

Модель ISAREG

Руководство пользователя

Имитационная модель по планированию ирригации

СОДЕРЖАНИЕ

1 - Представление модели ISAREG	4
1.1 - Введение	4
1.2 - Пример использования модели ISAREG.....	5
1.3 - Сохранение файлов данных	18
1.4 - Главное меню.....	18
1.5 - Меню файлов данных.....	19
1.6 - Общие процедуры для всей программы	21
2 - Сельскохозяйственные данные.....	22
2.1 - Предисловие	22
2.2 - Параметры культуры	22
2.2.1 - Концепции	22
2.2.2 - Создание файлов с данными о культуре.....	24
2.2.3 - Чтение или изменение файлов с параметрами культуры.....	42
2.3 - Параметры почвы	43
2.3.1 - Определения	43
2.3.2 - Создание файлов почвы.....	44
2.3.3 - Чтение и/или изменение файлов с почвенными параметрами.....	48
3 - Метеорологические файлы.....	49
3.1 - Характеристики файлов данных	49
3.2 - Создание файлов метеорологических данных.....	50
3.3 - Чтение и/или изменение существующих файлов метеорологических данных	53
3.4 - Графический анализ метеорологических данных	59
4 - Варианты планирования орошения	61
4.1 - Введение и базовые концепции.....	61
4.1.1 - Введение.....	61
4.1.2 - Базовые концепции	62
4.1.3 - Выбор вариантов орошения и начальных условий.....	63
4.2 - Орошение, направленное на оптимальный урожай (вариант 1 графика поливов)	64
4.3 - Моделирование при определенном времени и глубине орошения (вариант 2 графика поливов)	65
4.3.1 - Начало времени орошения.....	65
4.3.2 - Глубина орошения.....	73
4.4 - Фиксированные даты орошения (вариант 3 графика орошения)	74
4.5 - Оптимальный график поливов при заданной глубине орошения (график поливов по 4 варианту).....	78
4.6 - Культура без полива (график поливов по 5 варианту).....	80
4.7 - Расчет чистых требований на орошение (график поливов по 6 варианту).....	81
4.8 - Ограничения водоподдачи	82
4.8.1 - Определение	82
4.8.2 - Определение минимального интервала между поливами	83
4.8.3 - Ввод одного или нескольких периодов времени, когда вода ограничена	84

4.9 - Потенциальный вклад грунтовых вод.....	86
4.9.1 - Концепции	86
4.9.2 - Постоянный потенциальный вклад грунтовых вод в течение всего ирригационного периода.....	86
4.9.3 - Изменяющийся в течение ирригационного периода потенциальный вклад грунтовых вод.....	87
4.10 - Чтение и/или изменение файлов вариантов полива.....	88
4.10.1 - Чтение и/или изменение файлов вариантов полива	89
4.10.2 - Чтение и/или изменение файлов ограничения водоподачи.....	90
4.10.3 - Чтение и/или изменение файлов потенциального вклада грунтовых вод	90
5 - Моделирование планирования орошения.....	91
5.1 - Представление базы данных для баланса почвенной влаги	91
5.1.1 - Меню и таблицы	91
5.1.2 - Графическое отображение	94
5.2 - Ввод кодов для чтения базы данных.....	95
5.3 - Ввод года или серии лет для моделирования	96
5.4 - Ввод файлов вариантов орошения	98
5.4.1 - Файлы вариантов орошения.....	98
5.4.2 - Ввод ограничений на водоподачу	99
5.4.3 - Ввод потенциального вклада грунтовых вод.....	101
5.5 - Проведение нового моделирования изменением только одного элемента.....	102
5.6 - Создание и использование пакетного файла	103
5.7 - Моделирование орошения для последовательности культур.....	105
5.8 - Расчет начальных условий как функции предшествующих метеоусловий	109
6 - Результаты.....	111
6.1 - Введение	111
6.2 - Моделирование планирования орошения	112
6.2.1 - Планирование орошения, варианты 1 и 2	112
6.2.2 - Планирование орошения, вариант 3.....	113
6.2.3 - Планирование орошения, вариант 4.....	114
6.2.4 - Планирование орошения, вариант 6.....	117
6.3 - Результаты баланса почвенной влаги	118
6.4 - Определение потерь урожая и постоянного пикового расхода	119
6.5 - Графическое отображение результатов	120
6.5.1 - 1, 2, 3 и 5 варианты орошения.....	120
6.5.2 - 6 вариант орошения	122
6.6 - Особые случаи	122
6.6.1 - Последовательность культур	122
6.6.2 - Частотный анализ.....	124
6.7 - Построение графиков в ходе моделирования	129
6.8 - Выделение графиков из программы.....	130

1 - Представление модели ISAREG

1.1 - Введение

Модель ISAREG базируется на методике расчета водного баланса почвы, предложенной Doorenbos и Pruitt (1977). Схема модели представлена на рис. 1.1.

База данных организована в:

- метеорологических файлах, включающих данные по эффективным осадкам и эталонной эвапотранспирации;
- почвенных файлах, включающих стадии развития культур, даты, коэффициенты культур (K_c), развитие корневой системы (глубины) (z) и фактор истощения (p);
- почвенных файлах со значениями потенциальной глубины извлечения корней (rd), полевой влагоемкости (FC), точки завядания (WP) для каждого почвенного слоя.

Управление орошением должно позволять моделирование нескольких вариантов планирования, где заявлены два порога: первый - определяющий, когда требуется орошение; второй - верхний предел, определяющий глубину орошения.

Варианты орошения могут подвергнуться ограничениям, например, в отношении минимального ирригационного интервала, водоподачи и т. п.

Модель также должна рассматривать вклад грунтовых вод с их поверхности, когда она расположена близко к земной поверхности и когда культура испытывает водный стресс.

Учитывая варианты орошения и возможные ограничения, программа позволяет:

i. Планировать орошение, рассчитывая день и глубину каждого полива (график поливов), снижение урожайности, если культура подвержена водному стрессу, и постоянный проектный пиковый расход. Общий объем оросительной воды в этих условиях называется годовыми требованиями (AR).

ii. Определить чистые требования на орошение (NIR), как теоретические требования на воду, рассчитанные независимо от того, каким образом будет производиться орошение, лишь бы культура была полита в достаточном объеме.

iii. Оценить данный график орошения.

iv. Определить проектные параметры, т. е. годовые требования на воду и вымышленный (фиктивный) постоянный пиковый расход при данной вероятности, основанной на анализе статистических серий этих параметров.

Рис. 1.1 - Упрощенная схема модели ISAREG

Это руководство создано с целью описания работы программы. В первых главах представлены порядок работы с файлами данных (главы 2, 3 и 4), описание процедур моделирования орошения (глава 5), результаты моделирования (глава 6). В главе 1 представлены главное меню и пример.

1.2 - Пример использования модели ISAREG

Пользователю при знакомстве с моделью предлагается следовать этому примеру.

1) Откройте на жестком диске директорию для инсталляции программы и скопируйте ее в директорию

```
C:> MD ISAREG
C:> CD ISAREG
C:\ISAREG> COPY A:ISAREG.EXE
```

2) Используйте программу

```
C:\ISAREG> ISAREG
```

На экране появится исходная презентация программа. Нажмите <ENTER> для продолжения работы.

3) Выберите диск для файлов данных

Для прямого использования дискеты, которая прикладывается к файлам данных, поместите ее в дисковод A и нажмите A и <ENTER>:

```
By default the program will search for data files:

on disk -----> C

on directory ----> \ISAREG

Press <RETURN> to confirm or enter
new disk (Ex: A) =====> A

Press <RETURN> to confirm or enter
New directory (Ex: \ISAREG\DADOS) =====>
```

При ошибке программа будет искать файлы данных:

на диске-----> C

в директории ----> \ISAREG

Нажмите<RETURN> для подтверждения или выберите
новый диск (пример: A) =====> A

Нажмите <RETURN> для подтверждения или входа в
новую директорию (пример: \ISAREG\DADOS) =====>

4) Выберите файлы данных для использования

В главном меню, A), выберите вариант "3" (моделирование орошения), за которым следует вариант "1" (имена файлов вводятся через клавиатуру). Введите коды файлов данных, ранее сохраненных на диске:

ENTER THE FOLLOWING CODES FOR DATA FILES IDENTIFICATION:
(maximum of 8 charact.)

Crop name =====> MILHOGR1

Soil type name =====> MEDIO

Meteorological station (ETo) name ===> SALVADEC

Rainfall station (Pe) name =====> SALVADEC

Output files name =====> N

Are these values correct ? [Y/N] Y

ВВЕДИТЕ СЛЕДУЮЩИЕ КОДЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФАЙЛОВ ДАННЫХ:
(максимум 8 букв)

Название культуры =====> MILHOGR1

Тип почвы =====> MEDIO

Метеостанция (ETo) =====> SALVADEC

Станция по измерению осадков (Pe) =====> SALVADEC

Имя выходных файлов =====> N

Все ли эти значения верны? [Y/N] Y

Все эти файлы уже находятся на диске A. Как получить список существующих файлов и их тип? На экране появится следующая информация как пример ответа на этот вопрос относительно файлов культур:

FILES WITH EXTENSION CUL STORED ON DISK :

```

-----
      CORN      INICIAL      MILHO      MILHOFR      MILHOGR1      MILHOGR2
MILHOGR3
      PRADO    RELVA      S      SOJA      TRIGO
-----

```

ФАЙЛЫ С РАСШИРЕНИЕМ, СОХРАНЕННЫЕ НА ДИСКЕ :

```

-----
      CORN      INICIAL      MILHO      MILHOFR      MILHOGR1      MILHOGR2
MILHOGR3
      PRADO    RELVA      S      SOJA      TRIGO
-----

```

Для создания ваших собственных файлов см. главы 2 и 3.

5) Выберите год для моделирования

Метеорологические файлы содержат данные для отдельных лет. Для примера смотрите год 1974:

YEAR SELECTION TO COMPUTE THE SOIL WATER BALANCE
METEOROLOGICAL DATA SELECTION

Meteorological files characteristics :

EVAPOTRANSPIRATION	RAINFALL
- time step =====> 10 days	10 days
- annual period ==> January to December	January to December
- first year =====> 1973	1971
- last year =====> 1977	1978

Select a year to compute the soil water balance (ex: 1973)
or enter a sequence for frequency analysis (ex: 1973-1977)
or write MEAN to work with data of the average year =====> 1974

ВЫБОР ГОДА ДЛЯ РАСЧЕТА БАЛАНСА ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ
ВЫБОР МЕТЕОДАНЫХ

Характеристика метеорологических файлов :

	ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ	ОСАДКИ
- временной шаг =====>	10 дней	10 дней
- период года =====>	январь-декабрь	январь-декабрь
- первый год =====>	1973	1971
- последний год =====>	1977	1978

Выберите год для расчета баланса почвенной влаги (пример: 1973)
или введите последовательность для частотного анализа (пример: 1973-1977)
или введите MEAN для работы со среднесезонными данными =====> 1974

6) Определение вариантов орошения

SOIL WATER BAL. (YEAR OF 1974 CROP: milhogr1)

U) DATA FILE FOR STORING THE IRRIGATION OPTIONS:

Select an option :

Values already stored in file =====> 1
Store new values in file =====> 2
New values are only used now =====> 3
Return to main menu =====> 0
=====> 1

БАЛАНС ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ (ГОД 1974 КУЛЬТУРА: milhogr1)

U) ФАЙЛЫ ДАННЫХ ПО ВАРИАНТАМ ОРОШЕНИЯ:

Выберите вариант :

Значения, уже накопленные в файле =====> 1
Введите новые значения в файл =====> 2
Сейчас использованы только новые значения =====> 3
Возврат в главное меню =====> 0
=====> 1

Введите "1" для использования варианта орошения, уже сохраненного на диске. В главе 4 объясняется, как создать ваши собственные файлы.

Enter file name with
THE IRRIGATION OPTIONS =====> OPTIM

Введите имя файла с
ВАРИАНТАМИ ОРОШЕНИЯ =====> OPTIM

Ответьте на "?", чтобы получить список, затем выберите файл с кодом OPTIM, который использует вариант орошения, имея целью оптимальный урожай культуры.

7) Вариант игнорирования ограничений орошения и вклад грунтовых вод

В этом случае выберите вариант "1" в двух следующих меню:

V) IRRIGATION WATER SUPPLY RESTRICTIONS

DEFINING: a) MINIMUM INTERVAL BETWEEN RESTRICTIONS

b) OR TIME PERIODS WITH RESTRICTIONS

Select an option :

Do not impose any restriction =====> 1

Place one restriction =====> 2

Return to previous menu =====> 0

=====> 1

V) ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПОДАЧИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ: a) МИНИМАЛЬНЫЙ ИРРИГАЦИОННЫЙ ИНТЕРВАЛ

b) ИЛИ ПЕРИОДЫ ВРЕМЕНИ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Выберите вариант :

Не налагать никаких ограничений =====> 1

Наложить одно ограничение =====> 2

Возврат в предыдущее меню =====> 0

=====> 1

8) Проверьте данные, которые собираетесь использовать в программе для расчетов:

Soil water balance computed in the year =====> 1974

Crop file name =====> milhogr1

Soil file name =====> medio

Meteorological station name =====> salvadec

Rainfall station name =====> salvadec

IRRIGATION AIMING OPTIMUM YIELD (Option 1)

INITIAL SOIL WATER CONTENTS:

% of AW of the seeding layer -----> 100.0

% of AW of the deeper layer -----> 70.0

number of days before harvest to end irrigation ----> 10

Баланс почвенной влаги за год =====> 1974

Имя файла культуры =====> milhogr1

Имя файла почвы =====> medio

Имя метеостанции =====> salvadec

Имя станции по измерению осадков =====> salvadec

ОРОШЕНИЕ, НАЦЕЛЕННОЕ НА ОПТИМАЛЬНЫЙ УРОЖАЙ (Вариант 1)

НАЧАЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ВЛАГИ В ПОЧВЕ:

% доступной влаги в посевном слое -----> 100.0

% доступной влаги в более глубоких слоях -----> 70.0

количество дней перед сбором урожая до последнего полива ----> 10

9) Результаты планирования орошения

Для выбранного варианта орошения представлены следующие результаты:

IRRIGATION REQUIREMENTS (mm)

MONTH	DECADE	DAY	IRRIG	DAY	IRRIG	DAY	IRRIG	DAY	IRRIG
JUN	1°	1/	6-> 42.9						
JUN	2°	14/	6-> 51.9						
JUL	1°	1/	7-> 59.4	8/	7-> 59.4				
JUL	2°	15/	7-> 59.4						
JUL	3°	23/	7-> 59.4	31/	7-> 61.9				
AUG	1°	10/	8-> 71.9						
AUG	3°	21/	8-> 83.4						

IRRIG. MONTHLY REQUIREMENTS :

JUN ==> 94.9 mm

JUL ==> 299.5 mm

AUG ==> 155.3 mm

Total irrigation within the period: 549.6 mm

ТРЕБОВАНИЯ НА ОРОШЕНИЕ (мм)

МЕСЯЦ	ДЕКАДА	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ
ИЮНЬ	1°	1/	6-> 42.9						
ИЮНЬ	2°	14/	6-> 51.9						
ИЮЛЬ	1°	1/	7-> 59.4	8/	7-> 59.4				
ИЮЛЬ	2°	15/	7-> 59.4						
ИЮЛЬ	3°	23/	7-> 59.4	31/	7-> 61.9				
АВГ	1°	10/	8-> 71.9						
АВГ	3°	21/	8-> 83.4						

МЕСЯЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ОРОШЕНИЕ :

ИЮНЬ ==> 94.9 мм

ИЮЛЬ ==> 299.5 мм

АВГ ==> 155.3 мм

Всего подано на орошение за период: 549.6 мм

10) Результаты баланса почвенной влаги

Начальные и конечные условия по почвенной влаге для этой модели будут следующими:

SOIL WATER VARIATION THROUGHOUT THE IRRIGATION PERIOD :

Readily available water at the start of season---	8.4 mm
Readily available water at the end of season ---->	0.0 mm
Available water at the start (upper layer) ----->	12.0 mm
Available water at the start (deeper layers) ---->	84.0 mm
Available water at the end of season ----->	17.1 mm
Irrigation loss ----->	0.0 mm
Cumulative rainfall during the season ----->	60.0 mm
Rainfall loss ----->	0.0 mm
Cumulative evapotransp. during the season ----->	688.5 mm
Groundwater contribution during irrig. period --->	0.0 mm

ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ В ТЕЧЕНИЕ ИРРИГАЦИОННОГО ПЕРИОДА:

Доступная влага в начале сезона ----->	8.4 мм
Доступная влага в конце сезона ----->	0.0 мм
Доступная влага в начале (верхний слой) ----->	12.0 мм
Доступная влага в начале (более глубок. слой) ----->	84.0 мм
Доступная влага в конце сезона ----->	17.1 мм
Ирригационные потери ----->	0.0 мм
Всего осадков за сезон ----->	60.0 мм
Потери осадков ----->	0.0 мм
Всего эвапотранспирация за сезон ----->	688.5 мм
Вклад грунтовых вод за сезон ----->	0.0 мм

11) Результаты, касающиеся относительного снижения урожая и постоянного пикового расхода

Результаты приведены в следующей таблице:

CUMULATIVE EVAPOTRANSPIRATION DURING THE SEASON :

Maximum evapotranspiration (ET_m) = 691.7mm
 Actual evapotranspiration (ET_a) = 688.5mm

ACTUAL AND MAXIMUM EVAPOTRANSPIRATION RATIO :

ET_a/ET_m = 0.996

YIELD DECREASE DUE TO SELECTED IRRIGATION OPTIONS

K_y*(1-ET_a/ET_m) = 0.5%

PEAK REQUIREMENTS :

Peak continuous design discharge = 0.994 l/s/ha
for day 8/ 7 and an interval between irrigations of 6.9 days

ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ ЗА СЕЗОН :

Максимальная эвапотранспирация (E_{Tm}) = 691.7 мм

Фактическая эвапотранспирация (E_{Ta}) = 688.5 мм

ОТНОШЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ И МАКСИМАЛЬНОЙ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ :

$E_{Ta}/E_{Tm} = 0.996$

УМЕНЬШЕНИЕ УРОЖАЯ ВВИДУ ВЫБРАННОГО ВАРИАНТА ОРОШЕНИЯ

$K_y \cdot (1 - E_{Ta}/E_{Tm}) = 0.5\%$

ПИКОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ:

Пиковый плановый расход = 0.994 л/с/га
для дня 8/ 7 и ирригационного интервала 6.9 дней

12) Графическое отображение изменений во времени доступной почвенной влаги

Для получения графика ответьте <Y> на вопрос:

Graph with soil water volume ? [Y/N] =====> Y

График объема почвенной влаги ? [Y/N] =====> Y

При наличии графика на экране компьютера попробуйте набрать <F1>, <F2> и <F3>.

Для вывода следующего графика нажмите <ENTER>.

Вертикальные линии показывают время и глубину каждого полива; в этом варианте использован порог оптимального урожая (OYT), а глубина орошения рассчитана как разность с полевой влагоемкостью (FC).

13) Графическое отображение изменений содержания почвенной влаги во времени

Этот график имеет два компонента:

- верхняя часть, относящаяся к временным изменениям содержания почвенной влаги;
- нижняя часть, где представлены кривые E_{Ta} (фактическая эвапотранспирация), G_{con} (вклад грунтовых вод) и отношение E_{Ta}/E_{Tm} (максимальная эвапотранспирация).

В этом примере $E_{Ta}/E_{Tm} = 1$ и $G_{con} = 0$, так как целью орошения является

ся получение максимального урожая и вклад грунтовых вод не рассматривался. Эти условия развернули кривые по двум переменным в нижней части графика в горизонтальные линии.

Очевидно, что клавиши <F1>, <F2> и <F3> имеют тот же эффект в последнем графике.

Нажмите <F8> для получения верхней части графика.

Нажмите <F9> для получения нижней части графика.

Нажмите <F7>, чтобы вернуться к первому графику.

Нажмите <ENTER> для входа в меню Z).

14) Модификация баланса почвенной влаги для рассмотрения одного ограничения водоподачи

Меню Z) позволяет произвести новое моделирование орошения, выбирая один из следующих пунктов. В этом случае данные о характеристиках орошения (вариант 1) будут следующими:

Z) NEW SOIL WATER BALANCE CHANGING ONLY ONE OF THE FOLLOWING ELEMENTS:

```
Irrigation characteristics data =====> 1
Year =====> 2
Crop =====> 3
Soil type =====> 4
Meteorological station =====> 5
Rainfall station =====> 6
Name of output file =====> 7
Create batch file =====> 8
Return to main menu =====> 0
=====> 1
```

Z) НОВЫЙ БАЛАНС ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТОЛЬКО ОДНОГО ИЗ СЛЕДУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ:

```
Характеристики орошения =====> 1
Год =====> 2
Культура =====> 3
Тип почвы =====> 4
Метеостанция =====> 5
Станция по измерению осадков =====> 6
Имя выходного файла =====> 7
Создание пакетного файла =====> 8
Возврат в главное меню =====> 0
=====> 1
```

В этом примере изменены лишь характеристики орошения (вариант "1"). Следует ввести следующее ограничение: принятие минимального ирригационного интервала в 12 суток, в период с 1 июля по 15 августа. Эта информация сохраняется в файле REST-INT.RES.

Ответ "1" должен быть дан на меню U), т. к. вариант орошения не меняется. Налагая новое ограничение, следует выбирать "2" в меню V) и "1" в меню W), т. к. Используемое ограничение уже определено.

W) DATA FILES TO STORE THIS RESTRICTION

Select an option :

Set one restriction already stored in file =====> 1
 Save new restriction to file =====> 2
 The new restriction is only used this once =====> 3
 Return to previous menu =====> 0
 =====> 1

W) ФАЙЛЫ ДАННЫХ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ

Выберите вариант :

Установить одно ограничение, уже сохраненное в файле =====> 1
 Сохранить новое ограничение в файле =====> 2
 Новое ограничение, однажды уже использованное =====> 3
 Возврат в предыдущее меню =====> 0
 =====> 1

Enter file name with

IRRIGATION WATER RESTRICTIONS =====> REST-INT

Введите имя файла с

ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА ВОДОПОДАЧУ =====> REST-INT

В следующем меню отвечайте "1", если вклад грунтовых вод не должен рассматриваться.

Теперь интересно сравнить графики, полученные сейчас, с графиками из прошлого примера. Заметьте, что в пиковый период в отношении установленных интервалов поливы запаздывают, что ведет к некоторому стрессу культур. Отношение ETa/ETm менее 1 и уменьшение урожая описывается в следующем окне:

CUMULATIVE EVAPOTRANSPIRATION DURING THE SEASON :

Maximum evapotranspiration (ETm) = 691.7mm
 Actual evapotranspiration (ETa) = 669.3mm

ACTUAL AND MAXIMUM EVAPOTRANSPIRATION RATIO :

$ETa/ETm = 0.968$

YIELD DECREASE DUE TO SELECTED IRRIGATION OPTIONS

$Ky * (1 - ETa/ETm) = 3.9\%$

PEAK REQUIREMENTS :

Peak continuous design discharge = 0.927 l/s/ha
for day 6/ 8 and an interval between irrigations of 10.7 days

СУММАРНАЯ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ ЗА СЕЗОН :

Максимальная эвапотранспирация (ETm) = 691.7 мм
Фактическая эвапотранспирация (ETa) = 669.3 мм

ОТНОШЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ И МАКСИМАЛЬНОЙ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ :

$$ETa/ETm = 0.968$$

УМЕНЬШЕНИЕ УРОЖАЯ ИЗ-ЗА ВЫБРАННОГО ВАРИАНТА ОРОШЕНИЯ

$$K_y * (1 - ETa/ETm) = 3.9\%$$

ПИКОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ :

Пиковый постоянный плановый расход = 0.927 л/с/га
для дня 6/ 8 и ирригационного интервала 10.7 дней

15) Изменение одного элемента баланса почвенной влаги. Ввод вклада грунтовых вод

После появления графика и изменения более одного раза варианта "1" в меню Z), сохранение варианта орошения и ранее использованного ограничения ("4" в U)) и варианта "3" в V). Выберите "2" в X) и "1" в Y), чтобы рассмотреть вклад грунтовых вод:

Y) DATA FILES FOR POTENTIAL GROUNDWATER CONTRIBUTION (G)

Select an option :

G values are already stored in file =====> 1
Store the new G values in file =====> 2
G values (to be entered) only used now =====> 3
Return to previous menu =====> 0
=====> 1

Enter file name with
GROUNDWATER CONTRIBUTION DATA =====> ASC-CON

Y) ФАЙЛЫ ДАННЫХ О ПОТЕНЦИАЛЬНОМ ВКЛАДЕ ГРУНТОВЫХ ВОД (G)

Выберите вариант :

Значения G уже находятся в файле =====> 1
Сохранение новых значений G в файле =====> 2
Используются лишь значения G (которые должны быть введены) =====> 3
Возврат в предыдущее меню =====> 0

```

===== > 1
Введите имя файла с
ДАННЫМИ О ВКЛАДЕ ГРУНТОВЫХ ВОД
===== > ASC-CON

```

Анализируя график, видим, что модель может имитировать орошение, учитывая изменения грунтовых вод в течение ирригационного периода. Лишь этот параметр принимается во внимание, если почвенная влага ниже ОУТ.

