

**Отчет о миссии**  
**за период с 9 по 18 мая 2018 г.**  
**Оливер Пристли-Лич, Международный эксперт по управлению речными**  
**бассейнами (моделирование)**

## 1. Цель миссии

- 1.1. Проверить задачи, выполненные после последней миссии
- 1.2. Согласовать, какие реки, уходящие в Китай, будут включены в модель (модели)
- 1.3. Калибровка моделей
- 1.4. Доработка моделей
- 1.5. Передача моделей и данных национальным консультантам
- 1.6. Пересмотр Руководства

## 2. Проведённые мероприятия

Список основных мероприятий, проведенных за период миссии, представлен в Приложении 1.

К сожалению, мероприятиям, запланированным на Миссию, помешала болезнь Инны Брусенской в начале миссии, она смогла прийти в офис только на несколько часов 16 мая.

### 2.1. Проверка задач, выполненных после Миссии 7

#### 2.1.1. Задачи, определенные в конце Миссии 7

В Таблица 1 ниже приведен обзор прогресса по списку задач после Миссии 7.

*Таблица 1: Обзор по доработке списка задач Миссии 7*

<b>ЗАДАЧА</b>	<b>КОММЕНТАРИЙ</b>
1. Приток во внутрихозяйственную водоподачу – все 3 района в Баткене	Завершено
2. Возвратный сток	Предложен и согласован новый подход. Модели откорректированы
3. Наименование каналов	Завершено
4. Р. Талдык	Нет данных по стоку – схема откорректирована, чтобы включить потребность в Ак-Бууре
5. Найманский канал	Включен максимальный водозабор
6. Проверить подачу подземных/поверхностных вод на Коммунальную потребность	Завершено
7. Ввести недостающие данные по стоку (в верховьях): <ul style="list-style-type: none"><li>• Ак-Сай</li><li>• Кара-Коев</li></ul>	Кара-Коев – найти данные невозможно, но большая часть стока на орошение берется из рек с данными по верховьям. Сток реки Ак-Сай не используется на орошение. На орошение отбирается вода из притока Туюк-Богушту, по которому есть данные по расходам.
8. Необходимы связи с точками потребности Токтогул и Тогуз-Торо	Завершено
9. Отсутствует промышленная потребность	Добавлена точка потребности в Сузаке – в основном представляет Жалал-Абад
10. Включить ГЭС в Токтогуле	Завершено насколько возможно. Запрос на лучшие данные осуществлен через Нургазы

11. Разбить потребность в Ноокенском районе на 2 части	Завершено
12. Проверить правильность Нижне-Нарынской модели в Ноокенском и Аксыйском районах	Добавлен новый канал для трансграничных расходов.
13. Не хватает расходов в верховьях <ul style="list-style-type: none"> <li>• Кара-Суу</li> <li>• Итагар</li> <li>• Чандалаш</li> </ul>	Отсутствует водозабор на орошение из Кара-Суу, Итагара или Чандалаша. Итагар впадает в Кара-Суу. Добавлен сток для Кара-Суу (НР 3). Сток Чандалаш включен в р. Чаткал.
14. Проверить максимальный водозабор для канала ЛНК	Завершено
15. Необходим возвратный сток в Чаткальском районе	Предложен и согласован новый подход. Модели откорректированы
16. Данные для калибровки по Иссык-Кулю	Подготовлены данные для изучения в период миссии
17. Не хватает данных по стоку Талды-Булак	Нет данных, но составляет только 2% от потребности района
18. Кочкорский под-водосбор	Остается окончательная корректировка.
19. Не хватает Требований к минимальному стоку для трансграничных расходов.	Р. Аспара (Чу) – сделать. Нет данных. Попытаться взять в проекте IМоМо Канал Аспара (Чу) – сделать. Нет данных. Попытаться взять в проекте IМоМо Р. Куркуреу (Талас) – не требуется Р. Талас (Талас) – Выполнено
20. Добавить заметки о подаче ГВ во все модели	Выполнено
21. Подготовить для команды ИСВ список требований к оставшимся данным для WEAP	Выполнено
22. В южном отделении Гидрогеологической службы получить забор и использование подземных вод по типам (коммунальный, сельскохозяйственный и т.д.)	Данные недостоверны. Вместо них использовать исторические данные из Гидрогеологической службы.
23. Сравнить смоделированную коммунальную потребность с фактической	Завершено – подробнее в отчете по Миссии
24. Сравнить сработку Кировского водохранилища с фактической	Завершено

### 2.1.2. Корректировка границ бассейнов

После Миссии 7 по первоначальным моделям были созданы 2 новые модели, используя пересмотренные границы.

