



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Проект РЕЕР - "Адаптация управления
водными ресурсами трансграничных вод
бассейна Амударьи к возможным
изменениям климата"



ТЕХНОЛОГИИ РАСЧЕТА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИМЕНЕННЫЕ В ПРОЕКТЕ РЕЕР

1. Моделирование климата

2. Расчет водопотребления

**3. Оценка норм водопотребления с/х культур на
2020 – 2050 гг.**

МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛИМАТА

**Принципы работы моделей прогнозирования
климата**

Модель REMO

**Альтернативные модели прогнозирования
климата**

Климатические сайты

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КЛИМАТА

Причины изменения климата разнообразны. Здесь и

- ✘ космические причины – изменение орбиты Земли, изменение угла наклона земной оси к плоскости орбиты, изменение активности Солнца
- ✘ геологические причины – вулканическая деятельность
- ✘ технологические причины – выбросы парниковых газов промышленными предприятиями, выбросы CO₂ автотранспортом
- ✘ с/х освоение больших территорий – Китай, Индия

В основе моделей прогнозирования климата лежат закономерности движения воздушных масс и их взаимодействие с подстилающей поверхностью – океанами и сушей.

Моделирование глобального потепления основано лишь на прогнозе эмиссии парниковых газов.

Испытывая притяжение солнца и других небесных тел, Земля действительно регулярно меняет форму своей орбиты, которая с периодичностью около 93 тыс. лет становится то более эллипсоидной, то более круговой (т. е. меняется её эксцентриситет). Кроме того, с периодичностью 26 тыс. лет меняется конус, описываемой Земной осью (прецессия), а с периодичностью в 41 тыс. лет — угол наклона земной оси к плоскости её орбиты.

Комбинация этих изменений орбиты сказывается на количестве получаемого Землей тепла и на характере распределения его по поверхности планеты. Уменьшение инсоляции в высоких широтах приводит к очередному оледенению. Гипотеза о влиянии параметров орбиты Земли на ее климат начала находить свое подтверждение в 1980-х годах, когда появились хорошие данные по палеотемпературам, полученные при анализе донных отложений из разных точек Мирового океана.

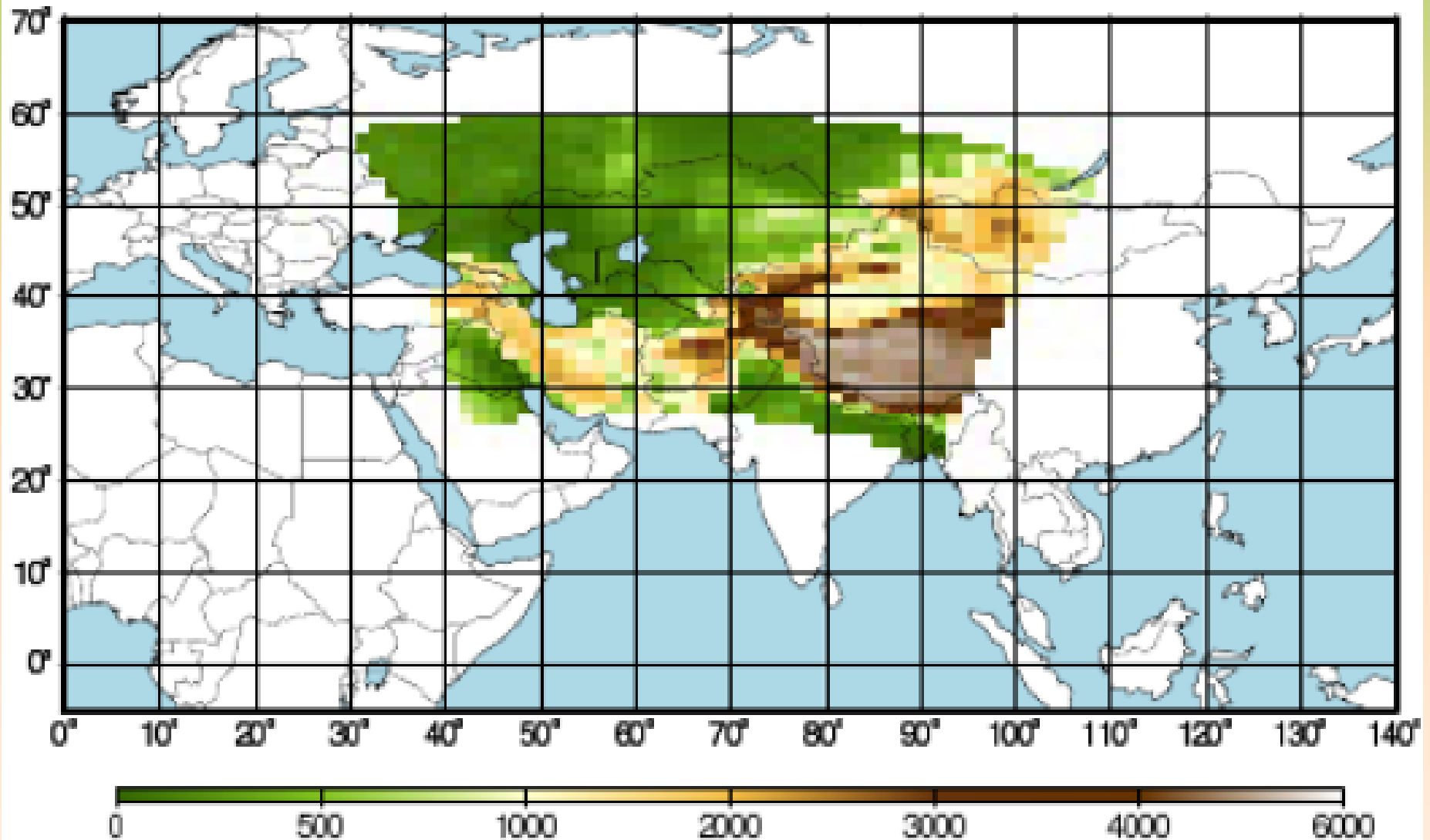
REM001-A1B 0.5°

2001-2100

D2

FCHAM A1B

Elevation in m



МОДЕЛЬ REMO

Использованная в проекте модель глобального потепления реализована в региональном варианте и называется REMO. Модель относится к категории A1B, т.е. предполагает баланс между использованием ископаемого топлива и экологическими требованиями. Модель является развитием предыдущей модели ECHAM, в которой учитывается эмиссия парниковых газов. Расчет метеорологических параметров производился для среднеазиатского региона в университете Вёрсбурга (Германия) в рамках проекта CAWA.

