



# Процесс поддержки принятия решений (RDS) в бассейне реки Амударья

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ USAID  
ПО ВОДНЫМ РЕСУРСАМ И  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ



# Процесс поддержки принятия решений (RDS)

---

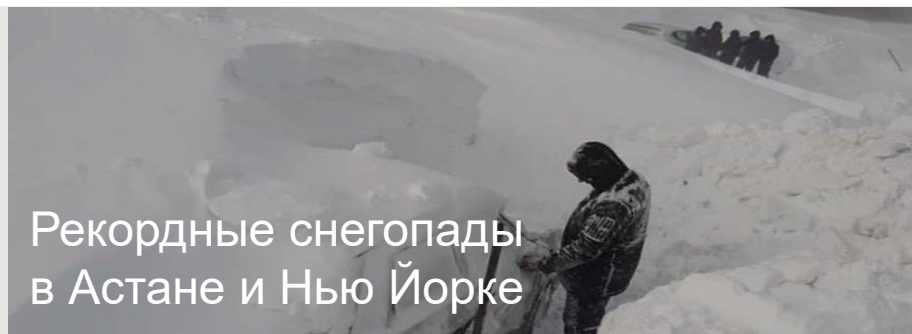


Люди зависят от экосистем...

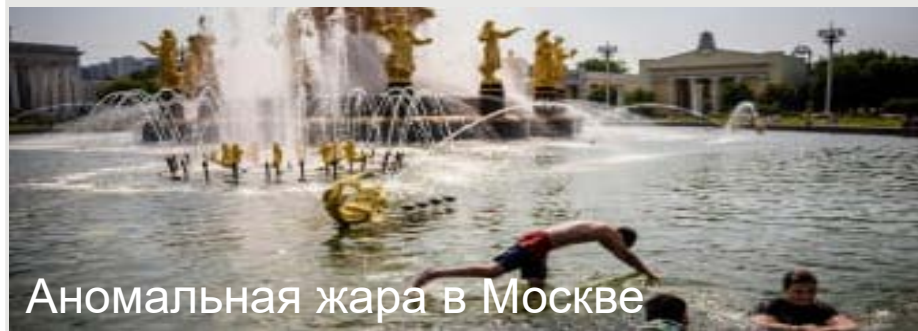




Пожары в Греции и Австралии



Рекордные снегопады  
в Астане и Нью Йорке



Аномальная жара в Москве



Жара в казахстанской степи



Наводнение в Китае



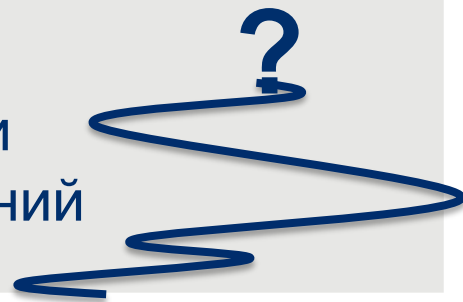
Осадки в Западной Европе



1. Мы вступили в период беспрецедентного изменения экосистемы

2. В то же время экономика наших стран становится все более взаимозависимой

Это подчеркивает необходимость надежного планирования и принятия решений





Адаптация к изменениям возможна,  
если скорость изменений невелика.

# Долгосрочное планирование представляет значительные трудности

- Далекое будущее, несомненно будет отличаться от сегодняшнего, но как?
- Планирование в долгосрочной перспективе требует преодоления серьезной неопределенности
  - *Неопределенные факторы*
  - *Неопределенные вероятности*
  - *Неопределенные приоритеты и оценка исходов*





# Несмотря на неопределенность, существуют возможности

- *Краткосрочные результаты могут в значительной степени определяться инвестированным капиталом, предыдущими политическими обязательствами и ожиданиями рынка*
- *Решения по планированию, принятые сейчас, могут определять долгосрочные результаты, обуславливая варианты, доступные будущим субъектам.*
- *В долгосрочной перспективе, влияние лиц принимающих решения может быть значительным*





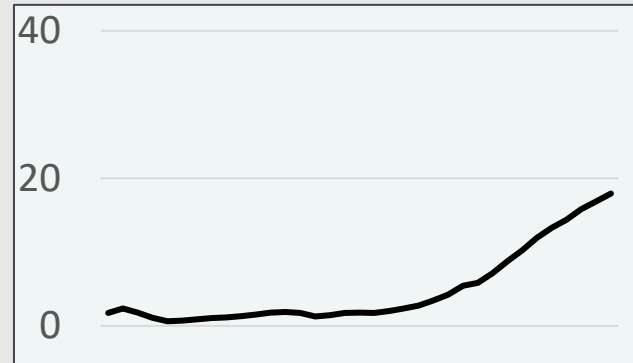
# Стандартные решения

Отсутствие долгосрочного планирования:

- Теряются значительные возможности повлиять на будущее

Один сценарий (прогноз, наилучшее предположение):