16) Создание пакетного файла

В меню Z) выберите вариант "8" и напишите имя файла, где должны быть зарегистрированы инструкции по повтору последней имитации орошения.

```

BATCH FILE HOLDING PROGRAM'S LAST EXECUTION NAMES:
Enter the batch file name (N for none) =====>
EXAMPLE

Comment (70 char. maximum) for file identification :
===== > TO REPEAT THE EXAMPLE OF THE FIRST EXECUTION OF ISAREG

```

```

ПАКЕТНЫЙ ФАЙЛ, СОДЕРЖАЩИЙ ИМЕНА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОГОНКИ МОДЕЛИ:
Введите имя пакетного файла (N если нет) =====>
EXAMPLE

Комментарий (70 знаков макс.) для определения файла :
===== > ПОВТОРИТЬ ПРИМЕР ПЕРВОЙ ПРОГОНКИ МОДЕЛИ ISAREG

```

Комментарий позволяет определить эту имитацию в последовательных прогонках модели.

17) Работа с пакетным файлом

После создания пакетного файла возвратитесь в главное меню (выбрав "0" в меню Z)) и рассмотрите снова вариант "3" (имитируйте орошение). В следующем меню выберите вариант "2" (имена файлов в пакетном файле) и обозначьте имя этого файла:

```

Enter the batch file name (0 returns to the previous menu) ==> EXAMPLE

```

```

Введите имя пакетного файла (0 returns to the previous menu) ==> EXAMPLE

```

На этой стадии программа представляет имена файлов, использованных в прошлом моделировании. Если имя пакетного файла подтверждается, моделирование будет повторено и будут получены те же результаты.

1.3 - Сохранение файлов данных

Файлы данных могут быть сохранены на дискете или на жестком диске. В любом случае файлы должны сохраняться в суб-директориях, которые распознаются программой через один из следующих запросов сразу же в начале работы.

By default the program will search for data files :

on disk -----> c
on directory -----> \ISAREG

Press <RETURN> to confirm or
enter new disk (Ex: A) =====>

Press <RETURN> to confirm or enter
new directory (Ex:\isareg\data) =====>

В случае ошибки программа будет искать файлы данных :

на диске -----> c
в директории -----> \ISAREG

Нажмите <RETURN> для подтверждения или
введите новый диск (например: A) =====>

Нажмите <RETURN> для подтверждения или
введите новую директорию (например:\isareg\data) =====>

1.4 - Главное меню

ISAREG разработана как последовательность выбора, которая определяет различные варианты, выбранные пользователем. Главное меню A) содержит главные операции, производимые программой:

A) MAIN MENU

Select an option

Data files operations =====> 1
Show data for the water balance =====> 2
Simulate irrigation =====> 3
End of program =====> 4
Change drive for reading data =====> 0


```
=====> 1
```

А) ГЛАВНОЕ МЕНЮ

Выберите вариант

```
Работа файлов данных =====> 1
Показать данные водного баланса =====> 2
Имитировать орошение =====> 3
Завершение работы программы =====> 4
Сменить диск для считывания данных =====> 0
=====> 1
```

Имитация орошения (вариант "3") производится лишь после заполнения файлов данных (вариант "1"). Перед прогонкой пользователь может проконтролировать файлы данных и попросить программу показать базу данных, используемую в каждой имитации (вариант "2").

1.5 - Меню файлов данных

Файлы данных программы ISAREG могут быть разбиты на 3 основные группы в соответствии с вариантами меню, показанными после выбора варианта "1" главного меню.

В) FILE TYPE SELECTION:

Select an option:

```
Data files referring to:
a)soils; b)crops =====> 1
Meteorological data files referring to:
a)rainfall; b)evapotranspiration =====> 2
Files about :a)irrigation options; b)water
restrictions; c) ground-water contribution ==> 3
Return to previous menu =====> 0
```

В) ВЫБОР ТИПА ФАЙЛ:

Выберите вариант:

```
Файла данных о:
a)почвах; b)культурах =====> 1
Файлы метеорологических данных о:
a)осадках; b)эвапотранспирации =====> 2
Файлы о :a)вариантах орошения; b)ограничениях
водоподачи; c) вкладе грунтовых вод ==> 3
Возврат в предыдущее меню =====> 0
```

Все эти файлы могут быть созданы во время прогонки программы. Программа также предоставляет возможность считывать или модифицировать файлы, которая во всех случаях соответствует меню С после выбора предыдущего меню.

```
C)      SELECT OPERATION CODE TO PERFORM
Create new files =====> 1
Read and/or modify existing files =====> 2
Return to previous menu =====> 0
```

```
С)      ВЫБОР КОДА ОПЕРАЦИИ ДЛЯ РАБОТЫ
Создание нового файла =====> 1
Чтение и/или изменение существующих файлов =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
```

Метеорологические файлы могут быть созданы вне этой программы (текстовый редактор, электронные таблицы и т. п.). Программа EVAPOT рассчитывает эталонную эвапотранспирацию и автоматически создает файл ETO для ввода в модель ISAREG.

Программа KCISA может быть использована для расчета коэффициентов культур и создания файлов данных о культурах, используемых в ISAREG.

Таким образом, может быть создана база данных, в которой имя файла может быть представлено выражением "CODE.EXT". переменная CODE содержит код файла. Который его идентифицирует. Переменная EXT зависит от типа файла, имея следующие значения:

База данных

CUL - Файлы данных о культурах
 SOL - Файлы данных о почвах
 ETO - Файлы эталонной эвапотранспирации
 PRE - Файлы эффективных осадков

Характеристики орошения

ESQ - Файлы вариантов орошения
 RES - Файлы ограничений водоподачи
 ASC - Файлы вклада грунтовых вод

Выходные файлы

ESQ - Файлы со всеми результатами
 DBL - Файлы, используемые в графическом отображении баланса почвенной влаги (мм)
 DHU - Файлы, используемые в графическом отображении баланса почвенной влаги (% содержания влаги)

Файлы с данными об определенной культуре обозначаются кодом MILHOGR1 и опознаются программой как "MILHOGR.CUL". Для моделирования орошения (вариант "3" в главном меню) абсолютно необходимо, чтобы предварительно были созданы все 4 файла с базой данных.

Моделирование возможно с помощью комбинации из любых типов этих 4 файлов, существующих в базе данных. Создание файлов второй группы необязательно, поскольку они содержат инструкции для последующего моделирования.

Выходные файлы с результатами могут быть созданы или нет по желанию пользователя. Если они создаются, файлам с расширениями "DBL" и "DHU" автоматически присваивается то же имя, что и файлу с расширением "SAI".

1.6 - Общие процедуры для всей программы

Следующие главы дают детальное объяснение о том, как вводятся данные и осуществляется моделирование.

Примените следующие общие процедуры:

а) Когда, в ответ на запрос данных, печатается значение "0" (нуль), программа возвращается назад и снова запрашивает прежние данные, что позволяет корректировать неправильные значения. Когда "0" имеет физическое значение, можно ввести коррективы, печатая отрицательные значения.

б) Когда, в ответ на запрос кода для файла данных, печатается "?", программа предоставляет список данных одного типа (по расширению), существующих на диске.

в) Когда хотят создать файл данных и введено имя существующего файла, появляется предупреждение, чтобы не были потеряны данные, уже сохраненные в файле. Если пользователь подтверждает правильность введенного имени, создается новый файл с таким же именем и расширением "BAK", содержащий прежние данные.

2 - Сельскохозяйственные данные

2.1 - Предисловие

Сельскохозяйственные данные включают определение культуры и гидрологические характеристики почвы (параметры культуры и почвы).

- Параметры культуры - это глубина корней, фактор истощения почвенной влаги, фактор реакции урожая и коэффициенты культуры.

- Параметры почвы - это количество и глубина почвенных слоев и соответствующие значения полевой влагоемкости и постоянная точка завядания.

Меню D позволяет пользователю выбрать тип файла:

```
D) CREATING AN AGRICULTURAL FILE:

Crop file name =====> 1
Soil file name =====> 2
Returns to previous menu =====> 0
                               =====> 1
```

```
D) CREATING AN AGRICULTURAL FILE:

Имя файла культуры =====> 1
Имя файла почвы =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
                               =====> 1
```

Это меню открывает доступ к созданию, открытию или изменению модулей файлов с параметрами культур и почвы.

Важно отметить, что с этими файлами данных можно манипулировать лишь тогда, когда программа работает. Всякое другое изменение файлов может привести к ошибкам в считывании, если не придерживаться установленного формата.

2.2 - Параметры культуры

2.2.1 - Концепции

При выборе варианта "1" меню D позволяет пользователю создавать, открывать или изменять файлы с параметрами культуры. Эти параметры опреде-

ляют характеристики культуры, необходимые для расчета баланса почвенной влаги.

а) Фазы роста растения

Время параметров культуры соотносится со стадией цикла развития растения. Максимально рассматриваются 5 стадий:

фаза А --> от посадки до начала быстрого вегетативного роста;
фаза В --> быстрый вегетативный рост;
фаза С --> цветение;
фаза D --> формирование урожая;
фаза Е --> созревание.

В зависимости от культуры, эти фазы могут рассматриваться или нет. Модель воспринимает 3 типа культур:

- полевые, садовые и фруктовые культуры (тип 1);
- кормовые культуры (тип 2);
- пастбища и другие подобные многолетние (тип 3).

б) Коэффициенты культуры (Kc)

Коэффициент культуры представляет эвапотранспирацию (максимальную) культуры (ETm, мм), выращенной в отсутствие стресса в условиях эталонной эвапотранспирации (ETo, мм):

$$Kc = \frac{ETm}{ETo} \quad [2.1]$$

Коэффициенты культуры детально описываются в дополнительной программе KCISA.

в) Глубина корней растений (z)

Этот параметр модели показывает глубину (Z, м), на которую почвенный профиль исследуется в течение цикла развития растения. Максимальная глубина корней для различных культур может быть найдена у Allen и др. (1999) и Pereira и др. (1999).

г) Фактор истощения почвенной влаги при отсутствии стресса (p)

Реально доступная почвенная влага определяется как часть почвенной влаги, при которой растения не страдают от водного стресса (см. раздел 2.3.1). Она характеризуется фактором истощения почвенной влаги в отсутствие стресса "p" (безразмерный). Примерные значения "p" приведены у Allen и др. (1999) и Pereira и Allen (1999).

д) Фактор реакции урожая (Ky)

Параметр Ky (безразмерный) из модели Stewart S-1 относится к относи-

тельному дефициту эвапотранспирации - показателю водного стресса с относительным дефицитом урожая.

$$G_y = 1 - \frac{Ya}{Ym} = Ky \times \left(1 - \frac{ETa}{ETm} \right) \quad [2.2]$$

где Ya (кг/га) и ETa (мм) - фактический урожай культуры и эвапотранспирация, соответственно, Ym (кг/га) и ETm (мм) - максимальный урожай и эвапотранспирация.

2.2.2 - Создание файлов с данными о культуре

Рис. 2.1 показывает для трех типов культур, рассмотренных выше, все возможности ввода параметров культур. Как пример, приведены шаги, следуя которым, можно создать файлы с параметрами следующих культур:

- кукуруза на зерно (тип 1) с тремя примерами файлов (коды MILHOGR1, MILHOGR2 и MILHOGR3), которые отличаются друг от друга только способом ввода коэффициентов культуры;
- кормовая кукуруза (тип 1, код MILHOFR);
- многолетняя кормовая культура, дающая несколько укосов за сезон (тип 2, код PRADO);
- многолетние пастбища (тип 3, код RELVA).

Примечание: Файлы данных о культуре могут быть созданы с помощью программы KCISA, где включаются таблицы, упоминавшиеся ранее.

Рис. 2.1 - Схематическое изображение ввода параметров культуры

2.2.2.1 - Определение типа культуры. Ввод дат для фаз развития растений, реально доступная влага и глубина корневой системы

После выбора варианта "1" в меню D) чтобы создать файл культуры, необходимо ввести соответствующий код культуры. На примере кукурузы на зерно это выглядит следующим образом.

```
ENTER THE FOLLOWING CODES FOR DATA FILES IDENTIFICATION :
(maximum of 8 characfc.)

Crop name =====> MILHOGRI

Are those names correct ? [Y/N] Y
```

DATA FILE CREATED IN THIS OPTION :

- file holding crop data :
- a) dates of development stages
- b) Soil water depletion fraction (%)
- c) root depth
- d) yield response factor
- e) crop coefficients

NAME ----- > C:MILHOGR1.CUL

ВВЕДИТЕ СЛЕДУЮЩИЕ КОДЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФАЙЛОВ ДАННЫХ:
(максимум 8 символов)

Название культуры===== > MILHOGR1

Правильны ли эти имена ? [Y/N] Y

ФАЙЛЫ ДАННЫХ, СОЗДАННЫЕ В ЭТОМ ВАРИАНТЕ :

- файл с данными по культуре :
- a) даты фаз развития
- b) часть истощенной почвенной влаги (%)
- c) глубина корней
- d) фактор реакции урожая
- e) коэффициенты культуры

ИМЯ ----- > C:MILHOGR1.CUL

Меню Е представлено и тип культуры определен путем выбора одного из трех возможностей, описанных ранее:

Е) CROP TYPE SELECTION :

Field and fruit crops =====> 1
Forages with several annual cuts =====> 2
Constant crop parameters =====> 3
Return to previous menu =====> 0

===== > 1

Е) ВЫБОР ТИПА КУЛЬТУРЫ :

Полевые и фруктовые культуры =====> 1
Кормовые с несколькими укосами в год =====> 2
Постоянные параметры культуры =====> 3
Возврат в предыдущее меню =====> 0

===== > 1

Продолжая работать с примером, следующим шагом является введение

дат начала всех фаз развития растения.

DEFINING CROP DEVELOPMENT STAGES :

Enter dates referring to the beginning of each stage
For example for April 5th enter - > 05/04

Press the N key to ignore given stage

A --> Establishment (or irrig. start) =====> 01/05
B --> 1st day of vegetative growth =====> 25/05
C --> 1st day of flowering =====> 30/06
D --> 1st day of yield formation =====> 29/07
E --> 1st day of ripening =====> 30/08
F --> Harvest (or end of irrigation) =====> 15/09

Are these values correct ? [Y/N] N

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗ РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРЫ :

Введите даты начала всех фаз
Например, для 5 апреля введите - > 05/04

Нажмите N чтобы пропустить данную фазу

A --> Начало орошения =====> 01/05
B --> 1-й день вегетативного роста =====> 25/05
C --> 1-й день цветения =====> 30/06
D --> 1-й день формирования урожая =====> 29/07
E --> 1-й день созревания =====> 30/08
F --> Сбор урожая (или конец орошения) =====> 15/09

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] N

В случае ввода неправильных данных или информации, на последний вопрос будет дан ответ "N", открывающий доступ к меню корректировки.

Select an option :

Change only the dates =====> 1
Change dates and crop type =====> 2
=====> 2

Выберите вариант :

Изменить только даты =====> 1
Изменить даты и тип культуры =====> 2
=====> 2

Вариант "2" приводит программу назад в меню "E" с тем, чтобы начать заново выбор типа культуры. Вариант "1" позволяет корректировать данные лишь с использованием <ENTER>, когда ранее введенная дата должна быть

сохранена, и вписывая только даты, которые следует корректировать.

Для некоторых культур нет необходимости рассматривать все фазы, например, кукуруза на силос (MILHOFR) не нуждается в рассмотрении стадии созревания. В этом случае ответ "N" должен быть дан для даты, которая не требуется.

```
A --> Establishment (or irrig. start) =====> 01/05
B --> 1st day of vegetative growth =====> 25/05
C --> 1st day of flowering =====> 30/06
D --> 1st day of yield formation =====> 29/07
E --> 1st day of ripening =====> N
F --> Harvest (or end of irrigation) =====> 31/08
```

Are these values correct ? [Y/N] Y

```
A --> Начало орошения =====> 01/05
B --> 1-й день вегетативного роста =====> 25/05
C --> 1-й день цветения =====> 30/06
D --> 1-й день формирования урожая =====> 29/07
E --> 1-й день созревания =====> N
F --> Сбор урожая (или конец орошения) =====> 15/09
```

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

Затем вся программа будет игнорировать эту фазу развития растения, например, для культуры MILHOFR фаза "E" будет пропущена. Ниже показаны значения фактора истощения "p" (введен как %, а не как чать) и глубины корней "z" (м):

CROP DATA:

Fill in the following table:

STAGES:	A	B	C	D	F
Soil water depletion fraction (%)	70	60	45	45	60
Root depth (m)	.1	.5	1.1	1.1	1.1

Are these values correct ? [Y/N] Y

ДАННЫЕ О КУЛЬТУРЕ:

Заполните следующую таблицу:

ФАЗЫ:	A	B	C	D	F
Часть истощенной почвенной влаги (%)	70	60	45	45	60
Глубина корня (м)	.1	.5	1.1	1.1	1.1

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

Ввод фактор реакции урожая (Ку, безразмерный):

YIELD RESPONSE FACTOR FOR THIS CROP :

This factor relates the evapotranspiration deficit with the yield deficit in the following way :

$$1 - Y_a / Y_m = K_y * (1 - E_{Ta} / E_{Tm})$$

In case of water stress on the irrigation period it allows to evaluate the corresponding yield decrease.

Enter Ky value or enter 0 if not interested in this type of analysis =====> 1.2

ФАКТОР РЕАКЦИИ УРОЖАЯ ДЛЯ ЭТОЙ КУЛЬТУРЫ :

Этот фактор показывает отношение дефицита эвапотранспирации к дефициту урожая следующим образом :

$$1 - Y_a / Y_m = K_y * (1 - E_{Ta} / E_{Tm})$$

В случае водного стресса в течение ирригационного периода это позволяет соответствующее снижение урожая.

Введите значение Ку или 0 если Вы не интересуетесь этим видом анализа =====> 1.2

Для культур типа 2 и 3 параметры культуры вводятся наподобие того, как показано для кормовых культур (файл PRADO.CUL):

DEFINING CROP DATA :

Enter dates referring to the beginning of each stage
For example for April 5th enter --> 05/04

A --> 1st day of irrigation period =====> 01/04

F --> End of irrigation period =====> 31/10

Soil water depletion fraction (%) =====> 50

Root depth (m) =====> .6

Yield response factor
(0- if unknown) =====> 1.05

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАННЫХ КУЛЬТУРЫ :

Введите даты начала каждой фазы
Например, для 5 апреля введите --> 05/04

```

А --> 1-й день ирригационного периода =====> 01/04
Г --> Конец ирригационного периода =====> 31/10

Часть истощенной почвенной влаги (%) =====> 50

Глубина корня (м) =====> .6

Фактор реакции урожая
(0- если неизвестен) =====> 1.05

```

2.2.2.2 - Коэффициенты культуры

В общем, для создания данных Кс пользователь должен использовать программу KCISA. В качестве альтернативы пользователь интерактивно работает с моделью ISAREG как показано ниже.

а) Культуры типа 1 (полевые и фруктовые культуры)

При этом типе культур следует рассматривать следующие варианты введения значений коэффициентов культуры:

```

F) CROP COEFFICIENTS ( Crops Type 1 ) :

Select an option :

Crop coefficients related to development stages =====> 1
Crop coefficients by periods of time ( decade or month ) =====> 2
Crop coefficients known on certain days to be entered =====> 3
                                                    =====> 1

```

```

F) КОЭФФИЦИЕНТЫ КУЛЬТУРЫ ( Культура типа 1 ) :

Выберите вариант :

Коэффициенты, относящиеся к фазам развития =====> 1
Коэффициенты по периодам времени ( декада или месяц ) =====> 2
Коэффициенты на определенные дни =====> 3
                                                    =====> 1

```

і) Вариант 1 - Коэффициенты культуры, относящиеся к фазам развития

Первый вариант соответствует:

- рассмотрите постоянный Кс в начальной фазе (укоренение растений), рассчитанный как функция от ЕТо, прогнозированной для этой фазы и среднего ирригационного интервала. Многоугольники на рис. 2.2 построены с использо-

ванием точек кривых Doorenbos и Pruitt, 1977.

Рис. 2.2 - Метод ФАО для расчета коэффициентов культур: а) начальная фаза - K_s как функция интервала, в днях, между существенными увлажнениями почвы и эталонной эвапотранспирацией (ETo); б) изменение K_s по фазам развития

- после фазы укоренения растений (25/05 на рис. 2.2 б), начинается фаза быстрого вегетативного роста. Транспирация приобретает главную роль в эвапотранспирации и K_s возрастает с ростом площади листьев, пока не достигнет максимальной величины (30/06 на рис. 2.2 б), когда растение входит в фазу цветения. Это значение остается постоянным до конца фазы цветения и начала фазы формирования урожая (30/08), снижаясь до конца периода (15/09 на рис. 2.2 б). Для периодов времени P_t средние коэффициенты культуры рассчитываются линейной интерференцией с использованием значений K_s , показанных на рис. 2.2 б.