КАЛИБРОВКА КЛИМАТА

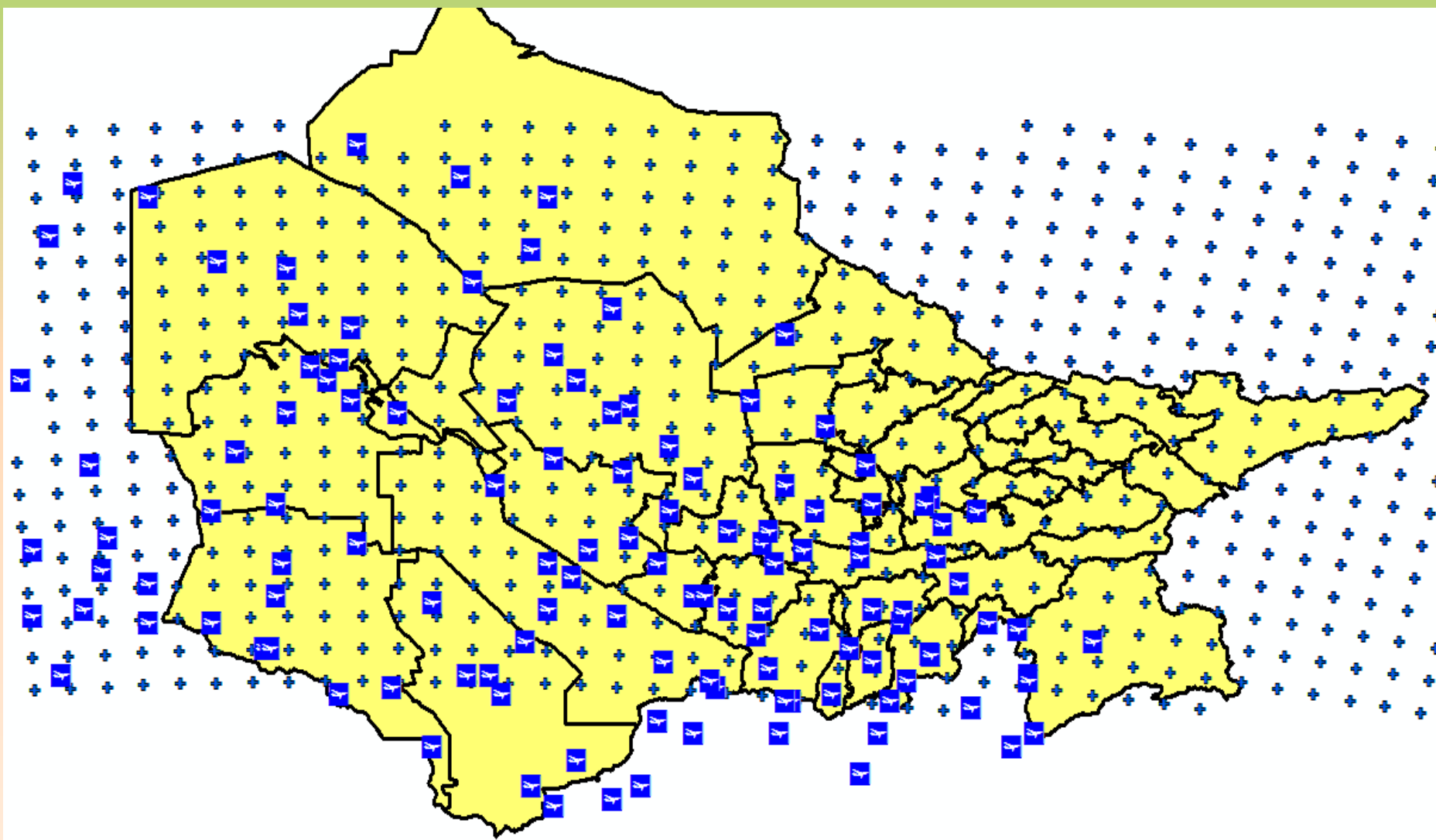
Необходимость калибровки

Модельные климатические данные

Данные с наземных метеорологических станций

Технология калибровки

РАСПОЛОЖЕНИЕ В ЗП АВИАЦИОННЫХ МС И УЗЛОВ РЕМО



ТЕХНОЛОГИЯ КАЛИБРОВКИ

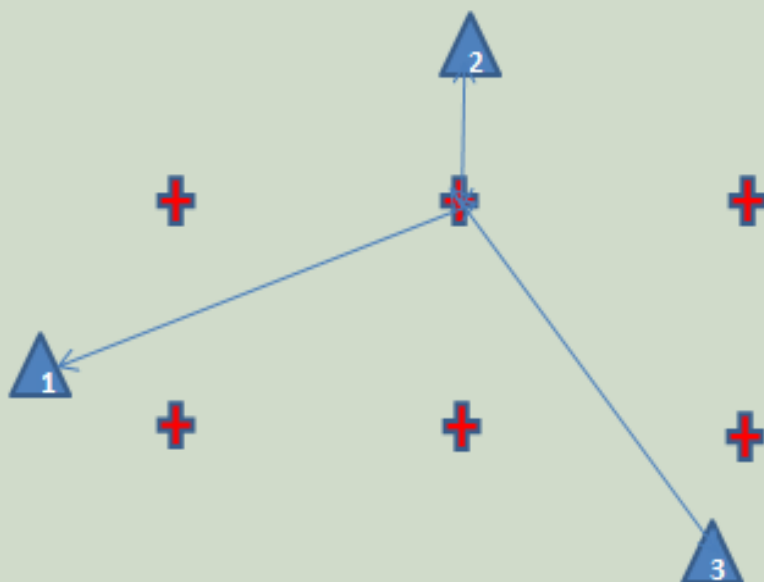
ДАННЫЕ АВИАЦИОННЫХ МЕТЕОСТАНЦИЙ

1960

2010

2050

Данные модели REMO



$$ETo_{remo} = \frac{\sum ETo_{av} * \frac{1}{Ri}}{\sum \frac{1}{Ri}}$$

$$T_{remo} = \frac{\sum T_{av} * \frac{1}{Ri}}{\sum \frac{1}{Ri}}$$

$$K_{ETo} = \frac{ETo_{AVI}}{ETo_{REMO}}$$

$$K_T = \frac{T_{AVI}}{T_{REMO}}$$



РАСЧЕТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Уравнение полевого водного баланса

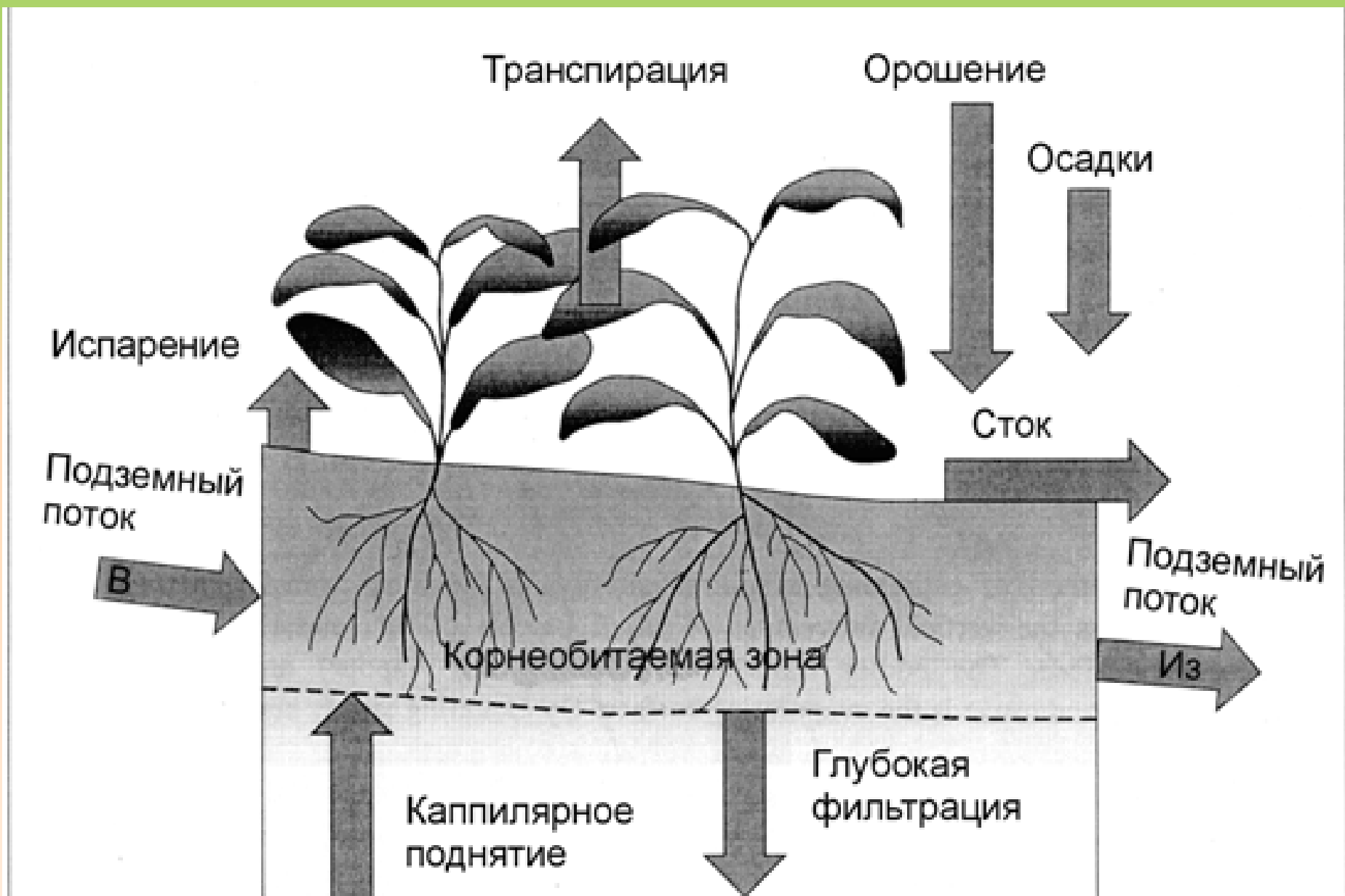
**Способы расчета эталонной
эвапотранспирации**

