

# **Управление природными ресурсами **На межотраслевом и ландшафтном уровне** для обеспечения устойчивости к изменениям климата**

Применение аналитического инструментария  
наук о Земле – Примеры из международной  
практики и модель AraDIF

**Эрик Фернандес (Erick Fernandes)**

Всемирный банк

Страны Латинской Америки и Карибского бассейна

# **Всемирный банк предупреждает «Большую двадцатку»: изменение климата представляет реальную экономическую угрозу**

Источник: [AFP](#) | 17.02.2013

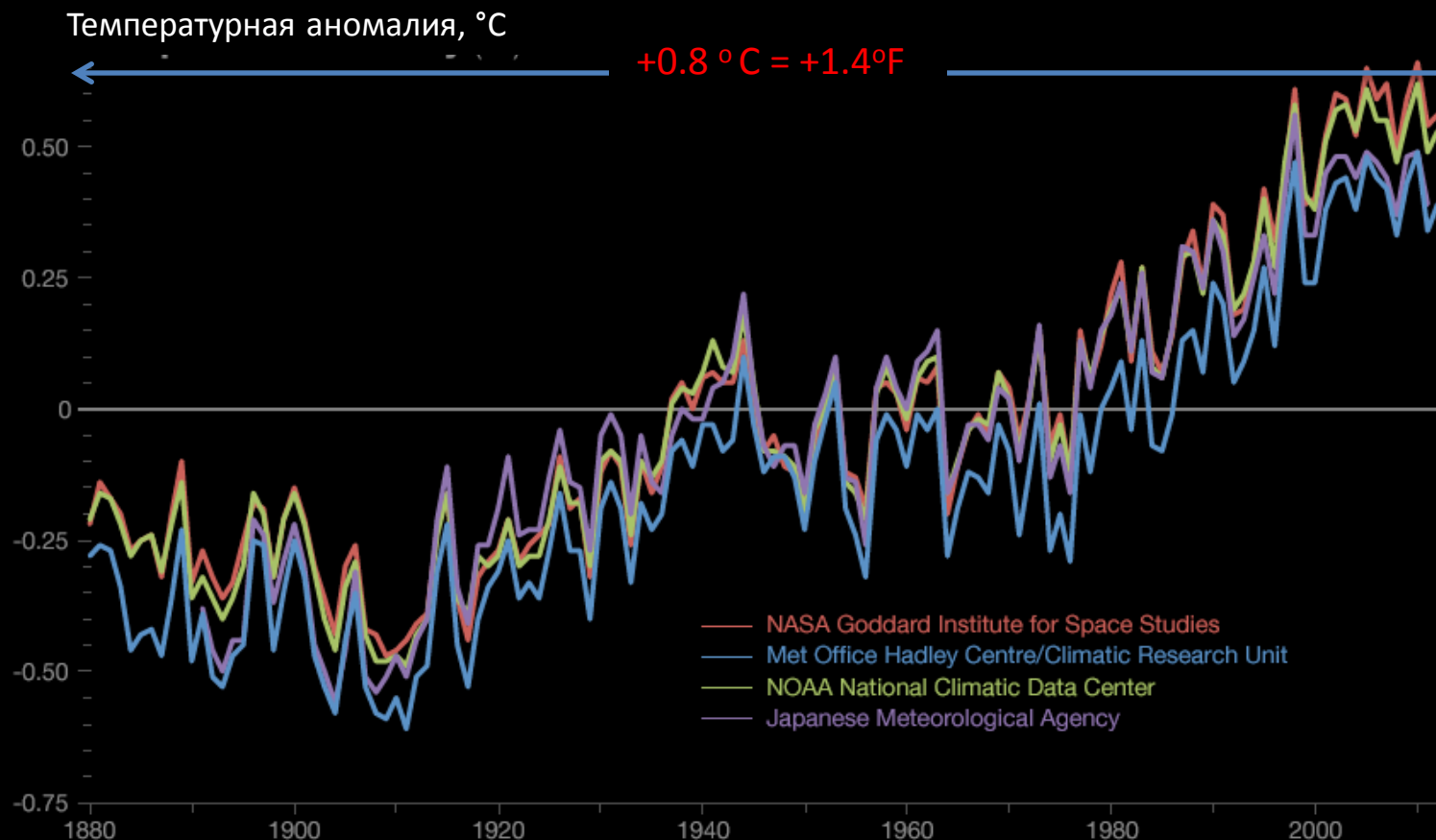


Президент Всемирного Банка Джим Ён Ким,  
Президент МВФ Кристин Лагард

Президент Всемирного банка выступил перед руководителями финансовых структур ведущих экономически развитых стран мира с предостережением о том, что глобальное потепление представляет реальную угрозу для планеты и уже оказывает небывалое влияние на мировую экономику.

Обращаясь к министрам финансов на саммите G20, который прошел в Москве, Джим Ён Ким призвал их «очень серьезно отнестись к решению проблем климатических изменений».

# Есть мнение, что ученые расходятся в оценке изменения температуры на планете



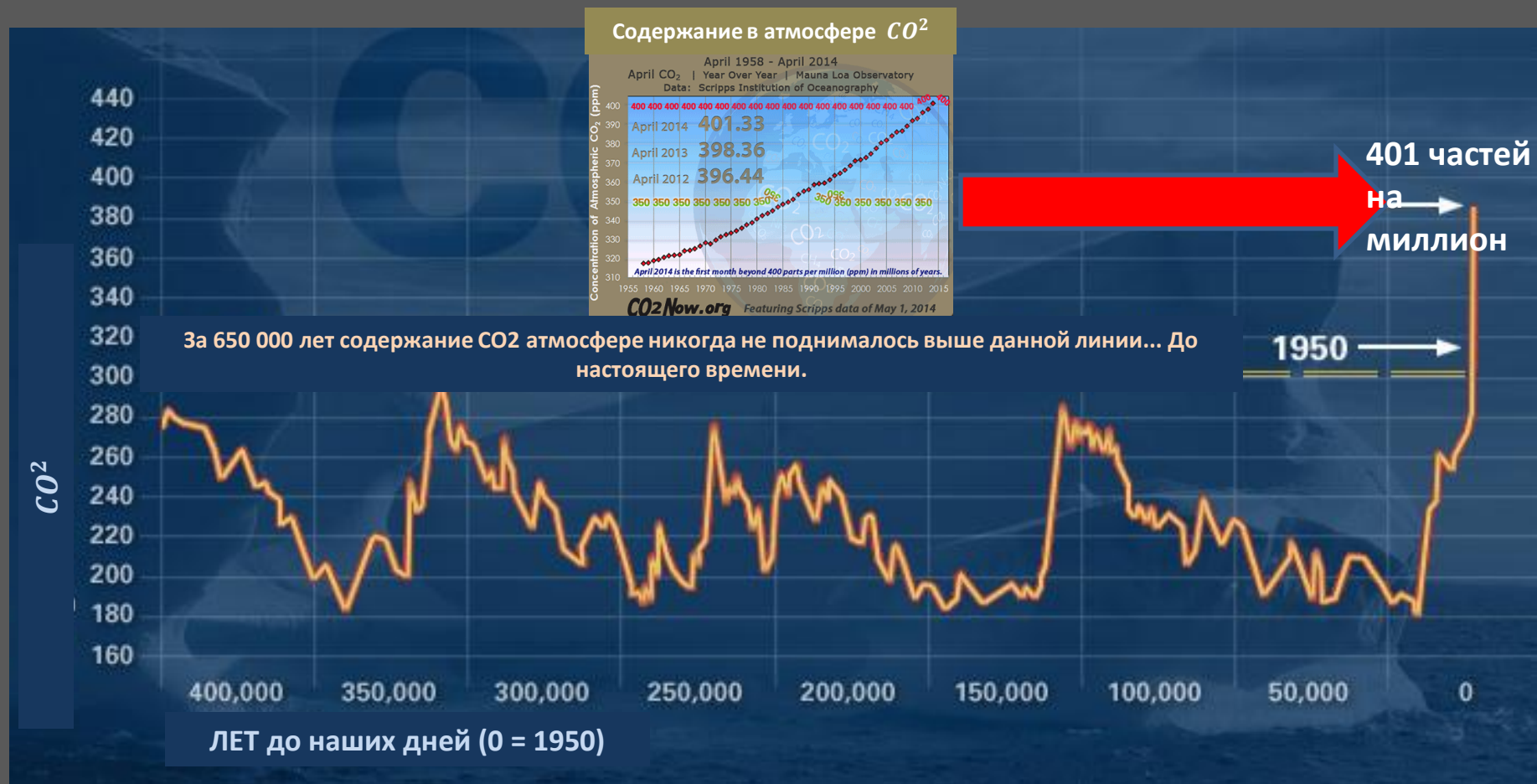
Вот как выглядят «различия» в оценке.



CLIMATE 365

[climate365.tumblr.com](http://climate365.tumblr.com) | [go.nasa.gov/climate365](http://go.nasa.gov/climate365)

# Содержание $\text{CO}_2$ в атмосфере сейчас выше, чем за все последние 650 000 лет, и продолжает расти.



Данный график, основанный на сравнении образцов воздуха из ледяного керна и современных прямых измерений, доказывает, что с начала промышленной революции содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере возросло. (Источник: NOAA)



# Источники и приемники антропогенных выбросов CO<sub>2</sub>

## Откуда берутся антропогенные выбросы CO<sub>2</sub>?

91%

33,4 млрд тонн



Органическое топливо и цемент

2010

9%

3,3 млрд тонн



Изменение характера  
землепользования

2010

## Куда уходят антропогенные выбросы CO<sub>2</sub>?

50%

18,4 млрд тонн



Атмосфера

2010

26%

9,5 млрд тонн



Земля

2010

24%

8,8 млрд тонн



Океаны

2010



Данные за 2010 г. получены из следующих источников:

Le Quéré и др. 2009, Nature Geoscience  
Canadell и др. 2007, PNAS

CO<sub>2</sub>Now.org



# 4° Turn Down the Heat

Why a 4°C Warmer World  
Must be Avoided



THE WORLD BANK

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

# 4° Turn Down the Heat

Climate Extremes, Regional  
Impacts, and the Case for Resilience

Public Disclosure Authorized



THE WORLD BANK



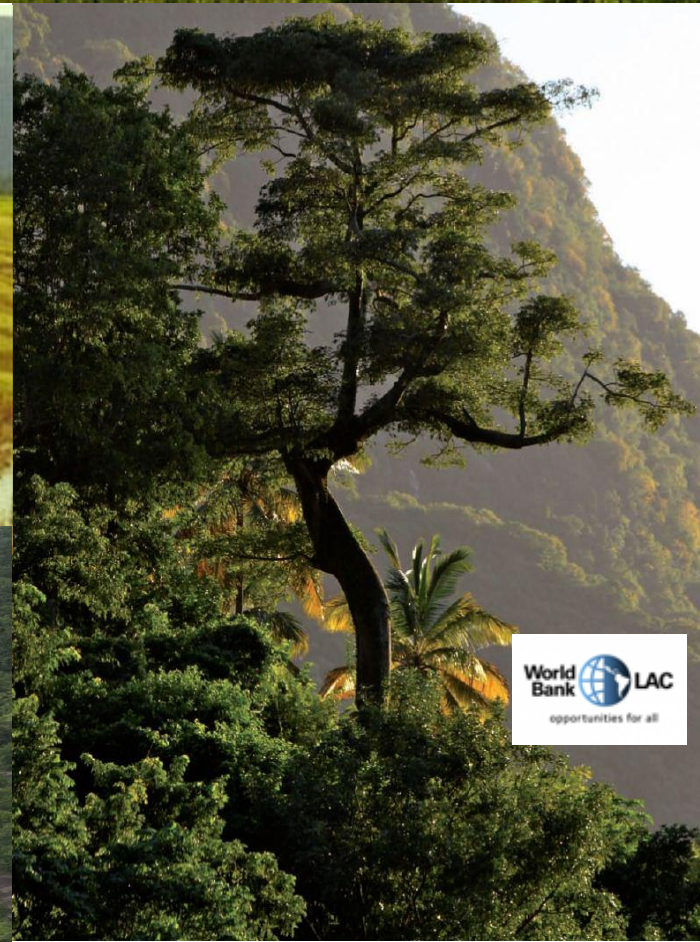
LATIN AMERICA AND THE  
CARIBBEAN REGION