Ввод значение для примера MILHOGR1 производится следующим образом:

```
1- CROP ESTABLISHMENT PERIOD

a) Interval between irrigations or significant rainfalls
   within this period (varies from 2 to 20 days) ==> 10
b) Average Evapotranspiration (mm/day) =====> 5

2- VEGETATIVE GROWTH PERIOD

   Starting date =====> 25/05

3- MID-SEASON PERIOD (Since maximum LAI till ripening)

a) Starting date =====> 30/06
b) Crop coefficient for this period =====> 1.1

4- FINAL PERIOD (from ripening till harvest)

a) Starting date =====> 30/08
b) Crop coefficient at the end of this period =====> .6
```

```
1- ПЕРИОД УКОРЕНЕНИЯ РАСТЕНИЙ

a) Интервал между поливами или существенными осадками
   в течение периода (изменяется от 2 до 20 дней) ==> 10
b) Средняя эвапотранспирация (мм/сут) =====> 5

2- ПЕРИОД ВЕГЕТАТИВНОГО РОСТА

   Дата начала =====> 25/05

3- ПЕРИОД СЕРЕДИНЫ СЕЗОНА (от максимального LAI до созревания)

a) Дата начала =====> 30/06
```

- b) Коэффициент культуры для этого периода =====> 1.1
- 4- КОНЕЧНЫЙ ПЕРИОД (от созревания до сбора урожая)
- a) Дата начала =====> 30/08
- b) Коэффициент культуры на конец этого периода =====> .6

После ввода данных программа выдает значения K_c для точек на рис. 2.2 b), допуская их корректировку. Пример:

CROP COEFFICIENTS :

The crop coefficients by periods of time (day, decade or month) are interpolated using the following values:

Establishment -----> $K_c = 0.32$
 Start of vegetative growth -----> $K_c = 0.32$
 Day when maximum LAI is reached -----> $K_c = 1.10$
 End of yield formation -----> $K_c = 1.10$
 Harvest -----> $K_c = 0.60$

Are these values correct ? [Y/N] Y

КОЭФФИЦИЕНТЫ КУЛЬТУРЫ :

Коэффициенты культуры по периодам времени (день, декада или месяц) интерполируются с использованием следующих значений:

Укоренение растений -----> $K_c = 0.32$
 Начало вегетативного роста -----> $K_c = 0.32$
 День достижения максимального LAI -----> $K_c = 1.10$
 Конец формирования урожая -----> $K_c = 1.10$
 Сбор урожая -----> $K_c = 0.60$

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

Создание файла культуры MILHOGR1.CUL заканчивается ответом "Y" на последний вопрос. Теперь программа выдает на экран введенные значения параметров культуры. Для этой однолетней культуры файл будет следующим:

A --> Establishment (or irrig. start)
 B --> Beginning of vegetative growth
 C --> Beginning of flowering
 D --> Beginning of yield formation
 E --> Beginning of ripening
 F --> Harvest (or irrig. end)

STAGES:	A	B	C	D	F
1st day of development stages	1/ 5	25/ 5	30/ 6	29/ 7	31/ 8
Soil water depletion fraction (%)	70.0	60.0	45.0	45.0	60.0
Root depth (m)	0.1	0.5	1.1	1.1	1.1

Yield response factor =1.20

Crop coefficients:

At establishment stage (1/ 5 to 25/ 5) =====> 0.32
 At vegetative growth stage (25/ 5 to 30/ 6) =====> 0.32 to 1.10
 At mid-season (30/ 6 to 30/ 8) =====> 1.10
 At crop's final stage (30/ 8 to 31/ 8) =====> 1.10 to 0.60

Are these values correct ? [Y/N] Y

A --> Укоренение (или начало орошения)
 B --> Начало вегетативного роста
 C --> Начало цветения
 D --> Начало формирования урожая
 E --> Начало созревания
 F --> Сбор урожая (или конец орошения)

ФАЗЫ:	A	B	C	D	F
1-й день фаз развития	1/ 5	25/ 5	30/ 6	29/ 7	31/ 8
Часть истощенной почвенной влаги (%)	70.0	60.0	45.0	45.0	60.0
Глубина корней (м)	0.1	0.5	1.1	1.1	1.1

Фактор реакции урожая = 1.20

Коэффициенты культуры:

В фазе укоренения (1/ 5 до 25/ 5) =====> 0.32
 В фазе вегетативного роста (25/ 5 до 30/ 6) =====> 0.32 до 1.10
 В середине сезона (30/ 6 до 30/ 8) =====> 1.10
 В конце сезона (30/ 8 до 31/ 8) =====> 1.10 до 0.60

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

ii) Вариант 2 - Коэффициенты культуры, осредненные по периодам времени

Во втором варианте пользователь возможность ввести средние коэффициенты культуры по периодам времени (месяц или декада). Может быть использовано большое число существующих таблиц коэффициентов, в основном, для фруктовых культур. В качестве примера:

а) Ввод месячного коэффициента культуры для завершения файла MILHOGR2:

ENTERING CROP COEFFICIENTS BY PERIODS OF TIME

Enter the time step to consider:

Month =====> 1

Decade =====> 3

=====> 1

MONTHLY CROP COEFFICIENTS

MAY	JUN	JUL	AUG	SEP
.5	.8	.9	.8	.7

Are these values correct ? [Y/N] Y

ВВОД КОЭФФИЦИЕНТОВ КУЛЬТУРЫ ПО ПЕРИОДАМ ВРЕМЕНИ

Введите временной шаг для рассмотрения:

Месяца =====> 1

Декады =====> 3

=====> 1

МЕСЯЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КУЛЬТУРЫ

МАЙ	ИЮН	ИЮЛ	АВГ	СЕН
.5	.8	.9	.8	.7

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

Среднемесячные коэффициенты культуры для MILHOGR2.CUL и все другие введенные параметры выводятся на экран как:

STORED DATA FOR THE CROP FILE MILHOGR2

A --> Establishment (or irrig. start)

B --> Beginning of vegetative growth

C --> Beginning of flowering

D --> Beginning of yield formation

E --> Beginning of ripening

F --> Harvest (or irrig. end)

STAGES:	A	B	C	D	E	F
1st day of development stages	1/ 5	25/ 5	30/ 6	29/ 7	30/ 8	15/ 9
Soil water depletion fraction (%)	70.0	60.0	45.0	45.0	70.0	80.0
Root depth (m)	0.1	0.5	1.1	1.1	1.1	1.1

Yield response factor = 1.20

Are these values correct ? [Y/N] Y

MONTHLY CROP COEFFICIENTS

MAY	JUN	JUL	AUG	SEP
0.500	0.800	0.900	0.800	0.700

Are these values correct ? [Y/N] Y

ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ ДЛЯ ФАЙЛА КУЛЬТУРЫ MILNOGR2

A --> Укоренение (или начало орошения)
 B --> Начало вегетативного роста
 C --> Начало цветения
 D --> Начало формирования урожая
 E --> Начало созревания
 F --> Сбор урожая (или конец орошения)

ФАЗЫ:	A	B	C	D	E	F
1-й день фаз развития	1/ 5	25/ 5	30/ 6	29/ 7	30/ 8	15/ 9
Часть истощ. почв. влаги (%)	70.0	60.0	45.0	45.0	70.0	80.0
Глубина корней (м)	0.1	0.5	1.1	1.1	1.1	1.1

Фактор реакции урожая = 1.20

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

МЕСЯЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КУЛЬТУРЫ

МАЙ	ИЮН	ИЮЛ	АВГ	СЕН
0.500	0.800	0.900	0.800	0.700

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

б) Ввод декадных коэффициентов культуры для завершения файла MILNOFR:

ENTERING CROP COEFFICIENTS BY PERIODS OF TIME

Enter the time step to consider:

Month =====> 1
 Decade =====> 3
 =====> 3

DECADAILY CROP COEFFICIENTS

	1stDEC.	2ndDEC.	3rdDEC.
MAY	.32	.32	.56
JUN	.60	.78	.99
JUL	1.10	1.10	1.09
AUG	1.05	.90	.77

Are these values correct ? [Y/N] Y

ВВОД КОЭФФИЦИЕНТОВ КУЛЬТУРЫ ПО ПЕРИОДАМ ВРЕМЕНИ

Введите временной шаг для рассмотрения:

Месяца =====> 1

Декады =====> 3
 =====> 1

ДЕКАДНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КУЛЬТУРЫ

	1-я ДЕКАДА	2-я ДЕКАДА	3-я ДЕКАДА
МАЙ	.32	.32	.56
ИЮН	.60	.78	.99
ИЮЛ	1.10	1.10	1.09
АВГ	1.05	.90	.77

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

После ввода всех параметров программа выведет на дисплей файл культуры MILHOFR.CUL:

STORED DATA FOR THE CROP FILE MILHOFR

A --> Establishment (or irrig. start)
 B --> Beginning of vegetative growth
 C --> Beginning of flowering
 D --> Beginning of yield formation
 E --> Beginning of ripening
 F --> Harvest (or irrig. end)

STAGES:	A	B	C	D	E	F
1st day of development stages	1/ 5	25/ 5	30/ 6	29/ 7	30/ 8	15/ 9
Soil water depletion fraction (%)	70.0	60.0	45.0	45.0	70.0	80.0
Root depth (m)	0.1	0.5	1.1	1.1	1.1	1.1

Yield response factor = 1.20

Are these values correct ? [Y/N] Y

DECADAILY CROP COEFFICIENTS

	1stDEC.	2ndDEC.	3rdDEC.
MAY	0.320	0.320	0.560
JUN	0.600	0.780	0.990
JUL	1.100	1.100	1.090
AUG	1.050	0.900	0.770

Are these values correct ? [Y/N] Y

ДАННЫЕ, СОХРЕНЕННЫЕ ДЛЯ ФАЙЛА КУЛЬТУРЫ MILHOFR

A --> Укоренение (или начало орошения)
 B --> Начало вегетативного роста
 C --> Начало цветения
 D --> Начало формирования урожая
 E --> Начало созревания
 F --> Сбор урожая (или конец орошения)

ФАЗЫ:	A	B	C	D	E	F
1-й день фаз развития	1/ 5	25/ 5	30/ 6	29/ 7	30/ 8	15/ 9
Часть истощ. почв. влаги (%)	70.0	60.0	45.0	45.0	70.0	80.0
Глубина корней (м)	0.1	0.5	1.1	1.1	1.1	1.1

Фактор реакции урожая = 1.20

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

ДЕКАДНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КУЛЬТУРЫ

	1 ДЕК.	2 ДЕК.	3 ДЕК.
МАЙ	0.320	0.320	0.560
ИЮН	0.600	0.780	0.990
ИЮЛ	1.100	1.100	1.090
АВГ	1.050	0.900	0.770

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

iii) Вариант 3 - Ввод коэффициентов культуры, известных на определенную дату

Третий вариант дает пользователю возможность ввести значения K_c , известные для определенных дней. Программа рассчитывает средние значения для периодов времени P_t путем линейной интерполяции из многоугольной ломаной линии подобно показанной на рис. 2.3.

Рис. 2.3 - Коэффициенты культуры, известные на определенную дату

В этом случае значения K_c на конец и начало периода должны быть введены подобно приведенному примеру для кукурузы на зерно:

```

ENTER CROP COEFFICIENTS AT THE START AND END OF THE
IRRIGATION PERIOD AND ON DAYS ITS VALUE IS KNOWN :

Kc at start of period      ( 1/ 5 ) =====> .2
Kc at end of period        (15/ 9 ) =====> .6
Number of days when Kc value is known ? (max 24) =====> 8

Enter for these 8 days the date (ex 22/06) and the Kc value :

1° day: date =====> 15/05
      Kc value =====> .2
2° day: date =====> 10/06
      Kc value =====> .5
3° day: date =====> 20/06
      Kc value =====> .9
4° day: date =====> 03/07
      Kc value =====> 1.1

```

```

5° day: date =====> 10/07
   Kc value =====> 1.1
6° day: date =====> 25/07
   Kc value =====> 1.0
7° day: date =====> 15/08
   Kc value =====> .95
8° day: date =====> 02/09
   Kc value =====> .75

```

Are these values correct ? [Y/N] Y

ВВЕДИТЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КУЛЬТУРЫ НА НАЧАЛО И КОНЕЦ
ИРРИГАЦИОННОГО СЕЗОНА И НА ДНИ, ДЛЯ КОТОРЫХ ОНИ ИЗВЕСТНЫ :

```

Kc на начало периода      ( 1/ 5 ) =====> .2
Kc на конец периода       (15/ 9 ) =====> .6
Количество дней, для которых Kc известен ? (макс. 24) =====> 8

```

Введите дату для этих 8 дней (например, 22/06) и значения Kc :

```

1° день: дата =====> 15/05
   Значение Kc =====> .2
2° день: дата =====> 10/06
   Значение Kc =====> .5
3° день: дата =====> 20/06
   Значение Kc =====> .9
4° день: дата =====> 03/07
   Значение Kc =====> 1.1
5° день: дата =====> 10/07
   Значение Kc =====> 1.1
6° день: дата =====> 25/07
   Значение Kc =====> 1.0
7° день: дата =====> 15/08
   Значение Kc =====> .95
8° день: дата =====> 02/09
   Значение Kc =====> .75

```

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

**Распечатка данных для культуры MILHOGR3.CUL, коэффициенты которой
введены на дни, в которые Kc известен, будет иметь вид:**

STORED DATA FOR THE CROP FILE MILHOGR3

```

A --> Establishment (or irrig. start)
B --> Beginning of vegetative growth
C --> Beginning of flowering
D --> Beginning of yield formation
E --> Beginning of ripening
F --> Harvest (or irrig. end)

```

	A	B	C	D	E	F
1st day of development stages	1/ 5	25/ 5	30/ 6	29/ 7	30/ 8	15/ 9
Soil water depletion fraction (%)	70.0	60.0	45.0	45.0	70.0	70.0

```

Root depth (m)                0.1    0.5    1.1    1.1    1.1    1.1

Yield response factor = 1.20

Crop coefficients:
From -----> 1/ 5 to 15/ 5 =====> Kc varies from ---> 0.20 to 0.20
From -----> 15/ 5 to 10/ 6 =====> Kc varies from ---> 0.20 to 0.50
From -----> 10/ 6 to 20/ 6 =====> Kc varies from ---> 0.50 to 0.90
From -----> 20/ 6 to 3/ 7 =====> Kc varies from ---> 0.90 to 1.10
From -----> 3/ 7 to 10/ 7 =====> Kc varies from ---> 1.10 to 1.10
From -----> 10/ 7 to 25/ 7 =====> Kc varies from ---> 1.10 to 1.00
From -----> 25/ 7 to 15/ 8 =====> Kc varies from ---> 1.00 to 0.95
From -----> 15/ 8 to 2/ 9 =====> Kc varies from ---> 0.95 to 0.75
From -----> 2/ 9 to 15/ 9 =====> Kc varies from ---> 0.75 to 0.60

Are these values correct ? [Y/N] Y

```

ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ КУЛЬТУРЫ MILNOGR3

- А --> Укоренение (или начало орошения)
 В --> Начало вегетативного роста
 С --> Начало цветения
 D --> Начало формирования урожая
 Е --> Начало созревания
 F --> Сбор урожая (или конец орошения)

ФАЗЫ:	А	В	С	Д	Е	Ф
1-й день фазы развития	1/ 5	25/ 5	30/ 6	29/ 7	30/ 8	15/ 9
Часть истощ. почв. влаги (%)	70.0	60.0	45.0	45.0	70.0	70.0
Глубина корней (м)	0.1	0.5	1.1	1.1	1.1	1.1

Фактор реакции урожая = 1.20

Коэффициенты культуры:

```

С -----> 1/ 5 по 15/ 5 =====> Кс изменяется от ---> 0.20 по 0.20
С -----> 15/ 5 по 10/ 6 =====> Кс изменяется от ---> 0.20 по 0.50
С -----> 10/ 6 по 20/ 6 =====> Кс изменяется от ---> 0.50 по 0.90
С -----> 20/ 6 по 3/ 7 =====> Кс изменяется от ---> 0.90 по 1.10
С -----> 3/ 7 по 10/ 7 =====> Кс изменяется от ---> 1.10 по 1.10
С -----> 10/ 7 по 25/ 7 =====> Кс изменяется от ---> 1.10 по 1.00
С -----> 25/ 7 по 15/ 8 =====> Кс изменяется от ---> 1.00 по 0.95
С -----> 15/ 8 по 2/ 9 =====> Кс изменяется от ---> 0.95 по 0.75
С -----> 2/ 9 по 15/ 9 =====> Кс изменяется от ---> 0.75 по 0.60

```

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

б) Культуры типа 2 (кормовые с несколькими укусами в год)

Выбор коэффициентов культуры этого типа производится с учетом индекса площади листа LAI в течение ирригационного периода. Максимальное значение Кс имеет место прямо перед укусом, а минимальное - сразу после него. Программа рассматривает линейное изменение Кс между двумя экстремальными точками, как показано на рис. 2.4.

Рис. 2.4 - Расчет коэффициентов культуры для кормовых растений с несколькими укосами в год

В этом варианте возможность ввода значений по периодам времени или известным дням сохраняется. Чтобы пояснить примером ввод данных, можно заполнить файл PRADO:

```
G)          CROP COEFFICIENTS ( Crops Type 2 ) :

Select an option :

Crop coefficients known on cut days =====> 1
Crop coefficients by periods of time (decade or month) =====> 2
Crop coefficients known on certain days to be entered =====> 3
                                           =====> 1
```

```
G)          КОЭФФИЦИЕНТЫ КУЛЬТУРЫ ( Культуры типа 2 ) :

Выберите вариант :

Коэффициенты, известны на дни укоса =====> 1
Коэффициенты по периодам времени (декада или месяц) =====> 2
Коэффициенты, вводимые на определенные дни =====> 3
                                           =====> 1
```

DEFINING DATES OF CUTS FOR CROP COEFFICIENT COMPUTATION

Number of cuts per year (maximum: 6) =====> 6

Enter estimated date for each cut (between 1/ 4 and 31/10) :

1° Cut =====> 03/05

2° Cut =====> 30/05

3° Cut =====> 28/06

4° Cut =====> 25/07

5° Cut =====> 25/08

6° Cut =====> 15/10

Smallest crop coeff. (after cut) =====> .15

Largest crop coeff. (before cut) =====> 1.

Crop coefficient at the start of irrig. period =====> .4

Crop coefficient at the end of irrig. period =====> 1.

Are these values correct ? [Y/N] Y

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАТ УКОСА ДЛЯ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ КУЛЬТУРЫ

Количество укосов в год (максимум: 6) =====> 6

Введите определенную дату для каждого укоса (между 1/ 4 и 31/10) :

```

1° укос =====> 03/05
2° укос =====> 30/05
3° укос =====> 28/06
4° укос =====> 25/07
5° укос =====> 25/08
6° укос =====> 15/10

```

```

Наименьший коэф. культуры (после укоса) =====> .15
Наибольший коэф. культуры (до укоса) =====> 1.

```

```

Коэффициент культуры на начало ирриг. периода =====> .4
Коэффициент культуры на конец ирриг. Периода =====> 1.

```

```

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

```

В этом примере программа показывает значения, сохраненные в файле PRADO.CUL:

```

STORED DATA FOR THE CROP FILE ms

```

```

Beginning of irrigation period -----> 1/ 4
End of irrigation period -----> 31/10
Root depth -----> 0.6 m
Readily available water -----> 50.0% of A.W.

```

```

Yield response factor -----> 1.05

```

```

Crop coefficients :

```

```

Crop coeff. at the beginning of period -> 0.40
Crop coeff. at the end of period -----> 1.00
Crop coeff. after cutting -----> 0.15
Crop coeff. before cutting -----> 1.00

```

```

Estimated number of cuts -----> 6
Date for the 1° cut -----> 3/ 5
Date for the 2° cut -----> 30/ 5
Date for the 3° cut -----> 28/ 6
Date for the 4° cut -----> 25/ 7
Date for the 5° cut -----> 25/ 8
Date for the 6° cut -----> 15/10

```

```

Are these values correct ? [Y/N] Y

```

```

ДААННЫЕ В ФАЙЛЕ КУЛЬТУРЫ ms

```

```

Начало ирриг. периода -----> 1/ 4
Конец ирриг. периода -----> 31/10
Глубина корней -----> 0.6 м
Реально доступная влага -----> 50.0% от доступной влаги

```

```

Фактор реакции урожая -----> 1.05

```

```

Коэффициенты культуры:

```

```

Коэф. на начало периода -----> 0.40

```

```

Коеф. на конец периода -----> 1.00
Коеф. после укуса -----> 0.15
Коеф. до укуса -----> 1.00

Определенное количество укусов -----> 6
Дата 1° укуса -----> 3/ 5
Дата 2° укуса -----> 30/ 5
Дата 3° укуса -----> 28/ 6
Дата 4° укуса -----> 25/ 7
Дата 5° укуса -----> 25/ 8
Дата 6° укуса -----> 15/10

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

```

в) Культуры типа 3 (постоянные параметры культуры)

Поскольку параметры культуры постоянны, программе нужно лишь одно значение Кс для всех периодов времени Рt. Для культур типа 3 (RELVA) пример введенной величины Кс показан ниже:

```
Crop coefficient =====> 1
```

```
Коэффициент культуры =====> 1
```

Программа выводит на экран введенные значения, сохраненные в файле RELVA.CUL, если пользователь подтверждает значения:

```

STORED DATA FOR THE CROP FILE ms

Beginning of irrigation period -----> 1/ 1
End of irrigation period -----> 31/12
Root depth -----> 0.4 m
Readily available water -----> 70.0% of A.W.

Crop coefficient -----> 1.00

```

```

ДААННЫЕ В ФАЙЛЕ КУЛЬТУРЫ ms

Начало ирриг. периода -----> 1/ 1
Конец ирриг. периода -----> 31/12
Глубина корней -----> 0.4 m
Реально доступная влага -----> 70.0% от доступной влаги

Коэффициент культуры -----> 1.00

```

2.2.3 - Чтение или изменение файлов с параметрами культуры

Выбирая вариант "2" в меню C) а вариант "1" в меню D), пользователь имеет возможность чтения или изменения данных о культуре, существующих в текущей директории:

```
Enter file name with
CROP DATA                      =====> MILHOGR1
```

```
Введите имя файла с
ДАННЫМИ КУЛЬТУРЫ                =====> MILHOGR1
```

Если ввести "?", можно получить список файлов с расширением CUL, существующих на диске:

```
FILES WITH EXTENSION    CUL STORED ON DISK :

-----
  INICIAL      MILHOFR    MILHOGR1    MILHOGR2    MILHOGR3    PRADO
  RELVA        SOJA       TRIGO
-----

Enter file name with
      CROP DATA                      =====> MLHOGR1
```

```
ФАЙЛЫ С РАСШИРЕНИЕМ    CUL СОХРАНЕННЫЕ НА ДИСКЕ :

-----
  INICIAL      MILHOFR    MILHOGR1    MILHOGR2    MILHOGR3    PRADO
  RELVA        SOJA       TRIGO
-----

Введите имя файла с
      ДАННЫМИ КУЛЬТУРЫ                =====> MLHOGR1
```

Для данного примера выбран файл с кодом MILHOGR1.

Программа считывает файл и представляет накопленные данные, как показано выше. Подтверждение, что значения верны, возвращает программу в меню C). Если ответ отрицательный, программа представляет следующее меню изменения:

```
H)  EDITING CROP DATA:

Select data type to modify:
```



```

Dates of development stages =====> 1
Readily available water =====> 2
Root depth =====> 3
Dates for cuts and crop coefficients ===> 4
Yield response factor =====> 5
Entire file =====> 6
No modification =====> 7

```

Н) РЕДАКТИРОВАНИЕ ДАННЫХ КУЛЬТУРЫ:

Выберите тип данных для изменения:

```

Даты фаз развития =====> 1
Реально доступная влага =====> 2
Глубина корней =====> 3
Даты укосов и коэф. культуры =====> 4
Фактор реакции урожая =====> 5
Весь файл =====> 6
Без изменения =====> 7

```

Пользователь должен выбрать параметр, подлежащий изменению, заставляя программу вернуться в точку, откуда был сделан запрос. Последующая процедура аналогична представленной ранее.

Если изменяются даты начала цикла развития, вводятся другие даты, которые подобно коэффициентам могут быть вне ирригационного периода. В этом случае программа отредактирует ошибочное послание, заставив пользователя изменить эти даты.

2.3 - Параметры почвы

2.3.1 - Определения

Параметры, характеризующие гидравлические свойства почвы, называются почвенными параметрами. Они определяются для каждого слоя.

а) Содержание доступной влаги в почве

Доступная почвенная влага (AW , мм/м) является разницей между влагой, накопленной в почве при полевой влагоемкости (FC) и влагой, накопленной в почве в точке завядания (WP). Таким образом:

$$AW = (FC - WP) \times 10 \quad [2.3]$$

когда FC и PWP выражены в процентах от объема почвы или

$$AW = (FC - WP) \times 10 \times bd \quad [2.4]$$

когда FC и PWP выражены в процентах от веса почвы, где bd - объемный вес сухой почвы.

Общая доступная влага (TAW) есть глубина воды (мм), накопленной в блоке почвы до глубины z (м). Таким образом, для однородной почвы TAW рассчитывается как:

$$TAW = AW \times z \quad [2.5]$$

Реально доступная почвенная влага RAW (мм) - это глубина воды, накопленной в почве до глубины z , которая позволяет растению развиваться без водного стресса и рассчитывается из TAW с использованием фактора истощения почвенной влаги для отсутствия стресса p :

$$RAW = p \ TAW \quad [2.6]$$

б) Потенциальная глубина развития корней

Потенциальная глубина развития корней (pr) - это глубина, до которой корни могут развиваться без ограничений. Ее значение зависит от наличия уплотненного слоя почвы или другого физического барьера, который ограничивает проникновение и развитие корней. Когда почва многослойна, pr является суммой глубины слоев.

2.3.2 - Создание файлов почвы

Рисунок 2.5 показывает различные варианты ввода почвенных параметров.