**Способы расчета эффективной части
осадков**

Расчет подпитки из ГВ

Коэффициенты культур

ВОДНЫЙ БАЛАНС ПОЧВЫ КОРНЕОБИТАЕМОЙ ЗОНЫ



УРАВНЕНИЕ ПОЛЕВОГО ВОДНОГО БАЛАНСА

$$Irr = ETc - GWC - EffRAIN$$

Где:

ETc - эвапотранспирация

GWC – подпитка из ГВ

EffRAIN – эффективная часть осадков

ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)}$$

где

ET_o - эталонная эвапотранспирация [мм сут⁻¹];

R_n - чистая радиация на поверхности растений [МДж м⁻² сут⁻¹];

G - плотность теплового потока почвы [МДж м⁻² сут⁻¹];

T - среднесуточная температура воздуха на высоте 2 м [°C];

u_2 - скорость ветра на высоте 2 м [м с⁻¹];

e_s - давление пара насыщения [кПа];

e_a - фактическое давление [кПа];

$(e_s - e_a)$ - дефицит давления пара насыщения [кПа];

Δ - уклон кривой давления пара [кПа °C⁻¹];

γ - психрометрическая постоянная [кПа °C⁻¹].

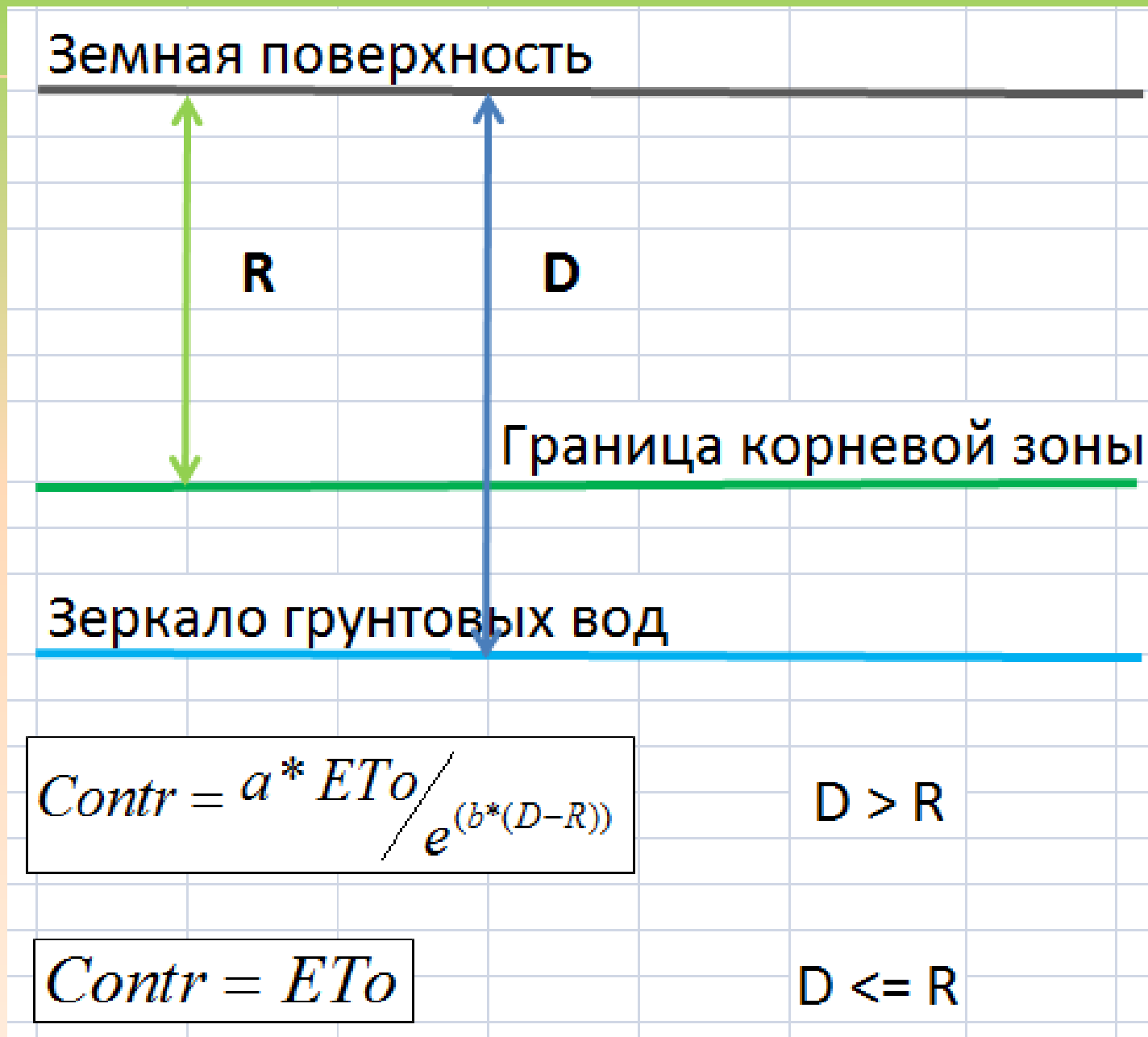
ЭФФЕКТИВНАЯ ЧАСТЬ ОСАДКОВ

Служба сохранения почв USA

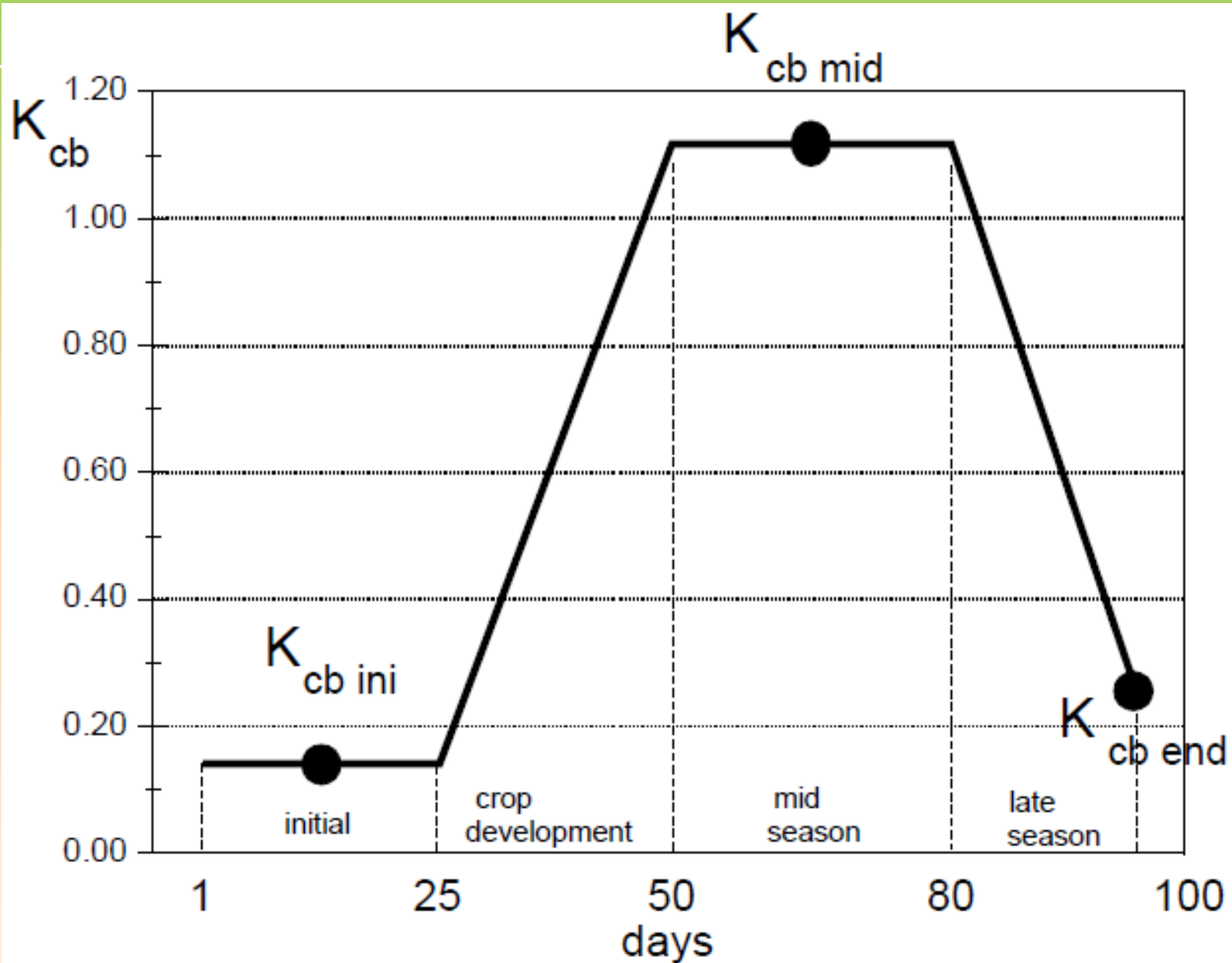
$$P_{\text{эфф}} = 0,6 * P_{\text{мес}} - 10 \quad P_{\text{мес}} \leq 70 \text{ мм}$$

$$P_{\text{эфф}} = 0,8 * P_{\text{мес}} - 24 \quad P_{\text{мес}} > 70 \text{ мм}$$