AGRICULTURE AND RURAL  
DEVELOPMENT TEAM

THE WORLD BANK

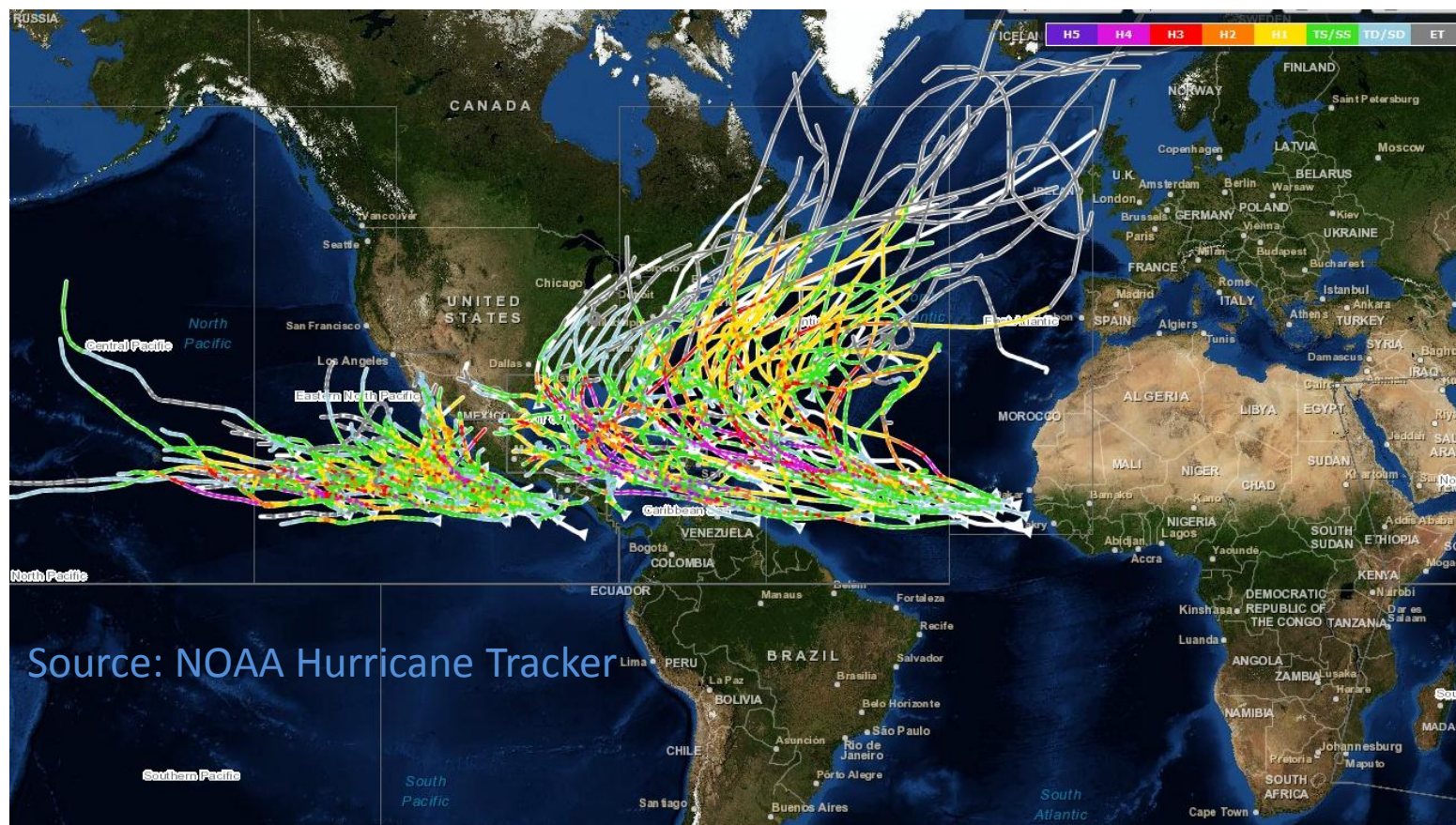


# Climate Change, Land Rights, and Natural Resources Management





From 2000-2011 there were 154 Hurricanes (H1-H5) recorded in the Atlantic and Pacific



Central America & the Caribbean are increasingly vulnerable if the projected increase in Hurricane Intensity (more H4&5s) happens over the next 3-5 decades