- Не учитывает неопределенности

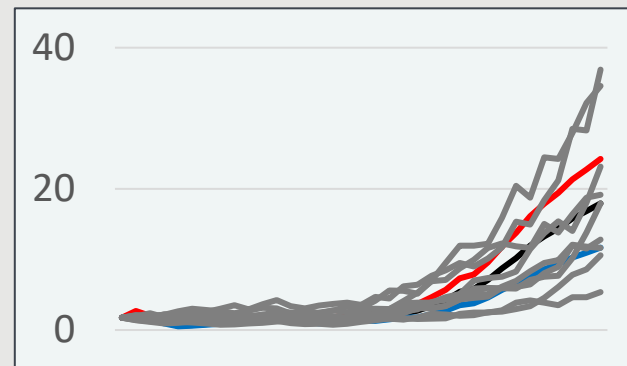
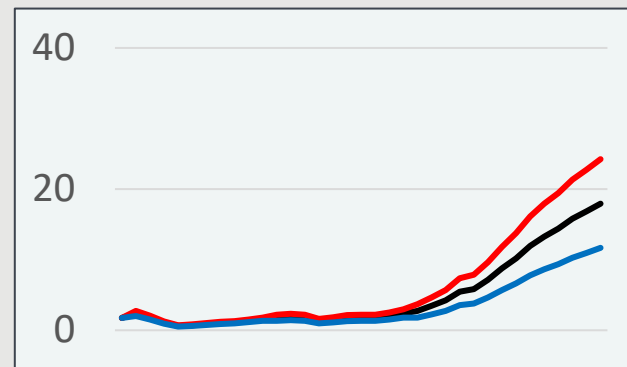


## Стандартные решения

- 3 сценария - высокий, средний, низкий
  - Часто не учитывают вероятности и экстремальные исходы

Любой конкретный прогноз почти наверняка неверен

Вероятнее всего будущее не будет благополучным



# Альтернатива: Анализ совокупности крупных сценариев для принятия надежных решений

## Концепция

Сопряжение сильных сторон людей и компьютеров для систематического изучения неопределенного будущего

- Люди обладают *интуицией, способностью видеть закономерности, качественными знаниями, креативностью*
- Компьютеры обладают *способностью строго применять сложные причинно-следственные цепочки, скоростью вычислений, отсутствием когнитивных предубеждений*
- Выбор *решения, соответствующий долгосрочным интересам*, учитывая как можно больше доказательств



# Общий процесс RDS

## I ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ

Определение заинтересованных сторон, которые будут принимать участие



Совместно с заинтересованными сторонами определение проблем, которые необходимо решить



Совместная разработка исходных данных для моделей WEAP и LEAP с заинтересованными сторонами

## II РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ

Разработка будущих сценариев совместно с заинтересованными сторонами



Осуществить запуск моделей для количественной оценки будущих сценариев действий



Используя инструменты визуализации данных, помочь заинтересованным сторонам проанализировать результаты модели и оценивать эффекты возможных действий

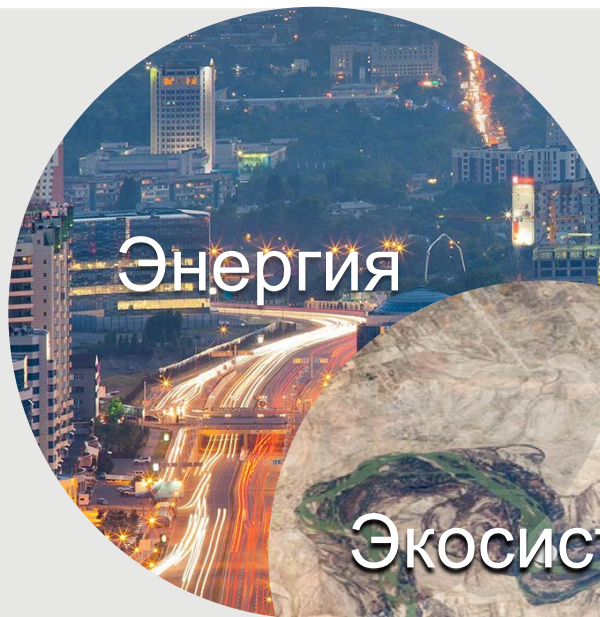
**Согласовать приоритетные действия на основе общих выгод**



# NEXUS-подход

Представляет собой фундаментальный переход от сугубо секторального подхода к решениям, которые охватывают межсекторальную, согласованную и интегрированную перспективу.

Интегрированное планирование  
максимизирует синергию и выгоды



## Nexus-подход

- *Интегрирует конкурирующие цели*
- *Учитывает межсекторальную обратную связь, компромиссы и выгоды*
- *Содействует межсекторальному диалогу*

## Секторальный подход

- *Изолирован*
- *Цели, ограниченные одним сектором*
- *Может не учитывать изменения в связанных областях – что может привести к непредвиденным последствиям*

## Надежная поддержка принятия решений

- *Большое количество сценариев*
- *Заинтересованные стороны*
- *Множественные цели планирования*
- *Определение общих выгод для секторов для безопасности ВЭФЭ*

## Обычное Моделирование

- *Несколько сценариев*
- *Процесс управляется экспертами*
- *Единая цель планирования*
- *Определены ограниченные секторальные выгоды*

# Процесс поддержки принятия решений (RDS)



**Будущее неопределенно**



**Объединить понимание заинтересованных сторон и компьютерное моделирование для систематического анализа будущих возможностей и поиска надежных стратегий**



**Изучить большой набор сценариев будущего и оценить взаимосвязь воды, энергии, продовольствия и экосистем в каждом из них**



# Интегрированное моделирование WEFE



# Стокгольмский институт окружающей среды (SEI)

- Независимый, некоммерческий исследовательский институт, ориентированный на устойчивое развитие
- Более 200 сотрудников по всему миру: штаб-квартира в Швеции, центры в **США**, Кении, Колумбии, Великобритании, **Таиланде**, Эстонии.
- Основные области исследований: адаптация и **смягчение последствий изменения климата**, энергетика, **загрязнение воздуха**, водные ресурсы, климатическое финансирование, экономика природопользования
- Приверженность **вовлечению заинтересованных сторон**, **повышению потенциала и прозрачности.**



# *Инструменты поддержки принятия решений*



**Water Evaluation And Planning system** - система поддержки принятия решений для интегрированного управления водными ресурсами и анализа политики