1. **Карадарья-Сырдарьинская** – включает Кичи-Алайскую модель плюс следующие районы из Нижне-Нарынской модели: Сузакский, Базар-Коргонский и систему р. Майли-Сай в Ноокенском районе.

2. **Нарын-Сырдарьинская** – включает Верхне-Нарынскую модель плюс следующие районы из Нижне-Нарынской модели: Токтогульский, Тогуз-Тороуский, Чаткальский, Ала-Букинский, Аксы́йский и систему р. Нарын в Ноокенском районе.

### 2.2. “Китайские” реки

Самый последний вариант границ бассейнов сейчас используется в ОРП и был принят в моделях WEAP. Он потребовал переноса рек в Атбашинском районе в Нарынской модели в пересмотренную Иссык-Кульскую модель (сейчас называемую Иссык-Куль – Таримской), Рисунок 1.

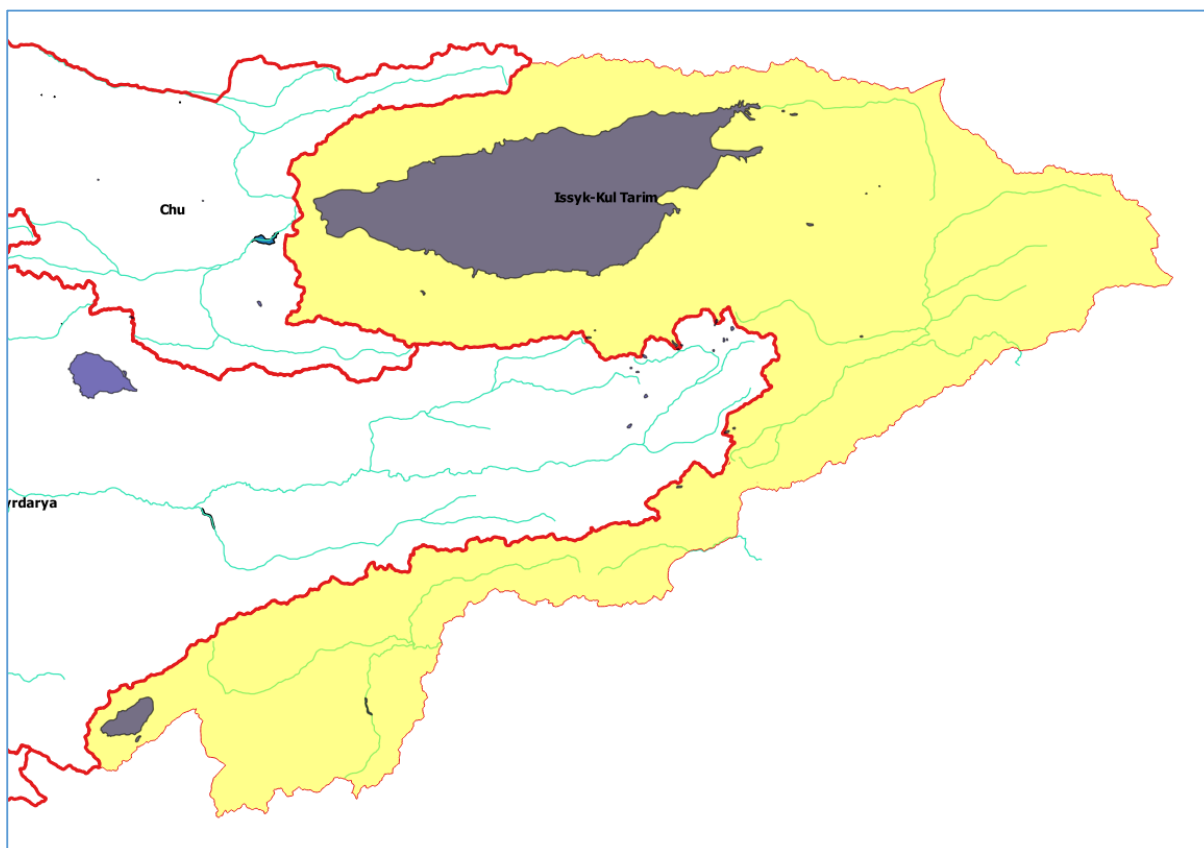


Рисунок 1: Пересмотренный Иссык-Куль – Таримский бассейн

Реки, текущие в Китай, остаются в существующей Иссык-Кульской модели, хотя для этих рек нет данных. Население и орошаемая площадь, связанные с этими реками, пренебрежимо малы.

### 2.3. Калибровка

#### 2.3.1. Сток в оз. Иссык-Куль

Имеются данные исторических исследований по водному балансу в бассейне оз. Иссык-Куль. Они сравнивались с данными модели WEAP (Таблица 2). Р. Литвак подготовил об этом полный отчет.