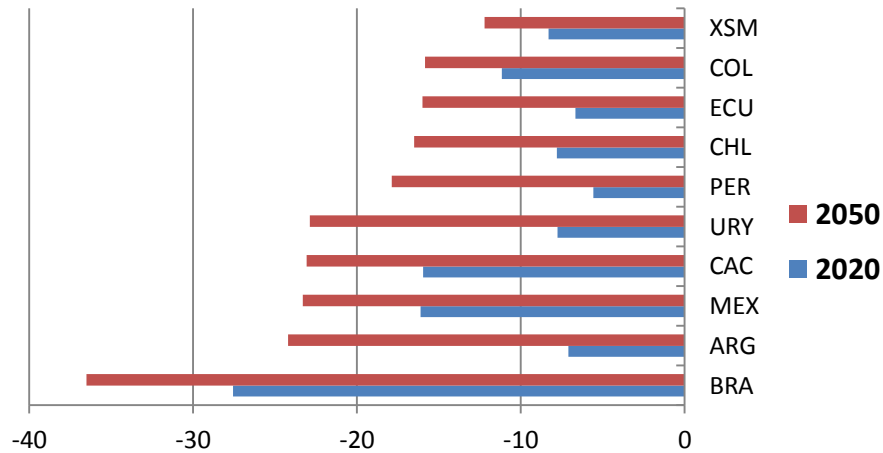
AMERICA AND THE  
CARIBBEAN REGION

AGRICULTURE AND RURAL  
DEVELOPMENT TEAM

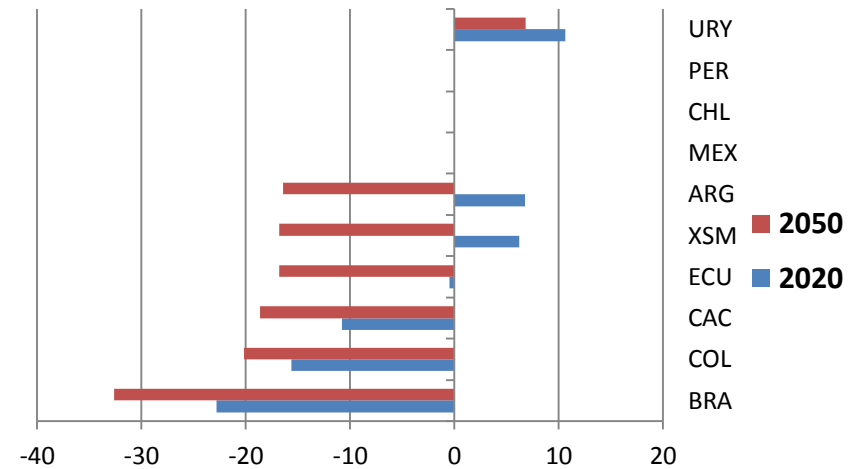
THE WORLD BANK

# Impact of CC on Cereals in Latin America

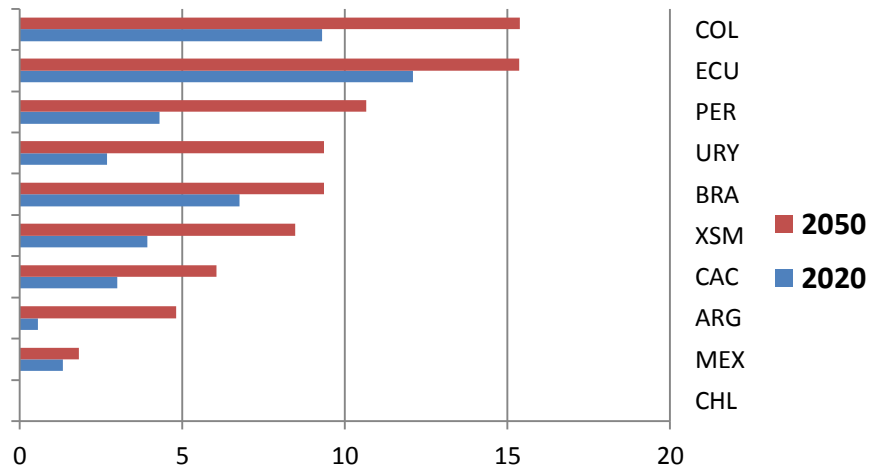
## Corn



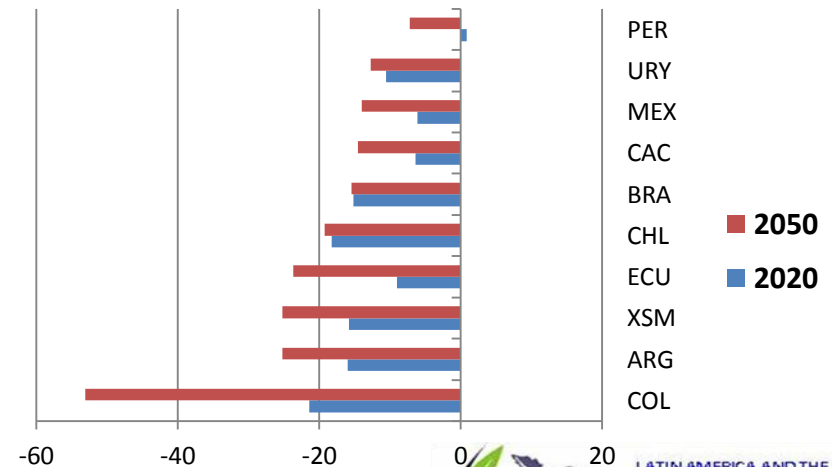
## Soybean



## Rice



## Wheat

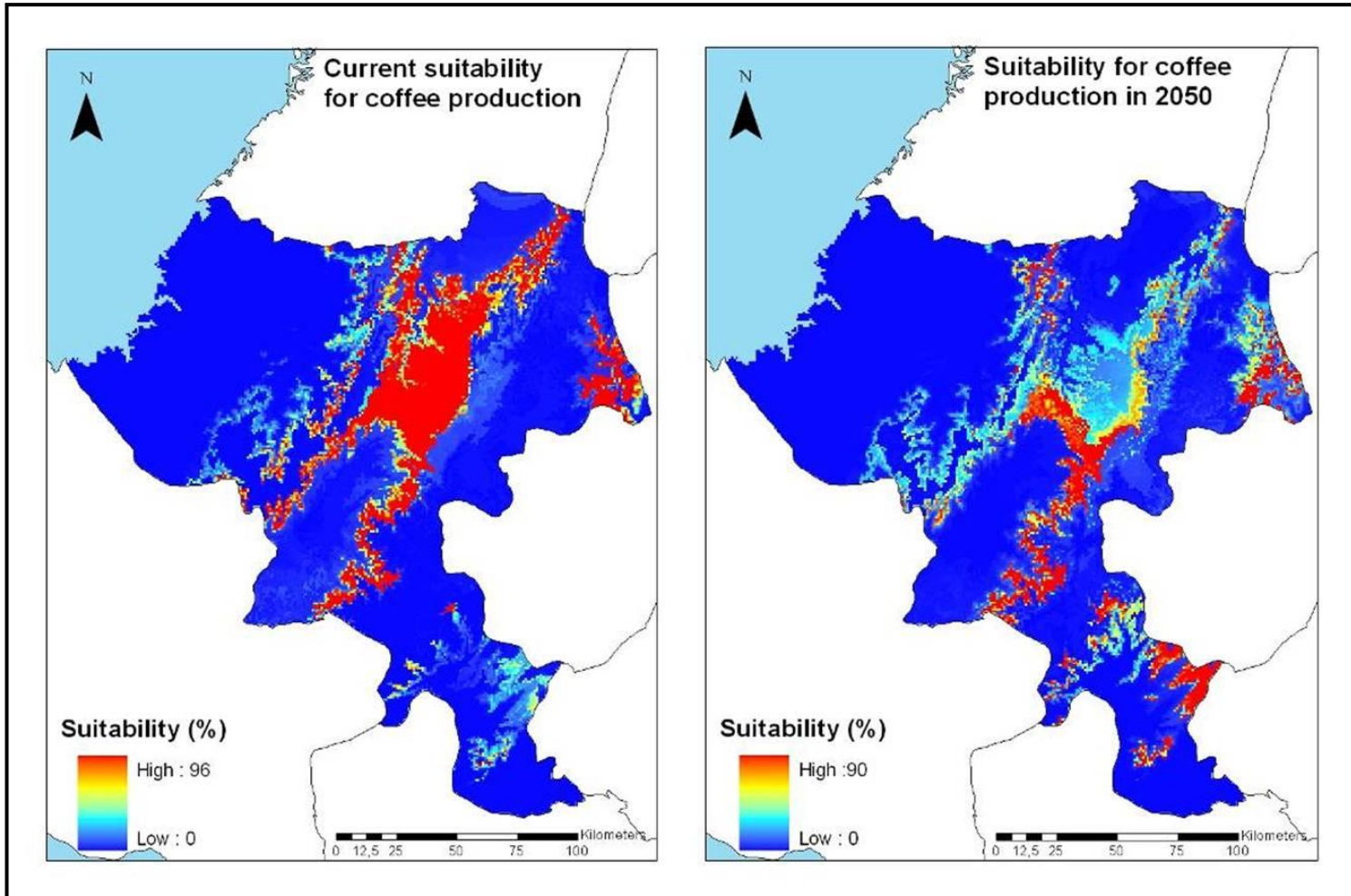


Source: World Bank, 2012



# High Value Crops: Will Coffee be viable in Central America?

Example of projections for Colombia due to temperature & precipitation changes

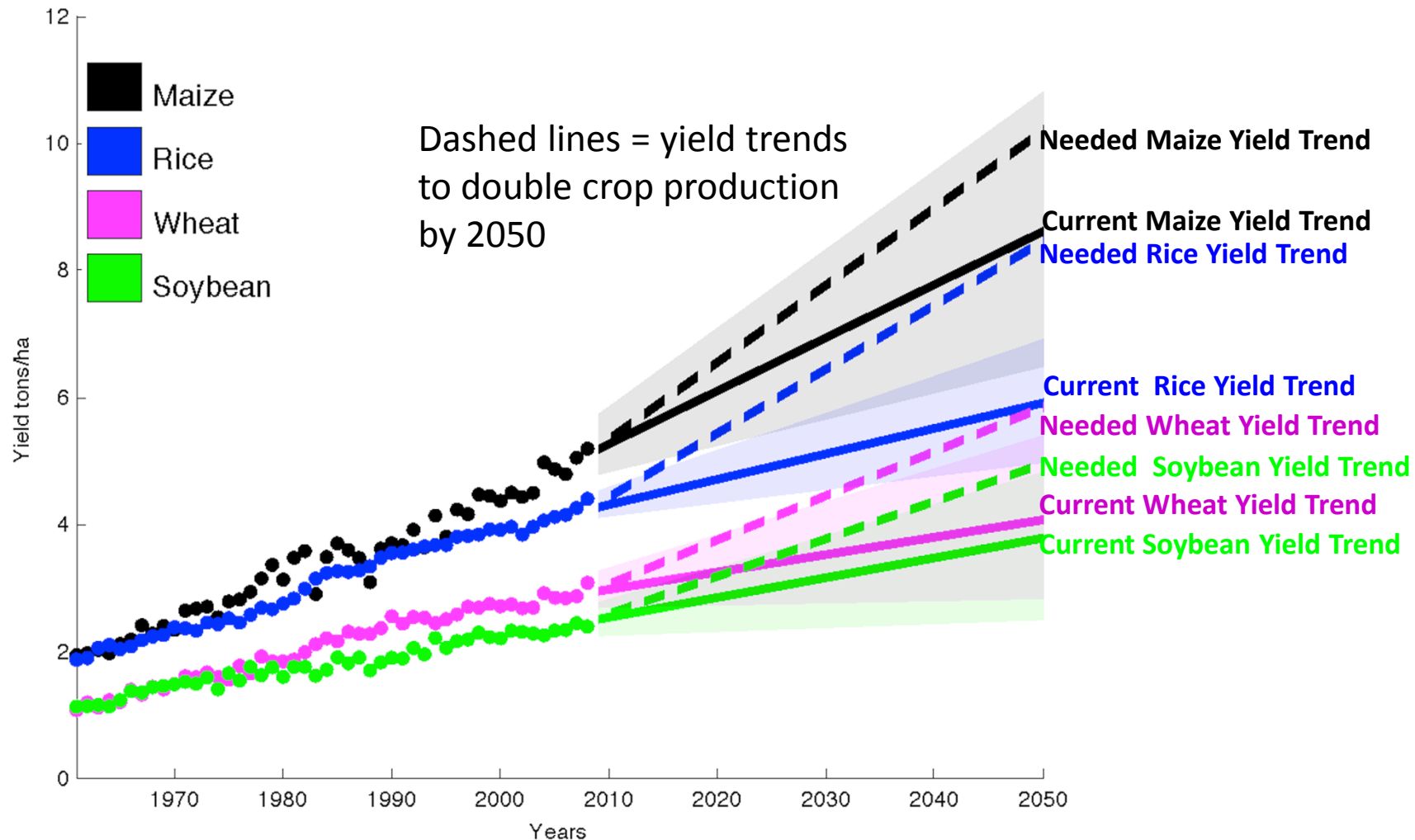


Source: Jarvis, CIAT (2012)





# Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050



# **Sustainable Development in the Face of Climate Change**

Big Picture, Big Data, Big Analytics

Example from Latin America

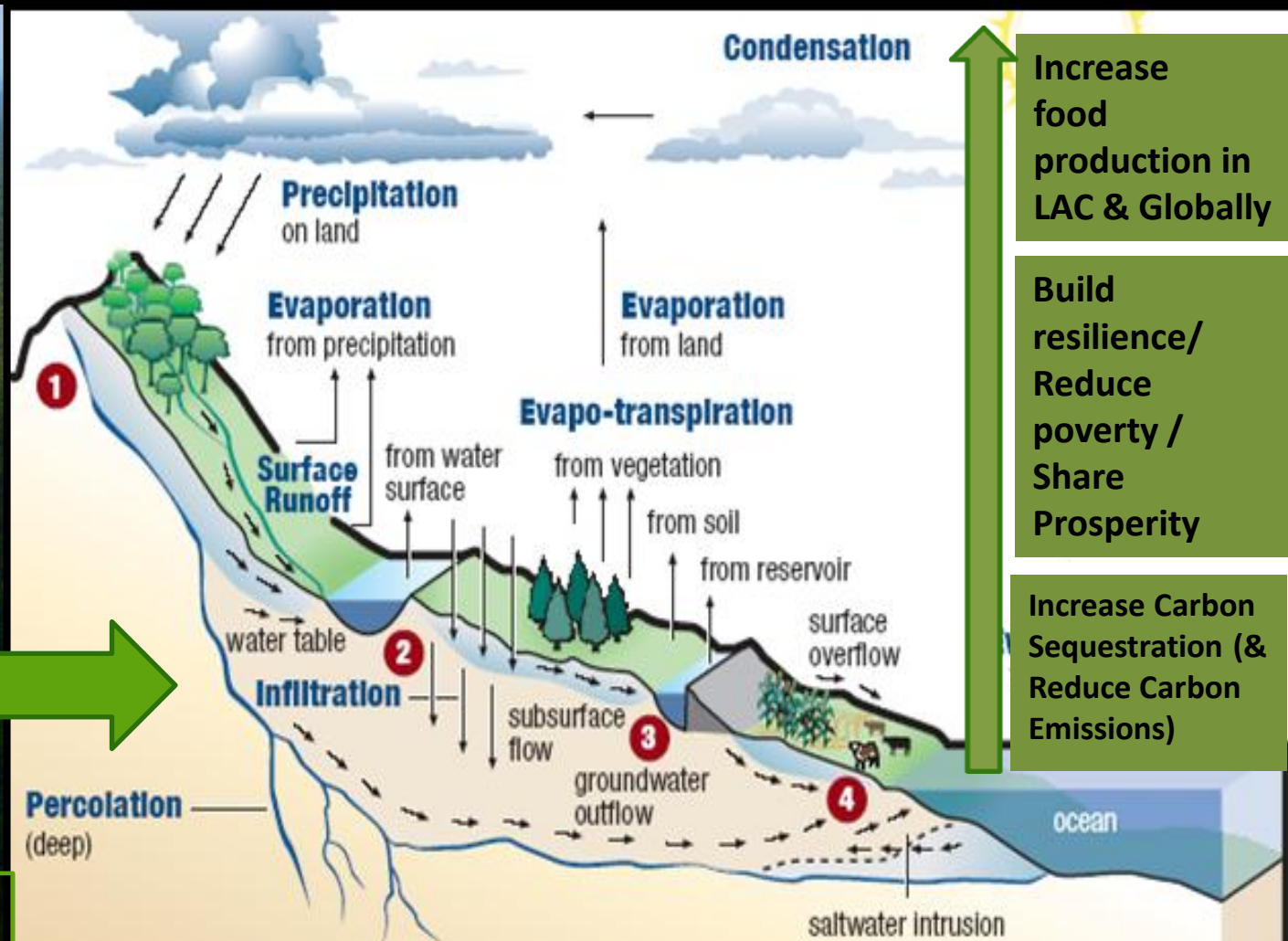
# Landscapes & people, food, forestry, land, water

## National, Regional, Global

**Forests & Agroforests:**  
Wood + Fuel &  
Carbon + Water +  
Biodiversity



**Ecosystem Services for  
Resilient Landscapes**



**Increase food production in LAC & Globally**

**Build resilience/  
Reduce poverty /  
Share Prosperity**

**Increase Carbon Sequestration (& Reduce Carbon Emissions)**

Land Insecurity, Uneven Tenure, Land Rights, Indigenous Communities, Competition

# Разработка системы обеспечения принятия решений для управления природными ресурсами на полевом уровне и уровне водных бассейнов

Структура системы обеспечения принятия решений  
*Цель – обеспечить решение межотраслевых вопросов и образование связей*

*Путем моделирования систем Земли*

Модули  
данных

Расчетный  
центр  
*Модели и расчеты*

Выходные  
переменные

Согласование  
с  
политикой

Встроенная  
функция  
планирования  
политики и  
бюджетирования

## *ТЕМЫ: Конвергентная эволюция*

- **Системы наук о Земле** – Как прийти к решению по гидрологии и динамике ландшафта, которое будет, как минимум, полезным, в тех областях, где информации недостаточно. Основной фактор – значительная служебная необходимость, которая в свою очередь подталкивает фундаментальную науку.
- **“Информатизация”** – В действительности данная задача требует серьезного внимания к информационным технологиям, т.е. к получению, обработке и распространению информации (ключевое – визуализация, как подается информация)
- **“Геополитика”** – Как направить важную информацию в процессы принятия решений реальных министерств, служб, трансграничных организаций, на достаточно высоком уровне, чтобы гарантировать ее необходимость (роль Всемирного банка и аналогичных организаций)

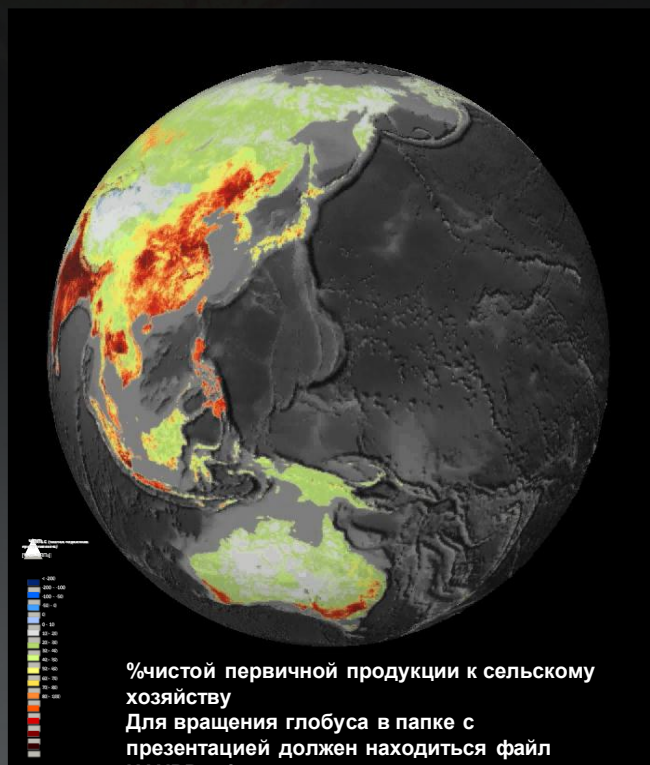


# Трудности и благоприятные возможности

Решение проблемы в отношении информации - недостаток, избыток

Обеспечение/представление общественной оценки и контроль за различными экосистемными услугами

- Обеспечение агентств по ресурсам средствами оценки условий окружающей среды, в особенности в условиях меняющегося мира.
- Оказание поддержки регионам, которые не располагают информацией в нужном объеме и имеют информационный канал с ограниченной пропускной способностью (в особенности касается возможностей)



Источник данных: <http://www.uni-klu.ac.at/socet/inhalt/1191.htm>



# ***Входной канал для пространственных данных – от данных к ключевой информации***

Проблемные вопросы (вода, углерод, биологическое разнообразие, экосистемные услуги) по своей сути связаны между собой в пространственном, масштабном мире (в котором сохраняется масса)

Данные из различных источников могут позволить ограничить выборку, но не должны дезориентировать.

Встроенные модели, которые связывают информационные слои отрасли, задействуют основные движущие силы и обеспечивают их адекватность.

Обладает способностью оценивать различные возможности, разрабатывать сценарии и моделировать результаты.