**Low Emissions Analysis Platform** – система долгосрочного планирования энергетических альтернатив для оценки мер по смягчению изменений климата в энергетическом и транспортном секторах



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

# WEAP

---

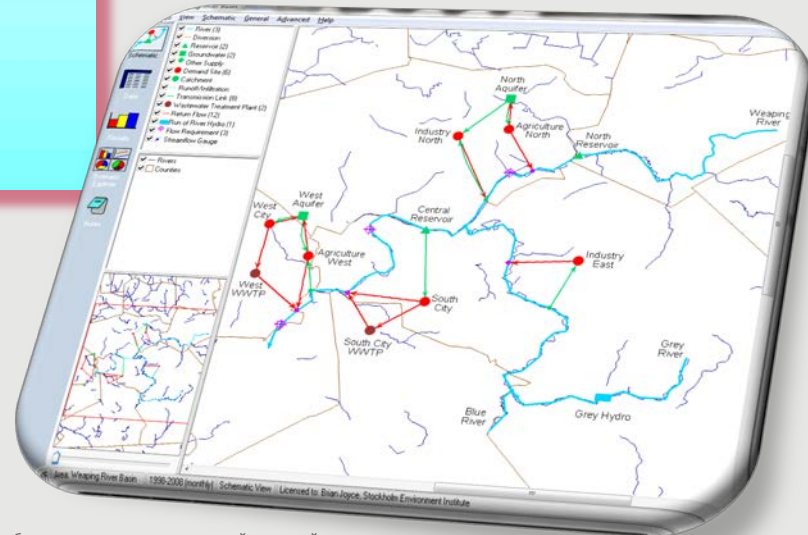




Water Evaluation And Planning System

Copyright (c) 1990-2008, Stockholm Environment Institute

Общая объектно-ориентированная платформа для моделирования управления водными ресурсами



Формулировка проблемы взаимосвязи между водой, энергией и продовольствием

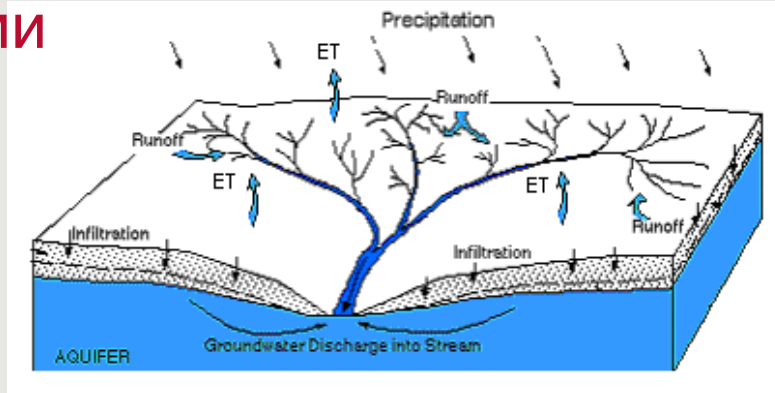


- Интегрированная модель гидрологии и водного планирования
- Графический интерфейс на основе ГИС с возможностью перемещения элементов.
- Физическое моделирование потребностей в воде и водоснабжения
- Дополнительные возможности симуляций: созданные пользователем переменные, уравнения моделирования и ссылки на электронные таблицы и другие модели (например, по качеству воды, экологическим стокам, подземным водам и экономическим вопросам водопользования)
- Возможности управления сценариями

# Включает в себя гидрологию и взаимодействие между людьми

Полный учет водных ресурсов по  
всему водоразделу:

- Моделирование дождевых потоков
- Испарение, обусловленное климатом
- Накопление/таяние снега
- Взаимодействие подземных и поверхностных вод
- Сельское хозяйство - как богарное, так и орошаемое



Водная инфраструктура и потребности в воде вложены в базовые гидрологические процессы

- Программируемые правила эксплуатации инфраструктуры
- Отражает потребности в воде всех секторов



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

# LEAP и NEMO

---



# Концепция модели LEAP

- Модель региональной энергетической системы, охватывающая страны бассейна Амударьи: Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан
- Может быть запущена для одной страны или нескольких стран одновременно
- Долгосрочный горизонт планирования (2050+)
- Улучшенное качество детализации для элементов национальных энергетических систем с важными связями с водными ресурсами, например:
  - Гидроэнергетика
  - Насосное водоснабжение
  - Производство органического топлива
- Модели, разработанные с участием заинтересованных сторон и отражающие национальные условия, включая политику в области энергетики, климата и экономического развития

# Инструменты моделирования: Платформа анализа низких выбросов



<https://leap.sei.org>

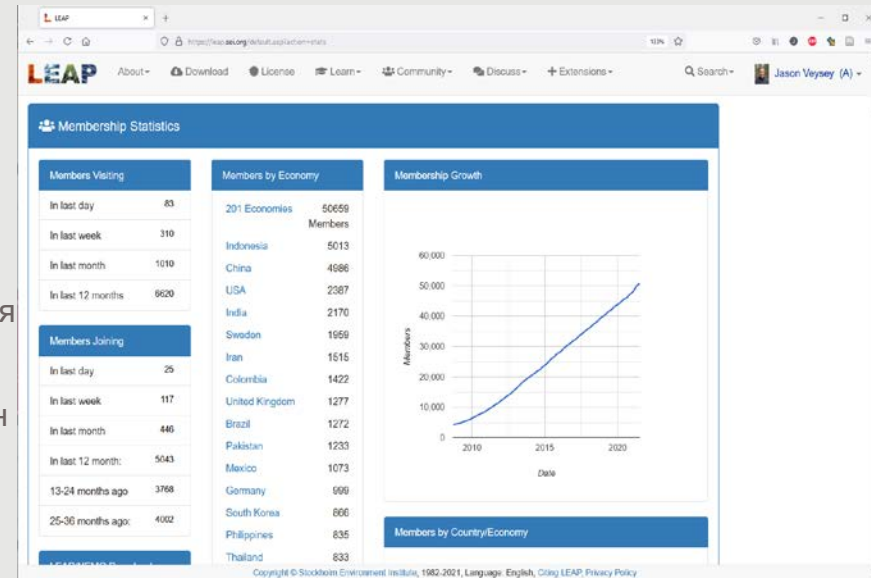
Инструмент для количественного моделирования:

- энергетических систем
- Загрязнения окружающей среды выбросами из энергетических и неэнергетических источников
- Влияния на здоровье
- Показателей устойчивого развития
- Издержек и выгод
- Соответствующих внешних факторов

Разработана Программой энергетического моделирования SEI для поддержки устойчивого развития

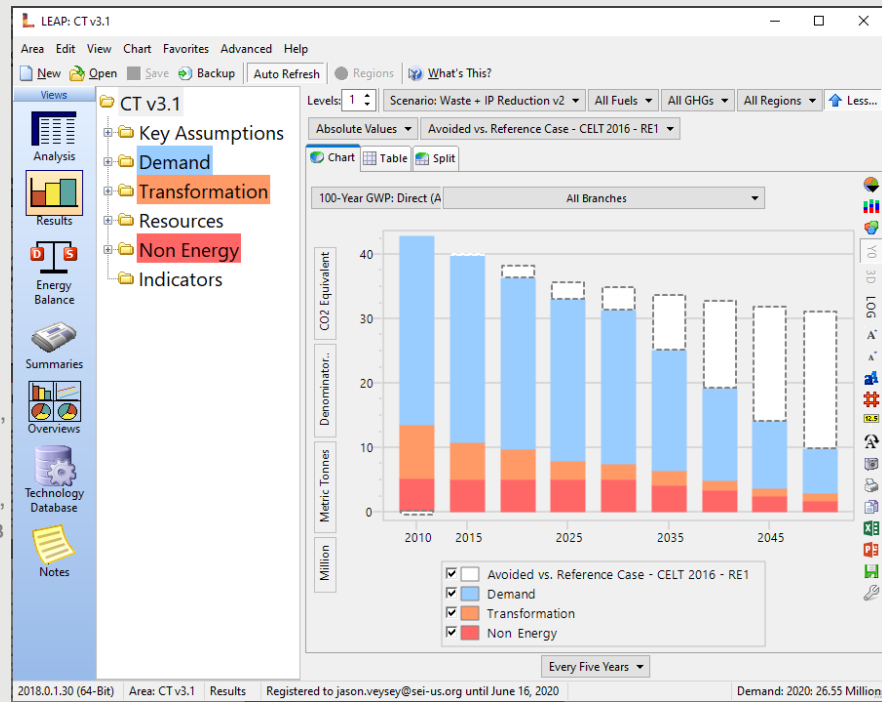
- Лучшее информирование принятия решений
- Расширение возможностей заинтересованных сторон для проведения собственного анализа

Соответствует средне- и долгосрочному планированию



# Ключевые характеристики LEAP

- Широкий охват, гибкие структуры данных
  - Возможность получения результатов в условиях дефицита данных
- Поддержка нескольких методологий моделирования
- Выбранные пользователем методы моделирования, встроенные в систему учета (энергия, выбросы, затраты, природные ресурсы)
- На основе сценариев: сценарии для различных политик, предположений, аналитических вопросов
- Графический интерфейс пользователя, эффективная визуализация
- Подходит для моделирования на различных уровнях: национальном, субнациональном, региональном, глобальном.
- Часто используется для национальных планов в области энергетики, климата и загрязнения воздуха (например, >30 НДК, десятки отчетов для РКИК ООН).
- Библиотеки базовых данных: единицы измерения, загрязнители, топливо, коэффициенты выбросов
- Годовой временной шаг с детализацией по сезонам/времени суток
- Интеграция с Microsoft Office



# Инструменты моделирования: Система оптимизации энергетического моделирования NEMO

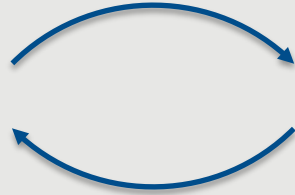
- Высокопроизводительный инструмент оптимизации энергетических систем (свободен в доступе)
- Интегрируется с LEAP в качестве графического интерфейса пользователя
- Ключевые функции для проведения анализа декарбонизации и электроэнергетических систем
  - ❖ Хранение запасов энергии
  - ❖ Узловые энергосистемы, мощность и трубопроводный поток
  - ❖ Целевые показатели выбросов и возобновляемых источников энергии
- Параллельная обработка
- Поддержка нескольких алгоритмов решения, возможности настройки производительности



<https://leap.sei.org/nemo>

## Схема моделей

LEAP



nemo

- Пользовательский интерфейс - ввод данных, представление результатов и визуализация
- Моделирование спроса на энергию - анализ деятельности, эконометрические методы и методы потребительского выбора
- Учет энергии, выбросов, затрат и ресурсов

- Оптимизация производства электроэнергии (включая трансграничную торговлю)
- Высокое временное разрешение (например, ежечасно), идеальное прогнозирование