ПОДПИТКА ИЗ ГРУНТОВЫХ ВОД



КОЭФФИЦИЕНТЫ КУЛЬТУР



ПРИМЕНЕНИЕ ГИС – ТЕХНОЛОГИЙ

Зоны планирования

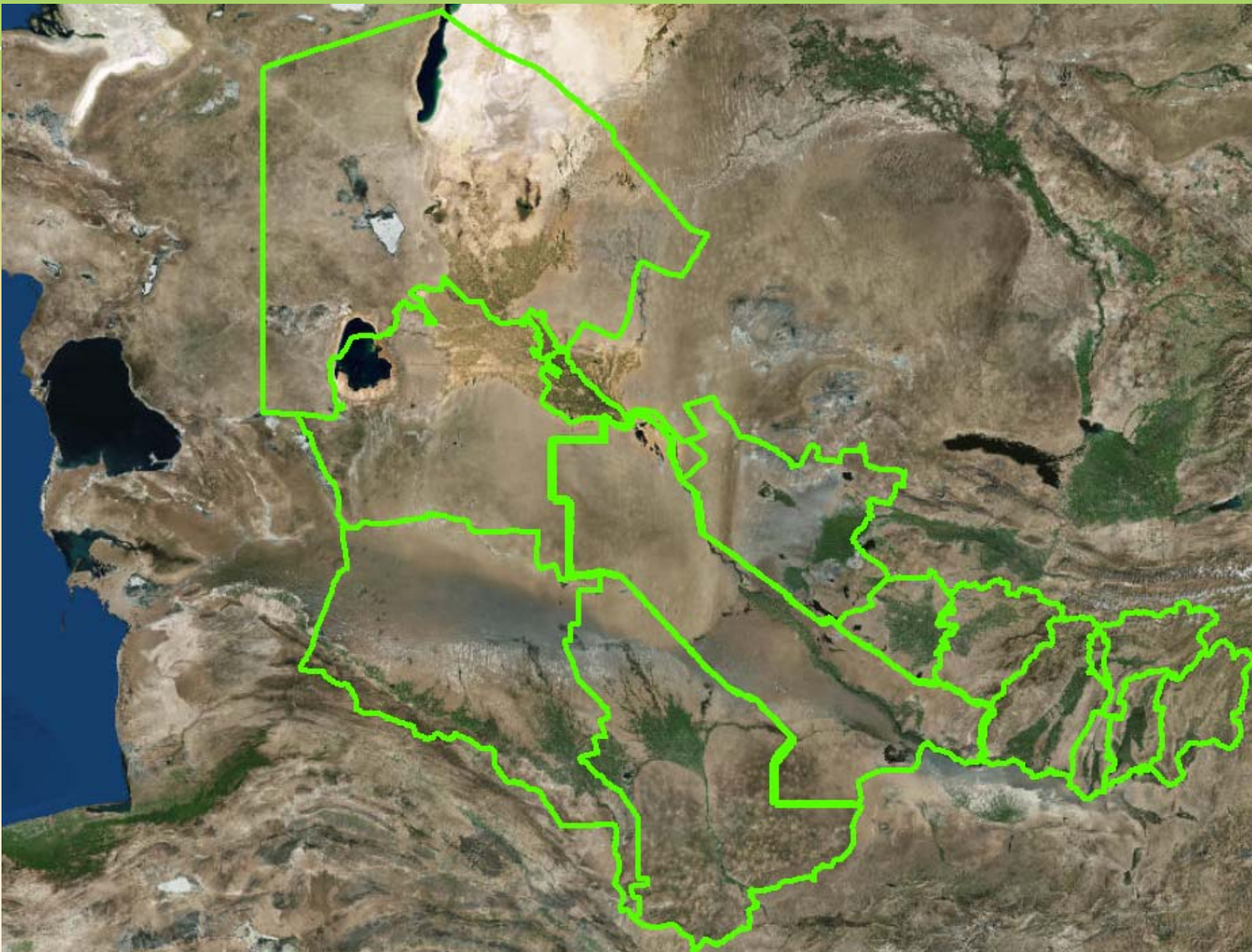
Использование почвенных карт в определении водно-физических свойств объектов

Построение для больших объектов расчетных сеток

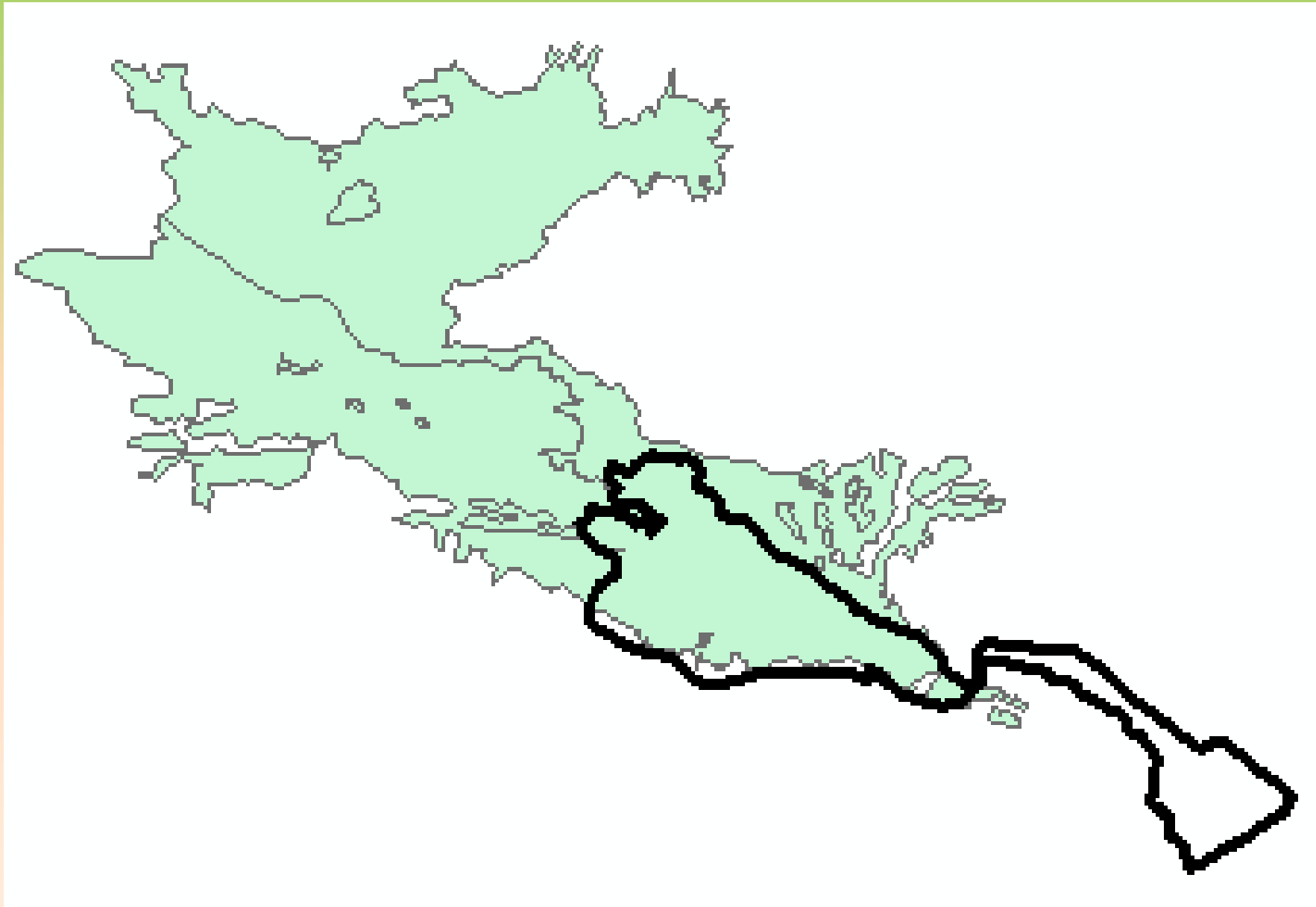
Использование GOOGLE MAP для точной привязки объектов водопользования к оросительной системе (на уровне полей)