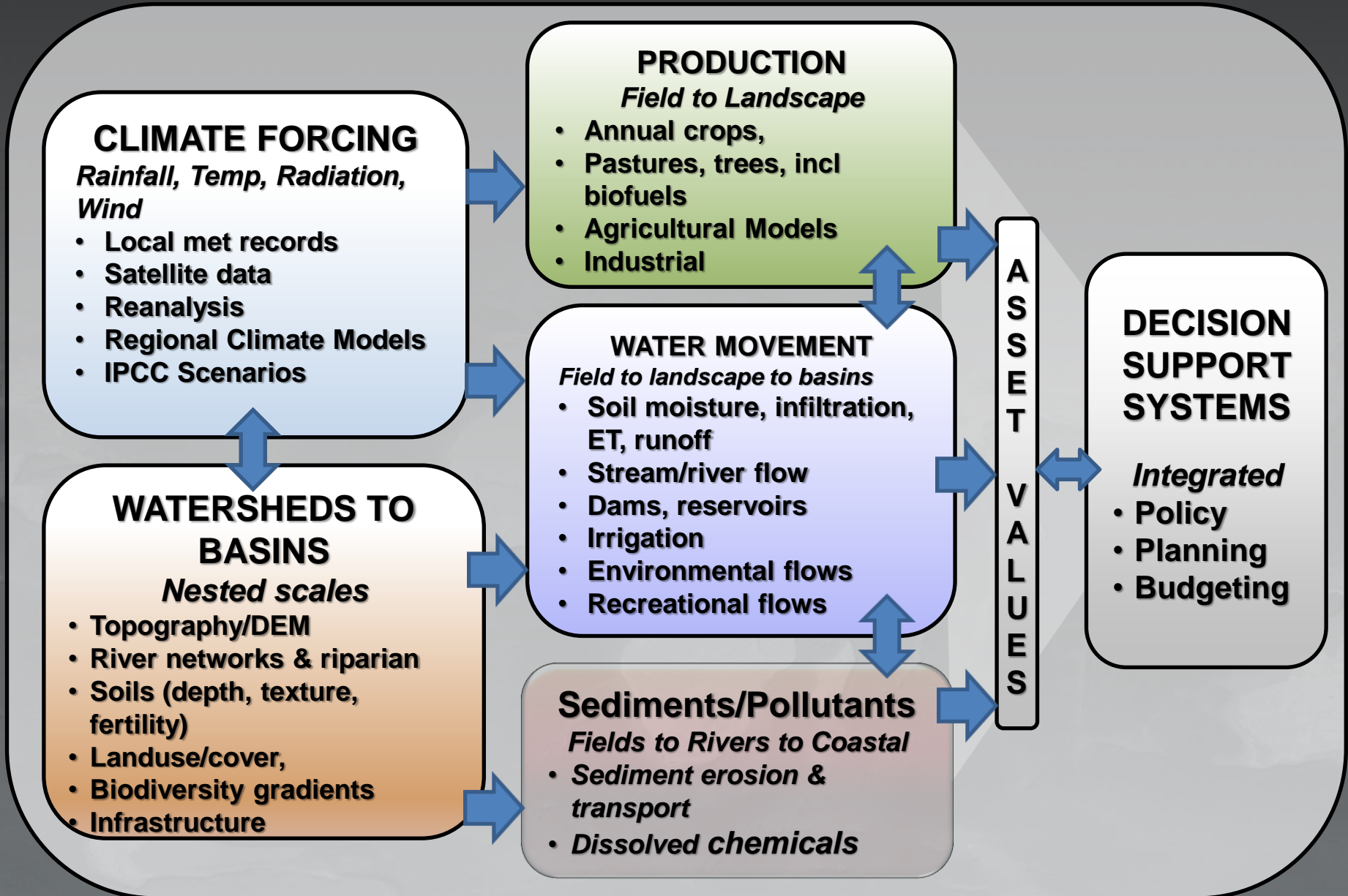
Чтобы быть релевантным, должен подавать информацию в удобном и даже захватывающем формате для различных аудиторий.

# Обмен информацией на межминистерском уровне Для планирования на государственном уровне



# CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR LANDSCAPE SCALE PLANNING

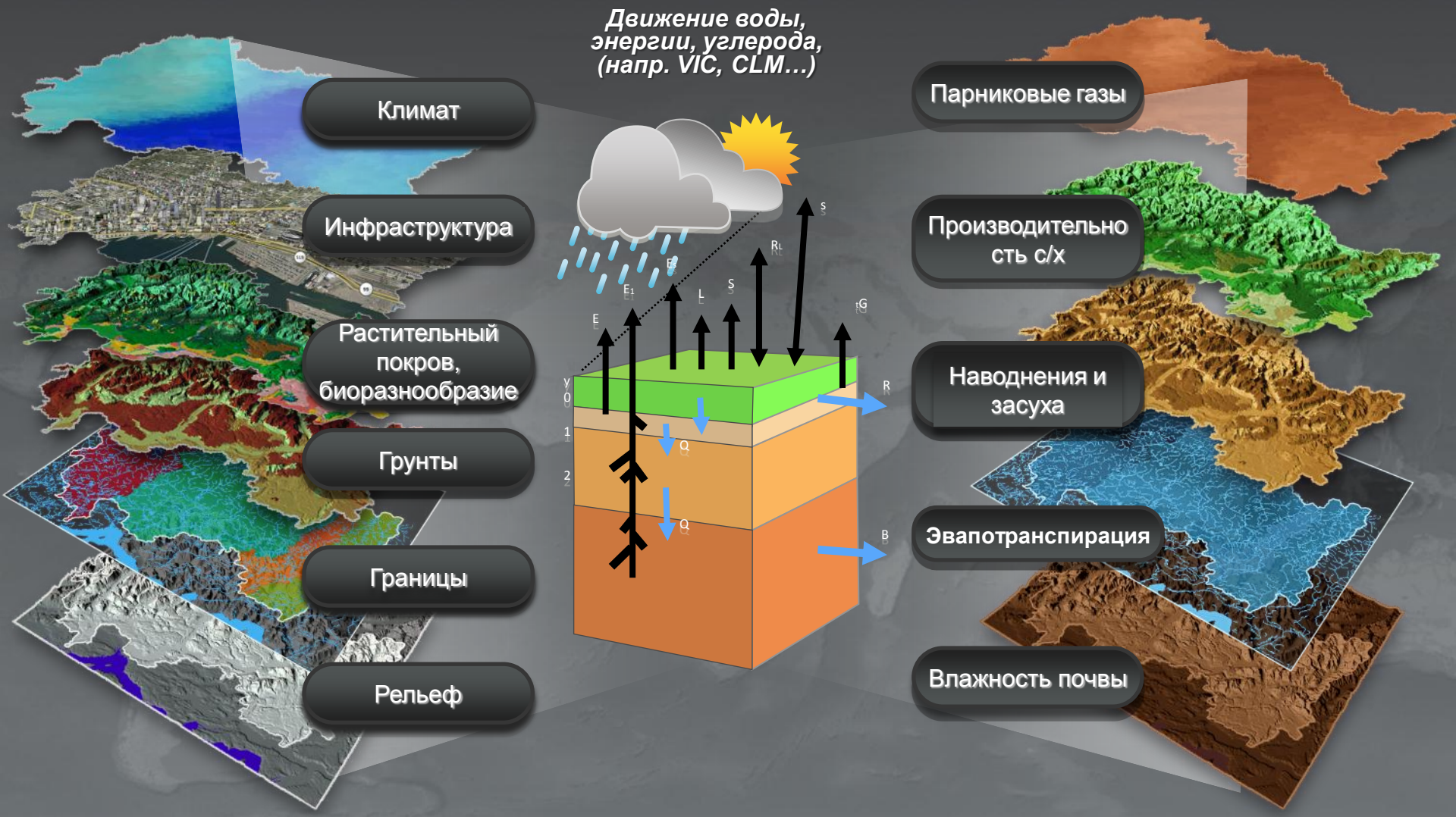
## *Observations, Measurements, Models*



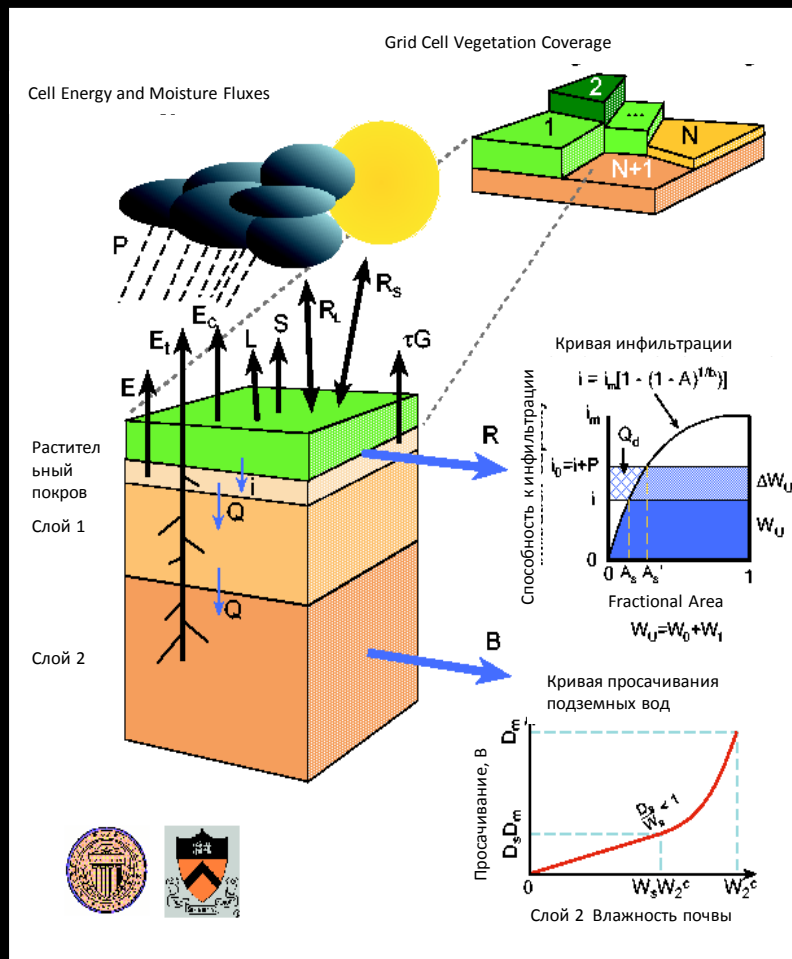


# Структура "Системные модели Земли"

От данных к обеспечению реализации решения



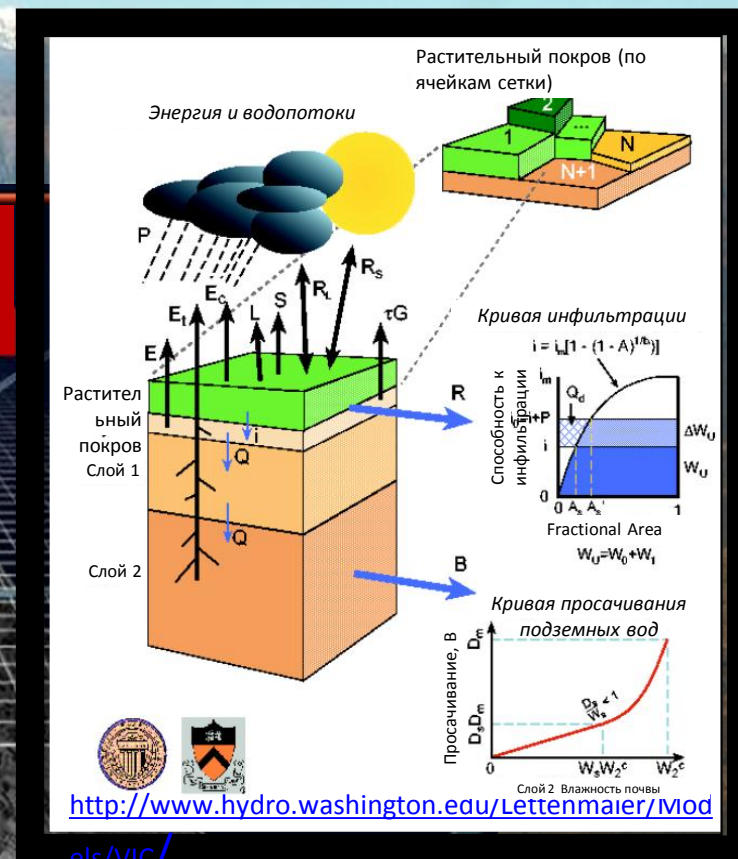
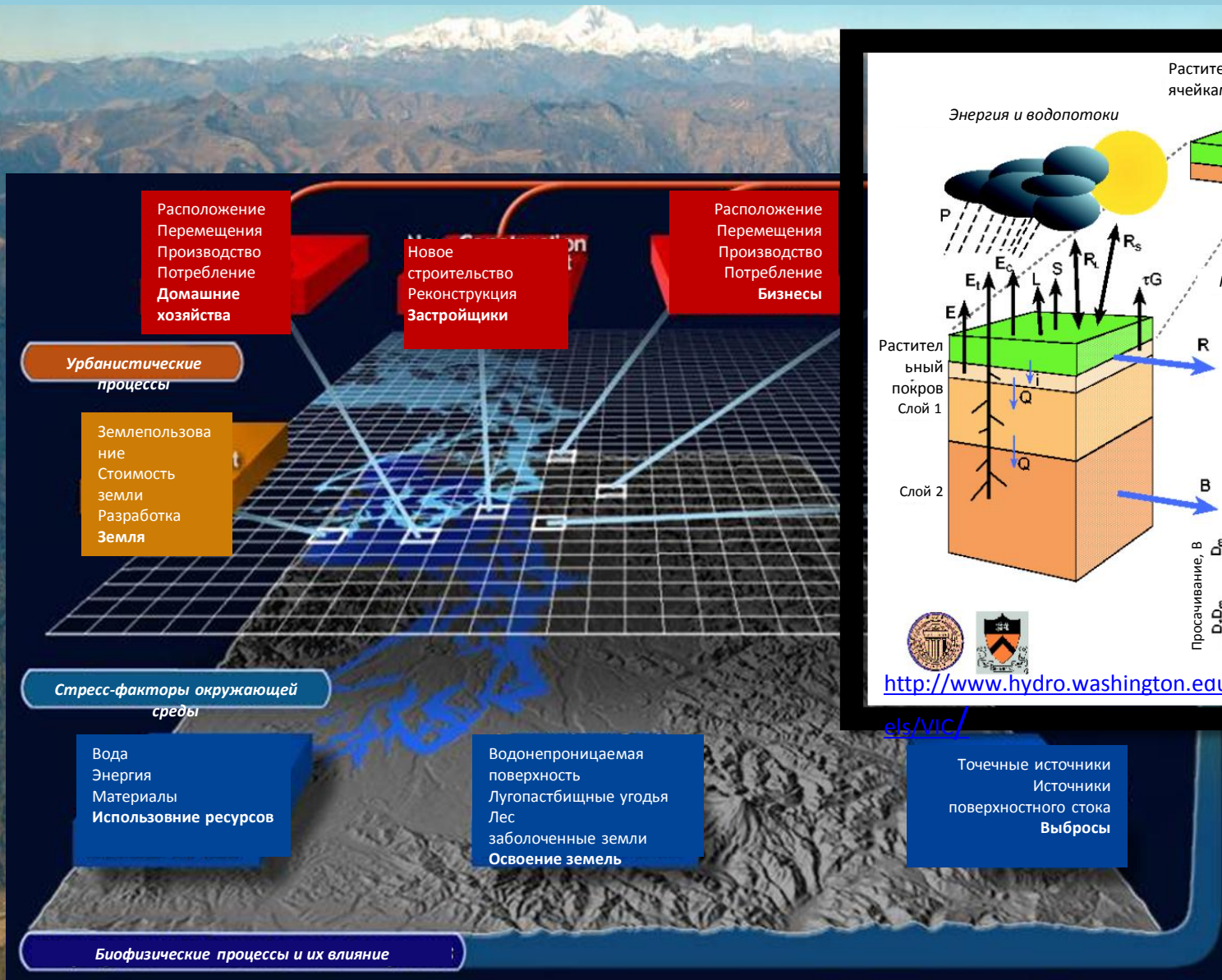
# Расчетные центры