# Процесс моделирования

- Модель LEAP-NEMO для бассейна Амударьи будет построена на итерационных (многократно повторяющихся) этапах
  - Первоначальная версия, основанная на общедоступных данных по принципу «сверху вниз»
  - По мере поступления данных добавляются дополнительные детали и уточняются методы моделирования
- Фокус на прозрачности и удобстве использования
  - Все исходные данные задокументированы в модели
  - Регулярная валидация (проверка) с заинтересованными сторонами
- Окончательная модель передается национальным партнерам с последующим обучением



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

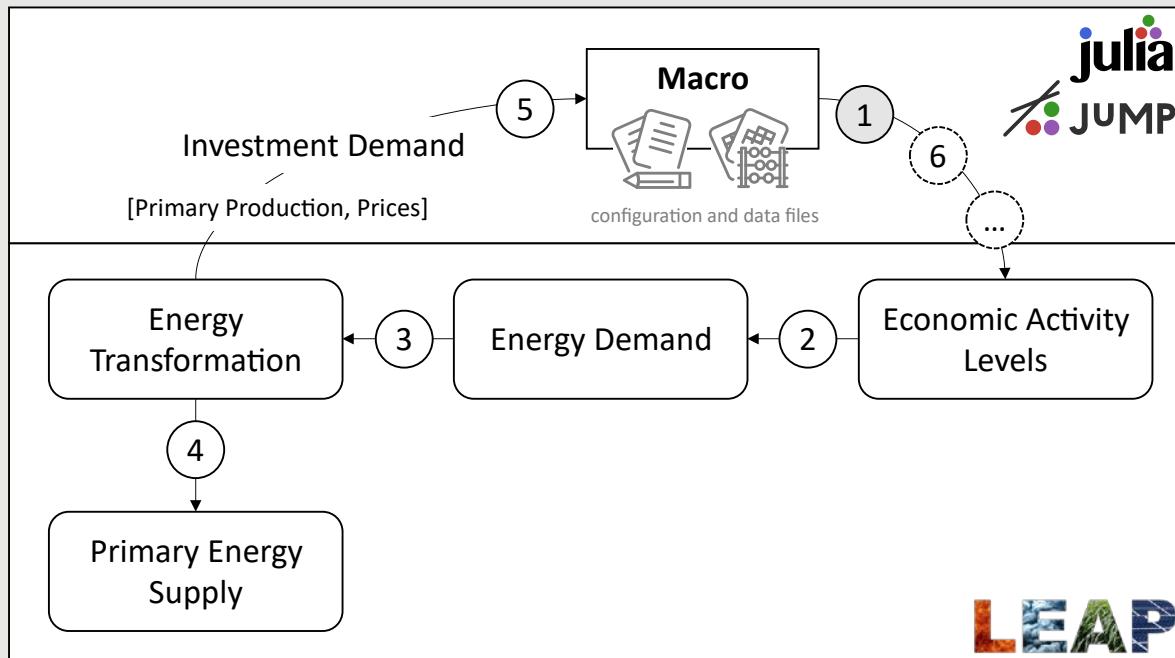
# MACRO

---

# Модель MACRO

- Macro - это макроэкономическая модель с открытым исходным кодом. Она разработана для использования с LEAP через расширение **LEAP-Macro**.
- Цель LEAP-Macro заключается в создании внутренне согласованных экономических сценариев для LEAP
- В стандартной модели LEAP:
  - Уровни экономической активности задаются извне (например, ВВП и отраслевая добавленная стоимость)
  - Но инвестиции в энергетику - рассчитанные LEAP - вносят вклад в ВВП
  - Это создает двустороннюю связь: энергетический сектор - остальная экономика
- В LEAP-Macro:
  - Моделируются уровни экономической активности
  - Инвестиции в энергетику способствуют росту совокупного спроса
  - LEAP и Macro выполняются итеративно, пока не сойдутся

# Связь LEAP и Macro



1. Макро передает уровни экономической активности в LEAP
2. LEAP моделирует энергетическую систему
3. LEAP передает инвестиции (и, по желанию, производство и цены) в Макро
4. Процесс повторяется

# Интеграция всех моделей: WEAP-LEAP-NEMO-Макро







# Интегрированные сценарии для бассейна реки Сырдарья

---

# Моделирование в бассейне реки Сырдарья



# Сценарные пути

Сценарный путь - это тематически связанный набор плановых решений, жизнеспособность и устойчивость которых к неопределенностям проверяется в рамках моделирования.

- Внутренне согласованное видение будущего
- Проверено в ходе многократного прогона моделей
- Оценивается в диапазоне значений критических неопределенностей (потенциальное будущее)
- Модели RDS рассчитывают логичные, внутренне согласованные последствия ключевых предположений, лежащих в основе сценарных путей

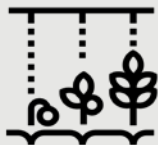
# Сценарные пути для бассейна Сырдарьи

## 1. Базовый сценарий



### 2. Национальный фокус

- Страны бассейна Сырдарьи реализуют все текущие планы по расширению гидроэнергетики и сельского хозяйства
- Отсутствие учета трансграничного воздействия
- Базовые методы управления водными и другими ресурсами



### 3. Улучшения водоснаб-я и с/х-ва

- Развивает путь 2
- Восстановление и модернизация ирригационных систем
- Внедряются новые культуры и схемы земледелия
- Масштабное внедрение водосберегающего оборудования



### 4. Улучшение энергетики и климата

- Развивает путь 3
- Страны бассейна Сырдарьи реализуют национальные планы и политику, связанные с энергоэффективностью, возобновляемыми источниками энергии и изменением климата
- С учетом Национальных определенных вкладов



### 5. Международное сотрудничество

- Развивает путь 4
- Расширение международного сотрудничества по вопросам водных ресурсов, энергетики и сельского хозяйства
- Улучшение трансграничной координации и обмена ресурсами



