 44N	
Вертикальная привязка	уровень Балтийского моря	
Вертикальная точность	0,20 м	
Горизонтальная точность	0,50 м	
Обследование русла рек		
Выравнивание	Перпендикулярно доминирующему направлению потока	Поперечные сечения могут быть немного смещены, если это необходимо для соответствия этому критерию.
Максимальное расстояние между точками в русле реки	25 м	Точки съемки должны быть расположены близко друг к другу, если вертикальная высота быстро меняется. Не менее 2 точек должны находиться в самой глубокой части русла
Ориентация	Обзор слева направо – взгляд вниз по течению	
Минимальное количество точек в основном русле реки	5	
Минимальное количество точек на дамбах / противопаводковых стенах	3 (уровень гребня, берег реки на уровне земли, берег поймы на уровне земли)	Должна быть обследована самая высокая точка дамбы / противопаводковой стены.
Минимальное и максимальное расстояние линии сечения до мостов	Минимум 80 м Максимум 120 м	Предпочтительная дистанция 100 м
Обследование поймы		
Минимальное удаление от берега реки	250 м	Измеряется от вершины берега реки для дамбы/ противопаводковой стены
Максимальное расстояние между точками	50 м	Точки съемки должны быть расположены близко друг к другу, если вертикальная высота быстро меняется.

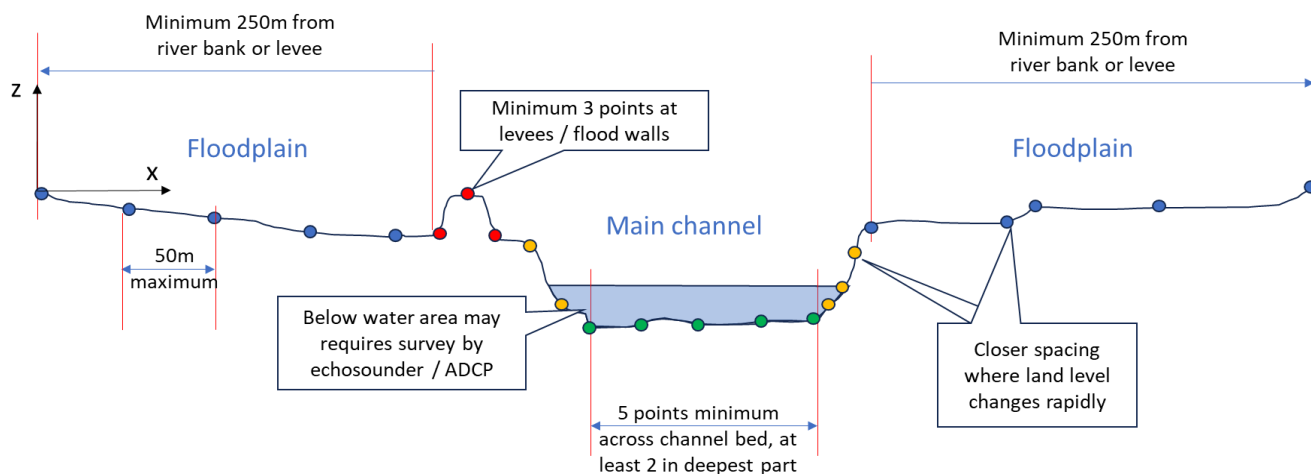


Рисунок 4: Иллюстрация требований к съемке поперечного сечения реки

Геодезист представит результаты съемки в виде значений x , y и z для каждой точки (x и y в координатах UTM 44N, z как высота до нулевой точки Балтийского моря). Также требуются фотографии поперечного сечения, включая виды вверх и вниз по течению, которые должны быть представлены в подходящем цифровом формате и с географической привязкой.

Результаты топографической съемки поперечного сечения должны быть дополнительно обработаны и представлены в виде ряда x - z точек в формате таблицы Excel, где x представляет собой поперечное расстояние по сечению (слева направо, если смотреть вниз по течению), а z представляет собой вертикальную отметку (относится до уровня Балтийского моря), см. Рисунок 3.

2.3.1.2 Отводные сооружения и мосты

Обследование ирригационных и новых гидроотводных сооружений необходимо в том случае, если отсутствуют проектные или строительные исполнительные чертежи. При обследовании отводных сооружений необходимо определить уровень порога выше и ниже по течению от сооружения, ширину и высоту затворов/ ворот. При обследовании мостов должны быть зафиксированы уровень перекрытия (нижней части конструкции) и настила моста, уровень перильных ограждений, количество, расположение и размеры опор или опорных конструкций, а также поперечное сечение реки в створе моста выше по течению, включая устои моста.