- Основаны на основных механических законах, а не на статистике. Обеспечивают более надежные результаты при расчете изменяющихся условий, в неустойчивом мире.
- Разработаны открытым научным сообществом, нашли применение во многих водосборных бассейнах по всему миру
- Предпочтительно ПО с открытым исходным кодом!



# Биофизические, экономические, политические и социальные данные





# Примеры использования подхода DIF в различных странах



**PRISM**  
PUGET SOUND  
REGIONAL SYNTHESIS MODEL

# «Колыбель», с системой заливов Пьюджет-Саунд в качестве прототипа "Модуля систем Земли"

Watersheds

Marine

Education

Technology

Resources

## MAIN TOPICS



PRISM involvement in integrated studies and regional issues

## MISSION



Advancing the Integration  
of research, education, and  
regional cooperation on  
the environment of Puget  
Sound...

[more...](#)

## LATEST CONTENT

## PUBLICATIONS



**Ocean 260 Lab Page**

Wednesday, September 29, 2010



**Lab 1: Google Earth Pro  
and the Puget Sound  
Watershed**

Friday, September 17, 2010



**FT 1: Pipers Creek**

Thursday, September 16, 2010

 **Forest Development, Wood  
Jams, & Restoration of  
Floodplain Rivers**

 **An Extensible, Modular  
Architecture for Simulating  
Urban Development,  
Transportation, and  
Environmental Impacts**

 **Urban Land-Use Change**

HOME

BASIN  
STRUCTURE

LANDCOVER  
LANDUSE

UPSTREAM  
FLOW

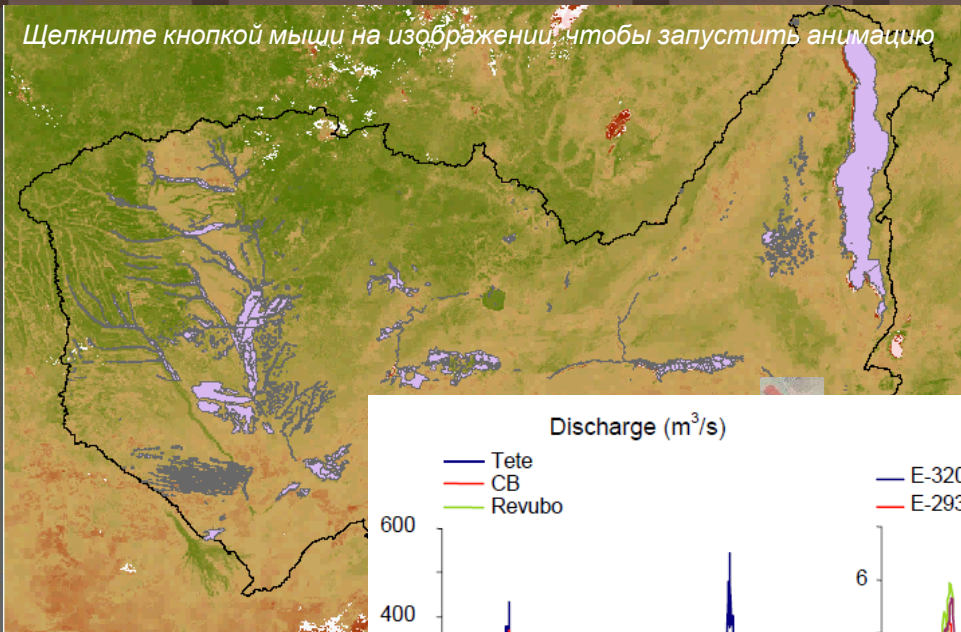
CAHORA BASSA  
OPERATIONS

DOWNSTREAM  
FLOW

DELTA  
REGION

FLOOD  
FORECASTING

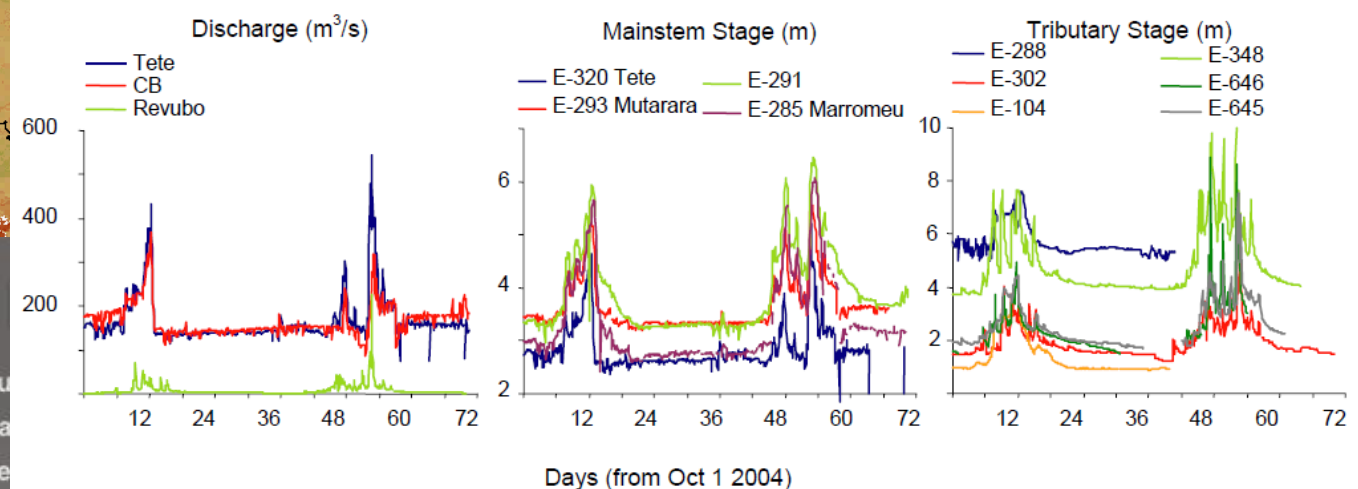
Щелкните кнопкой мыши на изображении, чтобы запустить анимацию



Internet Map Server

## The Zambezi

Combining landscape structure  
an analytical capability to exa  
dynamics of the lower Zambe



- ▶ How will changes in climate and resources practices in the upper Zambezi basin impact routine flow and flood conditions in the lower basin
- ▶ How do Cahora Bassa operations impact downstream flow and floodplain agriculture?
- ▶ How would climate changes project in the lower basin, with what impact on agriculture?
- ▶ How do upstream practices impact the Delta?







# DRUK DIF

DRUK DYNAMIC INFORMATION FRAMEWORK

<http://www.drukdif.ocean.washington.edu/>

[Щелкните по ссылке](#)

HOME

TOPOGRAPHY

LANDCOVER

LANDUSE

BIODIVERSITY

WATER

SCENARIOS

SEARCH



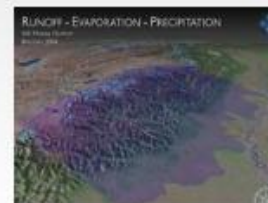
DRUKDIF APPLICATIONS BY AGENCY

- ▶ Gross National Happiness Commission
- ▶ Druk Green Power Corp
- ▶ Hydro-met Services Div. Dept. of Energy/MOEA
- ▶ National Soil Services Centre/MOA
- ▶ Renewable National Res. RC
- ▶ National Biodiversity Centre
- ▶ WWF
- ▶ RSPN
- ▶ Nature Conservation Division DoF/MOA
- ▶ National Land Commission Secretariat
- ▶ Watershed Management Div./MOAF
- ▶ PPDs
- ▶ National Statistics Bur.
- ▶ National Environment Commission

## WHAT IS DRUKDIF?

DrukDIF is being developed to provide a robust dynamic Information framework of datasets and computer models that can be utilized by staff of National Agencies to address the cross-sector resource challenges of Bhutan **more...**

## NEW CONTENT



Bhutan animation showing runoff, evaporation, and precipitation from VIC Model Output.



INTERNET MAP SERVER



**W** UNIVERSITY of WASHINGTON

# Visual Mekong Basin

HOME

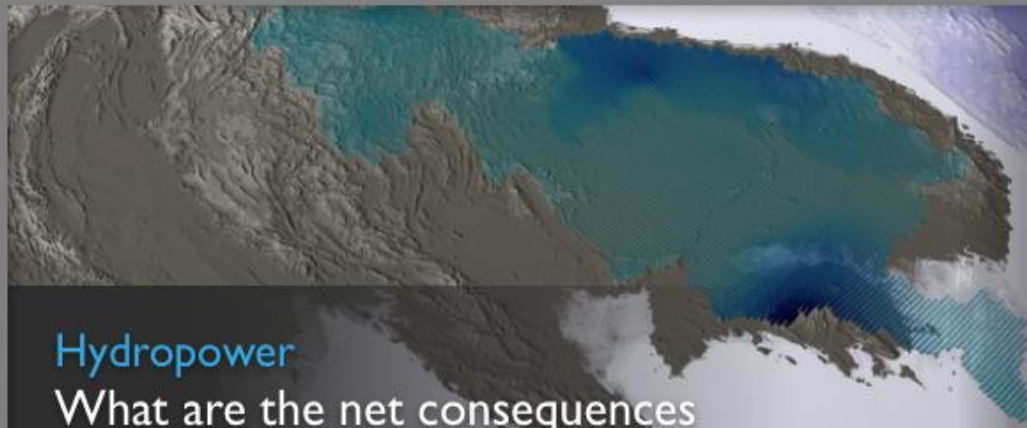
STAKEHOLDERS

DEV SPACE

BASINS

FRAMEWORK

RESOURCES



## Hydropower

What are the net consequences  
of current and planned hydropower?

## Our Mission...

To provide an integrating,  
cross-sector platform -  
Science to Sustainability of  
the Mekong Basin.

more ▶







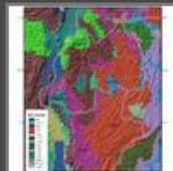
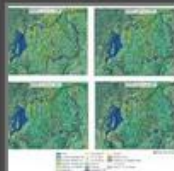
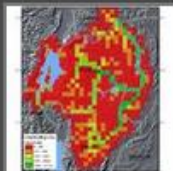
# IMISOZIDIF

DYNAMIC INFORMATION FRAMEWORK

[About](#)[Climate Forcing](#)[LWH Project](#)[Drainage Basin](#)[Water Movement](#)[Partners](#)

## IMISOZIDIF OVERVIEW

WHAT IS A DIF?  
(DYNAMIC INFORMATION FRAMEWORK)



### A prototype GIS based information portal

To address the critical agenda of hillside intensification, the Government of Rwanda designed and developed a Land H ...