Использование пространственного положения ячеек расчетной сетки и колодцев замера УГВ для определения декадного среднего УГВ по ячейке

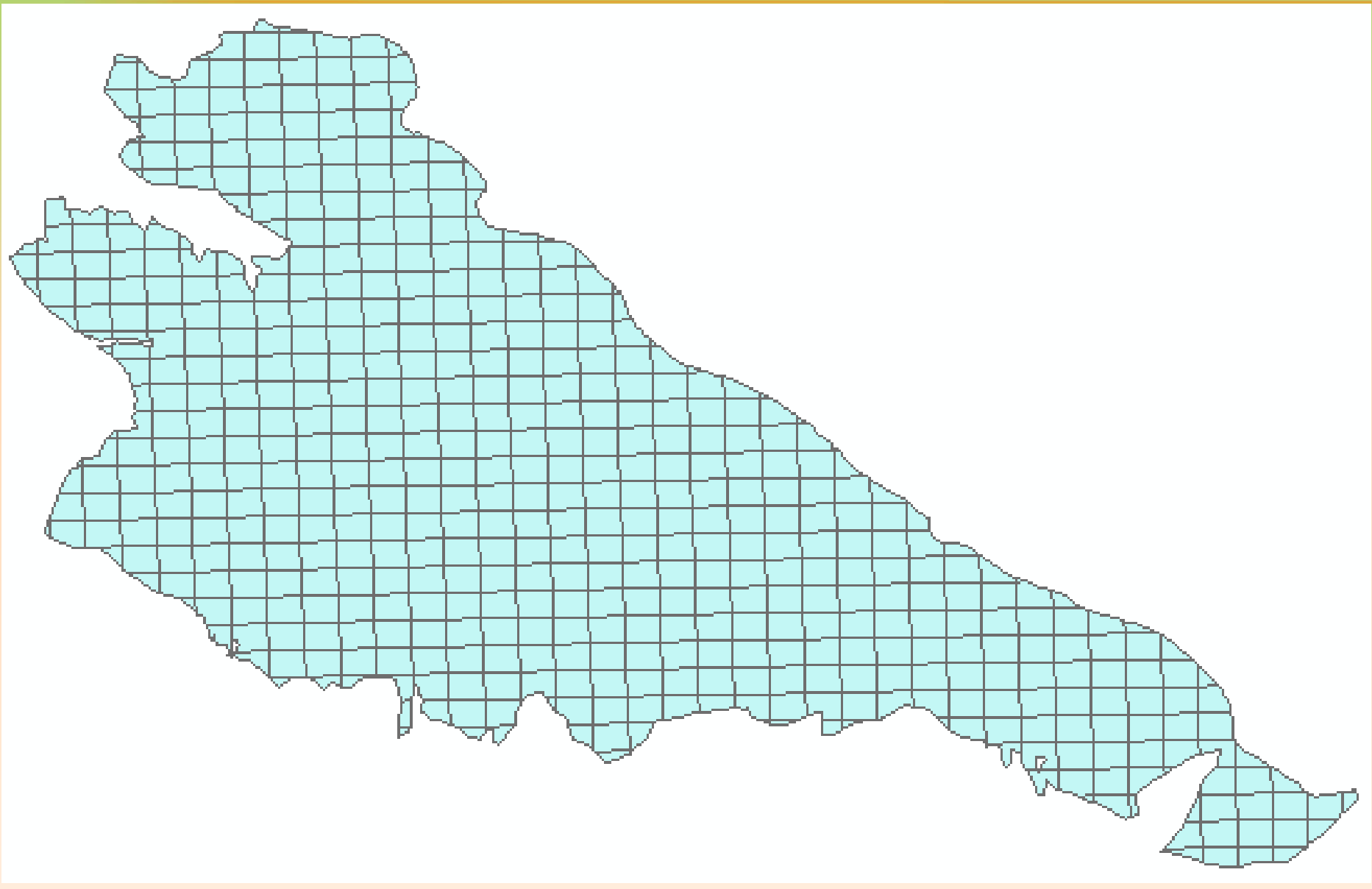
ЗОНЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЕКТА



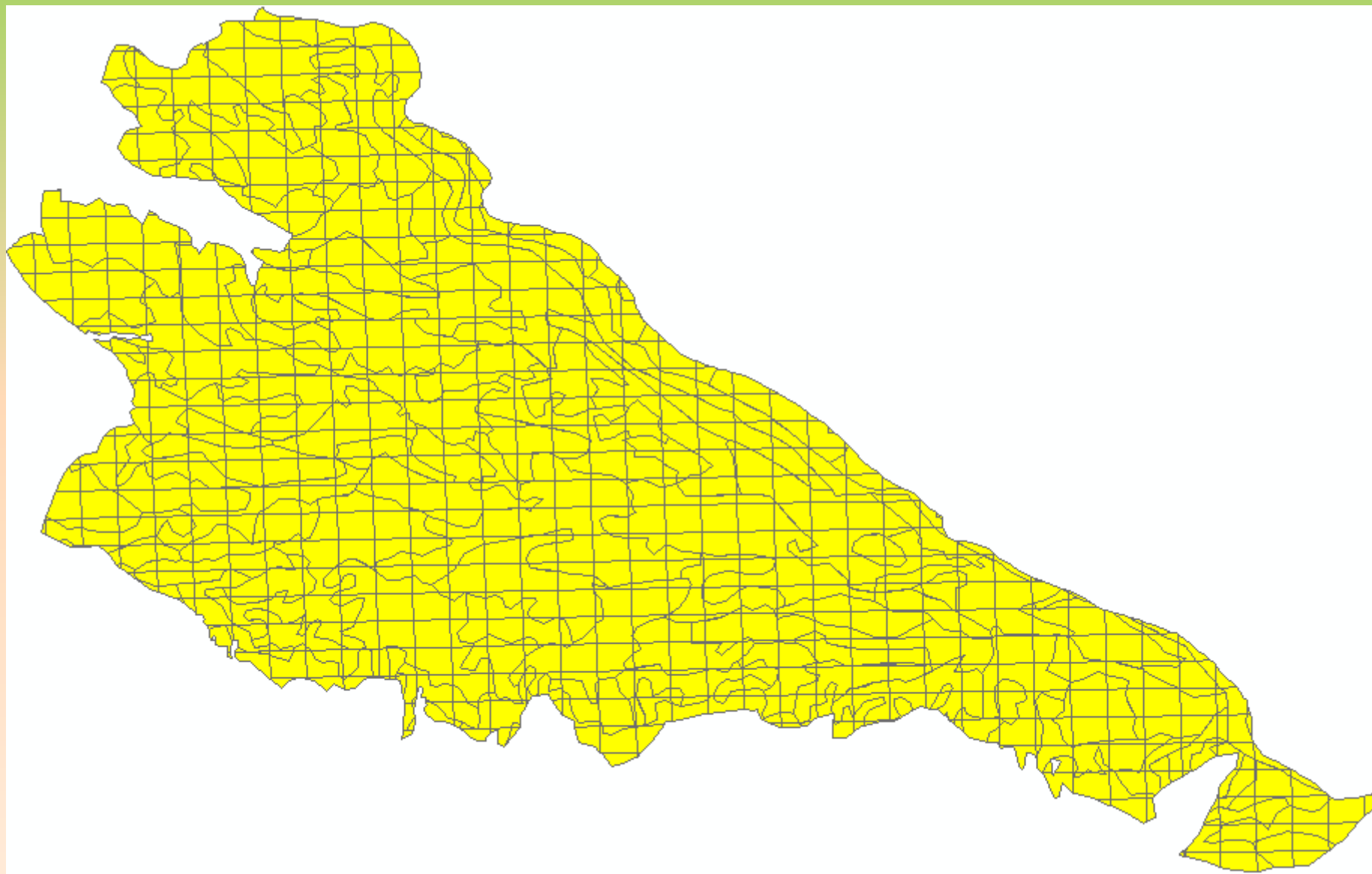
ЧАСТЬ ОРОШАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ЦАР И ЗП ХОРЕЗМА