2.3.1.3 Обследование ЛидАР

Аэрофотосъемка ЛидАР требуется на площади около 40 км² над селом Сузак в нижней части бассейна реки Кугарт. Обследуемый район показан на Рисунке 4. Требуемая точность по вертикали составляет 0,20 м, а по горизонтали 0,50 м. Обследованные данные необходимо подвергнуть постобработке, чтобы удалить все здания и создать ЦМР голой земли (в сетке 3 м x 3 м или более мелкой). Спецификации для сбора данных и результатов приведены в Таблице 3 и Таблице 4 соответственно.

Таблица 3: Спецификации для сбора данных ЛидАР

Наименование	Спецификация
Система координат картографической проекции	WGS 84 UTM зона 44N
Вертикальная привязка	Уровень Балтийского моря

Наименование	Спецификация
Вертикальная точность – достоверность $-(1.96 \cdot RMSE_z)$	0,20 м
Горизонтальная точность	0,50 м
Номинальная совокупная плотность точек	≥ 2 импульса/м ²
Возврат импульсов	Минимум 2
Перекрытие полос	15%
Максимальная разница между полосами	0,16 м

Таблица 4: Спецификации результатов ЛидАР

Наименование	Содержание и формат	Примечания
Облако точек - все возвраты	Формат LAS для всех точек возвратов Размер сетки 1 x 1 км	классифицируются как первый или второй возврат
Голая земля ЦМР	Сетка 3 x 3 м (или мельче)- формат TIFF или ESRI GRID	Поверхностные артефакты (здания, растительность) удалены для представления среднего уровня голой земли в каждой ячейке сетки)
Отчет о миссии и валидация данных	Отчет о полетном задании, включая дату, время и траектории полета, контроль съемки, оценки точности и пространственного распределения.	PDF, Excel



Рисунок 5: Охват съемки ЛидАР

2.3.2 Аппаратное и программное обеспечение

Для реализации СПиРОН необходимы три основных компонента программного обеспечения. Это гидрологическая модель, гидродинамическая модель и платформа прогнозирования наводнений. Программное обеспечение должно быть предоставлено Консультантом и установлено на указанном сервере Кыргызгидромета. Для предлагаемой системы необходимо рассматривать только проверенные временем продукты (более 10 лет с момента первого выпуска и с постоянными обновлениями). Преимущество отдается тем из них, которые имеют сильное сообщество пользователей, способное поддержать принятие конечной системы Кыргызгидрометом. В Приложении 1 перечислены минимальные спецификации для каждого из продуктов программного обеспечения, необходимых для СПиРОН. Консультант должен указать любые первоначальные или текущие затраты на лицензию для каждого из трех продуктов программного обеспечения.

Подходящий сервер для установки и эксплуатации СПиРОН будет предоставлен либо из имеющихся ресурсов (в виде виртуального сервера), либо в виде отдельного выделенного сервера. Спецификации, перечисленные в Таблице 6, должны быть подтверждены Консультантом как подходящие для предлагаемого СПиРОН. Если требуются дополнительные ресурсы, они должны быть указаны в предложении Консультанта. Предполагается, что доступ к серверу будет осуществляться через внутреннюю сеть посредством дистанционного рабочего стола с собственного ПК оператора, поэтому монитор не требуется.

Таблица 6: Ориентировочные спецификации сервера

Компонент	Требование
Форма	Стеллаж
CPU's	16
Тактовая частота	3,6 ГГц или выше
RAM	32GB
Диск (твердотельный SSD-накопитель)	1TB
Операционная система	Windows Server 2019 или 2022

2.4 Дополнительные работы

В рамках более крупного проекта ПУВРИКСБ (Кредит 3746 / Грант 0634) в бассейне реки Кугарт будет установлено новое оборудование автоматических метеорологических и гидрометрических станций. В рамках исследования, проведенного консультантом АБР, было предложено установить еще один радар для измерения уровня воды в Джалал-Абаде. Все это оборудование будет установлено и введено в эксплуатацию в рамках проекта ПУВРИКСБ. ОРП обеспечит включение этих работ в план работ по основному проекту и их своевременное выполнение.