Рис. 2.5 - Общая схема с вариантами ввода почвенных параметров

После выбора варианта создания новых файлов в меню C) и варианта имени файла почвы в меню D) программа запрашивает код:

```
ENTER THE FOLLOWING CODES FOR DATA FILES IDENTIFICATION :
(maximum of 8 charact. )
```

```
Soil type name =====> ARGILOSO
```

```
Are those names correct ? [Y/N] Y
```

```
ВВЕДИТЕ СЛЕДУЮЩИЕ КОДЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФАЙЛОВ ДАННЫХ :
(максимум 8 знаков )
```

Тип почвы =====> ARGILOSO

Все ли имена правильны ? [Y/N] Y

Ответ "да" на последний вопрос приведет пользователя к информации на экране о созданном файле (с расширением SOL):

DATA FILE CREATED IN THIS OPTION:

- file holding soil data
 - a) n° of soil layers
 - b) starting and ending depth of each layer
 - c) - available soil water (ASW) in mm/m, or
- field capacity (FC) and wilting point (WP) in % by volume or
 - FC and WP in % by weight and soil bulk density

NAME -----> C:ARGILOSO .SOL

ФАЙЛ ДАННЫХ, СОЗДАННЫЙ В ЭТОМ ВАРИАНТЕ:

- файл, содержащий почвенные данные
 - a) n° почвенных слоев
 - b) начальная и конечная глубина каждого слоя
 - c) - доступная почвенная влага (ASW) в мм/м, или
- полевая влагоемкость (FC) и точка увядания (WP) в % от объема или
 - FC и WP в % от веса и объемного веса

ИМЯ -----> C:ARGILOSO .SOL

Затем пользователю предоставляется меню I для выбора того, как представлять информацию о почвенной влаге:

I) SOIL DATA:

Select an option for entering data :

Available soil water =====> 1
 Field capacity and wilting point
 (referred to % by volume) =====> 2
 Field capacity and wilting point
 (referred to % by weight) and soil bulk density =====> 3
 Return to previous menu =====> 0
 =====> 2

I) ПОЧВЕННЫЕ ДАННЫЕ:

Выберите вариант ввода данных :

Доступная почвенная влага =====> 1
 Полевая влагоемкость и точка увядания
 (в % от объема) =====> 2
 Полевая влагоемкость и точка увядания
 (в % от веса и объемного веса) =====> 3

```

возврат к предыдущему меню =====> 0
                                =====> 2

```

Меню для ввода данных в варианте 1 представлено ниже для случая, когда рассматривается только один почвенный слой:

Пример 1: Почва ARGILOSO

How many soil layers to consider ? 1

Enter asked elements for each layer in the following table

	Initial depth (m)	Ending depth (m)	Available soil water (mm/m)
1° layer	0.00	1.3	180

Are these values correct ? [Y/N] Y

Сколько слоев почвы рассматривать ? 1

Введите запрашиваемые элементы для каждого слоя в следующую таблицу

	Начальная глубина (m)	Конечная глубина (m)	Доступная почвенная влага (мм/м)
1° слой	0.00	1.3	180

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

Меню, приведенное ниже, служит примером ввода данных в варианте 2 для почвы с тремя почвенными слоями:

Пример 2: Почва ARENOSO

How many soil layers to consider ? 3

Enter asked elements for each layer in the following table

	Initial depth (m)	Ending depth (m)	Field capacity (% volume)	Wilting point (% volume)
1° layer	0.00	.3	15	2.7
2° layer	0.30	.45	10.5	2.7
3° layer	0.45	1.3	6.5	2.5

Are these values correct ? [Y/N] Y

Сколько слоев почвы рассматривать ? 3

Введите запрашиваемые элементы для каждого слоя в следующую таблицу

	Начальная глубина (м)	Конечная глубина (м)	Полевая влажность (% объема)	Точка увядания (% объема)
1° слой	0.00	.3	15	2.7
2° слой	0.30	.45	10.5	2.7
3° слой	0.45	1.3	6.5	2.5

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

И, наконец, следующее меню иллюстрирует внесение данных в варианте 3:

Пример 3: Почва MEDIO

How many soil layers to consider ? 1

Enter asked elements for each layer in the following table

	Initial depth (m)	Ending depth (m)	Field capacity (% volume)	Wilting point (% volume)
1° layer	1.3	20	10	1.2

Are these values correct ? [Y/N] Y

Сколько слоев почвы рассматривать ? 1

Введите запрашиваемые элементы для каждого слоя в следующую таблицу

	Начальная глубина (м)	Конечная глубина (м)	Полевая влажность (% объема)	Точка увядания (% объема)
1° слой	1.3	20	10	1.2

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

Если введенные данные верны, программа заканчивает создание почвенных файлов и возвращается в меню С.

2.3.3 - Чтение и/или изменение файлов с почвенными параметрами

Чтобы считать и/или изменить почвенный файл, следует выбрать вариант "2" в меню C и D, а также введенный код файла (например, MEDIO).

```
Enter file name with
SOIL DATA                      =====> MEDIO
```

```
Введите имя файла с
ПОЧВЕННЫМИ ДАННЫМИ            =====> MEDIO
```

Затем программа покажет уже имеющиеся данные в почвенном файле:

STORED DATA FOR THE SOIL FILE MEDIO

	Initial depth (m)	Ending depth (m)	Field capacity (%)	Wilting point ()	Bulk density
1° layer	0 00	1.30	20.00	10.00	1.20

Are these values correct ? [Y/N] Y

ДАННЫЕ ПОЧВЕННОГО ФАЙЛА MEDIO

	Начальная глубина (м)	Конечная глубина (м)	Полевая влагоемкость (%)	Точка увядания ()	Объемный вес
1° слой	0 00	1.30	20.00	10.00	1.20

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

Чтобы изменить эти данные, ответ на последний вопрос должен быть "N", тогда программа вернется в меню I и возобновит создание файлов.

3 - Метеорологические файлы

3.1 - Характеристики файлов данных

Эффективные осадки (P_e) и эталонная эвапотранспирация (ETo) являются метеорологическими параметрами модели. Введенные данные могут быть ежедневными, декадными или месячными значениями по выбору пользователя. Количество рассматриваемых лет также изменяется и составляет количество месяцев, по которым имеются данные.

Выбор периода времени очень важен, так как он определяет главный временной интервал для расчета водного баланса. Этот интервал обозначается как временной период (Pt).

Файлы могут быть созданы, следуя двум различным процедурам:

а) Интерактивно, отвечая на запрос программы, как показано на примере в следующем разделе;

б) В текстовом редакторе, электронных таблицах или базе данных, с учетом следующей структуры файлов данных:

- данные об осадках, выраженные в мм/мес, мм/декада или мм/сут, в зависимости от временного шага, значения эвапотранспирации всегда в мм/сут;
- временной шаг обозначается в первой строке кодами 1, 3 или 31 в зависимости от того, являются ли данные месячными, декадными или суточными;
- во второй строке показывается количество лет и номера, соответствующие первому и последнему месяцу с известными данными;
- первый год в третьей строке;
- другие строки заполняются данными.
- для месячных данных: одна строка для одного года (табл. 3.1);
- для декадных данных: 3 строки для одного года (табл. 3.2);
- для суточных данных 31 строка (табл. 3.3).

Для последних двух пунктов значения различных лет должны быть обозначены соответствующим годом. Значения на одной строке отделяются, как минимум, пробелом, т. к. чтение файлов происходит в свободном формате.

Необходимо указать на следующие ограничения в использовании файлов:

а) *месяцы и годы должны быть последовательными;*

б) первый месяц должен соответствовать или предшествовать месяцу начала ирригационного сезона.

При такой структуре достигается большая гибкость в использовании метеорологических файлов. Для программы ISAREG нет необходимости иметь файлы ETo и P_e с одинаковым количеством лет и/или месяцев, даже их специальное создание для каждой прогонки программы не является необходимым.

С помощью программы EVAPOT может быть рассчитана эталонная эвапотранспирация. Эта программа может использовать метод Пенмана-Монтейта для прямого создания входного файла для модели ISAREG с расширением "ETO".

Таблица 3.1 - Формат файла с месячными значениями осадков (код 1) с января (1) по декабрь (12), отвечающими серии из 30 лет, начиная с 1956 г.

Таблица 3.2 - Формат файла с декадными значениями осадков (код 3) с января (1) по декабрь (12), отвечающими серии из 8 лет, начиная с 1971 г., Salvaterra de Magos

Таблица 3.3 - Формат файла суточной эвапотранспирации (код 31) с мая (5) по август (8), 1986 г., Coruche

3.2 - Создание файлов метеорологических данных

Создание метеорологических данных по программе ISAREG следует процедуре следующего примера, где описаны необходимые шаги для создания файлов со значениями осадков. данные относятся к периоду с апреля по ноябрь 1980-1982 гг., метеостанция Salvaterra de Magos:

После выбора варианта "1" (операции с файлами данных), в главном меню А) должен быть выбран вариант "2" в меню В) (файлы метеоданных) и вариант "1" в меню С) (создание новых файлов), программа может быть продолжена в меню J):

```
J) CREATING A METEOROLOGICAL FILE      :

File with evapotranspiration values =====> 1
File with rainfall values =====> 2
Return to previous menu =====> 0
                                     =====> 2
```

```
J) СОЗДАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ФАЙЛА      :

Файл с данными по эвапотранспирации =====> 1
Файл с данными по осадкам =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
                                     =====> 2
```

В это время должен быть объявлен код, определяющий файл данных:

ENTER THE FOLLOWING CODES FOR DATA FILES IDENTIFICATION :
(maximum of 8 charact.)

Rainfall station (Pe) name =====> SALVAMES

Are those names correct ? [Y/N] Y

ВВЕДИТЕ СЛЕДУЮЩИЕ КОДЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФАЙЛОВ ДАННЫХ :
(максимум 8 знаков)

Имя станции по измерению осадков (Pe) =====> SALVAMES

Все ли имена правильны ? [Y/N] Y

и программа ответит следующим образом:

DATA FILE CREATED IN THIS OPTION :

- rainfall values file :

NAME -----> C:SALVAMES PRE

ФАЙЛ ДАННЫХ, СОЗДАНЫЙ В ЭТОМ ВАРИАНТЕ :

- файл значений осадков :

ИМЯ -----> C:SALVAMES PRE

Следующий шаг - это определение временного периода и месяцев, к которым относятся данные:

TIME STEP FOR CALCULATIONS :

Month =====> 1

Decade =====> 2

Day =====> 3

=====> 1

ВРЕМЕННОЙ ШАГ ДЛЯ РАСЧЕТОВ :

Месяц =====> 1

Декада =====> 2

Сутки =====> 3

=====> 1

ENTERING RAINFALL VALUES OF STATION WITH CODE "SALVAMES"

Number of years to consider =====> 3

```
1st and last month with values in one year(Ex 1 12)==> 4 11
Enter 1st year of series (Ex: 1974) =====> 1980
```

Are these values correct ? [Y/N] Y

ВВОД ДАННЫХ ПО ОСАДКАМ ПО СТАНЦИИ С КОДОМ "SALVAMES"

```
Количество рассматриваемых лет =====> 3
1-й и последний месяц с данными за один год (Прим. 1 12)==> 4 11
Введите 1-й год серии (Прим. 1974) =====> 1980
```

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

Значения введены в соответствии с программными спецификациями.

Meteorological data is stored in a data matrix where columns represent months and lines represent years, decades or days, depending on the chosen time step.

Write on the same line separated by commas or blank spaces the values for the several months that correspond to the same year, decade or day. Press <RETURN> to enter values on the next line.

NOTE : In case of daily values write "-77." on the positions that correspond to non-calendar days (EX: February 30th or April 31st, etc...).

Enter the RAINFALL values (mm/month)

	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV
1980==>	120.1	60.5	70.1	20.4	0	10.5	99.1	102.4
1981==>	132.3	111	36.4	0	0	10.5	12.8	6.5
1982==>	79	14	12.8	5.1	2.7	22.1	14.3	87.6

Метеорологические данные хранятся в матрице данных, где столбцы представляют месяцы, а строки - годы, декады или дни, в зависимости от выбранного временного шага.

Запишите в той же строке, разделяя запятыми или пробелами, значения для нескольких месяцев, которые соответствуют одному и тому же году, декаде или дню. Нажмите <RETURN> для ввода значений в следующей строке.

ПРИМЕЧАНИЕ : В случае суточных значений запишите "-77.", что соответствует календарным дням (ПРИМЕР: 30 февраля или 31 апреля и т. д.).

Введите значения ОСАДКОВ (мм/месяц)

	АПР	МАЙ	ИЮН	ИЮЛ	АВГ	СЕН	ОКТ	НОЯ
1980==>	120.1	60.5	70.1	20.4	0	10.5	99.1	102.4
1981==>	132.3	111	36.4	0	0	10.5	12.8	6.5
1982==>	79	14	12.8	5.1	2.7	22.1	14.3	87.6

Введенные данные будут показаны на экране (табл. 3.4). Пользователь может также заявить, что значения не верны и программа покажет процедуру изменения файла.

Таблица 3.4 - Пример чтения файла данных по месячным осадкам

CHARACTERISTICS OF RAINFALL FILE "SALVAMES" :

- time step =====> month
 - annual period ==> April to November
 - first year =====> 1980
 - last year =====> 1982

RAINFALL VALUES (mm/month)

	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV
1980 =>	120.1	60.5	70.1	20.4	0.0	10.5	99.1	102.4
1981 =>	132.3	111.0	36.4	0.0	0.0	10.5	12.8	6.5
1982 =>	79.0	14.0	12.8	5.1	2.7	22.1	14.3	87.6
Mean =>	110.5	61.8	39.8	8.5	0.9	14.4	42.1	65.5

Are these values correct ? [Y/N] Y

ХАРАКТЕРИСТИКА ФАЙЛА ОСАДКОВ "SALVAMES" :

- временной шаг =====> месяц
 - период в году ==> с Апреля по Ноябрь
 - первый год =====> 1980
 - последний год =====> 1982

ЗНАЧЕНИЯ ОСАДКОВ (мм/месяц)

	АПР	МАЙ	ИЮН	ИЮЛ	АВГ	СЕН	ОКТ	НОЯ
1980 =====>	120.1	60.5	70.1	20.4	0.0	10.5	99.1	102.4
1981 =====>	132.3	111.0	36.4	0.0	0.0	10.5	12.8	6.5
1982 =====>	79.0	14.0	12.8	5.1	2.7	22.1	14.3	87.6
Величина =>	110.5	61.8	39.8	8.5	0.9	14.4	42.1	65.5

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

3.3 - Чтение и/или изменение существующих файлов метеорологических данных

В качестве примера продемонстрирована последовательность операций с файлом, включающим декадные данные эталонной эвапотранспирации. В этом случае рассматривается файл SALVADEC.ET0, содержащий данные метео-

станции Salvaterra de Magos за период 1973-1977 гг. Для чтения этого файла выбирается вариант "2" в меню C) и "1" в меню J):

```
J) READING A METEOROLOGICAL FILE      :

File with evapotranspiration values =====> 1
File with rainfall values =====> 2
Return to previous menu =====> 0
=====> 1
```

```
J) ЧТЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ФАЙЛА      :

Файл с данными по эвапотранспирации =====> 1
Файл с данными по осадкам =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
=====> 1
```

Следующим шагом является объявление кода файла. Набрав "?", можно получить список всех файлов с расширением ETO, существующих на диске:

```
FILES WITH EXTENSION   ETO STORED ON DISK :

-----
COIMBRA   CORUCHE   EXP   SALVADEC   SALVATER
-----
```

```
ФАЙЛЫ С РАСШИРЕНИЕМ   ЕТО СОХРАНЕННЫЕ НА ДИСКЕ :

-----
COIMBRA   CORUCHE   EXP   SALVADEC   SALVATER
-----
```

После выбора кода файла программа представляет введенные значения на экране (табл. 3.5), завершая процесс чтения:

Таблица 3.5 - Пример чтения файла с декадными значениями эталонной эвапотранспирации с Salvaterra de Magos (1973-1977)

```
CHARACTERISTICS OF EVAPOTRANSPIRATION FILE "SALVADEC" :

- time step =====> 10 days
- annual period ===> January   to December
- first year =====> 1973
- last year  =====> 1977

EVAPOTRANSPIRATION VALUES   (mm/day)

      JAN   FEB   MAR   APR   MAY   JUN   JUL   AUG   SEP   OCT   NOV   DEC
```

```

1973
1° dec. 0.39 1.17 2.29 3.33 5.67 6.25 5.45 5.36 4.26 2.60 1.71 0.47
2° dec. 0.95 1.62 2.18 4.39 4.94 6.35 4.67 5.51 3.31 2.28 1.11 0.35
3° dec. 0.78 2.09 2.75 3.78 6.32 5.22 5.91 6.40 3.93 1.81 0.71 0.36
1974
1° dec. 0.64 1.13 1.87 2.64 3.69 6.46 7.65 6.75 3.80 2.65 1.30 0.49
2° dec. 0.67 1.76 1.89 3.05 4.68 5.11 7.87 6.78 4.57 2.65 1.16 0.44
3° dec. 0.74 1.87 2.43 3.16 5.39 4.65 6.75 6.10 4.76 2.19 0.86 0.55
1975
1° dec. 0.64 0.96 1.80 3.87 6.47 6.13 6.92 6.26 3.51 2.57 1.26 0.67
2° dec. 1.15 1.54 2.26 4.45 4.45 7.03 7.23 7.16 3.73 1.78 0.99 0.45
3° dec. 0.84 1.62 3.18 4.17 5.39 6.54 6.87 6.28 2.90 1.73 0.68 0.35
1976
1° dec. 0.53 0.89 2.13 2.72 6.50 8.16 6.86 7.24 4.07 2.53 1.14 0.90
2° dec. 0.49 7.38 2.15 4.01 5.96 7.23 7.39 5.43 0.96 2.13 0.92 0.73
3° dec. 1.00 1.91 3.42 3.24 5.66 6.94 6.71 3.46 2.45 1.56 0.79 0.50
1977
1° dec. 0.76 0.88 2.01 3.27 3.31 5.02 5.81 6.79 4.89 2.87 1.23 0.92
2° dec. 0.83 1.14 2.26 5.01 6.29 5.07 7.56 5.83 3.73 2.16 1.10 0.77
3° dec. 0.89 1.68 3.04 5.21 4.58 7.80 7.66 5.79 3.40 1.45 0.58 0.67

```

Are these values correct ? [Y/N] Y

ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАЙЛА ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ "SALVADEC" :

- временной шаг =====> 10 дней
- период года =====> с Января по Декабрь
- первый год =====> 1973
- последний год =====> 1977

ЗНАЧЕНИЯ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ (мм/сут)

```

          ЯНВ  ФЕВ  МАР  АПР  МАЙ  ИЮН  ИЮЛ  АВГ  СЕН  ОКТ  НОЯ  ДЕК
1973
1° дек. 0.39 1.17 2.29 3.33 5.67 6.25 5.45 5.36 4.26 2.60 1.71 0.47
2° дек. 0.95 1.62 2.18 4.39 4.94 6.35 4.67 5.51 3.31 2.28 1.11 0.35
3° дек. 0.78 2.09 2.75 3.78 6.32 5.22 5.91 6.40 3.93 1.81 0.71 0.36
1974
1° дек. 0.64 1.13 1.87 2.64 3.69 6.46 7.65 6.75 3.80 2.65 1.30 0.49
2° дек. 0.67 1.76 1.89 3.05 4.68 5.11 7.87 6.78 4.57 2.65 1.16 0.44
3° дек. 0.74 1.87 2.43 3.16 5.39 4.65 6.75 6.10 4.76 2.19 0.86 0.55
1975
1° дек. 0.64 0.96 1.80 3.87 6.47 6.13 6.92 6.26 3.51 2.57 1.26 0.67
2° дек. 1.15 1.54 2.26 4.45 4.45 7.03 7.23 7.16 3.73 1.78 0.99 0.45
3° дек. 0.84 1.62 3.18 4.17 5.39 6.54 6.87 6.28 2.90 1.73 0.68 0.35
1976
1° дек. 0.53 0.89 2.13 2.72 6.50 8.16 6.86 7.24 4.07 2.53 1.14 0.90
2° дек. 0.49 7.38 2.15 4.01 5.96 7.23 7.39 5.43 0.96 2.13 0.92 0.73
3° дек. 1.00 1.91 3.42 3.24 5.66 6.94 6.71 3.46 2.45 1.56 0.79 0.50
1977
1° дек. 0.76 0.88 2.01 3.27 3.31 5.02 5.81 6.79 4.89 2.87 1.23 0.92
2° дек. 0.83 1.14 2.26 5.01 6.29 5.07 7.56 5.83 3.73 2.16 1.10 0.77
3° дек. 0.89 1.68 3.04 5.21 4.58 7.80 7.66 5.79 3.40 1.45 0.58 0.67

```

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

Если пользователь считает значения верными, программа возвращается

в меню C), в противном случае она продолжает изменять режим:

```
K)      EDITING METEOROLOGICAL DATA FILE :

Select an option :

Correct one line of file (data of same year, decade, or day) =====> 1
Enter data of years previous to file's first year =====> 2
Add data referring to years after file's last year =====> 3
                                     =====> 1
```

```
K)      РЕДАКТИРОВАНИЕ ФАЙЛА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ :

Выберите вариант :

Корректировать одну строку файла (данные года, декады или дня) =====> 1
Ввести данные предыдущего года в первый год файла =====> 2
Добавить данные, относящиеся к году, следующему за последним годом
файла =====> 3
                                     =====> 1
```

Три представленных варианта анализируются в качестве примера с использованием того же файла. В первом варианте данные, соответствующие 2-й декаде 1976 года, изменены согласно процедуре.

```
Year with detected error =====> 1976
Day or decade with detected error =====> 2

EVAPOTRANSPIRATION VALUES (mm/day)

      JAN      FEB      MAR      APR      MAY      JUN      JUL      AUG      SEP      OCT      NOV      DEC

      .....
      .....
      .....
      data from 1973 to 1975
      .....
      .....
      .....

1976
1° dec. 0.53 0.89 2.13 2.72 6.50 8.16 6.86 7.24 4.07 2.53 1.14 0.90
2° dec. 0.49 7.38 2.15 .01 5.96 7.23 7.39 5.43 0.96 2.13 0.92 0.73
NEW =>  0.49 1.38 2.15 4.01 5.96 7.23 7.39 5.43 3.96 2.13 0.92 0.73
```

```
Год с определенной ошибкой =====> 1976
День или декада с определенной ошибкой =====> 2

ЗНАЧЕНИЯ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ (мм/сут)

      ЯНВ      ФЕВ      МАР      АПР      МАЙ      ИЮН      ИЮЛ      АВГ      СЕН      ОКТ      НОЯ      ДЕК
```

```

.....
.....
.....
      данные с 1973 по1975
.....
.....
.....