Таблица 2: Водный баланс оз. Иссык-Куль

	50% оросительных норм				Независимые исследования			
	Объем (м³/с)	Сток (м³/с)		% от стока в верховьях	Объем (м³/с)	Сток (м³/с)		% от стока в верховьях
		Поверх. воды	Подзем. воды			Поверх. воды	Подзем. воды	
Расход в верховьях в WEAP	59.2			51%	0			

Расходы в верховьях других рек	56.8			49%	113.0			
Всего расходы в верховьях рек	116.0	116.0			113.0	113.0		
Потери в ГВ из рек в WEAP	25.0	91.0	25.0	22%				
Потери в ГВ из других рек	23.9	67.2	48.9	21%	47	66.0	47.0	42%
Инфильтрация из осадков	0.0		48.9	0%	3.2		50.2	3%
Водозабор на орошение из рек	11.6	55.6		10%	26	40.0		23%
Водозабор на коммунальные нужды из рек	0.2	55.4		0%	0	40.0		0%
Потери в грунтовые воды при орошении (каналы первого порядка, внутривоз, на поле)	8.5		57.4	7%	15.8		66.0	14%
Потери на испарение из подземных вод					4.1		61.9	4%
Поверхностный сток в Иссык-Куль		55.4		48%		40.0		35%
Подземный сток в Иссык-Куль			57.4	49%			61.9	55%
Итого (поверхностные и подземные воды)	112.8			97%	101.9			90%

Согласно исторических исследований, общий объем имеющихся водных ресурсов составляет 113 м<sup>3</sup>/с. Модель WEAP учитывает только общие ресурсы 59.2 м<sup>3</sup>/с, которые относятся к той 21 реке, водозабор из которых на орошение и коммунальные нужды известен. Были найдены данные для ещё 11 рек, которые вносят дополнительные 30.6 м<sup>3</sup>/с. Изучение документов показывает, что есть дополнительная доля 26.1 м<sup>3</sup>/с рек, на которых нет гидростов:

Реки в WEAP = 59.2 м<sup>3</sup>/с

Другие реки с гидростовами = 30.6 м<sup>3</sup>/с

Другие реки = 26.1 м<sup>3</sup>/с

*Итого = 116 м<sup>3</sup>/с*

Исторические данные наводят на мысль, что около 42% речного стока теряется в подземные воды выше орошаемых площадей. Данное значение применяется ко всем рекам в WEAP как «Отток из подземных вод».

По историческим данным забор на орошение значительно ниже, чем в WEAP. Даже если использовать в модели 100% оросительных норм, водозабор всё ещё только 17.5 м<sup>3</sup>/с. Причины этого неясны, но вероятно, исторические данные по водозабору являются устаревшими.

Учитывая эти оговорки, модель WEAP выдает подобный водный баланс. Однако ещё требуются значительные усилия для лучшего понимания гидрологии бассейна.

### 2.3.2. Подача подземных вод на коммунальные нужды

Собраны и изучены 3 источника данных по забору подземных вод:

- 1) ЗТП-Водхоз – формируется в БУВХ
- 2) Последние данные из Гидрогеологической экспедиции

### 3) Исторические данные из Гидрогеологической экспедиции

Данные по водозабору на коммунальные нужды в 4 бассейнах показаны на Figure 2. На нем четко видно, что во всех бассейнах данные по историческому водозабору значительно выше, чем последние данные из Гидрогеологической экспедиции. Нет оснований полагать, что фактический водозабор уменьшился с 2000 г., поэтому допускается, что более свежие данные менее надежны. Данные из 2ТП-Водхоза очень низкие и очевидно неполные. WEAP рассчитывает гораздо меньший водозабор, чем данные по фактическому водозабору, предоставленные Гидрогеологической экспедицией. Это происходит, потому что коммунальная потребность рассчитывается по «нормам потребления», которые значительно ниже, чем фактическая водоподача. Необходимы дальнейшие исследования для определения данных по фактической потребности и водоподаче на коммунальные нужды.



Figure 2: Groundwater abstraction for municipal use: Chui, KaraDarya, Syrdarya, Issyk Kul, Talas

#### 2.3.3. Оросительные нормы

Оросительные нормы обсуждались в предыдущих отчетах о миссиях. Модели наводят на мысль, что во всех бассейнах применение 100% оросительных норм формирует нереалистичные объемы неудовлетворенной потребности. В Таблица 3 показан фактический водозабор на основании Таблица 3.5 БУВХ по сравнению с фактическим водозабором, рассчитанным в WEAP с использованием 100% и 50% стандартных официальных оросительных норм.