3 Результаты, график и механизмы реализации

3.1 Технические результаты

Консультант должен подготовить следующие технические результаты, как показано в Таблице 5:

Таблица 5: Перечень технических результатов

Предоставляемые материалы	Язык	Формат	Дата представления рабочего варианта после подписания контракта
Отчет о разработке, калибровке и валидации гидрологической модели	Английский и русский	В электронной форме	2 месяца
Отчет о разработке, калибровке и валидации гидродинамической модели	Английский и русский	В электронной форме	4 месяца
Отчет о картографировании риска наводнений	Английский и русский	В электронной форме В бумажной форме (5)	5 месяцев
Карты риска наводнений и сопутствующие данные	Английский и русский	Файлы GIS (Совместимый с ArcGIS) В бумажной форме A0 (5)	5 месяцев
Гидрологические и гидродинамические модели для картографирования риска наводнений	n/a	Цифровые (в программном обеспечении модели)	5 месяцев
Отчет о вводе в эксплуатацию системы СПИРОН	Английский и русский	В электронной форме	6 месяцев
Учебные пособия (гидрологические и гидродинамические модели, платформа для прогнозирования наводнений)	Английский и русский	В электронной форме В бумажной форме-Русский язык (5)	6 месяцев

3.2 Требования к отчетности для менеджмента

Консультант должен предоставить следующие отчеты для менеджмента, как показано в Таблице 6.

Таблица 6: Перечень отчетов для менеджмента

Предоставляемые материалы	Язык	Формат	Дата представления рабочего варианта после подписания контракта
Начальный отчет	Английский и русский	В электронной форме	1 месяц

Предоставляемые материалы	Язык	Формат	Дата представления рабочего варианта после подписания контракта
Ежемесячные отчеты о ходе работ	Английский и русский	В электронной форме	2 месяца и далее ежемесячно
Рабочий вариант финального отчета по проекту	Английский и русский	В электронной форме	6 месяцев
Финальный краткий отчет по проекту	Английский и русский	В электронной форме В бумажной форме- Русский язык (5)	7 месяцев

Начальный отчет должен содержать план работы консультанта, распределение функций между сотрудниками консультанта и включать любые изменения или дополнения, согласованные в ходе переговоров до подписания контракта. В этом отчете также должны быть отмечены все риски и проблемы, которые могут негативно повлиять на сроки выполнения проекта или эффективное выполнение работ.

В финальном кратком отчете по проекту (не более 40 страниц) должны быть описаны основные мероприятия и итоги проекта, в том числе с фокусом на потенциал Кыргызгидромета по дальнейшей эксплуатации и обслуживанию СПиРОН "Кугарт" и осуществимость распространения этого пилотного проекта на другие речные бассейны страны.

3.3 График работы

Предлагаемый график приведен ниже на Рисунке 21. Он предусматривает 7-месячный период первоначальной реализации до ввода системы в эксплуатацию, а затем 9-месячный период дистанционной поддержки и обслуживания вплоть до даты завершения физических работ 31 марта 2025 года.

Деятельность ОРП по закупке топографических съемок, в частности, съемок поперечного сечения реки, является крайне важным элементом, так как в идеале они должны проводиться в осенние месяцы в период низкого стока. Хотя гидрологическое моделирование от них не зависит, гидродинамическое моделирование не может быть начато до завершения этих съемок. Заблаговременная деятельность ОРП по закупке или доступ к компьютерному серверу означает, что конфигурация платформы прогнозирования может быть начата сразу после ее получения и завершена, когда модели будут готовы. Новый радар уровня воды должен быть установлен вместе с другими новыми автоматическими станциями для измерения осадков и уровня воды до начала конфигурации платформы прогноза наводнений.

№	Мероприятие	1	2	3	4	5	6	7	8 - 16
1	Съемки поперечных сечений рек (70 точек)								
2	Топографические съемки (ЛидАР) реки Сузарт								
3	Разработка и калибровка гидрологической модели								
4	Разработка и калибровка гидродинамической модели								
5	Создание платформы и ввод в эксплуатацию СПиРОН								
6	Новые метеорологические и гидрометрические станц.								
7	Наращивание потенциала								
8	Поддержка обслуживания системы								

Рисунок 6: График работы проекта со сроками

3.4 Институциональные механизмы

Основным реализующим агентством является Отдел реализации программы (ОРП) секторного проекта "Повышение устойчивости водных ресурсов к изменению климата и стихийным бедствиям" (ПУВРИКСБ) при Министерстве чрезвычайных ситуаций. Конечным пользователем СПиРОН является Кыргызгидромет, который по завершении проекта получит право собственности на систему и возьмет на себя ответственность за ее эксплуатацию и обслуживание.