```

1976

```

1° дек.   0.53 0.89 2.13 2.72 6.50 8.16 6.86 7.24 4.07 2.53 1.14 0.90
2° дек.   0.49 7.38 2.15 .01 5.96 7.23 7.39 5.43 0.96 2.13 0.92 0.73
НОВЫЕ =>  0.49 1.38 2.15 4.01 5.96 7.23 7.39 5.43 3.96 2.13 0.92 0.73

```

В этой точке программа останавливается, чтобы затребовать новые значения эвапотранспирации, которые должны быть введены в одну строку со знаком "NEW". После ввода значений программа продолжает презентацию оставшихся данных.

```

3° dec.  1.00 1.91 3.42 3.24 5.66 6.94 6.71 3.46 2.45 1.56 0.79 0.50

```

1977

```

1° dec.  1.23 0.89 2.44 4.76  4.78  6.75  8.71 10.57 6.39 3.99 1.45 1.21
2° dec.  1.14 1.23 2.99 8.10 10.68  7.19 12.46  8.71 4.91 2.98 1.49 1.09
3° dec.  1.10 2.09 4.40 8.10  6.48 13.04 12.82  9.05 4.53 1.64 0.67 0.93

```

Are these values correct ? [Y/N] Y

```

3° дек.  1.00 1.91 3.42 3.24 5.66 6.94 6.71 3.46 2.45 1.56 0.79 0.50

```

1977

```

1° дек.  1.23 0.89 2.44 4.76  4.78  6.75  8.71 10.57 6.39 3.99 1.45 1.21
2° дек.  1.14 1.23 2.99 8.10 10.68  7.19 12.46  8.71 4.91 2.98 1.49 1.09
3° дек.  1.10 2.09 4.40 8.10  6.48 13.04 12.82  9.05 4.53 1.64 0.67 0.93

```

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

После ответа "N" программа возвращается в меню K), так что значения 1972 г. могут быть введены. После выбора варианта "2" программа продолжает:

```

N° of years to enter before 1st year  ? =====> 1

```

```

N° (количество) лет, которые следует ввести до первого года  ? =====> 1

```

что вызывает необходимость ввести новые данные этого года в соответствии с процедурой по созданию такого типа файлов (см. п. 3.1):

1972

```

      JAN  FEB  MAR  APR  MAY  JUN  JUL  AUG  SEP  OCT  NOV  DEC
1° dec.=> .71 1.89 1.67 3.93 4.76 7.47 6.01 6.72 3.28 2.20 1.25 .67
2° dec.=> 1.13 1.55 1.79 5.72 6.55 5.44 6.29 7.52 3.72 1.71 .81 .70
3° dec.=> .89 1.68 2.71 4.37 6.93 8.09 6.23 4.38 2.87 1.51 1.21 .52

```

Are these values correct ? [Y/N] Y

1972

```

      ЯНВ  ФЕВ  МАР  АПР  МАЙ  ИЮН  ИЮЛ  АВГ  СЕН  ОКТ  НОЯ  ДЕК
1° дек.=> .71 1.89 1.67 3.93 4.76 7.47 6.01 6.72 3.28 2.20 1.25 .67
2° дек.=> 1.13 1.55 1.79 5.72 6.55 5.44 6.29 7.52 3.72 1.71 .81 .70
3° дек.=> .89 1.68 2.71 4.37 6.93 8.09 6.23 4.38 2.87 1.51 1.21 .52

```

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

Для продолжения следует ответить "Y" (ответ "N" заставляет программу вернуться и запросить новые данные за 1972 г.).

Чтобы добавить данные 1978 г., необходимо заставить программу вернуться в меню E), где должен быть выбран вариант "3", чтобы ввести новые значения:

ANO DE 1978

```

      JAN  FEB  MAR  APR  May  JUN  JUL  AUG  SEP  OCT  NOV  DEC
1° dec.=> .69 1.18 1.69 2.74 4.20 4.47 7.00 7.16 4.00 3.06 1.24 .84
2° dec.=> .82 1.17 1.92 3.91 5.52 4.16 6.74 6.73 3.88 2.00 .84 .88
3° dec.=> .88 1.30 3.01 3.72 5.27 5.59 6.49 4.68 3.12 1.67 .77 .73

```

Are these values correct ? [Y/N] Y

ANO DE 1978

```

      ЯНВ  ФЕВ  МАР  АПР  МАЙ  ИЮН  ИЮЛ  АВГ  СЕН  ОКТ  НОЯ  ДЕК
1° дек.=> .69 1.18 1.69 2.74 4.20 4.47 7.00 7.16 4.00 3.06 1.24 .84
2° дек.=> .82 1.17 1.92 3.91 5.52 4.16 6.74 6.73 3.88 2.00 .84 .88
3° дек.=> .88 1.30 3.01 3.72 5.27 5.59 6.49 4.68 3.12 1.67 .77 .73

```

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

После введения всех исправлений, если пользователь заявляет, что все величины верны, программа возвращается в меню C). Файл SALVADEC.ET0 сейчас заполнен данными из серии 1972-1978 гг. (табл. 3.6), т. е. готов для использования в примерах следующих глав.

Таблица 3.6a - Полный файл с декадными значениями эталонной эвапотранспирации со станции Salvaterra de Magos (1972-1975)

Таблица 3.66 - Полный файл с декадными значениями эталонной эвапотранспирации со станции Salvaterra de Magos (1976-1978)

3.4 - Графический анализ метеорологических данных

Выбор варианта 1 в главном меню и варианта 2 в меню, связанном с файлами данных, ведет к следующему:

C1) CODE OF THE OPERATION TO PERFORM

```
Create new files =====> 1
Read and/or modify existing files =====> 2
Graph representation of the values in existing files ==> 3
Return to previous menu =====> 0
```

C1) КОД ОПЕРАЦИИ

```
Создать новый файл =====> 1
Читать и/или изменить существующий файл =====> 2
Графическое отображение данных в существующий Файлах =====> 3
Возврат в предыдущее меню =====> 0
```

Выбор варианта 3 позволяет выбрать тип (осадков или эвапотранспирации). Далее показаны основные характеристики файла (временной шаг, количество лет, 1-й и последний год) и меню графического анализа данных:

D1) GRAPH WITH THE METEREEOLOGICAL VARIABLE

```
Graph representation: values of one year and the mean =====> 1
                      values of the mean of the serie =====> 2
Return to previous menu =====> 0
```

D1) ГРАФИК МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

```
Графическое представление: значения одного года и среднее =====> 1
                           среднее значение серии =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
```

В первом случае показан столбец со значениями выбранного года и одна

строка со значениями среднего года. это может быть показано на примере файла эвапотранспирации `SALVADEC`. Когда файл содержит данные лишь одного года, эти две строки совпадают, и последнее меню не появляется и немедленно показывается график. Когда обрабатываются суточные данные, данные для каждого года также показаны в одной строке. Эта ситуация может быть описана с помощью файла с суточными данными `CORUCHE`.

4 - Варианты планирования орошения

4.1 - Введение и базовые концепции

4.1.1 - Введение

После создания файлов почвы и культуры пользователь должен выбрать, как произвести моделирование орошения для расчета времени орошения, глубины, принимая в расчет ограничения водоподачи и/или вклад грунтовых вод. Эти альтернативы обозначаются вариантами орошения и файлы с соответствующими данными называются ирригационными файлами, как показано на рис. 4.1.

Для доступа к файлам данных по орошению, во-первых, выберите вариант "1" в главном меню (операции с файлами данных); во-вторых, выберите вариант "3" в меню В; в-третьих, в меню С выберите задачу, подлежащую выполнению с помощью программы (создать, читать или изменить существующий файл); и, наконец, выберите вариант "1" в меню L:

```
L)      HANDLING IRRIGATION CHARACTERIZATION FILES

Select an option :

Irrigation option files =====> 1
Water supply restrictions files =====> 2
Potential groundwater contribution files =====> 3
Return to previous menu =====> 0
```

```
L)      РАБОТА С ФАЙЛАМИ ИРРИГАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Выберите вариант :

Файлы вариантов орошения =====> 1
Файлы ограничения водоподачи =====> 2
Файлы потенциального вклада грунтовых вод =====> 3
Возврат в предыдущее меню =====> 0
```

Все операции с ирригационными файлами производятся с выбором варианта "1" в этом меню. Тем не менее, файлы могут быть также созданы, как показано в разделе 5.4.

Рисунок 4.1 - Обработка данных орошения с помощью модели ISAREG

4.1.2 - Базовые концепции

На рис. 4.1 показаны 6 вариантов планирования орошения. Которые рассматриваются программой, как и необходимые данные для определения каждого из них. Для некоторых случаев данные зависят от культуры и почвы. Таким образом, после выбора варианта "1" в меню L следует установить коды почвы и культуры, к которым относится планирование. Процедура создания ирригационных файлов показана на примере файла MILHOGR1 и почвенного файла MEDIO.

```
CROP AND SOIL IDENTIFICATION AIMS CONSISTENT DATA FILES
CONSTRUCTION.
```

```
DATA STORED IN MEMORY CONCERNS TO:
```

```
Press <RETURN> to confirm or enter new codes
```

```
Crop code -----> MILHOGR1
```

```
Soil code -----> MEDIO
```

```
Are these values correct ? [Y/N] Y
```

```
CODE FOR THE NEW FILE ? =====> OPTIM
```

```
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КУЛЬТУРЫ И ПОЧВЫ С ЦЕЛЬЮ ПОСТРОЕНИЯ СОВМЕСТНЫХ ФАЙЛОВ
ДАННЫХ.
```

```
ДААННЫЕ В БЛОКЕ ПАМЯТИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К:
```

```
Нажмите <RETURN> для подтверждения или ввода новых кодов
```

```
Код культуры -----> MILHOGR1
```

```
Код почвы -----> MEDIO
```

```
Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y
```

```
КОД ДЛЯ НОВОГО ФАЙЛА ? =====> OPTIM
```

Распечатывается информация о том, что:

а) Порог оптимального урожая определяется как пороговая глубина доступной почвенной влаги, при которой растение испытывает водный стресс и урожай снижается. Определение линии этого порога очень важно в выборе стратегии орошения и графика поливов. Этот порог определяется как:

$$OYT = TAW - RAW \quad [4.1]$$

Используя фактор истощения почвенной влаги p и уравнение [2.6]:

$$OYT = TAW (1 - p) \quad [4.2]$$

Порог оптимального урожая - это линия, отделяющая область, где стресс отсутствует, от области, где воды недостаточно для получения максимального

урожая - области стресса (рис. 4.2).

Рисунок 4.2 - Разграничение оптимального урожая и порогов водного стресса

б) График орошения - это наиболее благоприятное время (день) для полива.

в) Глубина орошения - это объем ирригационной воды, использованной для полива, выраженный в глубине воды (мм).

4.1.3 - Выбор вариантов орошения и начальных условий

Меню М позволяет пользователю выбрать варианты моделирования орошения:

```

М)          IRRIGATION OPTIONS SELECTION

Irrigation aiming optimum yield =====> 1
Enter irrigation timing and quantity =====> 2
Enter irrigation dates =====> 3
Optimum irrigation schedule with given volume =====> 4
Crop without irrigation =====> 5
Compute net irrigation requirements =====> 6
Return to previous menu =====> 0
  
```

```

М)          ВЫБОР ВАРИАНТОВ ОРОШЕНИЯ

Орошение, нацеленное на макс. урожай =====> 1
Ввод графика орошения и количества воды =====> 2
Ввод данных об орошении =====> 3
График оптимального орошения с определенным объемом =====> 4
Культура без орошения =====> 5
Расчет требований орошения нетто =====> 6
Возврат в предыдущее меню =====> 0
  
```

После выбора варианта орошения пользователь должен обеспечить начальное и конечное условия для ирригационного сезона. Это начальное содержание почвенной влаги, выраженное в % от TAW и количество дней перед сбором урожая до окончания орошения. Эти данные введены следующим образом:

```

INITIAL SOIL WATER CONTENTS:
Initial TAW(%) reached at the root depth =====> 100
  
```

НАЧАЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ:

```
Начальное TAW (%) достигнутое на глубине корневой зоны =====> 100
```

```
Initial TAW (%) reached at deeper layers =====> 70
```

```
IRRIGATION SETTINGS NEAR HARVEST :
```

```
Enter number of days before harvest to stop irrigation  
(0 to irrigate till the end) =====> 10
```

```
Are these values correct ? [Y/N] Y
```

```
начальное TAW (%) достигнутое в более глубоких слоях =====> 70
```

```
ОРОШЕНИЕ ПЕРЕД СБОРОМ УРОЖАЯ :
```

```
Введите количество дней перед сбором урожая до остановки орошения  
(0 орошать до конца) =====> 10
```

```
все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y
```

Начальные условия определены для двух глубин:

i) Первое относится к почвенным слоям до глубины корневой зоны на стадии А (z_0). Эти слои могут содержать больше влаги, чем другие ниже их, когда производится полив для подготовки почвы к посеву или имеют место легкие дожди. Они могут содержать меньше воды, если в предыдущие дни осадков и поливов не было.

ii) Второе относится к содержанию почвенной влаги в почвенных слоях ниже глубины z_0 до максимальной глубины (z_m), для которой рассчитывается баланс почвенной влаги. z_m обычно равна максимальной глубине корней (z), но может быть меньше, когда потенциальная глубина проникновения корней (pr) меньше z_m .

Рассмотрение двух начальных величин содержания почвенной влаги, характеризующих эти два слоя, связано с методом определения баланса. В начале сезона в модели рассматривается лишь первая глубина. Затем, по мере формирования корней, рассматриваются более глубокие слои.

Фиксация конца орошения заявлением количества дней перед сбором урожая, когда график полива может быть рассмотрен, препятствует программе рассчитать дату полива, когда культура могла бы использовать небольшое количество воды. урожай будет близок к созреванию, а культура начинает высыхать.

Информация, выводимая на экран, является общей для всех вариантов орошения.

4.2 - Орошение, направленное на оптимальный урожай (вариант 1 графика поливов)

Планируя орошение для оптимального (максимального) урожая, целью является подача воды растению, избегая водного стресса в любое время, так, чтобы урожай не пострадал. Моделирование производится таким образом, что время полива рассчитывается каждый раз, когда содержание почвенной влаги истощается до порога оптимального урожая (ОУТ). Глубина орошения рассчитывается как глубина воды, требуемой для заполнения влаги до TAW или, другими словами, чтобы довести содержание почвенной влаги до полевой влагоемкости (FC).

Файл `OPTIM.ESQ` заполнен лишь начальными условиями, поскольку никакой другой информации не требуется для определения времени и глубины орошения. Результаты моделирования представлены на экране, как показано на рис. 4.3.

	ЗНАЧЕНИЯ В ФАЙЛЕ "OPTIM.ESQ" НАЦЕЛИВАНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ОПТИМАЛЬНЫЙ УРОЖАЙ (Вариант 1) % от TAW в посевном слое -----> 100.0 %от TAW в более глубоких слоях -----> 70.0 количество дней перед сбором урожая до окончания орошения -----> 10
--	---

Рисунок 4.3 - Чтение файла `OPTIM.ESQ` с нацеливанием орошения на оптимальный урожай кукурузы. Результаты моделирования с использованием этого файла в почве `MEDIO`

Можно отметить, что линия ОУТ пересекается в конце сезона, поскольку последний полив происходил за 10 дней до сбора урожая. Когда пользователь заявляет, что величины не соответствуют, программа представляет график поливов меню R, анализируемый в разделе 4.4, что позволяет пользователю изменять данные и повторить моделирование.

4.3 - Моделирование при определенном времени и глубине орошения (вариант 2 графика поливов)

4.3.1 - Начало времени орошения

Пороги времени орошения выбираются через следующее меню:

```

M) IRRIGATION WITH GIVEN OPPORTUNITIES AND QUANTITIES :

M1)      DEFINING WHEN TO IRRIGATE :

Irrigation starts on:

```

```

given ETa/ETm ratio =====> 1
given TAW percentage =====> 2
given soil moisture contents value =====> 3
given percentage below the Optimum Yield Threshold ====> 4
the Optimum Yield Threshold =====> 5
Return to previous menu =====> 0

```

М) ОРОШЕНИЕ ПРИ ДАННЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ И КОЛИЧЕСТВАХ :

М1) ОПРЕДЕЛЕНИЕ, КОГДА ПОЛИВАТЬ :

Орошение начинается при:

```

данном отношении ETa/ETm =====> 1
данном % TAW percentage =====> 2
данной влажности почвы =====> 3
данном % ниже Порога Оптимального Урожая =====> 4
Пороге Оптимального Урожая =====> 5
Возврат в предыдущее меню =====> 0

```

Соотношение между фактической и максимальной эвапотранспирацией (ET_a/ET_m) тесно связано с потерями урожая (см. ур-е 2.2). Следовательно, этот вариант может быть выбран, когда снижение урожая допустимо или, используя данные прошлых лет, уже известно. Это случай, когда моделирование орошения проводится фермерами и потери урожая уже известны. Фермеры обычно решают поливать, когда культура подает некоторые фенологические признаки. В это время растение уже некоторое время находится в состоянии водного стресса, так что отношение ET_a/ET_m становится меньше единицы.

Выбор данного % TAW и данного содержания почвенной влаги соответствует классическому использованию допустимого истощения (MAD).

Следует заметить, что пороговые величины не должны быть выше ОУТ. Когда допускается более низкое истощение, фактор "р" должен быть выбран соответственно. Последние варианты выбираются, когда целью орошения является достижение определенного уровня урожая или позволить определенные потери урожая. Это можно использовать, когда дефицитное орошение согласовано.

Чтобы сделать определение времени полива более гибким, соответствующий порог должен быть введен индивидуально для каждой фазы культуры. Это возможно при дефицитном орошении, когда культура в меньшей степени уязвима водным стрессом.

Последующие примеры, по одному из каждого варианта, иллюстрируют, как создать пять различных файлов планирования орошения, относящихся к культуре MILHOGRI с начальным содержанием влаги, указанным в разделе 4.1.2. Однородная почва (файл MEDIO.SOL) используется для остальных трех (файл ARENOSO.SOL):

1) Отношение ET_a/ET_m (вариант 1)

Создание файла ETAEMRU.ESQ (почва MEDIO - рис. 4.4)

DEVELOPEMENT CYCLE STAGES:

A --> Establishment (or irrig. start) ----> 1/ 5
 B --> Beginning of vegetative growth ----> 25/ 5
 C --> Beginning of flowering -----> 30/ 6
 D --> Beginning of yield formation -----> 29/ 7
 E --> Beginning of ripening -----> 30/ 8
 F --> Harvest (or irrig. end) -----> 15/ 9

Number of development stages =====> 5

Enter for each development stage

The ETa/ETm ratio below which irrigation starts (Ex: 0.6) :

1° stage =====> .5
 2° stage =====> .6
 3° stage =====> .7
 4° stage =====> .6
 5° stage =====> .5

Are these values correct ? [Y/N] Y

ФАЗЫ ЦИКЛА РАЗВИТИЯ:

A --> Укоренение (или начало орошения) ----> 1/ 5
 B --> Начало вегетативного роста -----> 25/ 5
 C --> Начало цветения -----> 30/ 6
 D --> Начало формирования урожая -----> 29/ 7
 E --> Начало созревания -----> 30/ 8
 F --> Сбор урожая (или конец орошения) ----> 15/ 9

Количество фаз развития =====> 5

Введите для каждой фазы развития

отношение ETa/ETm при котором начинается орошение (Прим.: 0.6) :

1° фаза =====> .5
 2° фаза =====> .6
 3° фаза =====> .7
 4° фаза =====> .6
 5° фаза =====> .5

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ "ETAETMRU.ESQ"

ФИКСИРОВАННОЕ ВРЕМЯ ПОЛИВА И КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ (Вариант 2)

% от TAW в посевном слое ----- > 100.0
 % от TAW в более глубоких слоях ----- > 70.0
 количество дней перед сбором урожая
 до конца орошения ----- > 10

Отношение ETa/ETm при котором начинается полив:
 1° фаза ----- > 0.5

	2° фаза ----- > 0.6 3° фаза ----- > 0.7 4° фаза ----- > 0.6 5° фаза ----- > 0.5 Глубина орошения: ---- >изменяется до достижения 90 % от A.W.
--	---

Рисунок 4.4 - Пример файла графика орошения 2 типа, где время орошения определяется по отношению ET_a/ET_m , а количество воды является функцией % от AW, которая должна быть достигнута поливом.
Результаты моделирования с почвой MEDIO

2) Процент доступной влаги (AW) (вариант 2)

Создание файла PERRUDOT.ESQ (почва MEDIO - рис. 4.5)

DEVELOPMENT CYCLE STAGES:	AW (mm)	OYT (%AW)
A --> Establishment (or irrig. start) ----> 1/ 5	12.00	30.00
B --> Beginning of vegetative growth ----> 25/ 5	60.00	40.00
C --> Beginning of flowering -----> 30/ 6	132.00	55.00
D --> Beginning of yield formation -----> 29/ 7	132.00	55.00
E --> Beginning of ripening -----> 30/ 8	132.00	30.00
E --> Harvest (or irrig. end) -----> 15/ 9	132.00	20.00
Number of development stages =====> 5		
Enter for each development stage the available soil water percentage below which irrigation starts (ex: 80) :		
1° stage =====> 20		
2° stage =====> 30		
3° stage =====> 30		
4° stage =====> 30		
5° stage =====> 20		

ФАЗЫ ЦИКЛА РАЗВИТИЯ:	AW (мм)	OYT (%AW)
A --> Укоренение (или начало орош.) -----> 1/ 5	12.00	30.00
B --> Начало вегетативного роста -----> 25/ 5	60.00	40.00
C --> Начало цветения -----> 30/ 6	132.00	55.00
D --> Начало формирования урожая -----> 29/ 7	132.00	55.00
E --> Начало созревания -----> 30/ 8	132.00	30.00
E --> Сбор урожая (или конец орош.) -----> 15/ 9	132.00	20.00
Количество фаз развития =====> 5		
Введите для каждой фазы процент доступной почвенной влаги, ниже которого начинается полив (Прим.: 80) :		
1° фаза =====> 20		
2° фаза =====> 30		
3° фаза =====> 30		
4° фаза =====> 30		

5° фаза =====> 20

	ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ "PERRUDOT.ESQ" ФИКСИРОВАННОЕ ВРЕМЯ ПОЛИВА И КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ (Вариант 2) % от TAW в посевном слое ----- > 100.0 % от TAW в более глубоких слоях ----- > 70.0 количество дней перед сбором урожая до конца орошения ----- > 10 Процент AW, при котором начинается полив: 1° фаза ----- > 0.5 2° фаза ----- > 0.6 3° фаза ----- > 0.7 4° фаза ----- > 0.6 5° фаза ----- > 0.5 Глубина орошения: ----- > 50.0 мм
--	--

Рисунок 4.5 - Пример файла графика орошения 2 типа, рассматривающего определение времени полива процентом от AW и количество воды 50 мм.
Результаты моделирования с почвой MEDIO

3) Содержание почвенной влаги (вариант 3)

Создание файла THUMTHUM.ESQ (почва ARENOSO - рис. 4.6)

ENTERED DEVELOPMENT STAGES :		SOIL MOISTURE CONTENTS :		
		WP (%)	OYT (%)	FC (%)
A --> Establishment (or irrig. start) --->	1/ 5	2.70	6.39	15.00
B --> Start of vegetative growth ----->	25/ 5	2.68	6.73	12.80
C --> Start of flowering----->	30/ 6	2.58	6.31	9.36
D --> Start of yield formation ----->	29/ 7	2.58	6.31	9.36
E --> Start of ripening ----->	30/ 8	2.58	4.62	9.36
F --> Harvest (or end of irrigation) ---->	15/ 9	2.58	3.94	9.36
Enter for each development stage the Soil moisture contents (% volume) to start irrigation (ex: 5.2)				
1° stage [A - B] =====>	4			
2° stage [B - C] =====>	4			
3° stage [C - D] =====>	6			
4° stage [D - E] =====>	5			
5° stage [E - F] =====>	4			

ВВЕДЕННЫЕ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ :		СОДЕРЖАНИЕ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ:			
		WP (%)	ОУТ (%)	FC (%)	
A -->	Укоренение (или начало орошения) --->	1/ 5	2.70	6.39	15.00
B -->	Начало вегетативного роста ----->	25/ 5	2.68	6.73	12.80
C -->	Начало цветения ----->	30/ 6	2.58	6.31	9.36
D -->	Начало формирования урожая ----->	29/ 7	2.58	6.31	9.36
E -->	Начало созревания ----->	30/ 8	2.58	4.62	9.36
F -->	Сбор урожая (или конец орошения) --->	15/ 9	2.58	3.94	9.36

Введите для каждой фазы развития содержание почвенной влаги (% от объема), при котором начинается полив (прим.: 5.2)

1° фаза [A - B] =====> 4

2° фаза [B - C] =====> 4

3° фаза [C - D] =====> 6

4° фаза [D - E] =====> 5

5° фаза [E - F] =====> 4

ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ "THUMTHUM.ESQ" ФИКСИРОВАННОЕ ВРЕМЯ ПОЛИВА И КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ (Вариант 2) % от TAW в посевном слое ----- > 100.0 % от TAW в более глубоких слоях ----- > 70.0 количество дней перед сбором урожая до конца орошения ----- > 10 Содержание почвенной влаги (% от веса), при котором начинается полив: 1° фаза ----- > 0.5 2° фаза ----- > 0.6 3° фаза ----- > 0.7 4° фаза ----- > 0.6 5° фаза ----- > 0.5 Глубина орошения: ---- >изменяется до достижения 8.0 % от влажности	
---	--

Рисунок 4.6 - Пример файла графика орошения 2 типа, где время орошения и объем полива определяется содержанием почвенной влаги.
 Результаты моделирования с почвой ARENOSO

После выбора варианта 3 орошения, время и объем полива определяются и могут быть введены в компьютер, реальный график полива может быть оценен. Можно сравнить графически наблюдаемые и расчетные величины, когда они введены в новый файл, который имеет расширение "OBS" и должен быть построен в текстовом редакторе.