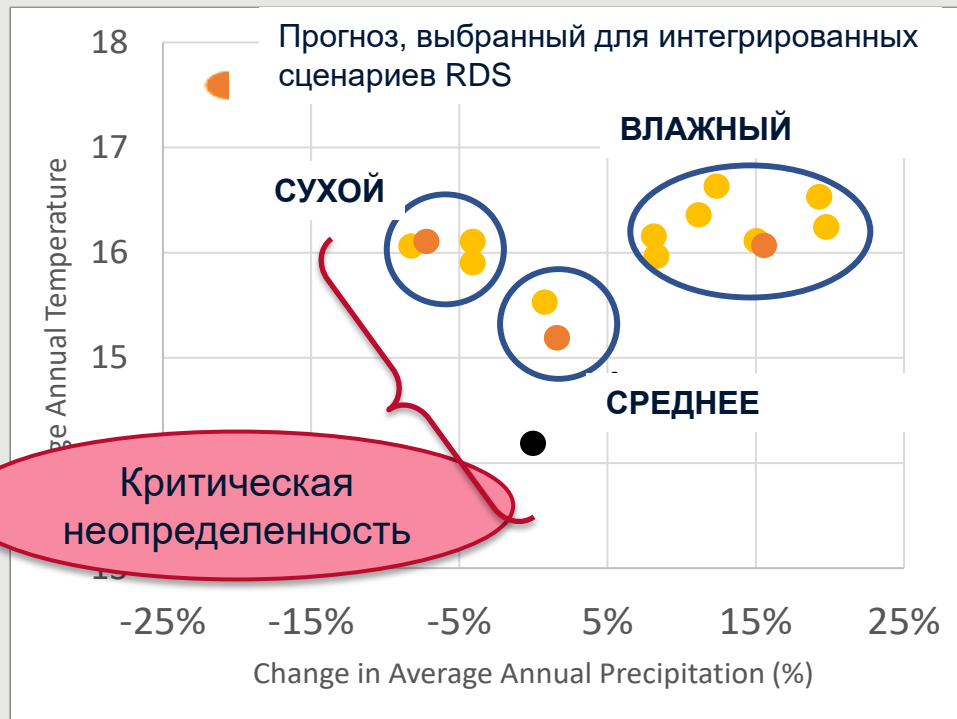
### 6. Восстановление экосистемы

- Развивает путь 5
- Минимальные требования к стоку воды, необходимые для здоровья Северного Арала, удовлетворены

# Прогнозы изменения климата для бассейна Сырдарьи

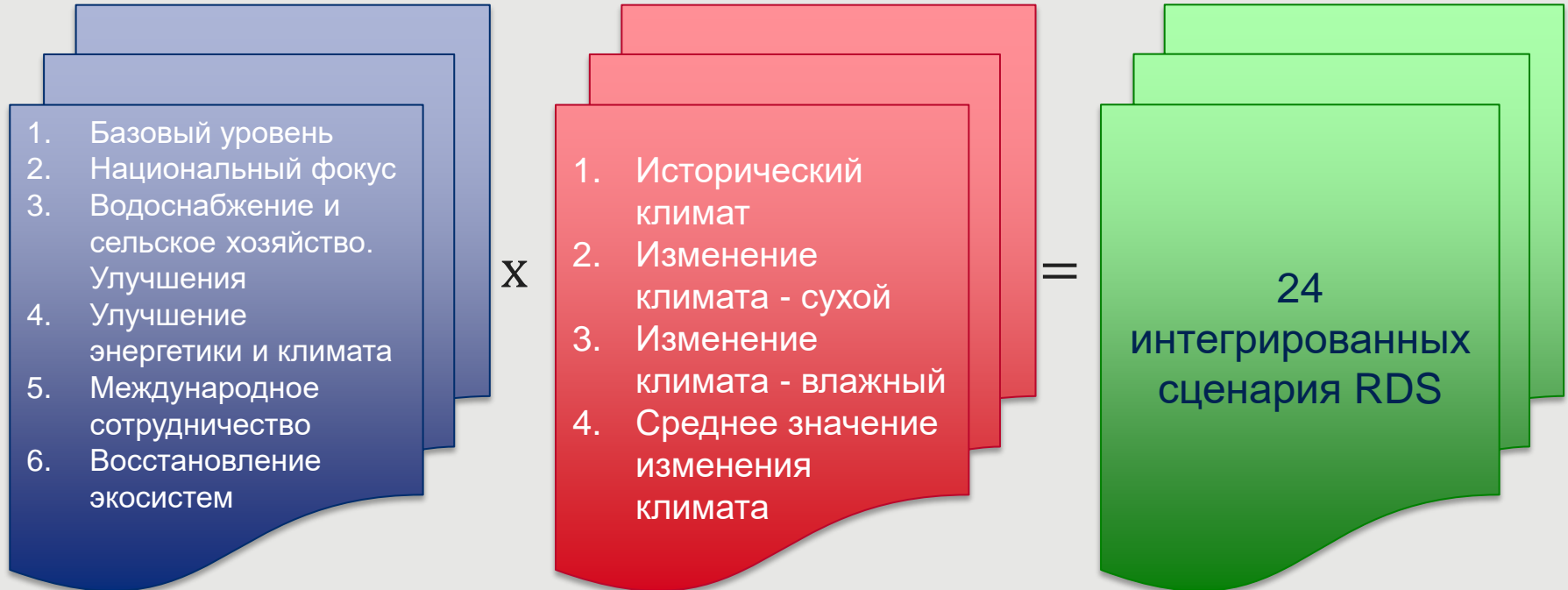
- Все прогнозы указывают на повышение температуры, от 1 до 2,4 °C к 2050 году
- Среднегодовое количество осадков колеблется между 91% и 120% от исторического уровня
- Отдельные прогнозы
  - **Сухой** (модель INM-CM5, SSP 5, RCP 8.5)
  - **Влажный** (модель GFDL CM4, SSP 5, RCP 8.5)
  - **Среднее** (модель MPI-ESM1, SSP 2, RCP 4.5)