3.5 Средства и поддержка, предоставляемые Клиентом

Министерство чрезвычайных ситуаций и Кыргызгидромет предоставят Консультанту следующие средства и поддержку:

- Офисные помещения для группы консультантов в Кыргызгидромете в Бишкеке
 - Информация о состоянии сетей наблюдений, средств измерений, коммуникационных и вычислительных ресурсов, инструментов обработки данных
 - Соответствующие исторические гидрометеорологические данные, необходимые для калибровки и валидации модели (может потребоваться оцифровка)
 - Топографические съемки, как описано в разделе 2.3.1
 - Информация (проектные чертежи и планы) о существующих и проводимых работах по искусственным сооружениям, защите и прочей инфраструктуре на реке Кугарт
 - Поддержка в идентификации уязвимых зданий и инфраструктуры в зоне картографирования наводнений в Сузаке
 - Партнерский персонал, который должен пройти необходимое обучение для обслуживания и эксплуатации моделей и системы прогнозирования
 - Подходящий сервер (с операционной системой) для установки и работы моделей прогнозирования и платформы.
 - IT-поддержка для обеспечения доступа к соответствующей базе данных наблюдений в реальном времени и прогнозам WRF для использования в моделях прогнозирования, а также помощь в установке и конфигурировании аппаратного и программного обеспечения системы
 - Комнаты для заседаний и помещения для обучения сотрудников Кыргызгидромета в Бишкеке
-

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Спецификации программного обеспечения

В приведенной ниже таблице указан перечень основных и желательных характеристик программного обеспечения для гидрологического и гидродинамического моделирования системы СПИРОН "Кугарт". Рассматриваются только проверенные временем продукты с историей развития более 10 лет с момента первого выпуска и с постоянными обновлениями. Наличие сильных сообществ пользователей будет рассматриваться как преимущество для повышения уровня поддержки и внедрения конечной системы Кыргызгидрометом..

Спецификации программного обеспечения для моделирования и платформы прогнозирования

Характеристика программного обеспечения	Требование
Гидрологическая модель	
Операционная система	Windows
Язык меню	Английский, (русский желателен)
Интерфейс пользователя	На основе карты, с импортом/экспортом ГИС
Основа модели	Концептуальный
Определение параметров	Сосредоточенный или с координатной сеткой
Тип моделирования/симуляции	Непрерывный
Функция Hotstart	Необходимое
Снежная подпрограмма	Необходимое (предпочтительна переменная высота)
Автоматическая калибровка	Необходимое
Разрешение по времени	1 мин – 24 часа
Вводные данные	Осадки, температура, ПЭТ
Выходные данные	Гидрограф стока суббассейна
Гидродинамическая модель	
Операционная система	Windows
Язык меню	Английский, (русский желателен)
Интерфейс пользователя	Гидрограф стока из суббассейна
Основа модели	Полностью гидродинамический с интеграцией 1D-2D
1D конструкции (водосливы, мосты, водопропускные трубы/ кульверты)	Необходимое
2D конструкции (водосливы, дамбы)	Желательное
Функция Hotstart	Необходимое
Ассимиляция данных (АД)	Желательное, в одномерной (1D) гидродинамической модели (или возможность взаимодействия с внешними процедурами АД (например, OpenDA)
Вводные данные	Притоки суббассейна, граница уровня воды ниже по течению

Характеристика программного обеспечения	Требование
Выходные данные	Временные ряды уровней и потоков воды в 1D, временные ряды и максимумы глубины воды, скорости течения и продолжительности подъема воды над порогом в 2D
Платформа прогнозов	
Операционная система	Windows или Linux
Язык меню	Английский, (русский желателен)
Интерфейс пользователя	На основе карты
Масштабируемость (на другие бассейны, на дополнительных пользователей)	Необходимое
Поддержка импорта и хранения ГИС, скалярных, векторных и временных рядов с координатной сеткой.	Необходимое
Интерфейс для гидрологических и гидродинамических моделей и поддержка Ассимиляции данных	Необходимое
Внутренние инструменты обработки для проверки качества данных	Необходимое
Полная автоматизация всего цикла прогнозирования от сбора данных до анализа результатов прогнозирования	Необходимое
Поддержка ансамблевого прогнозирования	Весьма желательно
API для веб-разработки и/или отдельный веб-интерфейс	Весьма желательно

