



ПРОЕКТ

Адаптация управления водными ресурсами трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным изменениям климата

Отчет по позиции

2.8.1 Модель зоны планирования.

Модуль расчета продукции орошаемого земледелия и продуктов питания

Руководитель проекта, проф.

В.А.Духовный

Ответственный исполнитель
по позиции

А.Г.Сорокин

Исполнитель работ

Т.В.Кадыров

Ташкент 2016

1. Цель и задачи исследования:

- Доработка оптимизационного модуля распределения с\х культур и расчета продуктов питания ЗП
- Программирование оптимизационного модуля распределения с\х культур и расчета продуктов питания ЗП в системе алгебраического моделирования GAMS (Версия 24) с возможностью экспорта и импорта данных в базу данных MySQL (на базе существующей программы, разработанной в НИЦ МКВК) .

2. Результаты:

2.1 Модель расчета продукции орошаемого земледелия ЗП, разработанная на языке алгебраического моделирования GAMS, за основу взята версия 24.5.6, используется решатель MINOS5. На вход программа получает данные: ограничение по площади ЗП, население, ограничение по водным ресурсам и водопотреблению (дефицит воды), данные по культурам (орошаемые площади, урожайность), население. Рассчитывается валовый сбор с\х культур на 1 га, на 1 человека, потери продукции при дефиците водных ресурсов, продуктивность воды и земли (в \$ на 1 га, на 1 м³ воды).

2.2 Модуль расчета продуктов питания ЗП в системе алгебраического моделирования GAMS (Версия 24) с возможностью экспорта и импорта данных в базу данных MySQL (на базе существующей программы, разработанной в НИЦ МКВК). На вход программа получает данные: валовый сбор с\х культур (результат расчета продукции орошаемого земледелия), коэффициенты для переводы количества выращенной продукции в продукты питания. Рассчитываются продукты питания.

Возможности: калибровка модели на фактических данных, проведение численного имитационного эксперимента (по сценариям сохранения существующих тенденций, продовольственной безопасности и импорт-замещения, реализации экспортного потенциала), оптимизация состава культур по набору целевых функций, ввод ограничений (государственный заказ - закупка хлопка-сырца, пшеницы и др.).

3. Данные.

Данные для проведения имитационного эксперимента будут взяты из базы данных (А.Сорокин, начало июня) согласно списка исходной информации модели.

4. Задачи дальнейших работ:

Второй этап, 2016 год. **Будет выполнена корректировка программы с целью включения в нее: стандартного набора с\х культур ASBmm, включающего повторные культуры и приусадебные участки; расширенный список критериев оптимизации (целевых функций).** Будут проведены численные имитационные эксперименты для отладки и калибровки модели на данных Хорезмской ЗП по бассейну реки Амударья.

Третий этап, 2017 год. Будет доработан оптимизационный модуль распределения с\х культур с учетом сценариев развития: продовольственная безопасность и\или экспортный потенциал. **Будут введены ограничения на оптимизацию (подача воды на приусадебные участки, выполнение госзаказа и др.).** Необходимая корректировка программы будет выполняться в рабочем порядке.

Приложение 1. Краткое описание компьютерной программы.

На вход программе подаются данные о фактическом распределении с\х культур, коэффициенты урожайности, коэффициенты кормовой массы, коэффициенты перехода к кормовым единицам.

Рассчитывается валовый сбор с\х культур, а также удельные показатели производства продуктов питания.

Список стандартных культуры присутствует в приложении 2.

$$FactAmountCrops = Fact_Area_Crops * productivity$$

$$SpecificFactAmountCrops = Fact_Area_Crops * productivity / Population$$

$$Calibration_Feed_Unit = FeedUnitCoef * Fact_Area_Crops * productivity * FeedMassCoef * 10000$$

$$Feed_Cal = \sum FeedUnitCoef_feedcrops * Fact_Area * productivity * FeedMass * 10000$$

$$Roughage_Cal = \sum FeedUnitCoef_RoughageCrops * Fact_Area * productivity * FeedMass * 10000$$

Для расчета производства молочной и мясной продукции вводятся переменные коэффициенты ($FeedUnitPastureCal$, $PercentFeed$, $PercentRoughage$) для учета неорошаемого земледелия, которые в дальнейшем рассчитываются при решении оптимизационной задачи:

$$FeedUnitPastureCal = \sum Calibration_Feed_Unit * PastureCoefCal$$

$$PastureMilkCal = FeedUnitPastureCal * CoefCalibration / (CoefCalibration + 1)$$

$$PastureMeatCal = FeedUnitPastureCal / (CoefCalibration + 1)$$

$$PercentRoughageMeat = Roughage_Cal - Roughage_Cal * PercentRoughage / 100$$

$$PercentFeedMeat = Feed_Cal - PercentFeed * Feed_Cal / 100 + PastureMeatCal$$

$$Pr odMilkCal = MilkUnit * ((TotalRoughage * PercentRoughage / 100 + PercentFeed * TotalFeed / 100) + PastureMilk) / 1000000$$

$$Pr odMeatCal = \sum Pr odMeatByCattle / 1000$$

$$Spec Pr odMeatCal = Pr odMeatCal * 1000 / Population$$

$$Spec Pr odMilkCal = Pr odMilkCal * 1000 / Population$$

$$DeviationCal = (Pr odMeatCal - Fact Pr odMeat)^2 + (Pr odMilkCal - Fact Pr odMilk)^2$$

$$DeviationCal \rightarrow \min$$

Где параметры:

$Fact_Area_Crops$ - фактическое распределение площадей

$productivity$ - урожайность с\х культур

$Population$ - население ЗП

$FeedMassCoef$ - коэффициент перевода в кормовую массу

$Calibration_Feed_Unit$ - количество кормовой массы, которые подаются на вход программе и являются постоянными

А параметры:

$FeedUnitPastureCal$ - Количество кормовых единиц, полученных с учетом неорошаемого земледелия

$CoefCalibration$ - коэффициент определяющий потребление кормов

$PercentFeed$ - коэффициент определяющий потребление мягких кормов, где

$PercentFeed = 1 - PercentRoughage$

$PercentRoughage$ - коэффициент определяющий потребление грубых кормов

$PastureCoefCal$ - коэффициент пастбищ, которые являются переменными и

оптимизируются в ходе работы программы и передаются в следующий этап как

постоянные, где происходит оптимизация состава культур для продовольственной безопасности.

Расчет первого этапа:

Программе на вход подаются фактические данные по распределению посевных площадей, урожайность, коэффициенты формирования кормовой массы, коэффициенты формирования кормовых единиц, коэффициенты повторного засеивания, коэффициенты инноваций (для увеличения урожайности и понижения водопотребления), также фактическое производство мясной и молочной продукции. Затем происходит оптимизация первого этапа по критерию: минимизация квадратичного отклонения фактического производства мясной и молочной продукции от расчетного, для калибровки переменных коэффициентов, которые учитывают неорошаемое земледелие (пастбища, богара).

Следующий этап работы программы:

$$\begin{aligned} TotalYield &= Inn_Area * CropArea * Inn_Productivity * productivity \\ WaterRateByCrop &= Inn_Area * CropArea * Inn_WaterRate * WaterRate \\ FeedMass &= TotalYield * FeedMassCoef \\ FeedUnit &= FeedUnitCoef * FeedMass * 10000 \\ TotalRoughage &= \sum FeedUnit \\ TotalFeed &= \sum FeedUnit \\ FeedUnitPasture &= \sum FeedUnit * PastureCoefCal \\ Area &> \sum CropArea \\ PastureMilk &= FeedUnitPasture * CoefCalibration / (CoefCalibration + 1) \\ PastureMeat &= FeedUnitPasture * (CoefCalibration + 1) \\ PercentRoughageMilk &= TotalRoughage * PercentRoughage / 100 \\ PercentFeedMilk &= PercentFeed * TotalFeed / 100 \\ Pr_odMilk &= MilkUnit * ((TotalRoughage * PercentRoughage / 100 + PercentFeed * TotalFeed / 100) + PastureMilk) / 1000000 \\ PercentRoughageMeat &= TotalRoughage - TotalRoughage * PercentRoughage / 100 \\ PercentFeedMeat &= TotalFeed - PercentFeed * TotalFeed / 100 + PastureMeat \\ Pr_odCrop &= CropArea * productivity \\ SpecPr_odCrop &= Pr_odCrop * 1000 / Population \\ Amount_Water &> \sum WaterRateByCrop \\ DeviationFromStd &= \sum (SpecPr_odCrop - stdCrop)^2 \\ DeviationFromStd &\rightarrow \min \end{aligned}$$

Где:

- *TotalYield* – валовый сбор культуры (входной параметр)
- *Inn_Area* – площадь с использованием инноваций (входной параметр)
- *CropArea* – площадь засеивания культуры (переменный параметр)
- *Inn_Productivity* – коэффициент инноваций увеличивающий урожайность культуры (входной параметр)
- *Productivity* – коэффициент урожайности культуры (входной параметр)
- *WaterRateByCrop* – водопотребление культуры (входной параметр)
- *Inn_WaterRate* – коэффициент уменьшения водопотребления культуры с учетом инновации (входной параметр)
- *WaterRate* – водопотребление культуры (входной параметр)
- *FeedMass* – кормовая масса (входной параметр)