[more](#)



# Бассейн Аральского моря в Центральной Азии





# Стратегия разработки модели данных

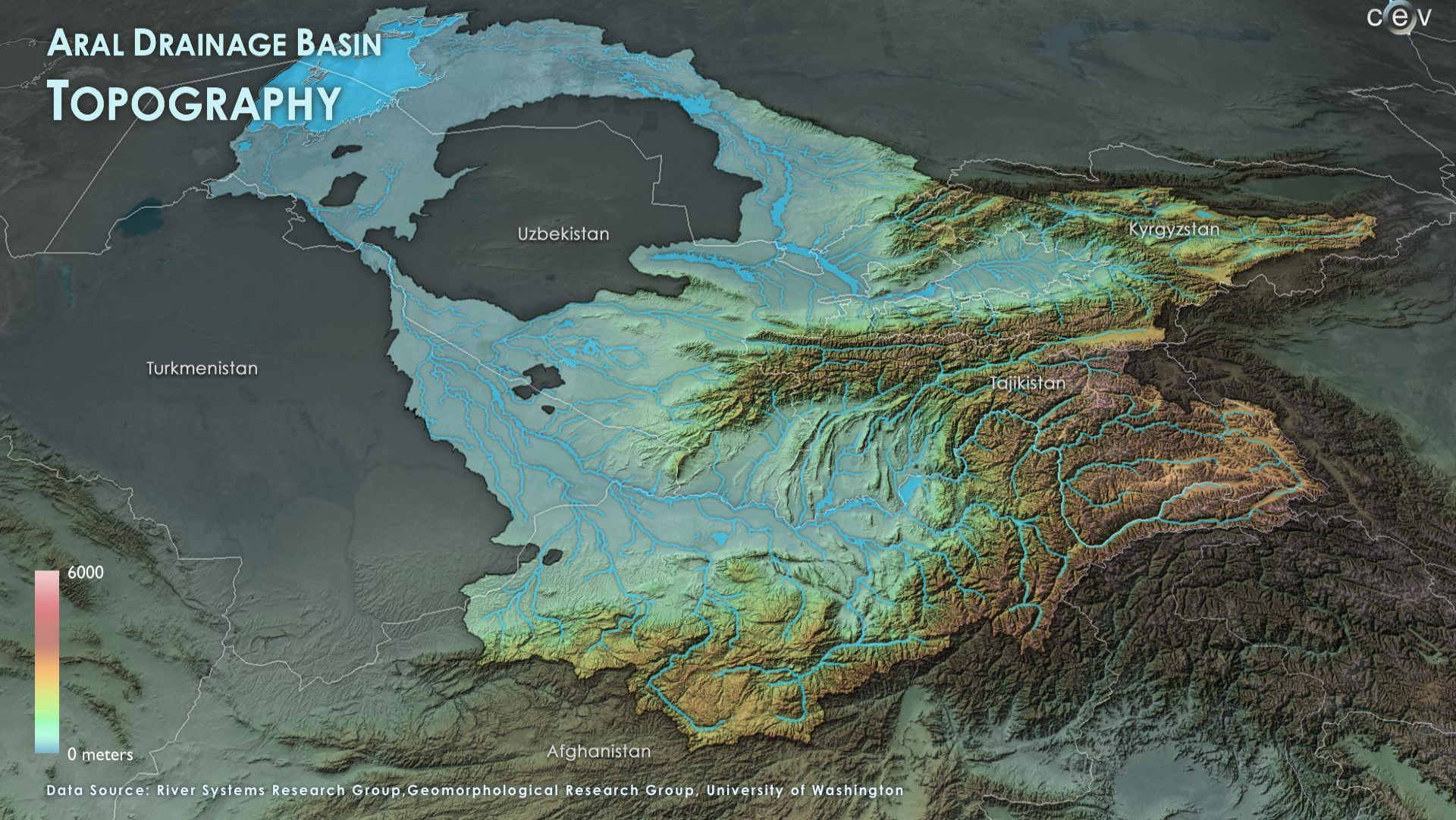
Основная предпосылка – разработать уровни данных (сверху вниз или снизу вверх), необходимые для моделирования динамики рационального использования природных ресурсов, т.е. движения воды через речные системы Амударьи и Сырдарьи. **4 принципа:**

- ① Данные для разработки модели **абсолютно прозрачны и общедоступны**, чтобы обеспечить **нейтральную и прозрачную платформу** для моделирования и визуализации возможных сценариев и решений,
- ② Полный **баланс массы воды** учитывается для всего водного бассейна как основа для определения гидрологического цикла,
- ③ Затем связи между энергией и водой **накладываются** на основной гидрологический цикл,
- ④ Модель обладает свойством **масштабирования** (в пространстве и во времени), и может дать представление о связях между водой и энергией.

Сбор всех необходимых данных (на  
местном, государственном,  
региональном, глобальном уровне)



# ARAL DRAINAGE BASIN TOPOGRAPHY



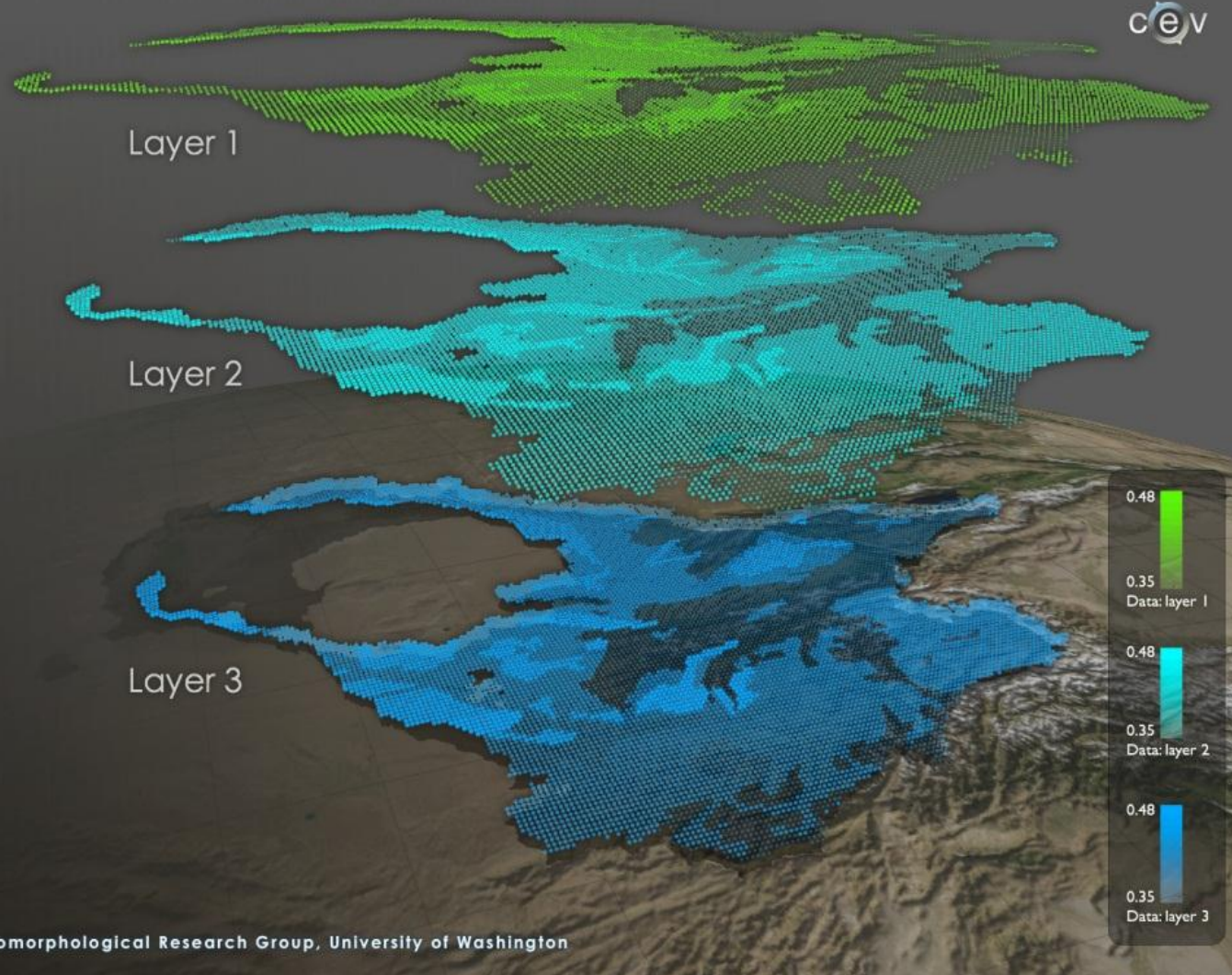
Версия продукта NASA SRTM 3" (~90 м) DEM под названием HydroSHEDS, разработанная в рамках Научной программы консервации Фонда защиты дикой природы совместно со Службой геодезии, геологии и картографии США.



# ARAL DRAINAGE BASIN

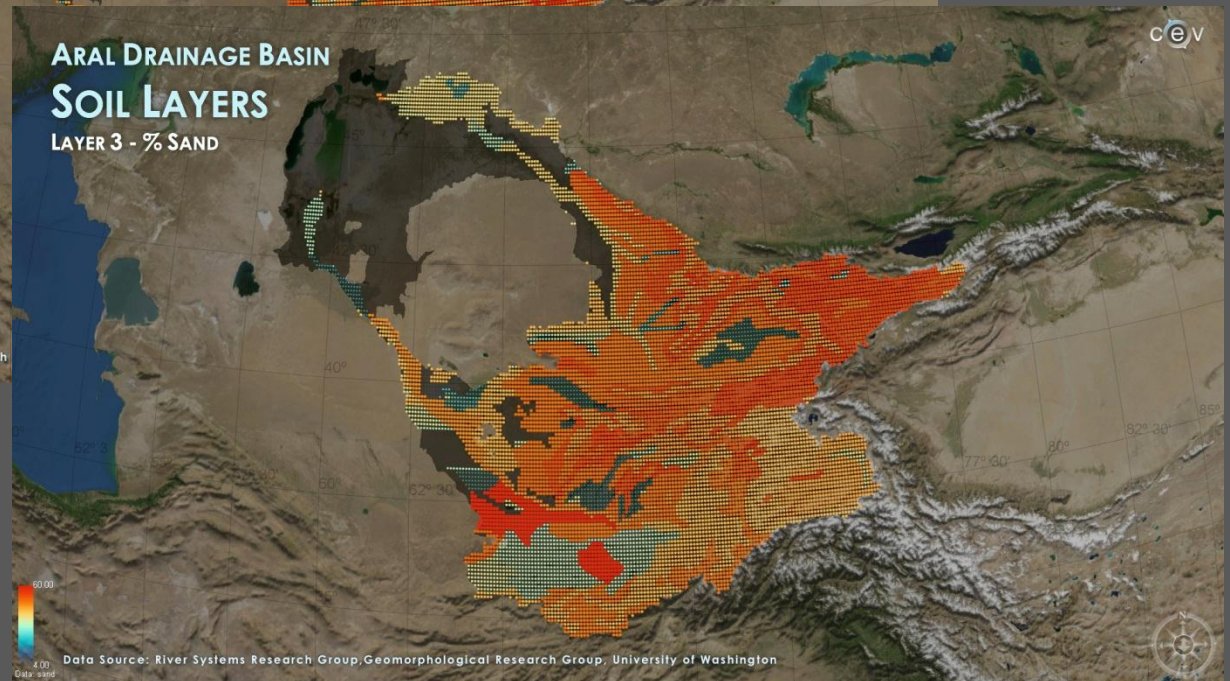
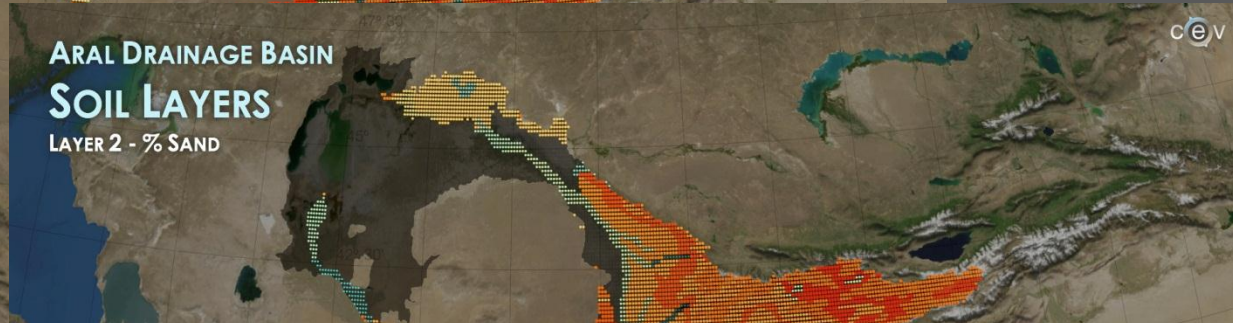
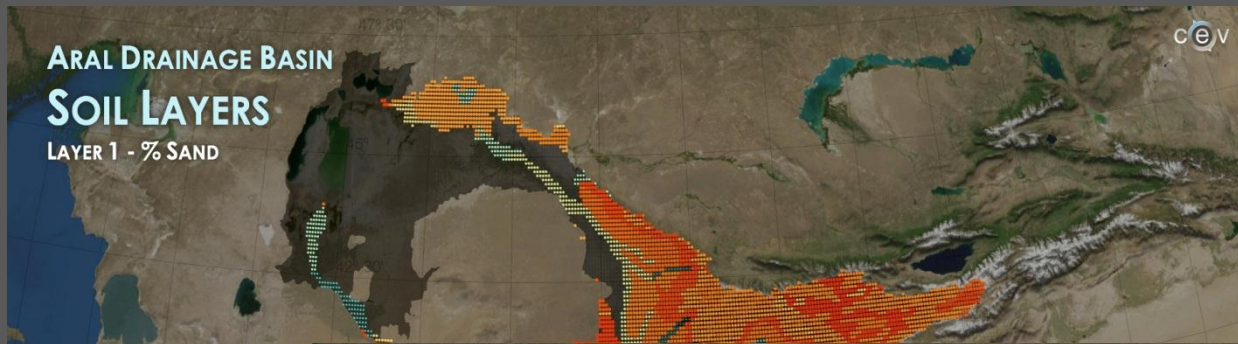
## SOIL LAYERS

LAYERS 1, 2, & 3 - POROSITY



Свойства грунтов из программы FAO Soil Program (объемная плотность, содержание песка и глины), где каждой ячейке  $1/12^\circ$  присвоена одна из 12 групп механического состава FAO. Гидрологические параметры грунтов (пористость, насыщенная гидравлическая проводимость, полевая влагемкость и влажность завядания) были рассмотрены на основе классификации почв по механическому составу USDA.