Прогнозируемое изменение температуры и осадков (2030-2050) ● Historical ● CMIP6





# Интегрированные сценарии RDS





# Процесс поддержки принятия решений для бассейна реки Амударья

---

# Вызовы в бассейне реки Амударья



Изменение климата



Конкурирующие  
интересы  
для водных  
ресурсов



Ограниченное  
сотрудничество

# Особенности WEAP (применительно к её адаптации в бассейне Аральского моря)

- ✓ Оценка водных ресурсов (в зоне формирования стока)
- ✓ Расчет требований на воду – учет требований к воде различных типов водопользователей
- ✓ Планирование распределения водных ресурсов и создание сценариев планирования
- ✓ Регулирование стока рек водохранилищами – ввод режимов, обеспечивающих компромиссные варианты удовлетворения требований
- ✓ Расчет руслового баланса и трансформации расходов воды по речной сети
- ✓ Определение архитектуры речной сети и формирование сети узлов для расчета трансформации расходов воды от источников к потребителям водных ресурсов



# Концепция модели по бассейну Амударьи

## Что необходимо учесть?



- **Правильно сформировать** речную сеть в структуре WEAP в виде графа, разбив ее на балансовые участки между гидрологическими постами и водохранилищными гидроузлами, ГЭС
- **Правильно установить** источники водных ресурсов в зонах формирования стока, водозаборы и точки возвратных вод
- **Определить и ввести** в алгоритмы расчета функции русловых потерь и потерь воды в водохранилищах, функции возвратных вод, точки их формирования и сброса в речную сеть
- **Определить сценарии** регулирования стока крупными водохранилищными гидроузлами с ГЭС

# Концепция модели по бассейну Амударьи

## Что необходимо учесть?



- **Определить подход** к определению требований на воду в орошаемом земледелии, водных экосистем и других водопользователей
- **Установить** потребный водозабор в Афганистан
- **Определить подход** к оценке располагаемых водных ресурсов
- **Определить подходы** к учету влияния климатических изменений на формирование речного стока и требования на воду с/х культур
- **Определить период** и шаг сценарных (долгосрочных) расчетов, шаг сезонных
- **Что еще необходимо учесть? (примеры)**



# Модель региональной энергетической системы

## Процесс моделирования

- Модель будет построена на итерационных (многократно повторяющихся) этапах:
- Первоначальная версия, основанная на общедоступных данных по принципу «сверху вниз»
- По мере поступления данных добавляются дополнительные детали и уточняются методы моделирования
- Фокус на прозрачности и удобстве использования:
- Все исходные данные задокументированы в модели
- Регулярная валидация (проверка) с заинтересованными сторонами
- Окончательная модель передается национальным партнерам с последующим обучением.



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

.....**ПЕРЕРЫВ НА КОФЕ**



# Обзор показателей успешности Критические неопределенности Стратегии и подходы планирования реализации задач

---

# Основные входные данные для RDS

## Показатели успеха

Показатели, измеряющие прогресс в достижении целей планирования.



Пример - урожайность сельхозкультур

## Критические неопределенности

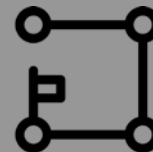
Факторы, находящиеся вне контроля планировщиков, которые могут оказать значительное влияние на будущие результаты.



Пример - изменение климата

## Стратегии и варианты планирования

Выбор, находящийся под контролем планировщиков; оценивается в компьютерном моделировании.



Пример - модернизация инфраструктуры

**Определить действия, которые могут быть предприняты для повышения устойчивости систем вода-энергия-продовольствие-окружающая среда в Центральной Азии.**

## Стратегии и варианты планирования

Выбор, находящийся под контролем планировщиков; смоделирован в компьютерной модели в трех категориях:

- Инфраструктура
- Варианты планирования политики
- Международное сотрудничество

# Примеры

## Инфраструктура

- Установить цифровые счетчики воды и энергии для конечных пользователей
- Модернизация каналов и ГТС
- Сокращение технических потерь в электросетях
- Электрификация транспортных средств и отопление помещений
- Строительство новых мощностей по производству или хранению электроэнергии

## Политика

- Ценообразование на воду и энергию
- Оплата за экосистемные услуги (сан попуск)
- Стимулы для возобновляемых источников энергии
- Договоры о покупке электроэнергии
- Национальная политика в области энергетики, возобновляемых источников энергии и энергоэффективности

## Международное сотрудничество

- Улучшение товарообмена между странами
- Совместное планирование операций на плотине
- Выявление и использование межсекторального взаимодействия между странами в области производства энергии, сельскохозяйственного производства и водопользования
- Региональный рынок электроэнергии
- Региональная торговля квотами на выбросы

# Выявить Критические неопределенности при планировании водно-продовольственной и энергетической безопасности

Факторы, находящиеся вне контроля планировщиков, которые могут оказать значительное влияние на будущие результаты и будущие значения которых неизвестны. Критические факторы неопределенности выбираются для создания сценариев, в которых проверяются варианты планирования.