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Координаты съемки поперечного сечения реки (WGS 84)

№	Участок	Примечание	Градусы долготы	Градусы широты
1	Участок-1		73.35074931	41.13912374
2	Участок-1		73.31409105	41.14157762
3	Участок-1	Мост в нижнем течении	73.29184552	41.15180703
4	Участок-1		73.28017932	41.16534524
5	Участок-1		73.25717842	41.16911318
6	Участок-1		73.22851611	41.16576853
7	Участок-1	Гидропост с Михайловка	73.20018338	41.15764141
8	Участок-1		73.16360026	41.14314875
9	Участок-1		73.14187675	41.12205402
10	Участок-1	Гидрорегулятор в верхнем течении	73.12870816	41.11805746
11	Участок-1	Гидрорегулятор в верхнем течении	73.12028697	41.11219268
12	Участок-1	Гидрорегулятор в верхнем течении	73.10909098	41.10787717
13	Участок-1	Гидрорегулятор в верхнем течении	73.10229119	41.10535316
14	Участок-1		73.09779909	41.10366782
15	Участок-2		73.08019302	41.09229718
16	Участок-2		73.0802863	41.07873788
17	Участок-2		73.07467016	41.06831152
18	Участок-2		73.05681153	41.0559292
19	Участок-2		73.04832586	41.05434383
20	Участок-2	Регулятор ирригации в верхнем течении	73.03890816	41.0539195
21	Участок-2	Мост в верхнем течении	73.03711111	41.0523488
22	Участок-2		73.03262002	41.04757046
23	Участок-2		73.02997964	41.0387426
24	Участок-2		73.02101129	41.02754819
25	Участок-2		73.01508183	41.01306581
26	Участок-2		73.00535096	41.00212345
27	Участок-2		72.99844802	40.99680717
28	Участок-2		72.99715734	40.98900445
29	Участок-2		72.99346446	40.97869111
30	Участок-3	Мост в верхнем течении	72.98955382	40.97570689
31	Участок-3		72.98529749	40.97355849
32	Участок-3		72.98000832	40.97207728

№	Участок	Примечание	Градусы долготы	Градусы широты
33	Участок-3		72.97600454	40.96964769
34	Участок-3		72.97056103	40.96497546
35	Участок-3		72.96324152	40.9588337
36	Участок-3	Мост в верхнем течении	72.95830462	40.95359848
37	Участок-3		72.95492283	40.95017273
38	Участок-3		72.94868812	40.9433345
39	Участок-3		72.94432195	40.93752482
40	Участок-3		72.94055937	40.93315084
41	Участок-3		72.93883771	40.9311876
42	Участок-3		72.93299987	40.92189679
43	Участок-3		72.93075373	40.91888099
44	Участок-3	Мост в верхнем течении	72.92849013	40.91599912
45	Участок-4	Мост в нижнем течении	72.92819458	40.91560103
46	Участок-4		72.92692507	40.91399286
47	Участок-4		72.9252538	40.91087635
48	Участок-4		72.92354654	40.90795074
49	Участок-4		72.92215106	40.90539534
50	Участок-4	Мост в верхнем течении	72.92091094	40.90281366
51	Участок-4	Мост в нижнем течении	72.92080056	40.90251426
52	Участок-4		72.9184409	40.89988109
53	Участок-4		72.91682887	40.89798438
54	Участок-4		72.91528155	40.89570182
55	Участок-4		72.91395861	40.89370282
56	Участок-4		72.91256461	40.8916601
57	Участок-4		72.910667	40.88898302
58	Участок-4		72.90902764	40.88636394
59	Участок-4	Мост в верхнем течении	72.90772876	40.88444021
60	Участок-4	Мост в нижнем течении	72.90745872	40.88398158
61	Участок-4		72.90554662	40.88128212
62	Участок-4		72.90336243	40.87804613
63	Участок-4		72.90173184	40.87644509
64	Участок-4		72.89940881	40.87387057
65	Участок-4		72.89636827	40.87143545
66	Участок-5		72.89386394	40.8702933

№	Участок	Примечание	Градусы долготы	Градусы широты
67	Участок-5		72.88859438	40.86878014
68	Участок-5		72.86789441	40.86406055
69	Участок-5		72.8440382	40.86391242
70	Участок-5		72.83476798	40.86194518