Формат файла следующий: i) в первой строке указывается количество выполненных наблюдений; ii) затем резервируются две строки для каждого наблюдения: в одну строку вносится дата, во вторую - наблюдаемая влажность почвы (в % от объема или в % от веса, в зависимости от выбора, сделанного

при создании файла). Например, если были произведены 3 наблюдения 7/7, 9/8 и 25/8, то файл будет иметь вид:

```
3
05/07
15.5
10/08
14
15/09
17.4
```

Заметьте, что значения 15.5, 14 и 17.4 соответствуют средней влажности почвы в корневой зоне для каждой даты (имя этого файла DEMO.OBS). Для примера рассмотрим моделирование для культуры MILHOGR1, почвы MEDIO, метеоданных SALVADEC за 1974 г. и файл для ирригационной схемы DATVOL (рис. 4.10). После вывода этого рисунка на экран программа ожидает следующие данные:

GRAPHIC WITH SOIL WATER CONTENT FOR THE AVALIATION MODULE

Do you have field data to compare with simulated values? [Y/N] ==>
Input the file name with observed soil water content (max 8 car.)=>

ГРАФИК СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ ДЛЯ МОДУЛЕЙ

Есть ли у Вас полевые данные для сравнения с результатами
моделирования? [Y/N] ==>
Введите имя файла с наблюдаемой влажностью почвы (макс 8 знаков)=>

Для доступа к файлу со списком наблюдаемых данных укажите имя файла "?". Если ответ будет <ENTER>, программа предполагает то же имя для выходного файла.

4) Процент ниже ОУТ (вариант 4)

Создание файла PERLRORU.ESQ (почва ARENOSO - рис. 4.7)

В этом варианте информация, обеспечиваемая программой, подобна представленной в первом примере (значения более 100 неприемлемы), таким образом, лишь отредактированный по запросу текст даст значение *It* на экране.

Enter for each development stage the Optimum Yield Threshold
percentage below which irrigation starts (ex: 80)

```
1° stage [A - B] =====> 70
2° stage [B - C] =====> 70
3° stage [C - D] =====> 70
4° stage [D - E] =====> 70
```

5° stage [E - P] =====> 70

Введите для каждой фазы развития порог оптимального урожая в %, при котором начинается орошение (прим.: 80)

1° фаза [A - B] =====> 70
 2° фаза [B - C] =====> 70
 3° фаза [C - D] =====> 70
 4° фаза [D - E] =====> 70
 5° фаза [E - P] =====> 70

ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ "PERLRORU.ESQ"

ФИКСИРОВАННОЕ ВРЕМЯ ПОЛИВА И КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ (Вариант 2)

% от TAW в посевном слое ----- > 100.0
 % от TAW в более глубоких слоях ----- > 70.0
 количество дней перед сбором урожая
 до конца орошения ----- > 10

% ниже ОУТ, при котором начинается полив:

от 1/ 5 до 25/ 5 ---- > 70.0 %
 от 25/ 5 до 30/ 6 ---- > 70.0 %
 от 30/ 6 до 29/ 7 ---- > 70.0 %
 от 29/ 7 до 30/ 8 ---- > 70.0 %
 от 30/ 8 до 15/ 9 ---- > 70.0 %

Глубина орошения: ---- >изменяется до достижения 90 % от AW

Рисунок 4.7 - Пример файла графика орошения 2 типа, где время орошения и объем полива определяется процентом от ОУТ, а объем воды - процентом от AW.
 Результаты моделирования с почвой ARENOSO

5) По порогу оптимального урожая (ОУТ) (вариант 5)

Создание файла LRORU.ESQ (почва ARENOSO - рис. 4.8)

ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ "LRORU.ESQ"

ФИКСИРОВАННОЕ ВРЕМЯ ПОЛИВА И КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ (Вариант 2)

% от TAW в посевном слое ----- > 100.0
 % от TAW в более глубоких слоях ----- > 70.0
 количество дней перед сбором урожая
 до конца орошения ----- > 10

полив начинается при ОУТ
 от 1/ 5 до 25/ 5 ---- > 70.0 %

Глубина орошения: ---- >изменяется до достижения 90 % от AW

Рисунок 4.8 - Пример файла графика орошения 2 типа, где время орошения и объем полива определяется процентом от ОУТ, а объем воды - процентом от AW. Результаты моделирования с почвой ARENOSO

4.3.2 - Глубина орошения

Пользователь может выбрать один из следующих вариантов для ввода значений глубины орошения.

```
M2)          DEFINING IRRIGATION QUANTITIES :

Irrigation ends when :

given TAW percentage is reached =====> 1
given soil moisture contents is reached =====> 2
given irrig. depth (fixed) has been applied =====> 3
Return to previous menu =====> 0
=====>
```

```
M2)          ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ОРОШЕНИЯ :

Орошение заканчивается когда :

достигнут данный % от TAW =====> 1
достигнуто данное содержание почвенной влаги =====> 2
применена данная (фиксир.) глубина орошения =====> 3
Возврат в предыдущее меню =====> 0
=====>
```

В варианте "1" программа представляет минимальную и максимальную доступную почвенную влагу, которые в случае почвы MEDIO равны:

```
Read. Avail. Soil Water limits : AWmin= 12.0 mm    AWmax= 132.0 mm
% of Available soil water reached (Ex: 90) =====> 90
```

```
Лимит реально доступной почв. влаги : AWmin= 12.0 мм  AWmax= 132.0 мм
Достигнутый % (прим.: 90) =====> 90
```

Введены значения 90 % для заполнения файла ETAETMRU.ESQ (пример 1, рис. 4.4), PERLRORU.ESQ (пример 4, рис. 4.7) и LRORU.ESQ (пример 5, рис. 4.8).

В варианте "2" значения FC и WP для каждого почвенного слоя могут наблюдаться на экране, так что пользователь может легко разместить величину для ввода. Для заполнения файла была выбрана величина 8 % для файла с

кодом THUMTHUM (пример 3, рис. 4.6).

Soil moisture contents that define the Avail. soil water:

N° of layer =	1	2	3
Field Capac. =	15.0	10.5	6.5
Wilting Point =	2.7	2.7	2.5

Enter soil moisture contents (% volume) to be reached
by irrig. (Ex: 12.5%) =====> 8

Содержание почвенной влаги, определяющее доступную влагу:

N° слоя =	1	2	3
Полевая влагоемк. =	15.0	10.5	6.5
Точка увядания =	2.7	2.7	2.5

Введите содержание почвенной влаги (% от объема), которое должно
быть достигнуто при орош. (прим.: 12.5%) =====> 8

В варианте "3" показаны также максимальные и минимальные значения AW. Для завершения файла PERRUDOT (пример 2, рис. 4.5) введено значение 50 мм, которое рассматривается как постоянное для всех поливов.

Read. Avail. Soil Water limits : AWmin= 12.0 mm AWmax=132.0 mm

What is the irrigation depth (mm) ? =====> 50

Пределы реально доступ. почв. влаги : AWmin= 12.0 мм AWmax=132.0 мм

Какова глубина орошения (мм) ? =====> 50

4.4 - Фиксированные даты орошения (вариант 3 графика орошения)

При этом графике пользователь фиксирует даты поливов, отвечая следующему меню:

N1) ENTERING IRRIGATION DATES

Select an option :

Enter 1st irrigation date and a constant interval	=====	> 1
Enter each irrigation date	=====	> 2
Return to previous menu	=====	> 0
	=====	> 1

N1) ВВОД ДАТ ПОЛИВОВ

Выберите вариант :

```
Ввод даты первого полива и постоянный интервал =====> 1
Ввод даты каждого полива =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
                               =====> 1
```

В первом варианте получен график оборотного орошения, в котором интервалы между поливами сохраняются постоянными в течение ирригационного сезона. Когда целью является оценка данного графика поливов, может быть использован вариант 2.

Глубина орошения должна быть указана в мм или в % от TAW путем выбора соответствующего варианта в следующем меню:

N2) DEFINING IRRIGATION VOLUMES

Select an option :

```
Each volume is computed to obtain given % of TAW =====> 1
Enter a volume for each irrigation =====> 2
Return to previous menu =====> 0
                               =====> 1
```

N2) ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ОРОШЕНИЯ

Выберите вариант :

```
Каждая глубина рассчитыв. для получ. данного % от TAW =====> 1
Ввод глубины для каждого полива =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
                               =====> 1
```

Вариант "1" должен быть выбран когда, как во многих традиционных системах доставки воды, график поливов жесткий, день каждого полива известен заранее и фермер устанавливает глубину орошения в зависимости от водных условий. Вариант "2" должен использоваться в программируемом орошении, когда намечается калибровка модели или оценка определенного графика поливов.

Когда выбирают вариант "1" в меню N1), параметры одинаковы для всех поливов, как показано на примере культуры MILHOGRI с созданием файла REGPROG.ESQ (рис. 4.9), в котором выбран вариант "1" меню N2).

```
Enter 1st irrigation date (after 1/ 5) =====> 01/06
Enter constant interval between irrigations (days) =====> 10
Number of irrigations ? (max. of 11) =====> 10
Enter % of TAW to reach with irrigation =====> 90
```

```

Ввод даты первого полива (после 1/ 5) =====> 01/06
Ввод постоянного интервала между поливами (дни) =====> 10
Количество поливов ? (макс. 11) =====> 10
Ввод % от TAW, который следует достичь при поливе =====> 90

```

ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ "REGPROG.ESQ"

ФИКСИРОВАННЫЙ ДЕНЬ ПОЛИВА (Вариант 3)

```

% от TAW в посевном слое -----> 100.0
% от TAW в более глубоких слоях -----> 70.0
1° полив --> день 1/ 6 -----> 90.00% от TAW
2° полив --> день 11/ 6 -----> 90.00% от TAW
3° полив --> день 21/ 6 -----> 90.00% от TAW
4° полив --> день 1/ 7 -----> 90.00% от TAW
5° полив --> день 11/ 7 -----> 90.00% от TAW
6° полив --> день 21/ 7 -----> 90.00% от TAW
7° полив --> день 31/ 7 -----> 90.00% от TAW
8° полив --> день 10/ 8 -----> 90.00% от TAW
9° полив --> день 20/ 8 -----> 90.00% от TAW
10° полив --> день 30/ 8 -----> 90.00% от TAW

```

Рисунок 4.9 - Пример файла графика орошения 3 типа с постоянным интервалом в 10 дней, начиная с 01/06 и глубиной орошения как функцией от % к TAW, который должен быть достигнут при орошении. Результаты моделирования с почвой MEDIO

Максимальное количество поливов 11, рассчитанное программой как функция от длительности ирригационного сезона после того, как стали известны дата первого полива и интервал между поливами.

Если пользователь выбрал вариант "2" в меню N2), глубина орошения (в мм) для каждого полива должна быть введена согласно процедуре создания файла DATVOL.ESQ (рис. 4.10).

```

Enter 1st irrigation date =====> 01/06
Enter constant interval between irrigations (days) =====> 10
Number of irrigations ? (max. of 30) =====> 10

```

```

Ввод даты первого полива =====> 01/06
Ввод постоянного интервала между поливами (дни) =====> 10
Количество поливов ? (макс. 30) =====> 10

```

	ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ "DATVOL.ESQ" ФИКСИРОВАННЫЙ ДЕНЬ ПОЛИВА (Вариант 3) % от TAW в посевном слое ----- > 100.0 % от TAW в более глубоких слоях ----- > 70.0 1° полив --> день 1/ 6 -----> 70.0 мм 2° полив --> день 11/ 6 -----> 70.0 мм 3° полив --> день 21/ 6 -----> 70.0 мм 4° полив --> день 1/ 7 -----> 70.0 мм 5° полив --> день 11/ 7 -----> 70.0 мм 6° полив --> день 21/ 7 -----> 70.0 мм 7° полив --> день 31/ 7 -----> 70.0 мм 8° полив --> день 10/ 8 -----> 70.0 мм 9° полив --> день 20/ 8 -----> 70.0 мм 10° полив --> день 30/ 8 -----> 70.0 мм
--	---

Рисунок 4.10 - Пример файла графика орошения 3 типа с постоянным интервалом в 10 дней, начиная с 01/06 и глубиной орошения 70 мм.
Результаты моделирования с почвой MEDIO

Когда определены характеристики каждого полива - вариант "2" в меню N1) - необходимо ввести глубину орошения для каждого полива, согласно процедуре с файлом DATVAR.ESQ (рис. 4.11):

```

Number of irrigations ? =====> 4

Enter for each irrig. :

    - the date (ex 30/05)
    - TAW to reach with irrigation ( % )

1° irrig.----> date      : 01/06
TAW % to reach :      60

2° irrig.----> date      : 01/07
TAW % to reach :      90

3° irrig.----> date      : 20/07
TAW % to reach :      90

4° irrig.----> date      : 16/08
TAW % to reach :      90

Are these values correct ? [Y/N] Y

```

```

Количество поливов ? =====> 4

Введите для каждого полива :

    - дату (прим. 30/05)
    - TAW, достижимую при орошении ( % )

1° полив ----> дата      : 01/06

```

TAW %	:	60
2° полив ----> дата	:	01/07
TAW %	:	90
3° полив ----> дата	:	20/07
TAW %	:	90
4° полив ----> дата	:	16/08
TAW %	:	90
Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y		

	ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ "DATVAR.ESQ" ФИКСИРОВАННЫЙ ДЕНЬ ПОЛИВА (Вариант 3) % от TAW в посевном слое ----- > 100.0 % от TAW в более глубоких слоях ----- > 70.0 1° полив --> день 1/ 6 -----> 60.0 мм 2° полив --> день 1/ 7 -----> 90.0 мм 3° полив --> день 20/ 7 -----> 90.0 мм 4° полив --> день 16/ 8 -----> 90.0 мм
--	--

Рисунок 4.11 - Пример файла графика орошения 3 типа с указанием времени и глубины каждого полива (мм).
Результаты моделирования с почвой MEDIO

Указание глубины орошения имеет особое значение для калибровки модели, так как позволяет:

- i) сравнить содержание почвенной влаги, полученной при моделировании, с измеренной в поле для наблюдаемого графика полива;
- ii) оценить реакцию заранее определенного календаря орошения, используя данные из файла DATVAR.ESQ, представленные здесь, как пример использования этого варианта.

Хотя вводимые данные отличаются для каждого выбора в меню N1), они сохраняются по той же процедуре, так что данные, представленные на рис. 4.9, 4.10, 4.11, те же самые. Эти цифры могут быть видны на экране после ввода данных и результатов моделирования с культурой MILHOGR1 на почве MEDIO для трех примеров.

4.5 - Оптимальный график поливов при заданной глубине орошения (график поливов по 4 варианту)

Когда объем оросительной воды ограничен, ограничения могут препятствовать своевременным поливам или нужной глубине орошения. В этих условиях получается график, который не позволяет максимизировать урожай (тенденция - концентрировать поливы на конечных стадиях).

Для определения этого графика поливов пользователь должен указать количество поливов и глубину орошения при каждом из них. Программа, шаг за шагом, изменяет день полива и рассчитывает соответствующую потерю урожая, пока не достигнет графика, обеспечивающего максимальный урожай. Выбор минимального интервала между поливами важен, так как снижает количество возможных комбинаций. Процедура ввода этих данных описывается в следующем примере:

```
0)          OPTIMIZING IRRIGATION SCHEDULE:

Select an option :
Same volume for all irrigations =====> 1
Irrigation depth varies with each irrigation =====> 2
Return to previous menu =====> 0
                        =====> 1
```

```
0)          ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАФИКА ПОЛИВОВ:

Выберите вариант :
Одинаковая глубина для всех поливов =====> 1
Глубина различна для каждого полива =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
                        =====> 1
```

В первом варианте следует указать дату начала полива, количество поливов, минимальный интервал между поливами и глубину орошения:

```
Date for the start of irrigations =====> 01/06
Number of irrigations ? =====> 5
Enter minimum interval between irrigations =====> 10
Enter the irrigation volume to consider (mm) =====> 50
```

```
Дата начала орошения =====> 01/06
Количество поливов ? =====> 5
Введите минимальный интервал между поливами =====> 10
Введите глубину орошения (мм) =====> 50
```

после чего может быть создан файл DATOPCON.ESQ.

Во втором варианте необходимо рассмотреть глубину орошения при каждом поливе, как показано в примере для файла OPTDAT.ESQ, использованном для оценки орошения.

```
Date for the start of irrigations =====> 01/06
Number of irrigations ? =====> 4
Enter minimum interval between irrigations =====> 10
Volume (mm) for the 1° irrigation =====> 60
Volume (mm) for the 2° irrigation =====> 90
Volume (mm) for the 3° irrigation =====> 90
```

Volume (mm) for the 4° irrigation =====> 90

Дата начала орошения =====> 01/06
 Количество поливов ? =====> 4
 Введите минимальный интервал между поливами =====> 10
 Глубина (мм) для 1° полива =====> 60
 Глубина (мм) для 2° полива =====> 90
 Глубина (мм) для 3° полива =====> 90
 Глубина (мм) для 4° полива =====> 90

На рис. 4.12 видно, что путь файла OPTDAT виден, когда ввод данных завершен. На том же рисунке представлен результат моделирования для культуры MILHOGR1 на почве MEDIO.

	ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ "DATVAR.ESQ" ОПТИМАЛЬНЫЙ ГРАФИК ПОЛИВОВ С ФИКСИРОВАННОЙ ГЛУБИНОЙ (Вариант 4) % от TAW в посевном слое ----- > 100.0 % от TAW в более глубоких слоях ----- > 70.0 количество дней перед сбором урожая до конца орошения ----- > 10 Минимальный интервал между поливами ----> 10 дней 1° полив ---- > 60.0 мм 2° полив ---- > 90.0 мм 3° полив ---- > 90.0 мм 4° полив ---- > 90.0 мм
--	--

Рисунок 4.12 - Пример файла графика орошения 4 типа, с указанием глубины (мм) каждого полива и минимальным интервалом между поливами. Результаты моделирования с почвой MEDIO

Интересно сравнить этот рисунок с предыдущим, поскольку график поливов на рис. 4.12 является результатом оптимизации графика, представленного на рис. 4.11. В главе 6 (раздел 6.1.3) можно увидеть, что этот новый график соответствует 3 % улучшению по урожаю ввиду лучшего распределения поливов и удовлетворения нужд растений в воде в течение критической фазы (цветение).

Этот вариант графика поливов ведет к расчетам, занимающим много времени, так как количество возможных комбинаций очень велико. Будущие версии программы, очевидно, будут улучшены в смысле оптимизационного алгоритма и расчеты будут более эффективными.

4.6 - Культура без полива

(график поливов по 5 варианту)

STORED DATA ON FILE "SEMREGA.ESQ"

CROP WITHOUT IRRIGATION (Option 5)

% of TAW in the seeding layer -----> 100.0

% of TAW in the deeper layer -----> 70.0

ДАННЫЕ В ФАЙЛЕ "SEMREGA.ESQ"

КУЛЬТУРА БЕЗ ОРОШЕНИЯ (Вариант 5)

% от TAW в посевном слое -----> 100.0

% от TAW в более глубоком слое -----> 70.0

Рисунок 4.13 - Пример файла с графиком поливов по 5 варианту, культура без полива. Результаты моделирования для почвы MEDIO. График изменения содержания почвенной влаги (верхний график) и отношение ETa к ETa/ETm без учета вклада грунтовых вод (нижний график).

На этом рисунке представлен график изменения содержания почвенной влаги в % от влажности, а не от объема, как в прошлых случаях. На нижнем графике можно наблюдать изменение отношения ETa/ETm , ETa (мм/сут) и вклад грунтовых вод (G_{con} , мм/сут), нулевой в данном случае, в течение всего ирригационного периода.

4.7 - Расчет чистых требований на орошение (график поливов по 6 варианту)

Чистые требования на орошение (NIR) относятся к теоретическим требованиям на воду без учета метода водоподачи. NIR полностью удовлетворяет эвапотранспирацию растений без потери урожая.

Использование графика поливов, нацеленного на оптимальный урожай (график 1) для оценки этих нужд, имеет два недостатка:

а) может быть допущена ошибка, так как к концу полива содержание почвенной влаги может быть выше порога оптимального урожая.

б) распределение потребностей во времени не самое точное, так как оно сконцентрировано в периоде производства полива.

Во избежание этих неудобств был рассмотрен новый график, в котором время полива определяется автоматически с помощью ОУТ, как в варианте 1, но с учетом глубины орошения 1 мм. При этом содержание почвенной влаги

поддерживается близким к *OYT*, так что *NIR* может быть оценен с максимальным избытком в 1 мм и требования на воду будут распределены во времени в соответствии с потребностями культуры. На рис. 4.14 показан результат моделирования с использованием этого графика поливов. Столбцы графика представляют декадные требования на воду культуры, описанной в файле *MILHOGR1*.

	ДАННЫЕ, СОХРАНЕННЫЕ В ФАЙЛЕ "NECGLO.ESQ" РАСЧЕТ ЧИСТЫХ ТРЕБОВАНИЙ НА ОРОШЕНИЕ (Вариант 6) % от TAW в посевном слое ----- > 100.0 % от TAW в более глубоких слоях ----- > 70.0
--	---

Рисунок 4.14 - Пример файла графика орошения 6 типа: расчет чистых требований на орошение. Результаты моделирования с почвой *MEDIO*

4.8 - Ограничения водоподачи

4.8.1 - Определение

Программа рассматривает определенные ограничения, нацеливаясь на аппроксимацию к реальным условиям, в которых производится орошение. Рассматривается два типа ограничений:

```
SELECT TYPE OF RESTRICTION
```

```
Set minimum interval between irrigations throughout a certain period ==> 1
Enter one or more period of time when water is limited =====> 2
Return to previous menu =====> 0
=====>
```

ВЫБЕРИТЕ ТИП ОГРАНИЧЕНИЯ

```
Установите мин. интервал между поливами на определенный период ==> 1
Введите один или неск. периодов врем., когда вода огранич. =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
=====>
```


4.8.2 - Определение минимального интервала между поливами

Минимальный интервал между поливами (вариант 1) должен учитываться, например, в коллективных системах доставки, где, особенно в пиковые периоды, существует ограниченный график, лимитирующий водоподачу. В следующем примере представлен случай, где в течение сезона (с 1 июня по 15 августа) полив можно производить лишь через каждые 12 дней. Данные, введенные в файле `REST-INT.RES` отвечают на следующие вопросы:

```
What is the interval between irrig. ? (days) =====> 12
Day and month of period's start (ex 05/07) =====> 01/07
Day and month of period's end (ex 09/09)  =====> 15/08

Are these values correct ? [Y/N] Y
```

```
Каков интервал между поливами ? (дней) =====> 12
День и месяц начала периода (прим. 05/07) =====> 01/07
День и месяц конца периода (прим. 09/09) =====> 15/08

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y
```

На рис. 4.15 представлены результаты моделирования, налагающего ограничения на график поливов с кодом `OPTIM` (рис. 4.3) (обратите внимание, что для сохранения установленного интервала имелось отставание в 4^м, 5^м и 6^м поливах, что приводит к водному стрессу растений).

	ЗНАЧЕНИЯ В ФАЙЛЕ "OPTIM.ESQ" ОГРАНИЧЕНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ОПТИМАЛЬНЫЙ УРОЖАЙ (Вариант 1) % от TAW в посевном слое -----> 100.0 %от TAW в более глубоких слоях -----> 70.0 количество дней перед сбором урожая до окончания орошения -----> 10 ДАННЫЕ В ФАЙЛЕ "REST-INT.RES" Минимальный интервал =====> 12 дней Это ограничение действует между: =====> 1/ 7 и 15/ 8
--	--

Рисунок 4.15 - Пример файла с ограничением графика поливов с установленным минимальным интервалом.
Результаты моделирования по варианту 1 (график `OPTIM` на почве `MEDIO`).