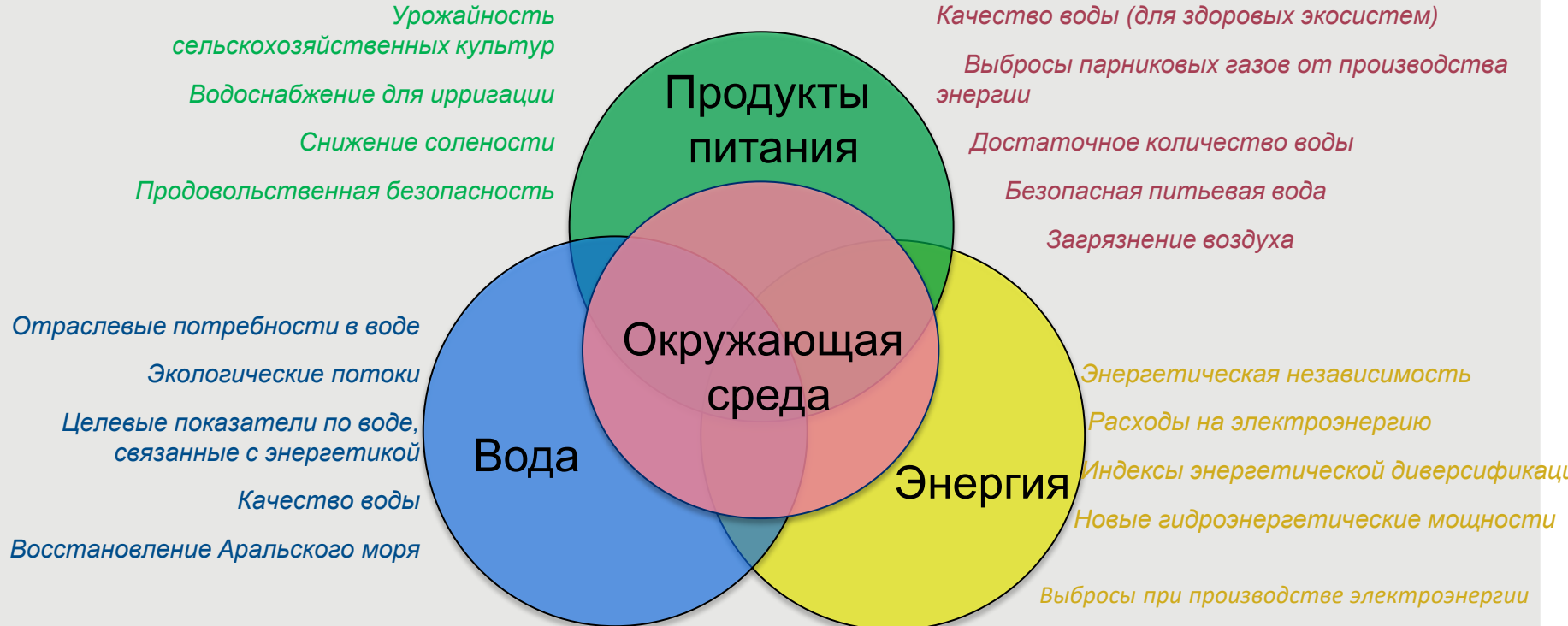
## *Примеры*

- Политическая неопределенность (международное сотрудничество, внутренняя политика, международные механизмы финансирования)
- Рост и распределение населения
- Изменения в приоритетах распределения водных ресурсов
- Климатические изменения в таянии ледников, осадках, температуре и т.д.



# Определить Ключевые Показатели успеха

Показатели, измеряющие прогресс в достижении целей планирования. Рассчитываются моделями в смоделированных сценариях.





# Примерный перечень необходимых данных

---

# Примерный перечень необходимых данных

## Вода - Продовольствие

- Потребности в воде (дождевая и орошаемая, качество воды, рыболовство)
- Осадки, эвапотранспирация, накопление и таяние снега и льда, сток, влажность почвы
- Дренажные потоки
- Передаточные линии, гидроэнергетические установки, емкости для хранения и другая инфраструктура
- Планы и политика
  - Климат
  - Сельское хозяйство
  - Качество воды

## Энергия

- Демографические и макроэкономические данные и прогнозы
- Энергетические балансы, обследования и аудиты
- Кадастры парниковых газов
  - Данные о деятельности, коэффициенты выбросов итоговые показатели выбросов
- Отчеты сетевых операторов
- Данные о запасах, продажах и производительности оборудования
- Запасы и потенциал природных ресурсов
- Планы и политика
  - Климат, энергетика, загрязнение воздуха
- Затраты
  - Капитальный ремонт, эксплуатация и обслуживание оборудования
  - Топливо и прочие расходные материалы
  - Реализация политики



# Следующие шаги

—

# Хронология реализации RDS/Нексус в бассейне реки Амударья

Сбор данных

Разработка моделей (WEAP и LEAP)

Наращивание потенциала

Национальные  
консультации  
RDS

Региональная  
встреча по RDS

Предварительные  
результаты

Региональная  
встреча по RDS

Окончательные  
результаты  
моделирования /  
Определены  
приоритетные  
действия

Зима 2022

Начало 2024 года

---

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ USAID ПО ВОДНЫМ  
РЕСУРСАМ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА – ЕКАТЕРИНА  
СТРИКЕЛЕВА

ПРОСПЕКТ ДОСТЫК 210Б, БК КОКТЕМ ГРАНД, 6  
ЭТАЖ, АДМАТЫ 050051, КАЗАХСТАН



DISCLAIMER: Данный продукт стал возможен благодаря поддержке американского народа через Агентство США по международному развитию (USAID). Содержание данной презентации является исключительной ответственностью компании Tetra Tech ES, Inc. и не обязательно отражает точку зрения USAID или правительства США.