Таблица 3: Водоподача на орошение и неудовлетворенная потребность

Бассейн	Общая водоподача			Неудовлетворенная потребность	
	Факт	100% нормы	50% нормы	100% нормы	50% нормы
Чуйский	1473		1673		24

Таласский	749	980	557	47	3
Иссык-Кульский	570	902	589	86	4
Карадарья-Сырдарьинский	2304	3088	1731	178	17
Нарын-Сырдарьинский	782		687	133	9

На Рисунок 3 показано распределение поданной воды в каждый район по ирригационной сети. В большинстве случаев при использовании 50% оросительных норм (зеленые треугольники), доля воды в сети ближе к фактическим пропорциям (голубые кружки), чем при использовании 100% оросительных норм (серые квадратики).

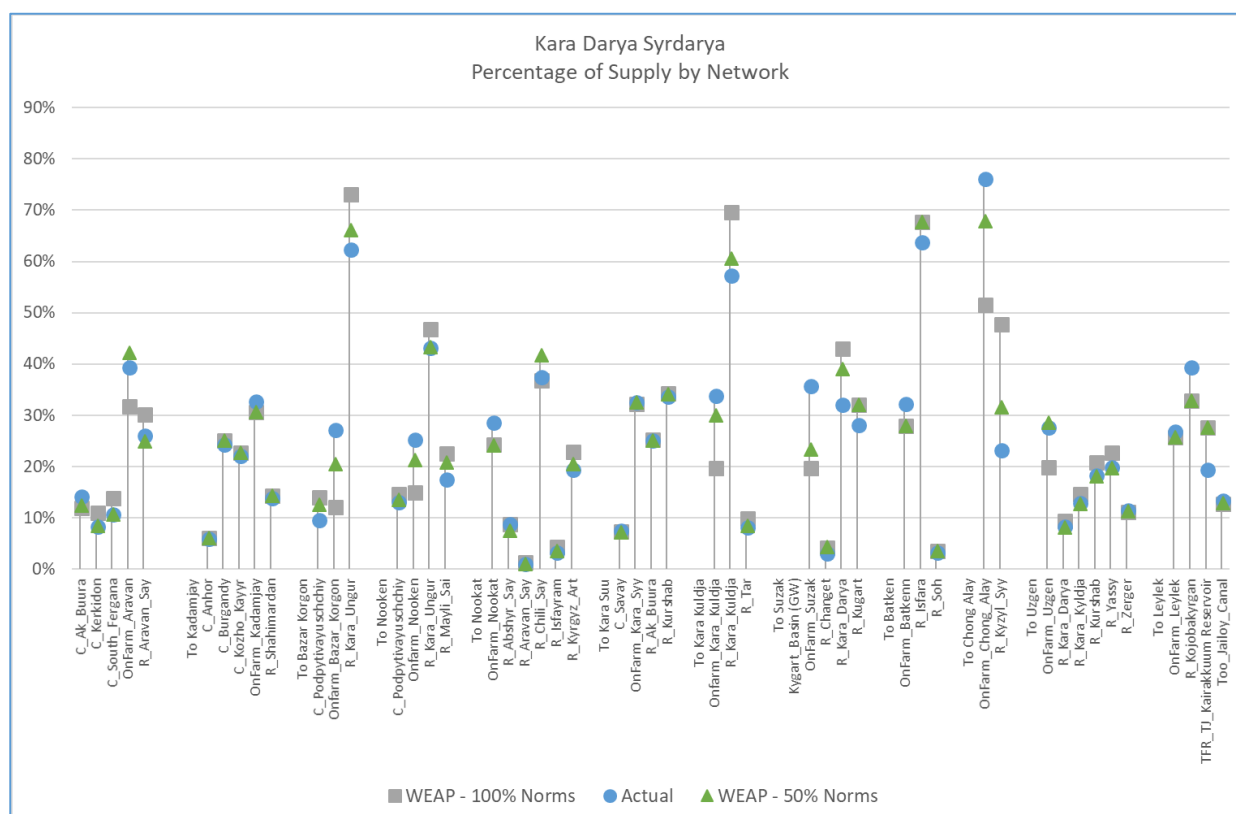


Рисунок 3: Доля районной водоподачи по ирригационной сети

Поэтому предлагается, что в моделях следует использовать 50% стандартных оросительных норм, пока не будет проведено больше исследований, чтобы определить, какова более реалистичная оросительная потребность для заданных культур в каждой области. Может быть полезна работа, проводимая по CROPWAT по Компоненту 3.

#### 2.3.4. Сработка Токтогульского водохранилища – с выработкой электроэнергии и без нее

В первую очередь Токтогульское водохранилище предназначено для выработки электроэнергии. Если исключить из модели производство электричества, то сработка водохранилища будет смоделирована неправильно (Рисунок 4). Выработка электроэнергии в основном происходит на плотине водохранилища, но имеются ещё 3 ГЭС ниже по течению сразу после основной ГЭС: Шамалдысай, Ташкумыр и Курпсай; имеется ещё 2 в Узбекистане. Лучшее соответствие с данными по фактической сработке достигается при учете всех ГЭС (зеленая линия на графике).