# ARAL DRAINAGE BASIN

## VEGETATION

MODIS



- Плитки MODIS были разложены для региона с контролем классификации IGBP (при этом была выполнена незначительная переклассификация, чтобы увязать классы и атрибуты, используемые в иных ситуациях). Поверка с использованием региональных знаний крайне обязательна!
- Была создана маска бассейна, при этом % от каждой уникальной зоны растительного покрова для каждой ячейки был извлечен в табличной форме для использования в качестве исходных данных для модели.

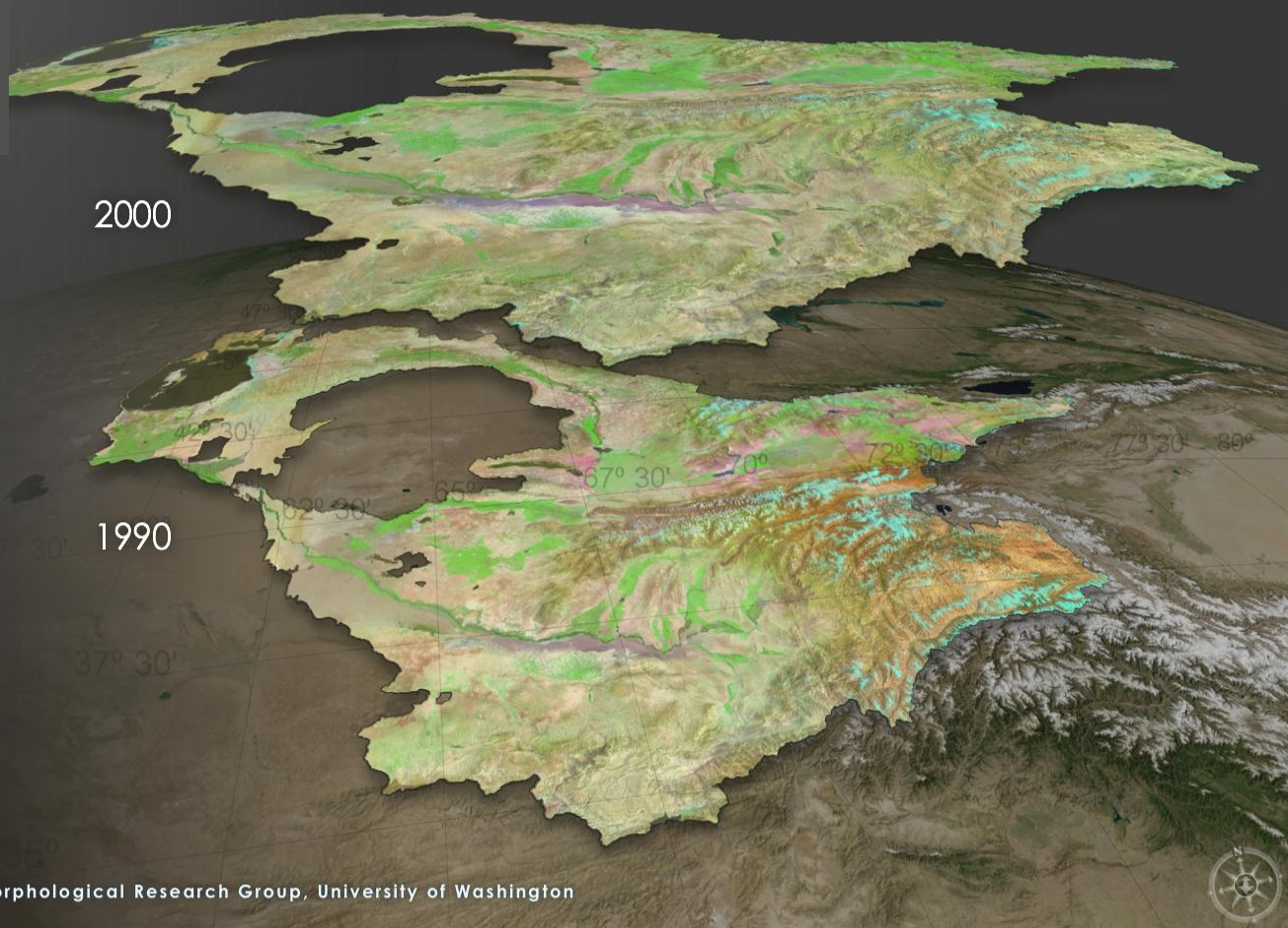


ПЛОЩАДЬ ВОДОСБОРА

АРАЛЬСКОГО МОРЯ

**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ**

LANDSAT Mosaic – 1990, 2000



Data Source: River Systems Research Group, Geomorphological Research Group, University of Washington

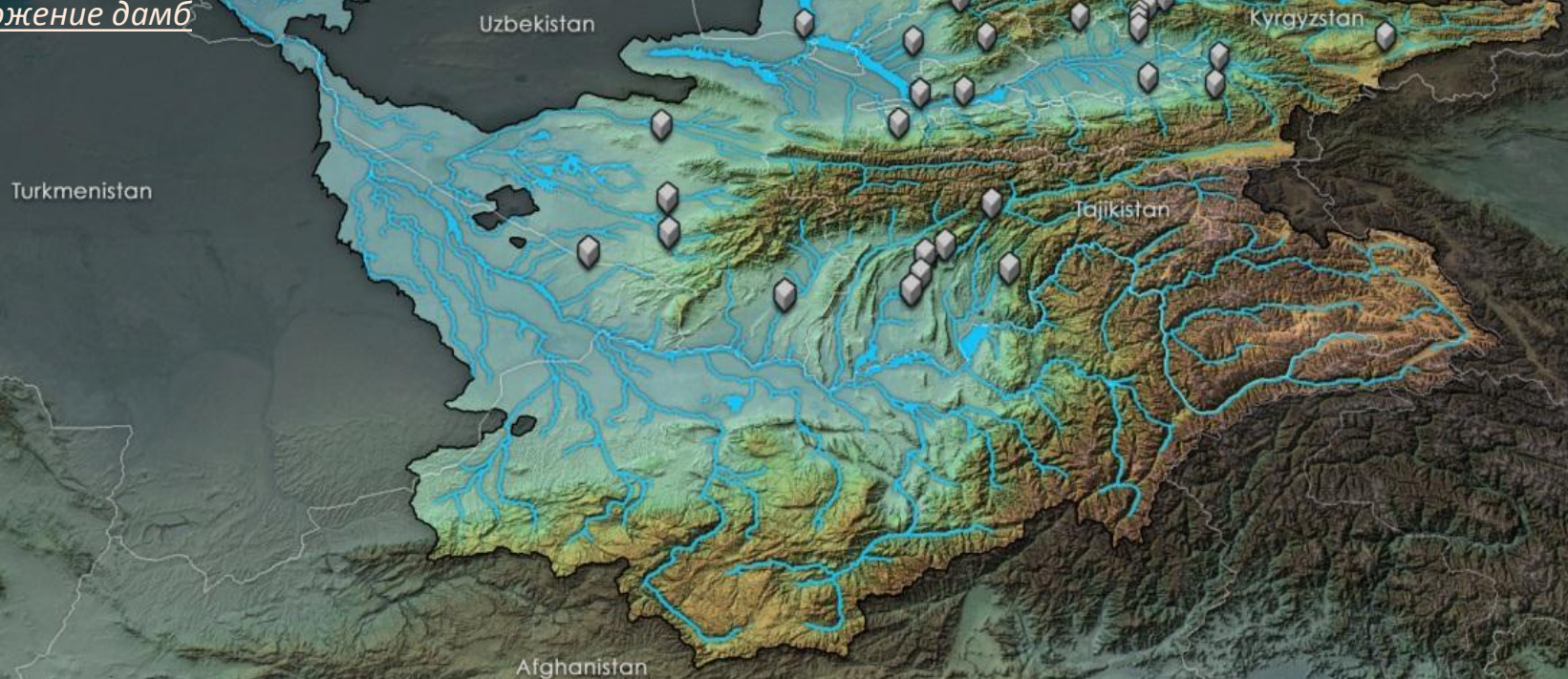




# ARAL DRAINAGE BASIN DAM LOCATIONS

Location Fly-Through

Расположение дамб



Data Source: River Systems Research Group, Geomorphological Research Group, University of Washington



ARAL DRAINAGE BASIN  
**WATER MOVEMENT**  
AMU DARYA AND THE SYR DARYA BASINS

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ  
СЕТКА  
Сырдарья

ARAL DRAINAGE BASIN  
**SOIL LAYER**

ARAL DRAINAGE BASIN  
**VEGETATION MODEL**

Water  
Evergreen  
Deciduous  
Mixed  
Woods  
Woods  
Spartan  
Meadow  
Grass  
Inundated  
Agriculture  
Urban  
Crops  
Snow  
Barren

Data Source

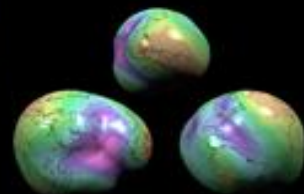
ARAL DRAINAGE BASIN  
**VIC MODEL**  
PRECIPITATION

ВНЕШНЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА КЛИМАТ  
Осадки, темп., ветер