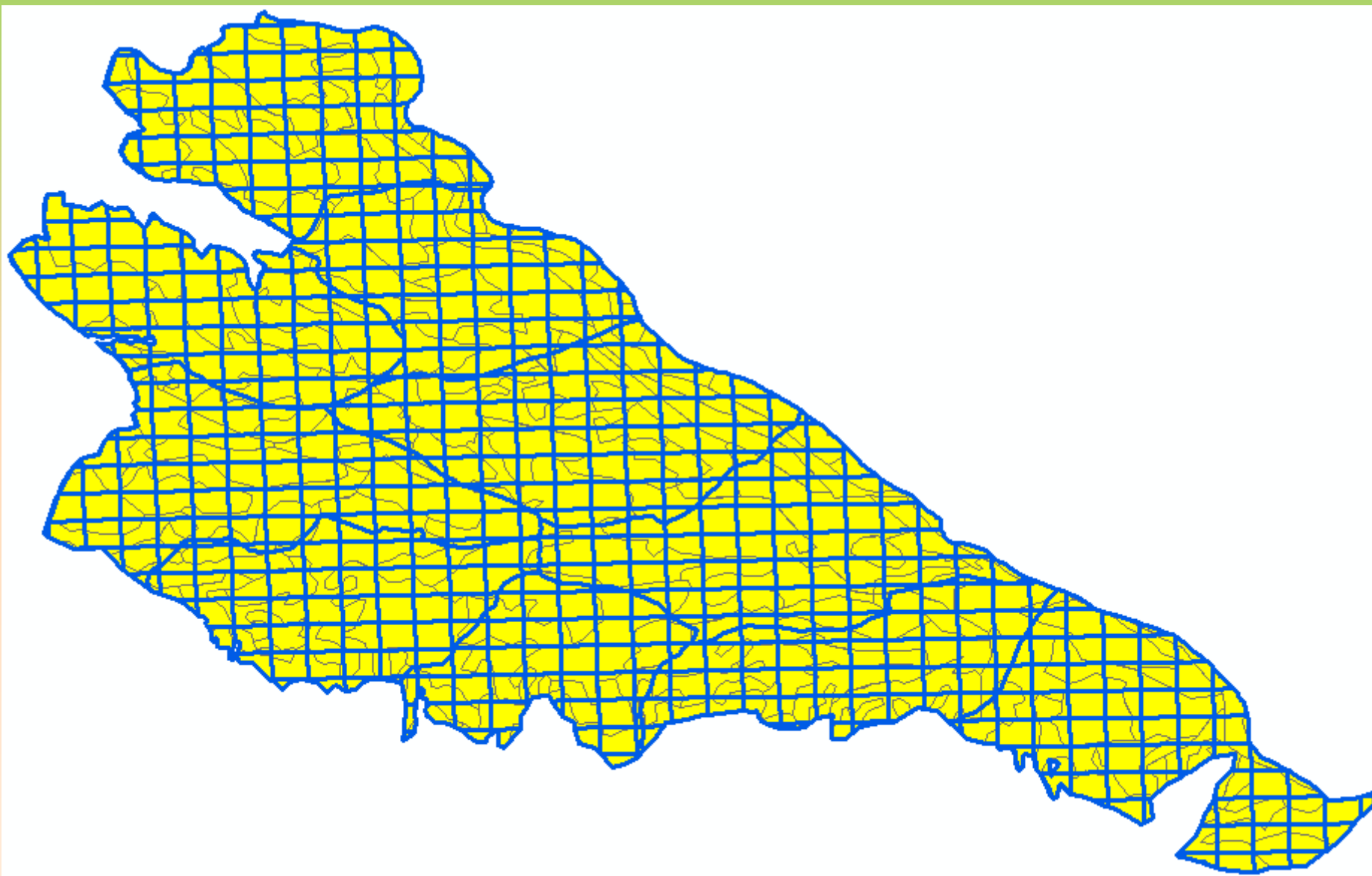
ОРОШАЕМАЯ ЧАСТЬ ЗП ХОРЕЗМ, РАЗБИТАЯ РАБОЧЕЙ СЕТКОЙ 3 X 3 КМ



РАБОЧИЕ ЯЧЕЙКИ, РАЗБИТЫЕ ПОЧВЕННЫМИ РАЗНОСТЯМИ



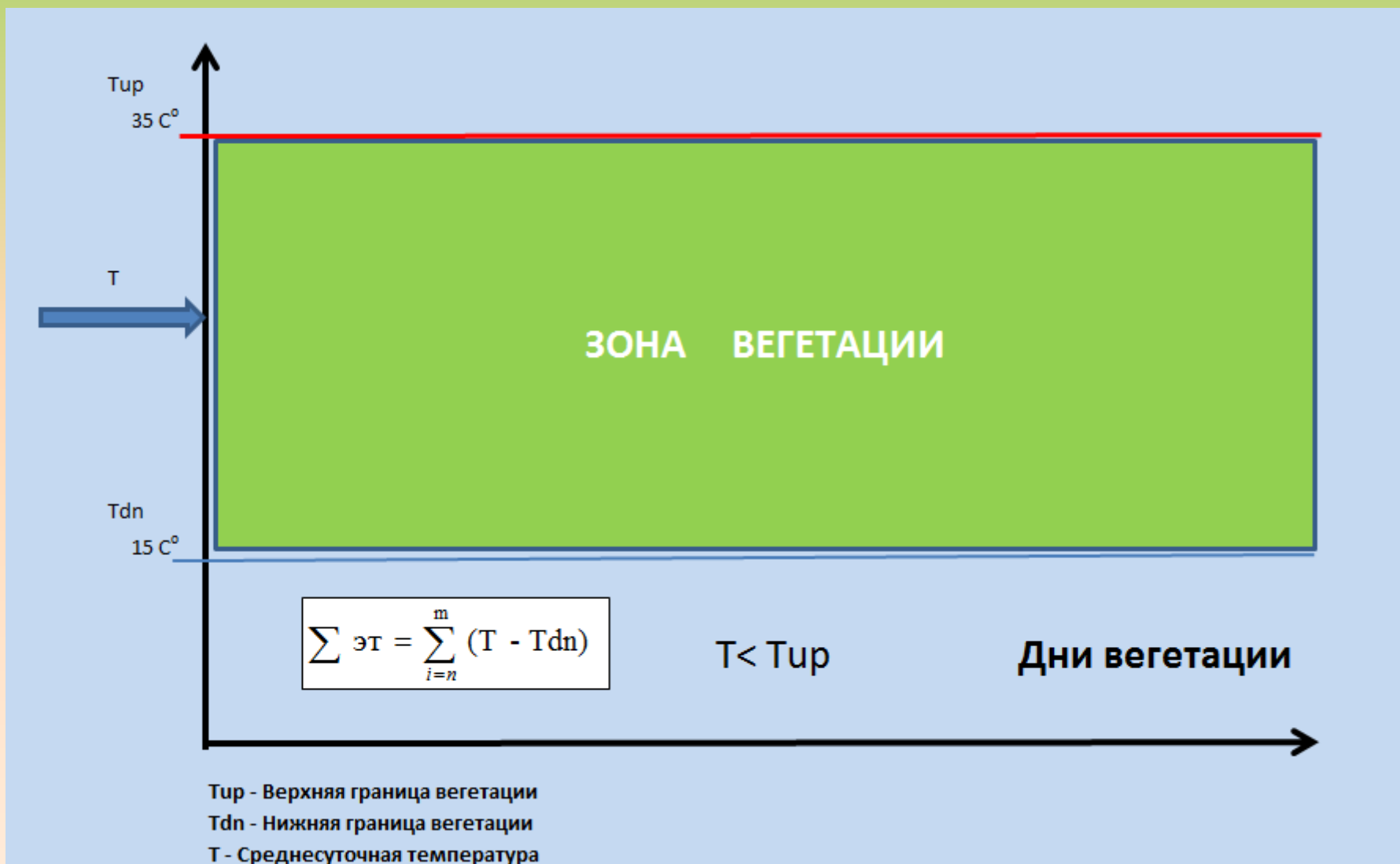
РАБОЧИЕ ЯЧЕЙКИ, РАЗБИТЫЕ ПОЧВОЙ И РАЙОНАМИ