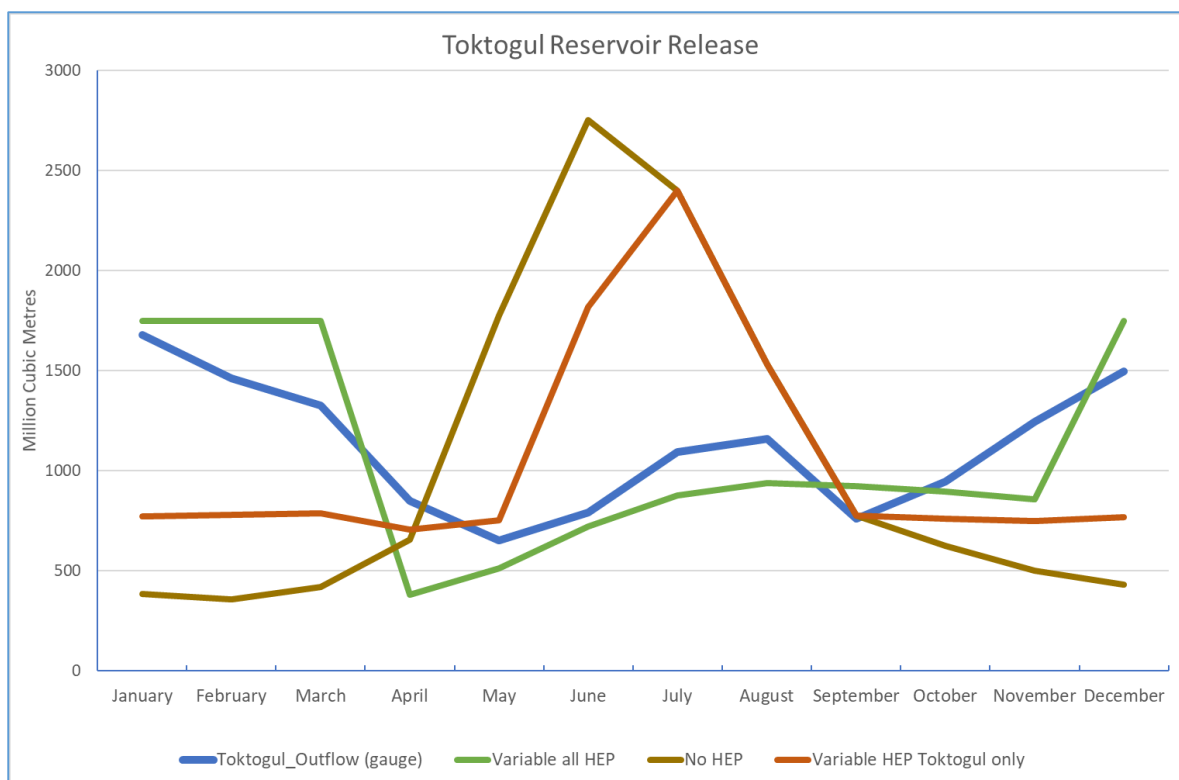


Рисунок 4: Сработка Токтогульского водохранилища – измеренная и смоделированная

Совпадение не удовлетворительно, но чтобы правильно смоделировать выработку электроэнергии, необходимы следующие переменные:

- 1) Ежемесячный приток (м3/с) на ГЭС
- 2) Ежемесячная сработка (м3/с) из ГЭС
- 3) Максимальный эксплуатационный расход через турбины (м3/с)
- 4) Ежемесячная выработка электроэнергии (ГДж или кВтч)
- 5) Среднее количество дней работы ГЭС каждый месяц
- 6) КПД ГЭС (%) – эксплуатационная эффективность превращения энергии падающей воды в электричество
- 7) Фиксированный напор (м) – рабочий напор воды в турбине – высота, с которой падает вода

В 2017 г. был сделан запрос относительно информации в Отдел гидроэнергетики Госагентства промышленности, энергетики и недропользования, но данные не поступили. Некоторые данные были взяты из интернет-источников. На данном этапе была проведена оценка оставшихся данных, и список требований к отсутствующим данным был передан Нургазы для распространения.

#### 2.4. Конечные модели, передача и проверка руководства

Конечные модели имеются в общей папке команды WEAP. Вероятно, будут мелкие корректировки для уточнения моделей, но окончательная структура сейчас завершена.