- *FeedMassCoef* – коэффициент кормовой массы (*входной параметр*)
- *FeedUnit* – кормовые единицы (*входной параметр*)
- *FeedUnitCoef* – коэффициент для пересчета кормовой массы в кормовые единицы (*входной параметр*)
- *TotalRoughage* – общее количество грубых кормов, сумма считается по культурам относящиеся к грубым – хлопок, маис, рис, пшеница (*расчетный параметр*)
- *TotalFeed* - общее количество мягких кормов, сумма считается по культурам, относящиеся к мягким кормам – кормовые, овощные (*расчетный параметр*)
- *FeedUnitPasture* – количество кормов полученных с пастбищ (*расчетный параметр*)
- *PastureCoefCal* – коэффициент для учета пастбищ (*коэффициент полученный из первого этапа*)
- *PastureMilk* – рассчитанная молочная продукция с учетом пастбищ-корма получаемые на неорошаемых землях (*расчетный параметр*)
- *CoefCalibration* – калибровочный коэффициент для получения более точных результатов (*коэффициент полученный из первого этапа*)
- *PastureMeat* – рассчитанная мясная продукция с учетом пастбищ-корма получаемые на неорошаемых землях (*расчетный параметр*)
- *PercentRoughageMilk* – Процент грубых кормов, используемых для кормления молочного животноводства (*расчетный параметр*)
- *PercentRoughage* – коэффициент использования грубых кормов (*калибровочный коэффициент, полученный из первого этапа*)
- *PercentFeedMilk* – Процент мягких кормов, используемых для кормления молочного животноводства (*расчетный параметр*)
- *PercentFeed* – коэффициент использования мягких кормов (*калибровочный коэффициент, полученный из первого этапа*)
- *ProdMilk* – производство молочной продукции в тоннах (*расчетный параметр*)
- *MilkUnit* – коэффициент пересчета молочной продукции из единиц молока в килограммы (*расчетный параметр*)
- *PercentRoughageMeat* – процент грубых кормов, используемых кормления мясного животноводства (*калибровочный коэффициент, полученный из первого этапа*)
- *PercentFeedMeat* - процент мягких кормов, используемых кормления мясного животноводства (*калибровочный коэффициент, полученный из первого этапа*)
- *ProdCrop* – Производство культуры в тоннах (*расчетный параметр*)
- *SpecProdCrop* – Удельное производство продукта в чел\кг (*расчетный параметр*)
- *Amount_Water* – Количество доступной воды в кубических метрах (*входной параметр*)
- *WaterRateByCrop* – Водопотребление культурой (*входной параметр*)
- *DeviationFromStd* – Показатель стандартного квадратичного отклонения произведенных продуктов от продовольственной корзины Центрально Азиатского региона (*расчетный параметр*)

std_crop – Показатель продовольственной корзины в Центрально Азиатском регионе (*входной параметр*)

В данном этапе работы программа получает на вход данные по урожайности, коэффициенты формирования кормовой массы, коэффициенты формирования кормовых единиц, коэффициенты повторного засеивания, коэффициенты инноваций (для увеличения урожайности и понижения водопотребления), коэффициенты повторного засеивания, коэффициенты переработки с\х культур в продукты питания, поголовье скота, население, и лимиты по площади(нетто) и лимит воды для орошения, также программа получает калибровочные коэффициенты(коэффициент пастбищ, для расчета кормов получаемых из неорошаемого земледелия, коэффициенты разделения кормов, которые

идут на мясное животноводство и молочное животноводство) из первого этапа для корректного расчета продуктов питания. Площадь, которая отводится под приусадебные культуры и другие(из массива 9 стандартных культур) в оптимизации при перераспределении с\х культур не участвует.

Необходимо добавить, что в этом этапе работы программы имеется возможность зафиксировать максимальные и минимальные величины площади отведенную под конкретную культуру. В третьем этапе остаточная площадь ЗП и не потраченный лимит воды используется для получения максимальной добавленной стоимости:

$$\left\{ \begin{array}{l} IncomeByCrop = CropArea * productivity * Cost \\ ExpensesByCrop = CropArea * Coef_Expenses \\ ProfitByCrop = IncomeByCrop - ExpensesByCrop \\ WageByCrop = CropArea * Wages / 100 \\ TaxByCrop = CropArea * Tax / 100; \\ AddedTaxByCrop = ProfitByCrop * Conversion + WageByCrop + TaxByCrop + ProfitByCrop \\ AddedTaxByCrop \rightarrow \max \end{array} \right.$$

Приложение 2.

С/х культуры по списку ASBmm (9 основных культур)

Обозначение	Наименование	Пояснения
C = { }	Crops	Элементы массива “ с/х культуры”
cot	Cotton	Хлопчатник
whe	Wheat	Пшеница
ric	Rice	Рис
mai	Maize	Maize for grain / Кукуруза на зерно
veg	Vegetables	Овощные: картофель, томаты, корнеплоды, бобовые, бахчевые
orc	Orchards	Orchards and grapes / Фруктовые сады и виноградники
for	Forage	Forage crops / Кормовые: corn silage / кукуруза на силос, alfalfa / люцерна
oth	Other	Прочие: другие зерновые и технические – oil crops / масличные, сахарная свекла, табак и др.
hom	Homestead	Приусадебные
	Double crops	Повторные; в массив 9 культур не входят, но учитываются через повышающие коэффициенты для: а) овощных (морковь, маш, бобовые, редька и др.), б) кормовых культур и с) риса. Засеваются после уборки пшеницы.