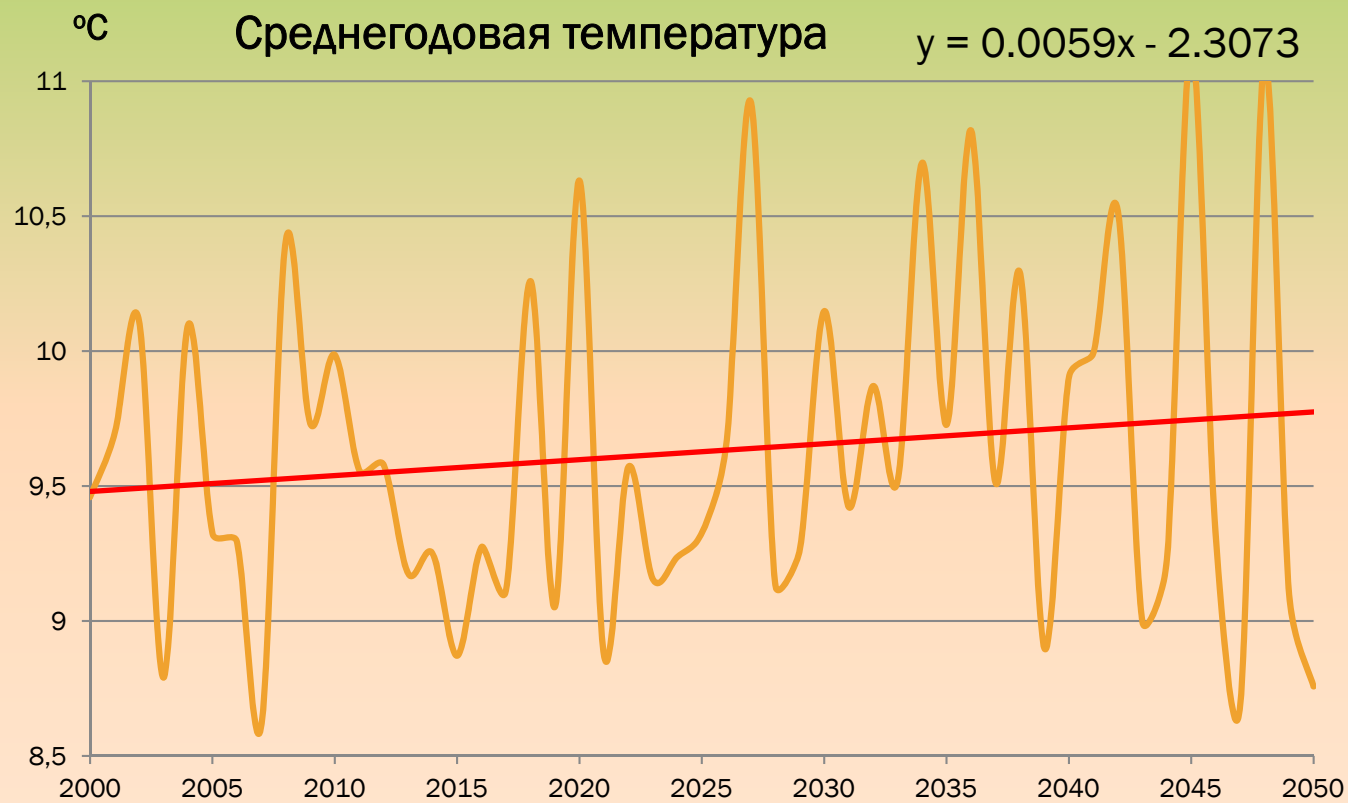
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕГЕТАЦИИ РАСТЕНИЙ

- × Суть метода эффективных температур**
- × Изменение периодов развития растений**
- × Смещение даты сева**
- × Изменение водопотребления растений**

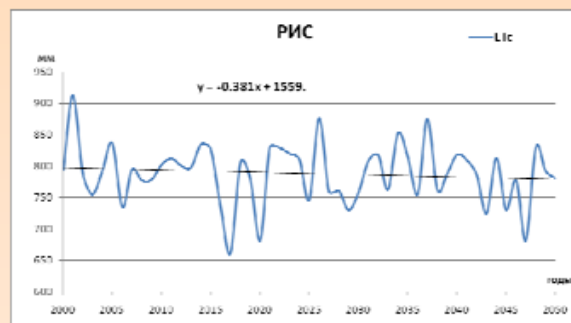
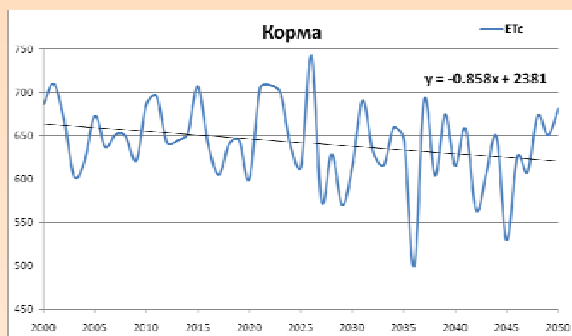
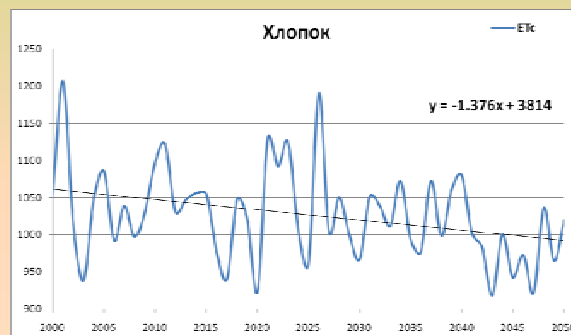
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР



РОСТ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗП ХОРЕЗМ

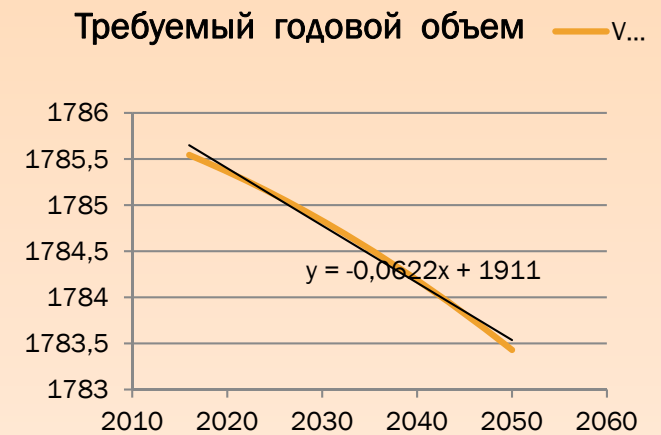
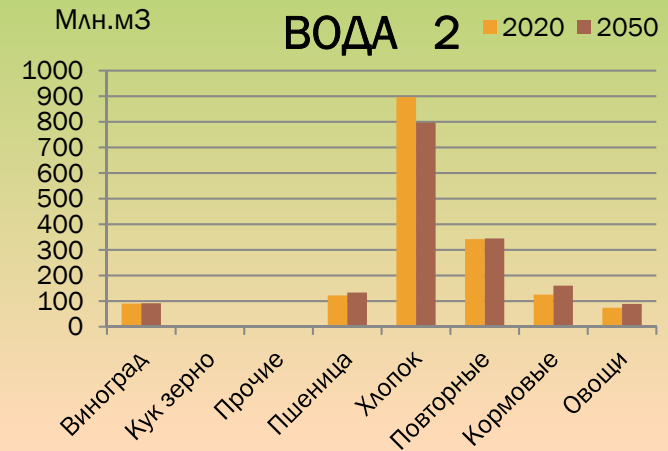
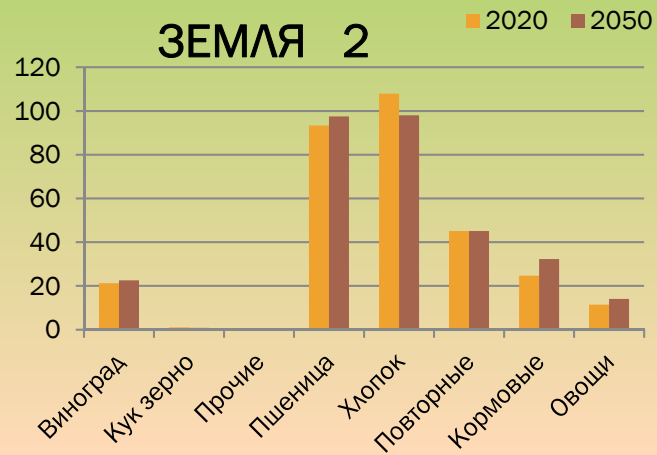


РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ



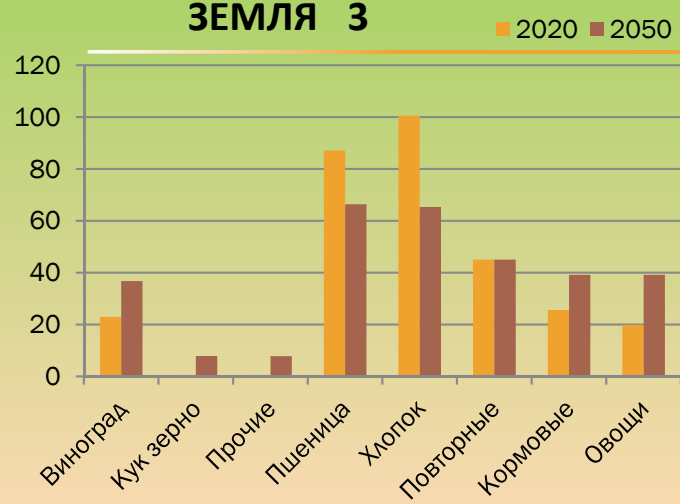
ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ЗП БУХАРА СЦЕНАРИЙ СОХРАНЕНИЯ ТРЕНДА

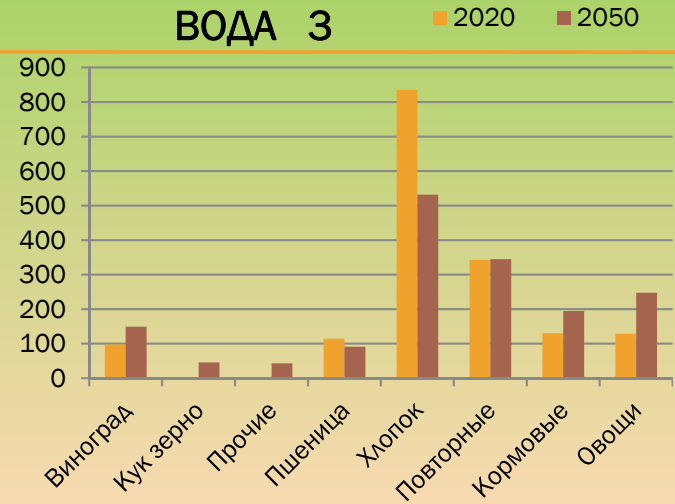


ЗП БУХАРА СЦЕНАРИЙ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ЗЕМЛЯ 3



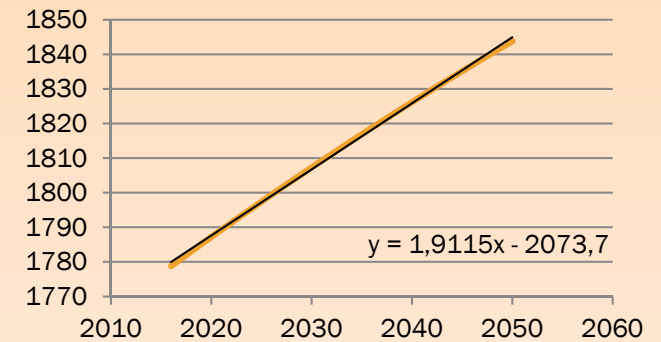
ВОДА 3



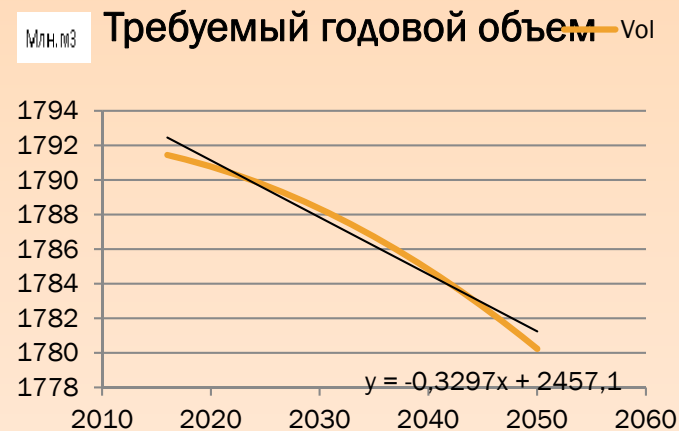
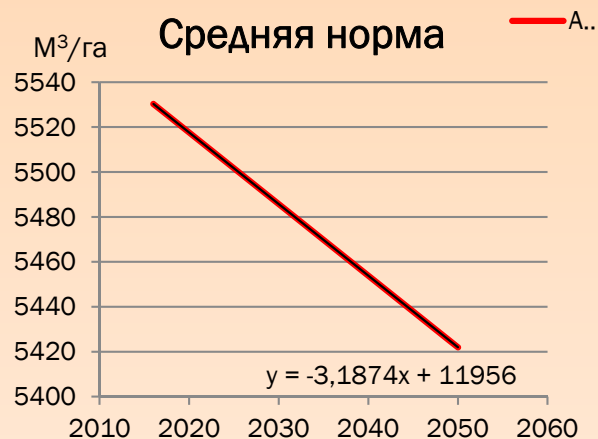
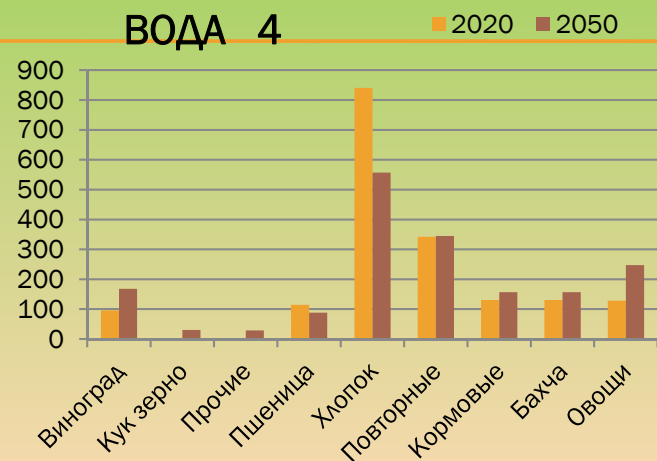
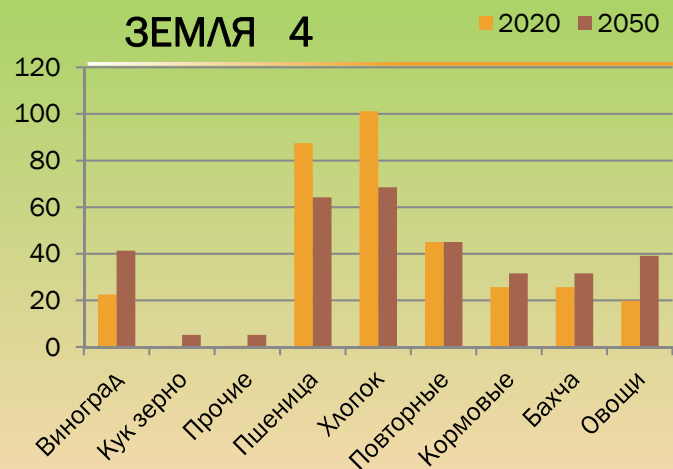
Средняя норма



Требуемый годовой объем



ЗП БУХАРА СЦЕНАРИЙ ЭКСПОРТНОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