Разработанные окончательные модели показаны на Рисунок 5 ниже:

- 1) Чуйская
- 2) Таласская
- 3) Карадарья-Сырдарьинская

- 4) Нарынско-Сырдарьинская
- 5) Иссык-Кульская

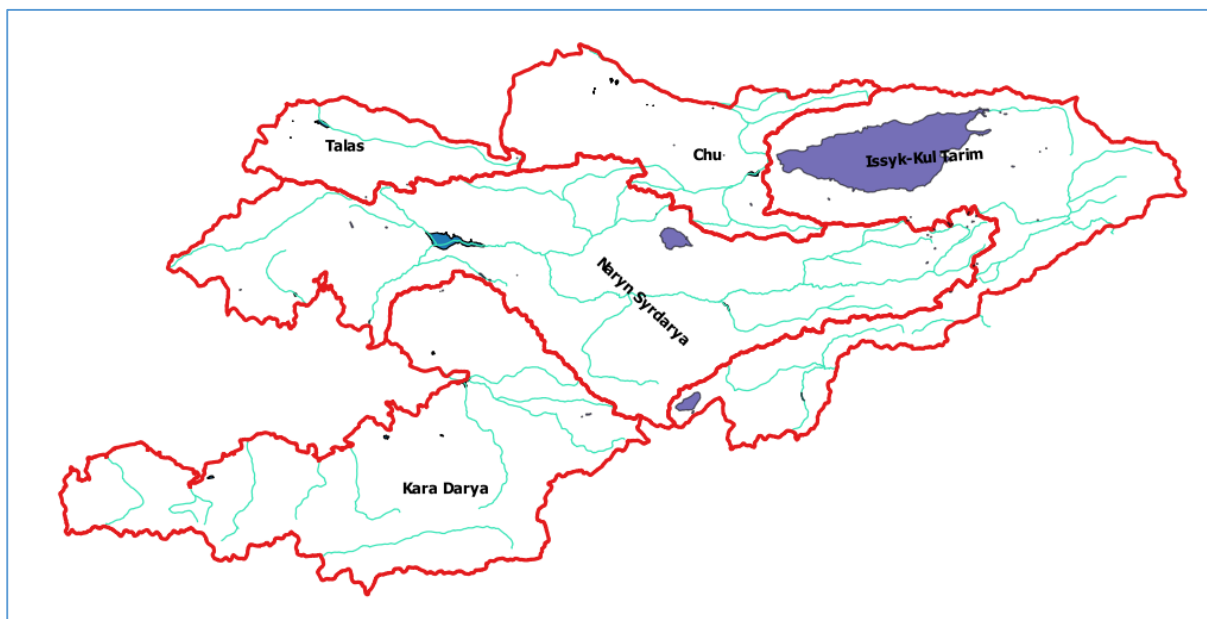


Рисунок 5: Окончательные границы моделей бассейнов в WEAP

Модели следует рассматривать как первые варианты. Структура схем, элементы и переменные – лучшее из имеющихся ресурсов. Включены несколько сценариев, и можно легко добавить другие.

Все использованные в моделях данные уточняются, и будут помещены в соответствующие подпапки в общей папке команды WEAP. Данные будут также скопированы на флешку.

Как уже упоминалось, полной передаче помешало отсутствие Инны Брусенской. Планируется провести ряд переговоров по скайпу до конца июня для завершения передачи удаленно.

Также, требуется внести множество изменений при доработке Руководства, не в последнюю очередь вследствие изменения границ бассейнов. Они будут изучены командой WEAP и завершены до конца июня.

Заключительный отчет по проекту будет подготовлен к концу проекта, чтобы осветить основные выводы работ по моделированию, и основные рекомендации для будущей разработки моделей.

## 2.5. Последующие шаги

С Азаматом Карыповым было согласовано представить 3 слайда в powerpoint, чтобы осветить тесную взаимосвязь между ИСВ и разработкой WEAP. Их можно использовать при будущих обсуждениях или презентациях для получения поддержки для Фазы 2. Слайды добавлены в Приложении 2.

До конца июня намечено завершить следующие задачи:

- i. Доработать Руководство по моделированию
- ii. Подготовить заключительный отчет по проекту
- iii. Загрузить конечные модели и соответствующие данные в общую папку и на флешку.