РАСХОДЫ ВОДЫ В РЕКЕ

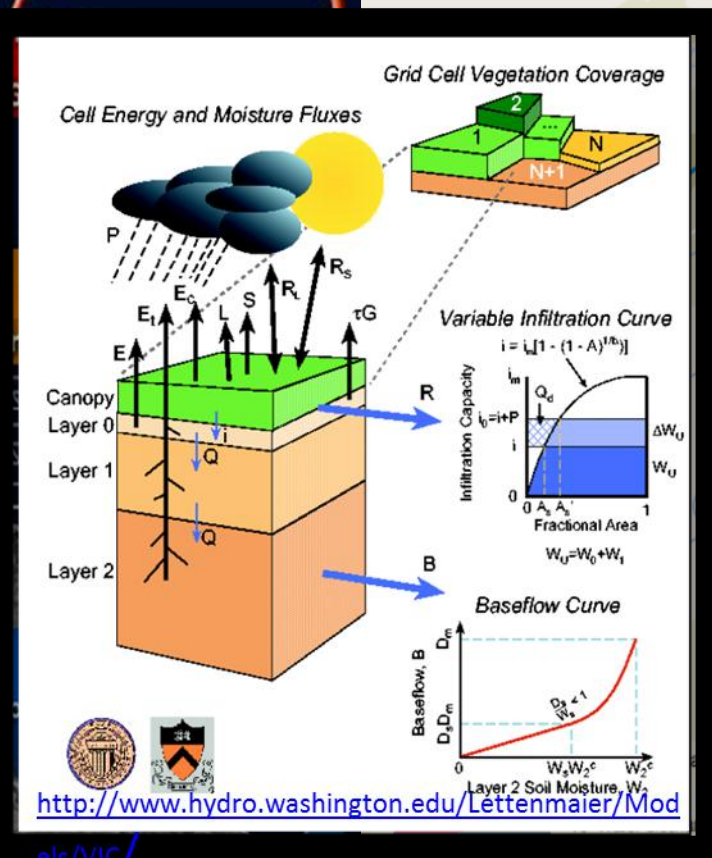
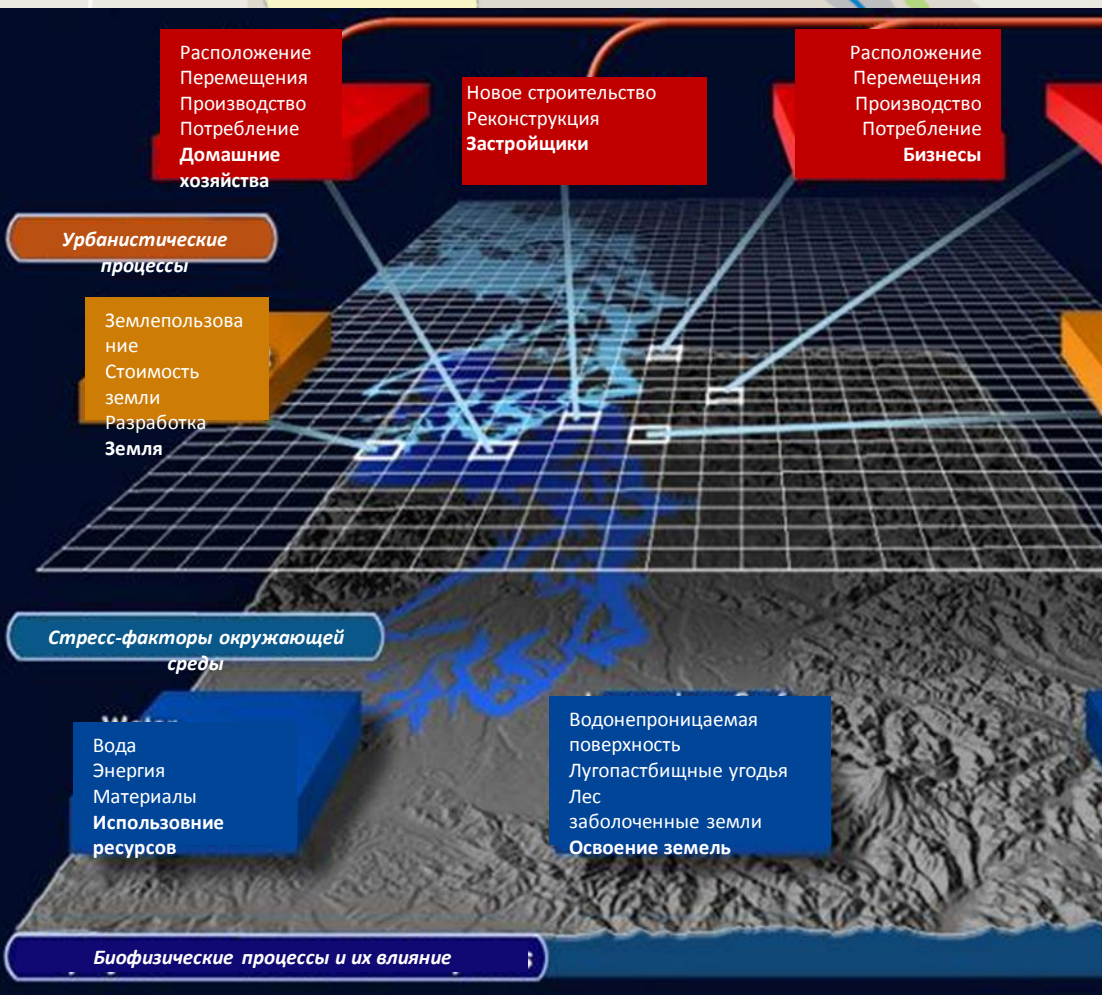
$\Delta S_{(LAND)}$  ИЗМЕНЕНИЯ В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ ВОДНЫХ  
ЗАПАСОВ

GRACE will map the "bumps" (shown in the simulations below) in Earth's gravity field that are due to uneven distribution of mass inside Earth.





## Сценарии и моделирование: Динамика ресурсов: Изменения климата



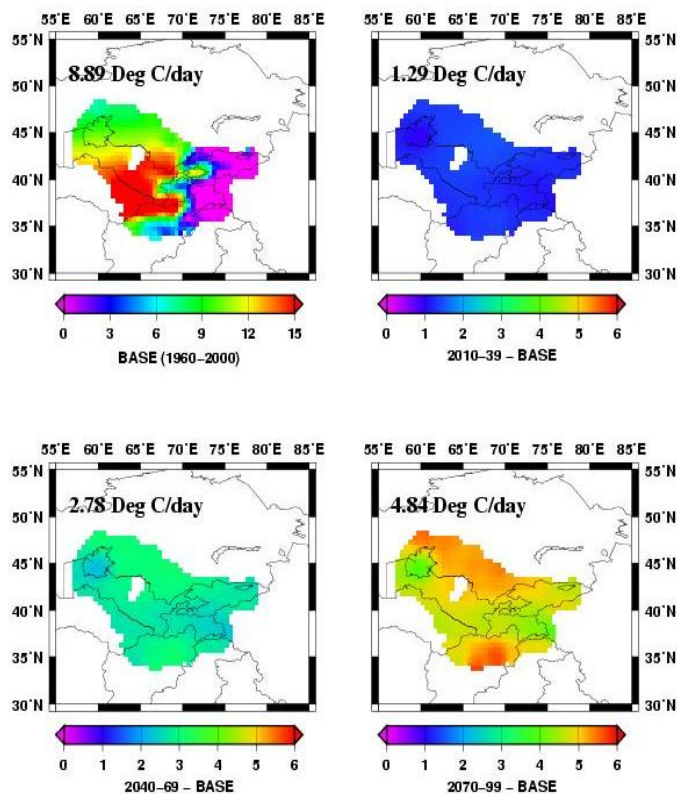


# ВОЗМОЖНОСТЬ УЧИТЫВАТЬ КЛИМАТИЧЕСКИЕ СЦЕНАРИИ ПРИ ЗАПУСКЕ МОДЕЛИ ARALDIF

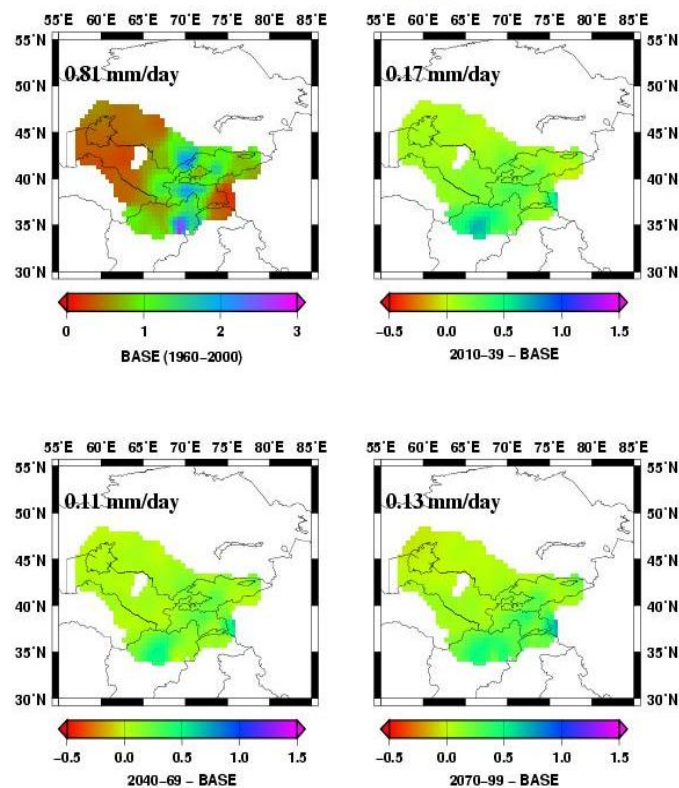
Результат обработки 7 моделей: **A2** Сценарий выбросов  
Средние прогнозируемые изменения: База (1960-2000), 2010-39, 2040-69, 2070-2100

Среднегодовое измен. темп. на основе множества моделей

**A2**



Среднегодовое измен. кол-ва осадков на основе  
множества моделей



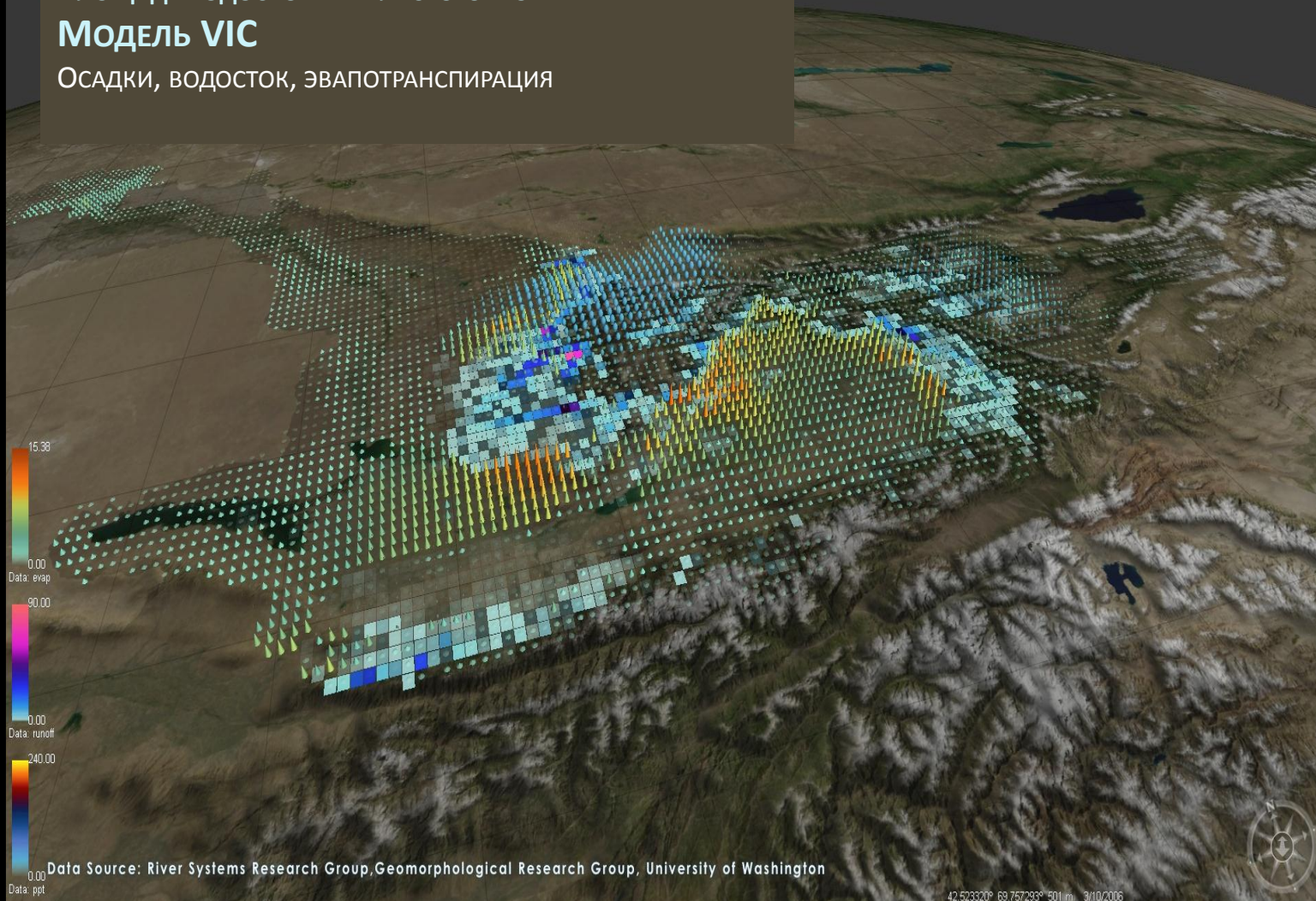


# Сценарии и моделирование:

Площадь водосбора Аральского моря

**Модель VIC**

Осадки, водосток, эвапотранспирация



# Выводы

1. Планирование на уровне ландшафта и разработка структур обеспечения принятия решений являются целесообразными и необходимыми инструментами для правительств и должностных лиц.
2. Межотраслевая (межминистерская) информационная интеграция и связи являются обязательными для эффективного анализа, синтеза и принятия решений на всех уровнях: от местного до регионального, от регионального до государственного.
3. Во многих странах Латинской Америки, Центральной Азии, Южной Азии и Африки внедряются Структуры динамических данных и информации для управления ресурсами и планирования на уровне ландшафта.
4. Изменение климата и рост численности населения планеты требуют, чтобы страны выполнили моделирование вероятного влияния на ответственные отрасли для обеспечения экономического развития в соответствующих пространственных и временных рамках.
5. Всемирный банк предоставляет техническую поддержку и финансирования странам-клиентам, чтобы дать им возможность создать собственные Структуры динамической информации для управления природными ресурсами на уровне ландшафта и провести моделирование возможных последствий, чтобы они могли поставить на первое место инвестиции в повышение устойчивости к изменениям климата.





Спасибо, друзья