4.8.3 - Ввод одного или нескольких периодов времени, когда вода ограничена

Определением одного или нескольких периодов ограничений на воду (вариант 2) можно достичь двух типов применения программы:

а) Когда водохранилище в начале сезона заполнено не полностью, необходимо ограничить подачу воды фермерам. В этом случае необходимо рассматривать лимитирующий период, покрывающий весь цикл развития, и определить лимитирующие объемы. Поливы производятся, когда в наличии имеется достаточно воды, т. е. на ранних стадиях развития. Оптимальное решение может быть достигнуто, если поливы, полученные в этом варианте, введены в следующее моделирование по графику варианта 4.

б) Когда целью является использование моделей для расчета влияния водного стресса на каждую культуру для каждого периода, рассматриваемого моделью. В этом случае можно моделировать все возможные стрессовые ситуации, рассчитывая для каждой из них потери урожая по ISAREG.

Пример, рассматривающий три периода с ограничениями (не обязательно непрерывные) представлен ниже. Данные заложены в файл `RESTRPER.RES`:

```
Number of periods to consider =====> 3

1° PERIOD :
Day and month of period's start (ex 05/07) =====> 01/06
Day and month of period's end (ex 09/09) =====> 15/06
Maximum depth to apply throughout the period (mm)=> 100

Are these values correct ? [Y/N] Y

2° PERIOD :
Day and month of period's start (ex 05/07) =====> 01/07
Day and month of period's end (ex 09/09) =====> 31/07
Maximum depth to apply throughout the period (mm)=> 100

Are these values correct ? [Y/K] Y

3° PERIOD :
Day and month of period's start (ex 05/07) =====> 15/08
Day and month of period's end (ex 09/09) =====> 31/08
Maximum depth to apply throughout the period (mm)=> 40

Are these values correct ? [Y/N] Y
```

```
Количество рассматриваемых периодов =====> 3

1° ПЕРИОД :
День и месяц начала периода (прим. 05/07)=====> 01/06
День и месяц конца периода (прим. 09/09) =====> 15/06
```

```

Максимальная глубина орошения за период (мм)=====> 100

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

2° ПЕРИОД :
День и месяц начала периода (прим. 05/07)=====> 01/07
День и месяц конца периода (прим. 09/09)=====> 31/07
Максимальная глубина орошения за период (мм)=====> 100

Все ли эти значения правильны ? [Y/K] Y

3° ПЕРИОД :
День и месяц начала периода (прим. 05/07)=====> 15/08
День и месяц конца периода (прим. 09/09)=====> 31/08
Максимальная глубина орошения за период (мм)=====> 40

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

```

Рис. 4.16 показывает метод чтения файла программой и результат моделирования, установившего ограничение на график поливов, нацеленный на оптимальный урожай под кодом `OPTIM.ESQ`. Анализ рисунка дает понятие, как программа использует это ограничение. Ограничение первого периода не влияет на график поливов, так как наличные ресурсы превышают потребности культуры в этот период. Во втором периоде установленный объем недостаточен. Программа соблюдает график до тех пор, пока не закончится вода, что происходит на 4^м поливе и вновь рассматривает полив после окончания периода ограничений (01/08), вызывая острую стрессовую ситуацию. При 7^м поливе воды недостаточно для достижения полевой влагоемкости, так как в этот период глубина составляет лишь 40 мм. Новый полив рассматривается на 1 сентября, когда ограничение больше не действует.

	ЗНАЧЕНИЯ В ФАЙЛЕ "OPTIM.ESQ" ОГРАНИЧЕНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ОПТИМАЛЬНЫЙ УРОЖАЙ (Вариант 1) % от TAW в посевном слое -----> 100.0 %от TAW в более глубоких слоях -----> 70.0 количество дней перед сбором урожая до окончания орошения -----> 10 ДАННЫЕ В ФАЙЛЕ "RESTPER.RES" Периоды с лимитированной оросительной водой: Максимально доступный объем ----> 100.0 мм; с 1/ 6 по 15/ 6 Максимально доступный объем ----> 100.0 мм; с 1/ 7 по 31/ 7 Максимально доступный объем ----> 40.0 мм; с 15/ 8 по 31/ 8
--	--

Рисунок 4.16 - Пример файла с ограничением графика поливов и установлением трех периодов. Результаты моделирования рассматривают график по варианту 1 на почве `MEDIO`, подвергнутый этому ограничению.

4.9 - Потенциальный вклад грунтовых вод

4.9.1 - Концепции

Вклад грунтовых вод в верхние слои почвы при их близком залегании зависит от структурных и текстурных характеристик почвы и обратно пропорционален объему удерживаемой почвой воды (R). Его максимальная теоретическая величина для каждой почвы будет вкладом грунтовых вод, регистрируемый, когда содержание почвенной влаги равно постоянной точке увядания (WP) и обозначается как потенциальный вклад грунтовых вод G . Выше порога оптимального урожая (OYT) считается, что растение не нуждается в отборе воды с зеркала грунтовых вод, так как оно испытывает водный комфорт. В этих условиях, если $Rmin$ является точкой отсчета линии порога оптимального урожая, изменение во времени вклада грунтовых вод ($Gcon$) может быть записано как:

$$Gcon = G \left(1 - \frac{R}{Rmin} \right) \quad [4.3]$$

Для каждого типа почвы, как видно из рис. 4.17, G зависит от расстояния между зеркалом грунтовых вод и корневой зоной.

Рисунок 4.17 - Потенциальный вклад грунтовых вод как функция от типа почвы и глубины грунтовых вод

В отсутствие полевых данных использование этого рисунка рекомендуется в качестве основы для расчетов (Doorenbos and Pruitt, 1977)/

4.9.2 - Постоянный потенциальный вклад грунтовых вод в течение всего ирригационного периода

Выбор типа ограничения производится в меню Q):

```
Q)      ENTERING POTENTIAL GROIMDWATER CONTRIBUTION (G

Select an option :

G stays constant throughout the irrigation period =====> 1
G varies throughout the irrigation period =====> 2
Return to previous menu =====> 0
=====> 1
```

Q) ВВОД ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВКЛАДА ГРУНТОВЫХ ВОД (G)

Выберите вариант :

G остается постоянным в течение всего ирригац. периода ==> 1
 G меняется в течение ирригац. периода ==> 2
 Возврат в предыдущее меню ==> 0
 ==> 1

В первом варианте в меню Q) устанавливается лишь значение G (мм) и рассматривается как постоянное в течение всего ирригационного периода, как показано на примере создания файла ASCP-CON.ASC (рис. 4.18):

Enter the potential groundwater contribution (mm/day) => 5

Введите потенциальный вклад грунтовых вод (мм/сут) => 5

4.9.3 - Изменяющийся в течение ирригационного периода потенциальный вклад грунтовых вод

В варианте "2" пользователь устанавливает дни, когда G известно. Программа рассчитывает для интервалов времени, соответствующих отрезков P_t , средние величины вклада грунтовых вод G, принимая их нулевыми в первый и последний день сезона, если они не установлены специально.

После ввода даты программа показывает на экране глубину корней, рассчитанную на тот же день, чтобы помочь пользователю выбрать значение G, как показано на примере продолжения создания файла ASCP-CON.ASC.

N° of days when the pot. groundwater cont.(G) is known => 3

Enter the date and the G value on these days :

1° date (ex 27/07) ==> 15/05
 Root depth = 0.33m ==> G = 0.4

2° date (ex 27/07) ==> 30/06
 Root depth = 1.10m ==> G = 5.0

3° date (ex 27/07) ==> 30/08
 Root depth = 1.10m ==> G = 3.0

Are these values correct ? [Y/N] Y

Кол-во дней, когда пот. вклад гр. вод (G) известен => 3

Введите дату и значение вклада G для этих дней :

1° дата (прим. 27/07) =====> 15/05
Глубина корней = 0.33м =====> G = 0.4

2° дата (прим. 27/07) =====> 30/06
Глубина корней = 1.10м =====> G = 5.0

3° дата (прим. 27/07) =====> 30/08
Глубина корней = 1.10м =====> G = 3.0

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

На первую дату значение G очень низкое ввиду малой глубины корней. Максимум установлен на 30 июля, а затем происходит снижение за счет снижения уровней грунтовых вод. Необходимо отметить, что значения, соответствующие началу и концу ирригационного периода, не устанавливаются; они будут приравнены к 0 для целей интерполяции (табл. 5.1).

Рис. 4.18 представляет информацию, выданную программой, где каждый файл, использованный в примере ввода данных по вкладу грунтовых вод, прочитан. Он также показывает результаты моделирования с использованием графика поливов в 5 варианте под кодом SEMREGA (рис. 4.13). На нижнем графике видно изменение вклада грунтовых вод на протяжении ирригационного периода. Вклад G_{sol} тем выше, чем запас влаги выше порога оптимального урожая, т. е. чем ниже значение R/R_{min} в уравнении [4.3].

Рисунок 4.18 - Пример файла двух типов потенциального вклада грунтовых вод. Результаты моделирования с культурой кукурузы и графиком поливов 5 варианта, рассматривающим вклад грунтовых вод относящимся к файлу ASCP-CON.ASC

4.10 - Чтение и/или изменение файлов вариантов полива

Выбор варианта "3" в меню В) - *файлы вариантов полива* - и "2" в меню С) - *чтение и/или изменение существующих файлов* - даст возможность пользователю открывать или изменять любой файл с вариантами орошения, отвечая на запрос следующего меню:

L) HANDLING IRRIGATION CHARACTERIZATION FILES

Select an option :

Irrigation options files =====> 1
Water supply restrictions files =====> 2

```
Potential groundwater contribution files =====> 3
Return to previous menu =====> 0
=====> 1
```

L) УПОРЯДОЧЕНИЕ ФАЙЛОВ С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ОРОШЕНИЯ

Выберите вариант :

```
Файлы вариантов орошения =====> 1
Файлы ограничения водоподачи =====> 2
Файлы потенциального вклада грунтовых вод =====> 3
Возврат в предыдущее меню =====> 0
=====> 1
```

4.10.1 - Чтение и/или изменение файлов вариантов полива

Для чтения файла вариантов орошения с кодом THUMTHUM его имя должно быть установлено, тогда файл будет выведен на экран (см. правую сторону рис. 4.6). Если нужно изменение файла, следует ответить, что значения неверны и появится доступ к меню изменения R):

R) ALTERING IRRIGATION OPTIONS FILE :

Select an option :

```
Change initial soil water contents =====> 1
Select another irrigation option =====> 2
Return to previous menu =====> 0
=====> 1
```

R) ИЗМЕНЕНИЕ ФАЙЛОВ ВАРИАНТОВ ОРОШЕНИЯ :

Выберите вариант :

```
Изменить начальное содержание почвенной влаги =====> 1
Выбрать другой варианта орошения =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
=====> 1
```

Первый вариант позволяет пользователю изменить лишь начальные условия. Во втором варианте данные файла вводятся заново. По последнему варианту начальные условия и вариант орошения сохраняются, изменяются лишь значения файлов.

4.10.2 - Чтение и/или изменение файлов ограничения водоподачи

Следует выбрать вариант "2" в меню L). Следует установить код файла, чтобы компьютер представил данные, сохраненные в нем, как показано на рис. 4.15 и 4.16. Изменение этого файла проводится при объявлении значений неверными, что открывает доступ в меню P) согласно процедуре в разделе 4.8.

4.10.3 - Чтение и/или изменение файлов потенциального вклада грунтовых вод

Выберите вариант "3" в меню L). Установите код файла, чтобы компьютер выдал данные, находящиеся в нем (см. рис. 4.18). Изменение файла производится объявлением значений неверными, что открывает доступ в меню Q) согласно процедуре в разделе 4.9.

5 - Моделирование планирования орошения

5.1 - Представление базы данных для баланса почвенной влаги

5.1.1 - Меню и таблицы

Выбор варианта "2" в главном меню А):

```
A)                MAIN MENU

Select an option

Data files operations =====> 1
Show data for the water balance =====> 2
Simulate irrigation =====> 3
End of program =====> 4
Change drive for reading data =====> 0
                        =====> 1
```

```
A)                ГЛАВНОЕ МЕНЮ

Выберите вариант

Работа файлов данных =====> 1
Показать данные водного баланса =====> 2
Имитировать орошение =====> 3
Завершение работы программы =====> 4
Сменить диск для считывания данных =====> 0
                        =====> 1
```

открывает доступ к базе данных, используемых в балансе почвенной влаги. Программа выдает значения переменных как результат взаимодействия базовых параметров, т. е. порог оптимального урожая и значения переменных, полученных интерполяцией (т. е. суточные значения коэффициента культуры и потенциального вклада грунтовых вод), выбирая один из следующих вариантов:

```
T)                BASE DATA FOR THE SOIL WATER BALANCE

Select an option :

Hydrological data for soil and crop =====> 1
Kc values interpolated for time periods =====> 2
Pot. groundwater contribution interpolated for time periods => 3
```

```

Periods with water deficit and superavit (ETm-Pe) =====> 4
Return to previous menu =====> 0
Your option =====> 4

```

Т) БАЗА ДАННЫХ БАЛАНСА ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ

Выберите вариант :

```

Гидрологич. данные для почвы и культуры =====> 1
Значения Кс интерполированные для периодов времени =====> 2
Пот. вклад гр. вод интерполированный для периодов времени =====> 3
Периоды времени с дефицитом и избытком воды (ETm-Pe) =====> 4
Возврат в предыдущее меню =====> 0
Ваш вариант =====> 4

```

Пользователь должен установить код сельскохозяйственных файлов (варианты 1, 2 и 4) и/или файл потенциального вклада грунтовых вод (варианты 3 и 4) и для последних 3-х вариантов - временной шаг. В табл. 5.1 представлены параметры для культуры MILHOGR1 на почве MEDIO, учитывая наличие данных по потенциальному вкладу грунтовых вод в файле ASCP-VAR и 10-дневный временной шаг. Эти значения получены выбором варианта 4 в меню Т) и вводом:

```

Crop file name =====> MILHOGR1
Soil file name =====> MEDIO
Name of the groundwater contribution file ==> ASCP-VAR

```

TIME STEP FOR CALCULATIONS :

```

MONTH =====> 1
DECADE =====> 2
DAY =====> 3
=====> 2

```

```

Имя файла культуры =====> MILHOGR1
Имя файла почвы =====> MEDIO
Имя файла потенц. вклада грунтовых вод ==> ASCP-VAR

```

ВРЕМЕННОЙ ШАГ ДЛЯ РАСЧЕТОВ :

```

МЕСЯЦ =====> 1
ДЕКАДА =====> 2
ДЕНЬ =====> 3
=====> 2

```

Таблица 5.1 - Перечень необходимых параметров для баланса почвенной влаги

1) SHORT LIST OF ELEMENTS NEEDED FOR THE SOIL WATER BALANCE:

A --> Establishment (or irrig. start)
 B --> Beginning of vegetative growth
 C --> Beginning of flowering
 D --> Beginning of yield formation
 E --> Ripening
 F --> Harvest (or irrig. stop)

STAGES:	A	B	C	D	E	F
1st day of development stages	1/ 5	25/ 5	30/ 6	29/ 7	30/ 8	15/ 9
Readily avail, soil water (% AW)	70.0	60.0	45.0	45.0	70.0	80.0
Root depth (m)	0.1	0.5	1.1	1.1	1.1	1.1
Available soil water [AW] (mm)	12.0	60.0	132.0	132.0	132.0	132.0
Optimal yield threshold (mm)	3.6	34.0	72.6	72.6	39.6	26.4

Yield response factor = 1.20

2) DECADAILY CROP COEFFICIENTS

	1stDEC.	2ndDEC.	3rdDEC.
MAY	0.329	0.320	0.355
JUN	0.558	0.775	0.992
JUL	1.100	1.100	1.100
AUG	1.100	1.100	1.099
SEP	0.913	0.678	0.000

3) DECADAILY VALUES OF POTENTIAL GROUNDWATER CONTRIB.

	1stDEC.	2ndDEC.	3rdDEC.
MAY	0.129	0.489	1.450
JUN	2.500	3.500	4.500
JUL	4.836	4.508	4.164
AUG	3.820	3.492	3.141
SEP	1.875	0.469	0.000

1) КРАТКИЙ СПИСОК ЭЛЕМЕНТОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА БАЛАНСА ПОЧВ. ВЛАГИ:

А --> Укоренение (или начало орошения)
 В --> Начало вегетативного роста
 С --> Начало цветения
 D --> Начало формирования урожая
 Е --> Созревание
 F --> Harvest (или конец орошения)

ФАЗЫ :	А	В	С	D	Е	F
1-й день фаз развития	1/ 5	25/ 5	30/ 6	29/ 7	30/ 8	15/ 9
Реал. доступ. почв. влага (% AW)	70.0	60.0	45.0	45.0	70.0	80.0
Глубина корней (м)	0.1	0.5	1.1	1.1	1.1	1.1
Доступн. почв. влага [AW] (мм)	12.0	60.0	132.0	132.0	132.0	132.0
Порог оптим. урожая (мм)	3.6	34.0	72.6	72.6	39.6	26.4

Фактор реакции урожая = 1.20

2) ДЕКАДНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КУЛЬТУРЫ

	1яДЕК.	2яДЕК.	3яДЕК.
МАЙ	0.329	0.320	0.355
ИЮН	0.558	0.775	0.992
ИЮЛ	1.100	1.100	1.100
АВГ	1.100	1.100	1.099
СЕН	0.913	0.678	0.000

3) ДЕКАДНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВКЛАДА ГРУНТОВЫХ ВОД

	1яДЕК.	2яДЕК.	3яДЕК.
МАЙ	0.129	0.489	1.450
ИЮН	2.500	3.500	4.500
ИЮЛ	4.836	4.508	4.164
АВГ	3.820	3.492	3.141
СЕН	1.875	0.469	0.000

Для вариантов 1, 2 и 3 представлены лишь 1^я, 2^я и 3^я части табл. 5.1

5.1.2 - Графическое отображение

После таблиц программа представляет 3 графика: первый показывает оптимальный урожай и регионы водного стресса для указанной почвы и культуры; второй и третий показывают развитие глубины корней и фактор истощения почвенной влаги в отсутствие стресса в течение всего цикла развития растения. Два последних графика показывают, что программа рассматривает изменения этих параметров между точками, где они известны, как линейные. Для рассмотрения этих графиков рекомендуется использовать файл культуры MILHOGR1 и файл почвы MEDIO.

Возможен вывод на экран графика значений K_s , интерполированных для периодов времени P_t , и кривой K_s на базе проведенных расчетов. Эта послед-

няя кривая не показывается, если "коэффициенты культуры для периода времени" выбраны в момент ввода параметров культуры. Для почвы и культуры рекомендуются 10-дневные периоды, рассчитанные через величины, указанные для нескольких фаз роста (линейный график).

5.2 - Ввод кодов для чтения базы данных

После выбора варианта моделируйте орошение в главном меню A); программа ISAREG требует от пользователя ввода необходимых входных данных, или, если данные уже введены в файл:

```
S) IDENTIFICATION OF DATA FILE NAMES

Select an option :

File names entered through the keyboard =====> 1
File names stored in a batch file =====> 2
Return to previous menu =====> 0
                               =====> 1
```

```
S) ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИМЕНИ ФАЙЛОВ ДАННЫХ

Выберите вариант :

Имена файлов введены с клавиатуры =====> 1
Имена файлов, сохраненные в пакетном файле =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
                               =====> 1
```

Выбор варианта "2" предполагает существование директории с расширением ".REG" с данными, которые уже смоделированы, создание которых показано в примере 5.5 (меню Z).

Необходимо, чтобы программа могла распознать характеристики почвы и культуры, значения метеорологических параметров, а также моделируемый год. Затем пользователь должен ответить на следующий запрос:

```
ENTER THE FOLLOWING CODES FOR DATA FILES IDENTIFICATION :
(maximum of 8 charact. )
```

```
Crop name =====> MILHOGRI
Soil type name =====> MEDIO
Meteorological station (ETo) name ===> SALVADEC
Rainfall station (Pe) name =====> SALVADEC
Output files name =====> N
```

```
Are these values correct ? [Y/N] Y
```

ВВЕДИТЕ СЛЕДУЮЩИЕ КОДЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФАЙЛОВ ДАННЫХ :
(максимум 8 знаков)

Имя культуры =====> MILHOGR1
Имя типа почвы =====> MEDIO
Имя метеорологической станции (ETo) =====> SALVADEC
Имя станции измерения осадков (Pe) =====> SALVADEC
Имя выходных файлов =====> N

Все ли эти значения правильны ? [Y/N] Y

В этой последовательности кодов любая ошибка ввода имени должна быть немедленно откорректирована:

- если ответ на код файла данных (имя типа почвы, например) "0", программа возвращается к последнему запросу. Например, это позволит установить код культуры заново;

- если ответ на первый запрос (имя культуры) "0", программа возвращается в меню S).

Если ответ на запрос о коде культуры "=", программа допускает, что коды файлов базы данных уже введены в память (величины, использованные в последнем упражнении программы, без выхода) и запрашивает лишь имя выходного файла.

5.3 - Ввод года или серии лет для моделирования

После введения кодов существует возможность откорректировать случайные ошибки, если пользователь отвечает "N" на последний вопрос. Если все верно, программа продолжает показывать характеристики метеорологических файлов и серии лет, общие для двух файлов с такими данными.

YEAR SELECTION TO COMPUTE THE SOIL WATER BALANCE
METEOROLOGICAL DATA SELECTION.

Meteorological files characteristics :

EVAPOTRANSPIRATION

RAINFALL

- time step =====>	decendio	decendio
- annual period ==>	January to December	January to December
- first year =====>	1972	1971
- last year =====>	1978	1978

Select a year to compute the soil water balance (ex: 1972)
or enter a sequence for frequency analysis (ex: 1972-1978)
or write MEAN to work with data of the average year =====> 1974

ВЫБОР ГОДА ДЛЯ РАСЧЕТА БАЛАНСА ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ
ВЫБОР МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ.

Характеристики метеорологических файлов :

ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ	ОСАДКИ
- временной шаг =====> декада	декада
- период в году =====> январь-декабрь	январь-декабрь
- первый год =====> 1972	1971
- последний год =====> 1978	1978

Выберите год для расчета баланса (прим.: 1972)
или введите последовательность частотного анализа (прим.: 1972-1978)
или введите MEAN для работы с данными среднего года =====> 1974

Когда год определен, начинается моделирование орошения для значений эвапотранспирации и осадков, соответствующих этому году, как в прежних примерах (год 1974).

Чтобы облегчить анализ метеоданных, можно работать с данными среднего года. когда выбран год или серия лет для расчета баланса почвенной влаги, есть возможность указать, что мы собираемся использовать средний год. Для этого введите в боксе сверху слово "MEAN" вместо "год".

Если введена серия лет (см. пример внизу), программа считает баланс в последовательности для всех лет периода и представляет как результат серии требований на орошение и пиковый расход. Этот результат показан в табл. 6.10 для культуры MILHOGR1, почвы MEDIO и серии лет 1956-1985 для метеостанции COIMBRA:

YEAR SELECTION TO COMPUTE THE SOIL WATER BALANCE
METEOROLOGICAL DATA SELECTION.

Meteorological files characteristics :

EVAPOTRANSPIRATION	RAINFALL
- time step =====> mes	mes
- annual period ==> January to December	January to December
- first year =====> 1956	1956
- last year =====> 1985	1985

Select a year to compute the soil water balance (ex: 1972)
or enter a sequence for frequency analysis (ex: 1972-1978)
or write MEAN to work with data of the average year =====> 1956-1985

ВЫБОР ГОДА ДЛЯ РАСЧЕТА БАЛАНСА ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ
ВЫБОР МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ.