### 3. Нарботки согласно контракта

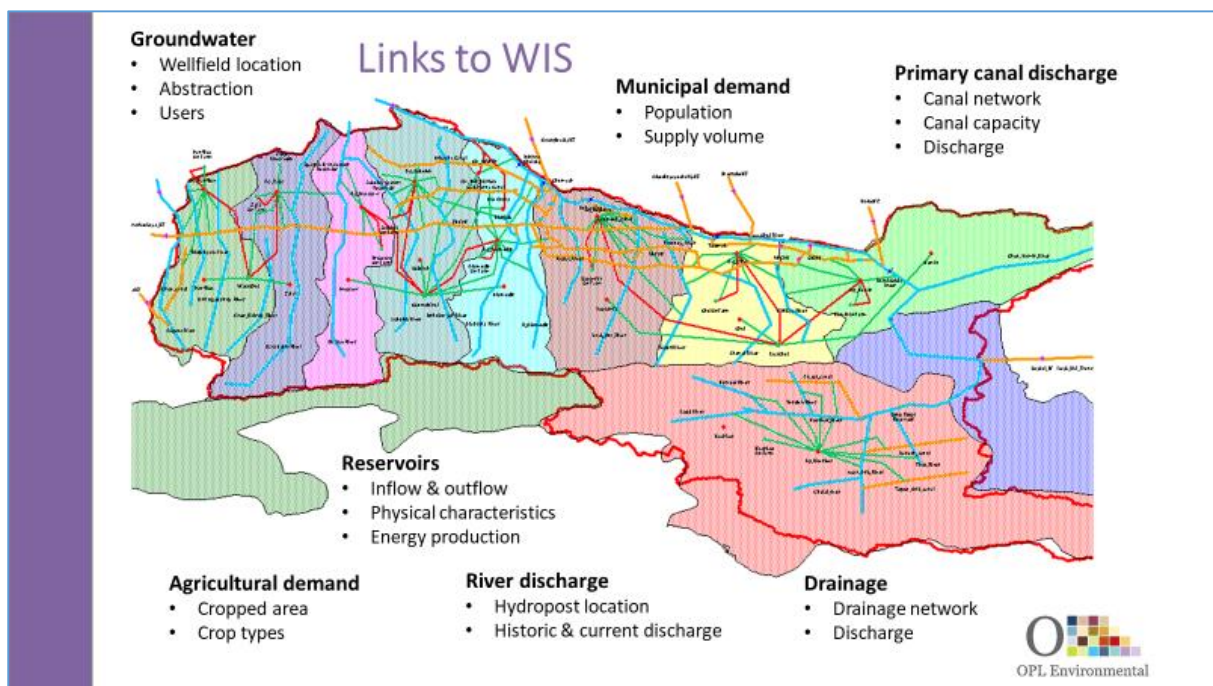
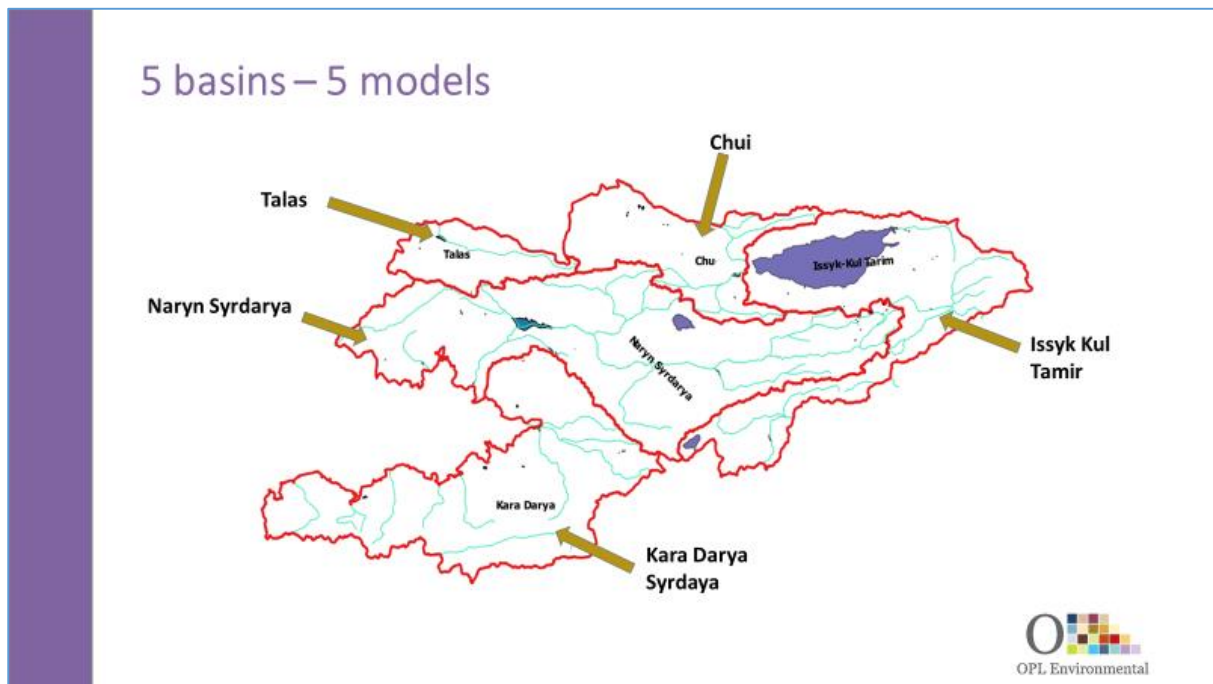
В Таблице ниже приведен обзор наработок по контракту:

<b>Результат</b>	<b>Комментарий</b>
<i>Нарботка 1: Обзор предыдущих работ по моделированию речных бассейнов и определение имеющихся входных данных для моделей</i>	Завершено
<i>Нарботка 2a: Разработаны модели речных бассейнов для 5 ОБУ и предоставлена соответствующая документация</i>	Завершены модели для Фазы 1. Чуйская - завершена Таласская - завершена Иссык-Куль-Таримская – завершена Карадарья-Сырдарьинская – завершена Нарын-Сырдарьинская – завершена
<i>Нарботка 2b: Изучение базовых водных балансов бассейнов с использованием гидрологических моделей бассейнов в 5 БУВХ</i>	Завершено. Для 5 моделей собраны данные по расходам и забору подземных вод. Тенденции расходов воды рек можно определить из исторических данных. Созданы модели для предоставления данных по ресурсам и потребностям. Данные предоставляются Специалистам по бассейновому планированию (Компонент 1) по запросу.
<i>Нарботка 2с: Сценарии разработаны и оценены при согласовании с Главным Советником Компонента 1, и результаты включены в проекты бассейновых планов.</i>	Добавлены 4 основных сценария: 1. Выращивание фасоли в Таласском бассейне 2. Засушливый год в Чуйском бассейне 3. Экологические расходы в р. Чу 4. Переменные оросительные нормы Обсуждены принципы добавления инфраструктуры и других сценариев.
<i>Нарботка 3a: Разработано руководство по моделированию</i>	В процессе – 90% завершено. Проект окончательного Руководства должен быть доработан до конца июня.
<i>Нарботка 3b: Национальные коллеги могут применять и использовать разработанные модели бассейнов</i>	На неполную ставку назначен Национальный Специалист по WEAP моделированию и прошел личное обучение по использованию WEAP, а также посредством электронной почты и по скайпу. Основным направлением обучения было практическое использование моделей. В период каждой миссии предоставлялось обучение без отрыва от производства. Результаты моделей могут быть интерпретированы и кратко изложены национальными специалистами для презентации.

## Приложение 1: Обзор мероприятий Миссии 8

<b>Дата</b>	<b>Задача (задачи)</b>
Ср. 9 мая	Перелет в Кыргызстан. Изучение документов и подготовка к работам по моделированию с национальными консультантами
Чт. 10 мая	Изучение работ, проведенных Р. Литваком. Обсуждение относительно предшествующей Миссии Всемирного Банка
Пт. 11 мая	Калибровка Иссык-Кульской модели Встреча с Н. Маматалиевым и Д. Сыдыковой для обсуждения границ моделей и работ по миссии
Сб. 12 мая	Изменение Иссык-Кульской модели для включения Атбашинского района (юг) и рек, текущих в Китай Изменение Нарынско-Сырдарьинской модели для удаления Атбашы (юг) Тестирование пересмотренной модели
Вс. 13 мая	Пересмотр Руководства для отражения новой структуры модели Изучение неудовлетворенной потребности во всех моделях и распределение расходов Настройка «Предпочтений» в просмотре результатов модели.
Пн. 14 мая	Корректировка бокового притока в р. Нарын Корректировка возвратного стока во всех моделях
Вт. 15 мая	Встреча с Азаматом для обсуждения деталей по проекту относительно требований к данным и возможной презентации для ШАРС. Калибровка Иссык-Кульской модели и подготовка данных по водному балансу для заседания Бассейнового Совета. Добавление ГЭС в Нарынскую модель ниже Токтогульского водохранилища.
Ср. 16 мая	Подготовка графиков и результатов по неудовлетворенной потребности и водораспределению в сети каналов первого порядка. Встреча с И. Брусенской для обсуждения окончательных изменений в модели.
Чт. 17 мая	Доработка моделей для их представления Согласование завершающих шагов относительно Руководства, заключительного отчета и моделей с национальными консультантами
Пт. 18 мая	Перелет в Великобританию. Подготовка Отчета по миссии

Приложение 2: Слайды в Powerpoint, показывающие взаимосвязь WEAP / ИСВ



## Future support from WIS

- Meteorological data for dynamic hydrological model
- Detailed focus on selected area using detailed schematics
  - Pilot area
  - Individual irrigation system
  - Sub-catchment
- Scenarios based on trends of historical data
  - Cropping patterns
  - Population growth
  - Discharge
- Further model calibration based on actual data