Характеристики метеорологических файлов :

ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ	ОСАДКИ
- временной шаг =====> месяц	месяц

```

- период в году =====> январь-декабрь      январь-декабрь
- первый год =====> 1972                    1971
- последний год =====> 1978                  1978

```

Выберите год для расчета баланса (прим.: 1972)
 или введите последовательность частотного анализа (прим.: 1972-1978)
 или введите MEAN для работы с данными среднего года =====> 1956-1985

Моделирование всегда производится с данными по орошению, указанными для первого года.

5.4 - Ввод файлов вариантов орошения

Создание файлов, как описано в главе 4, может быть осуществлено на данной стадии моделирования, выбором варианта 2 в меню U). Тем не менее, в следующих примерах допускается, что файлы уже существуют на диске.

5.4.1 - Файлы вариантов орошения

Идентификация файлов вариантов орошения производится путем выбора одного варианта в меню U):

```

SOIL WATER BAL.  (YEAR OF 1974      CROP: milhoqr1)

U)  DATA FILE FOR STORING THE IRRIGATION OPTIONS:

Select an option :
Values already stored in file =====> 1
Store new values in file =====> 2
New values are only used now =====> 3
Return to main menu =====> 0
                        =====>

```

```

БАЛАНС ПОЧВ. ВЛАГИ  (ГОД 1974      КУЛЬТУРА: milhoqr1)

U)  ФАЙЛ ДАННЫХ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВАРИАНТОВ ОРОШЕНИЯ:

Выберите вариант :
Значения уже хранятся в файле =====> 1
Сохранить новые значения в файл =====> 2
Используются только новые значения =====> 3
Возврат в предыдущее меню =====> 0
                        =====>

```


В вариантах "2" и "3" пользователь заявляет, что он хочет рассмотреть новый вариант орошения, который следует определить на последующих стадиях, следуя процедуре примеров в главе 4, меню от М до О. Этот новый вариант орошения может быть сохранен в файле данных (вариант 2), для которого введен код, или использован в настоящем ходе программы. Не оставаясь для будущего использования (вариант 3). Эта стадия интерактивной работы, на которой должны быть изменены лишь некоторые параметры модели, может быть интересно сохранить вариант орошения, использованный в прошлом опыте и в этом случае выбор будет "4". В варианте 1, где информация о варианте графика поливов уже существует, программа требует идентификации файла вариантов орошения:

```
Enter file name with
0 ESQUEMA DE REGA                      =====> OPTIM
```

```
Введите имя файла с
0 ESQUEMA DE REGA                      =====> OPTIM
```

и продолжает запрашивать ограничения на водоподачу и вклад грунтовых вод.

5.4.2 - Ввод ограничений на водоподачу

Рассмотрение ограничений имеет целью приближение к реальным условиям проведения орошения. Поэтому ограничения могут рассматриваться лишь после выбора варианта 1 графика поливов (нацеливание на оптимальный урожай) и варианта 2 (орошение с фиксированной глубиной). Ввод в программу производится сразу после определения варианта орошения. Баланс может быть рассчитан с ограничениями или без них, так что первым выбором пользователя будет:

```
V)   IRRIGATION WATER SUPPLY RESTRICTIONS

DEFINING: a) MINIMUM INTERVAL BETWEEN IRRIGATIONS
          b) OR TIME PERIODS WITH RESTRICTIONS

Select an option :

Do not impose any restriction =====> 1
Place one restriction =====> 2
Return to previous menu =====> 0
                               =====> 2
```

```
V)   ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПОДАЧИ
```

ОПРЕДЕЛЕНИЕ: a) МИНИМАЛЬНЫЙ ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОЛИВАМИ
b) ИЛИ ПЕРИОДЫ ВРЕМЕНИ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Выберите вариант :

Не налагать никаких ограничений =====> 1
Наложить одно ограничение =====> 2
Возврат в предыдущее меню =====> 0
=====> 2

В варианте "2" программа запрашивает пользователя о способе распознавания ограничения, давая следующие варианты для выбора:

W) DATA FILES TO STORE THIS RESTRICTION

Select an option :

Set one restriction already stored in file =====> 1
Save new restriction to file =====> 2
The new restriction is only used this once =====> 3
Return to previous menu =====> 0
=====> 1

W) ФАЙЛЫ ДАННЫХ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ

Выберите вариант :

Установить одно ограничение, уже сохраненное в файле =====> 1
Сохранить новое ограничение в файл=====> 2
Здесь используется только новое ограничение =====> 3
Возврат в предыдущее меню =====> 0
=====> 1

Выбор варианта "1" подразумевает существование файла с ограничением, так что программа продолжает запрашивать соответствующий код:

ENTER FILE NAME WITH
AS RESTRICOES DE AGUA PARA A REGA =====> REST-INT

ВВЕДИТЕ ИМЯ ФАЙЛА С
AS RESTRICOES DE AGUA PARA A REGA =====> REST-INT

Когда выбраны варианты "2" и "3", программа позволяет определять новые ограничения согласно процедуре, представленной в разделе 4.8 (меню P), которое может быть сохранено в новом файле (вариант 2) или нет (вариант 2).

5.4.3 - Ввод потенциального вклада грунтовых вод

Доступ к меню X, которое позволяет ввести информацию о вкладе грунтовых вод, невозможен при расчете чистых требований на орошение или орошения, нацеленного на оптимальный урожай без ограничения. В обоих случаях объем воды, запасенный в почве, будет сохранен близким к порогу оптимального урожая и вклад грунтовых вод, несмотря на их возможное наличие, моделью не рассматривается.

Установка значения G, также как и ограничений, для работы программы не обязательна. В этом случае необходим ответ в меню X:

```
X)          GROUNDWATER CONTRIBUTION

SELECT AN OPTION :

DO NOT CONSIDER GROUNDWATER CONTRIBUTION =====> 1
IMPOSE NEW VALUES FOR THE POTENTIAL GROUNDWATER CONTR. (G)=> 2
RETURN TO PREVIOUS MENU =====> 0
                                     =====> 2
```

```
X)          ВКЛАД ГРУНТОВЫХ ВОД

ВЫБЕРИТЕ ВАРИАНТ :

НЕ УЧИТЫВАТЬ ВКЛАД ГРУНТОВЫХ ВОД =====> 1
УСТАНОВИТЬ НОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ПОТЕНЦ. ВКЛАДА ГРУНТОВЫХ ВОД (G)=> 2
ВОЗВРАТ В ПРЕДЫДУЩЕЕ МЕНЮ =====> 0
                                     =====> 2
```

При варианте "2" обязательно отвечать в меню Y:

```
Y) DATA FILES FOR POTENTIAL GROUNDWATER CONTRIBUTION (G)

Select an option :

G values are already stored in file =====> 1
Store the new G values in file =====> 2
G values (to be entered) only used now =====> 3
Return to previous menu =====> 0
                                     =====>
```

```
Y) ФАЙЛЫ ДАННЫХ О ПОТЕНЦИАЛЬНОМ ВКЛАДЕ ГРУНТОВЫХ ВОД (G)

Выберите вариант :

Значения G уже сохранены в файле =====> 1
Сохранить новые значения G в файл =====> 2
Знач. G (кот. должны быть введ.) использ. только сейчас ==> 3
Возврат в предыдущее меню =====> 0
```

```
=====>
```

При выборе вариантов "2" и "3" программа позволяет определять значения G , которые могут быть сохранены в новом файле (вариант 2) или нет (вариант 3) в соответствии с процедурой, представленной в разделе 4.9 (меню Q). Если выбран вариант "3", должен быть введен код файла.

```
Enter file name with
data on groundwater contribution =====>ASCP-VAR
```

```
Введите имя файла с
данными о вкладе грунтовых вод =====>ASCP-VAR
```

5.5 - Проведение нового моделирования изменением только одного элемента

После ввода данных о графике поливов, согласно процедуре, изложенной в предыдущем разделе, программа рассчитывает баланс почвенной влаги и показывает результаты в виде таблицы или графика подобно тому, как показано в главе 6.

После завершения моделирования пользователь должен ответить на один из вопросов в меню Z:

```
Z) NEW SOIL WATER BALANCE CHANGING ONLY ONE OF THE FOLLOWING ELEMENTS:
```

```
IRRIGATION CHARACTERISTICS DATA =====> 1
YEAR =====> 2
CROP =====> 3
SOIL TYPE =====> 4
METEOROLOGICAL STATION =====> 5
RAINFALL STATION =====> 6
NAME OF OUTPUT FILE =====> 7
CREATE BATCH FILE =====> 8
RETURN TO MAIN MENU =====> 0
=====>
```

```
Z) НОВЫЙ БАЛАНС ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ С ИЗМЕНЕНИЕМ ОДНОГО ИЗ СЛЕДУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ:
```

```
ДААННЫЕ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ОРОШЕНИЕ =====> 1
ГОД =====> 2
КУЛЬТУРА=====> 3
ТИП ПОЧВЫ =====> 4
МЕТЕОСТАНЦИЯ =====> 5
СТАНЦИЯ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ОСАДКОВ =====> 6
```

```

ИМЯ ВЫХОДНОГО ФАЙЛА =====> 7
СОЗДАТЬ ПАКЕТНЫЙ ФАЙЛ =====> 8
ВОЗВРАТ В ПРЕДЫДУЩЕЕ МЕНЮ =====> 0
=====>

```

Это позволит изменить:

- один из файлов базы данных (почва, культура, осадки, эвапотранспирация);
- год или серию лет;
- данные о вариантах орошения;
- выходной файл, где содержатся результаты;
- или, в последнем варианте, создан пакетный файл.

Изменение файлов должно проводиться, когда необходим анализ полученных результатов при изменении одного типа данных. Могут быть использованы примеры с той же культурой как функция типа почвы; того же сочетания культура/почва с метеоданными за различные годы; влияние различной глубины грунтовых вод или влияние ограничений водоподачи различной степени.

Когда моделирование повторяется без изменения параметров, следует выбрать вариант "7". В этом случае программа запрашивает:

```

Enter new name for the output file (8 char.) =====> MANUAL

```

```

Введите новое имя для выходного файла (8 симв.) =====> MANUAL

```

Пользователь указывает код, а результат может быть сохранен в файле с введенным кодом и расширением ".SAI". В этом файле (например, MANUAL.SAI) сохранены результаты, которые могут быть распечатаны с помощью команды PRINT в MS-DOS. Ответ будет "N", если пользователь не хочет сохранить результаты.

5.6 - Создание и использование пакетного файла

Целью пакетного файла с расширением ".REG" является сохранение кодов файлов данных, необходимых для прогонки программы. Вариант "2" меню Z ведет к созданию пакетного файла такого типа, который позволяет осуществить повторение последнего моделирования. В этом случае, после выбора варианта, необходимо ввести соответствующее имя:

```

BATCH FILE HOLDING PROGRAM'S LAST EXECUTION NAMES:

Enter the batch file name (N for none) =====> MANUAL
Comment (70 char. maximum) for file identification :
=====> Example to be presented in the ISAREG users manual

```

ПАКЕТНЫЙ ФАЙЛ, СОДЕРЖАЩИЙ ИМЕНА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОГОНКИ ПРОГРАММЫ:

Введите имя пакетного файла (N для отсутствия) =====> MANUAL
 Комментарий (70 симв. максимум) для идентификации файла :
 =====> Пример, представленный в Руководстве пользователя ISAREG

В следующей прогонке программы, когда моделирование повторяется, следует выбирать вариант "2" в меню S и заявить коды.

S) IDENTIFICATION OF DATA FILE NAMES

Select an option :

File names entered through the keyboard =====> 1
 File names stored in a batch file =====> 2
 Return to previous menu =====> 0
 =====> 2

Enter the batch file name (0 returns to the previous menu) ==> MANUAL

S) ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИМЕН ФАЙЛОВ ДАННЫХ

Выберите вариант :

Ввод имен файла через клавиатуру =====> 1
 Имена файлов сохранены в пакетном файле =====> 2
 Возврат в предыдущее меню =====> 0
 =====> 2

Введите имя пакетного файла (0 возврат в предыдущее меню) ==> MANUAL

Затем программа выведет на экран представленную в табл. 5.2 информацию о всех файлах, которые должны быть использованы.

Таблица 5.2 - Чтение пакетного файла

SHORT WORK DESCRIPTION

 Example to be presented in the ISAREG users manual

Crop file name -----> milhogr1

Soil file name -----> MEDIO

Meteorological station -----> SALVADEC

```

Rainfall station name -----> SALVADEC
Output file name -----> MANUAL

Years for the balance computation -----> 1974

Irrigation options file name -----> OPTIM6
Water supply restrictions file name ----> N
Groundwater contribution file name ----> N

Batch file name confirmed? [Y/N] Y

```

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

Пример, представленный в Руководстве пользователя ISAREG

```

Имя файла культуры -----> milhogr1

Имя файла почвы -----> MEDIO
Имя метеостанции -----> SALVADEC
Имя станции измерения осадков -----> SALVADEC
Имя выходного файла -----> MANUAL

Годы для расчета баланса -----> 1974

Имя файла вариантов орошения -----> OPTIM6
Имя файла ограничения водоподдачи -----> N
Имя файла вклада грунтовых вод-----> N

Подтвердите имя пакетного файла ? [Y/N] Y

```

Если этот файл не запрошен, ответ будет "N" и программа запросит снова:

```

Enter the batch file name (0 returns to the previous menu) =====> ?

```

```

Введите имя пакетного файла (0 возврат в предыдущее меню) =====> ?

```

Ввод знака вопроса ("?",) как ответ на вопрос заставляет программу выдавать список имен пакетных файлов, сохраненных на диске, так что пользователь может выбрать одно из них для моделирования.

5.7 - Моделирование орошения для последовательности культур

Моделирование для одной или более последовательных культур зависит

от конечных условий предыдущей культуры.

ISAREG позволяет выполнять моделирование максимум для 3-х последовательных культур. Расчет возможен, когда вариант "моделируйте орошение" в главном меню и код "SEVERAL" в главном меню установлены для культуры (см. 5.2).

```
ENTER THE FOLLOWING CODES FOR DATA FILES IDENTIFICATION :
(maximum of 8 charact. )
```

```
Crop name =====> SEVERAL
Soil type name =====> MEDIO
Meteorological station (ETo) name =====> SALVATER
Rainfall station (Pe) name =====> SALVATER
Output files name =====> N
```

```
Are these values correct ? [Y/N] Y
```

```
ВВОД СЛЕДУЮЩИХ КОДОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФАЙЛОВ ДАННЫХ :
(максимум 8 симв. )
```

```
Имя культуры =====> SEVERAL
Имя типа почвы =====> MEDIO
Имя метеостанции (ЕТо) =====> SALVATER
Имя станции измерения осадков (Рe) =====> SALVATER
Имя выходного файла =====> N
```

```
Все ли эти данные правильны ? [Y/N] Y
```

Затем программа затребует коды различных культур, которые должны быть указаны со знаком "+" между ними, как в следующем примере:

```
Enter to a maximum of three crops
separated by the sign "+" =====> TRIGO+SOJA
```

```
Введите максимум три культуры.
разделенные знаком "+" =====> TRIGO+SOJA
```

Следующим шагом будет ввод года моделирования посредством следующей процедуры, описанной ранее (см. 5.3):

```
YEAR SELECTION TO COMPUTE THE SOIL WATER BALANCE
METEOROLOGICAL DATA SELECTION.
```

```
Meteorological files characteristics :
```

```

      EVAPOTRANSPIRATION      RAINFALL
time step =====> 10-day      10-day
annual period ==> November to October  November to October
```



```

first year =====> 1972                1971
last year =====>1978                1978

Select a year to compute the soil water balance (ex: 1972)
or enter a sequence for frequency analysis (ex: 1972-1978)
or write MEAN to work with data of the average year =====> 1974

```

ВЫБОР ГОДА ДЛЯ РАСЧЕТА БАЛАНСА ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ
ВЫБОР МЕТЕОДААННЫХ.

Характеристики метеорологических файлов:

	ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ	ОСАДКИ
Временной шаг =====>	10 дней	10 дней
Период в году =====>	ноябрь - октябрь	ноябрь - октябрь
Первый год =====>	1972	1971
Последний год =====>	1978	1978

Выберите год для расчета баланса (прим.: 1972)
 или введите последовательность для частотного анализа (прим.: 1972-1978)
 или введите MEAN для работы с данными среднего года =====> 1974

В этом примере важно отметить, что новые метеорологические файлы для станции Salvaterra были созданы потому, что озимая пшеница с начальной датой 15 ноября и уборкой урожая 10 июня проходит через 2 календарных года. ноябрь - первый месяц метеорологических файлов и последний месяц уборки бобов сои.

Файлы вариантов полива приспособлены для каждой из культур, так что графики полива независимы. Единственной разницей с моделированием с использованием одной культуры являются начальные условия второй культуры, которые не установлены в варианте орошения, но являются конечными для предшествующей культуры.

Например (файл вариантов полива для пшеницы был OPTIMT.ESQ, а для соевых бобов - OPTIM.ESQ), моделирование для бобов сои было проведено при следующих начальных условиях:

```

% от TAW в посевном слое -----> 13.3
% от TAW в более глубоких слоях -----> 13.3

```

исходящих из баланса почвенной влаги, подсчитанного для пшеницы, не используя значения 100 % и 70 %, сохраненные в файле OPTIM.ESQ.

Эти результаты моделирования представлены в следующей главе. В табл. 5.3 и 5.4 показаны данные, сохраненные в файлах культуры TRIGO.CUL и SOJA.CUL.

Таблица 5.3 - Данные о культуре, сохраненные в файле TRIGO.CUL (пшеница)

```

A --> Establishment (or irrig. start)
B --> Beginning of vegetative growth
C --> Beginning of flowering
D --> Beginning of yield formation

```

E --> Beginning of ripening
F --> Harvest (or irrig. end)

STAGES:	A	B	C	D	E	F
1st day of development stages	15/11	31/ 1	20/ 3	10/ 4	15/ 5	10/ 6
Soil water depletion fraction (%)	65.0	65.0	40.0	40.0	60.0	70.0
Root depth (m)	0.1	0.5	0.9	1.1	1.1	1.1

Yield response factor = 1.05

Crop coefficients:
At establishment stage (15/11 to 31/ 1) =====> 0.73
At vegetative growth stage (31/ 1 to 20/ 3) =====> 0.73 to 1.05
At mid-season (20/ 3 to 15/ 5) =====> 1.05
At crop's final stage (15/ 5 to 10/ 6) =====> 1.05 to 0.30

A --> Укоренение (или начало орошения)
B --> Начало вегетативного роста
C --> Начало цветения
D --> Начало формирования урожая
E --> Созревание
F --> Harvest (или конец орошения)

ФАЗЫ:	A	B	C	D	E	F
1-й день фаз развития	15/11	31/ 1	20/ 3	10/ 4	15/ 5	10/ 6
Фактор истощения почв. влаги (%)	65.0	65.0	40.0	40.0	60.0	70.0
Глубина корней (м)	0.1	0.5	0.9	1.1	1.1	1.1

Фактор реакции урожая = 1.05

Коэффициенты культуры:
На стадии укоренения (15/11 по 31/ 1) =====> 0.73
На стадии вегетативного роста (31/ 1 по 20/ 3) =====> 0.73 по 1.05
В середине сезона (20/ 3 по 15/ 5) =====> 1.05
На конечной стадии (15/ 5 по 10/ 6) =====> 1.05 по 0.30

Таблица 5.3 - Данные о культуре, сохраненные в файле SOJA.CUL (соя)

A --> Establishment (or irrig. start)
B --> Beginning of vegetative growth
C --> Beginning of flowering
D --> Beginning of yield formation
E --> Beginning of ripening
F --> Harvest (or irrig. end)

STAGES:	A	B	C	D	E	F
1st day of development stages	11/ 6	25/ 7	25/ 8	24/ 9	18/ 10	30/ 10
Soil water depletion fraction (%)	50.0	50.0	40.0	40.0	50.0	70.0
Root depth (m)	0.1	0.6	0.8	0.9	0.9	0.9

Yield response factor = 1.05

Crop coefficients:

At establishment stage (11/ 6 to 25/ 7) =====> 0.73
 At vegetative growth stage (25/ 7 to 25/ 8) =====> 0.73 to 1.05
 At mid-season (25/ 8 to 18/10) =====> 1.05
 At crop's final stage (18/10 to 30/10) =====> 1.05 to 0.30

A --> Укоренение (или начало орошения)
 B --> Начало вегетативного роста
 C --> Начало цветения
 D --> Начало формирования урожая
 E --> Созревание
 F --> Harvest (или конец орошения)

ФАЗЫ:	A	B	C	D	E	F
1-й день фаз развития	11/ 6	25/ 7	25/ 8	24/ 9	18/ 10	30/ 10
Фактор истощения почв. влаги (%)	50.0	50.0	40.0	40.0	50.0	70.0
Глубина корней (м)	0.1	0.6	0.8	0.9	0.9	0.9

Фактор реакции урожая = 1.05

Коэффициенты культуры:

На стадии укоренения (11/ 6 по 25/ 7) =====> 0.73
 На стадии вегетативного роста (25/ 7 по 25/ 8) =====> 0.73 по 1.05
 В середине сезона (25/ 8 по 18/10) =====> 1.05
 На конечной стадии (18/10 по 30/10) =====> 1.05 по 0.30

5.8 - Расчет начальных условий как функции предшествующих метеоусловий

При желании оценить начальные условия культуры, зависящей от метеоусловий в предшествующий период времени, их рассмотреть последовательно.

Следует создать файл культуры для фиктивной культуры (INICIAL.CUL), наделяя ее постоянными данными (глубина корней, равная глубине изучения и $K_s = 1$) и заканчивая за день до фактического укоренения растения (табл. 5.5). Для фиктивной культуры подходящим является 5 тип графика поливов, "культура без орошения".

Таблица 5.5 - Данные по фиктивной культуре с кодом INICIAL

STORED DATA FOR THE CROP FILE INICIAL

Beginning of irrigation period -----> 1/ 2
 End of irrigation period -----> 30/ 4
 Root depth -----> 1.1 m
 Readily available water -----> 50.0% of A.W.

Crop coefficient -----> 1.00

ДАННЫЕ В ФАЙЛЕ INICIAL

Начало ирригационного сезона -----> 1/ 2

Конец ирригационного сезона -----> 30/ 4

Глубина корней -----> 1.1 m

Реально доступная влага -----> 50.0% of A.W.

Коэффициент культуры -----> 1.00

Моделирование производится установлением последовательности с включением фиктивную и фактическую, подлежащую орошению, культуру INICIAL. Результаты частотного анализа потребности в воде для последовательности "INICIAL + MILHOGR1" представлены в разделе 6.6.

6 - Результаты

6.1 - Введение

После ввода базы данных программа показывает выборку информации, относящейся к используемым файлам, до представления результатов. Табл. 6.1 показывает эту информацию, как пример, приведенный в главе 5.

Таблица 6.1 - Информация о файлах данных, используемых в моделировании

```

Soil water balance computed in the year =====> 1974
Crop file name =====> MILHOGR1
Soil file name =====> MEDIO
Meteorological station name =====> SALVADEC
Rainfall station name =====> SALVADEC

IRRIGATION AIMING OPTIMUM YELD (Option 1)
% of AW of the seeding layer -----> 100.0
% of AW of the deeper layers -----> 70.0
number of days before harvest to end irrigation -----> 10

Minimum interval between irrigations =====> 12 days
This restriction is active between: =====> 1/7 and 15/8

Potential groundwater cont.
Computed by periods of time based the values:

at day 1/5 -----> G= 0.0 mm/day
at day 1/5 -----> G= 0.0 mm/day
at day 15/ 5 -----> G= 0.4 mm/day
at day 30/6 -----> G= 5.0 mm/day
at day 30/8 -----> G= 3.0 mm/day
at day 15/ 9 -----> G= 0.0 mm/day

```

```

Баланс почвенной влаги, рассчитанный для года =====> 1974
Имя файла культуры =====> MILHOGR1
Имя файла почвы =====> MEDIO
Имя метеостанции =====> SALVADEC
Имя станции измерения осадков =====> SALVADEC

ОРОШЕНИЕ, НАЦЕЛЕННОЕ НА ОПТИМАЛЬНЫЙ УРОЖАЙ (Вариант 1)
% от AW для посевного слоя -----> 100.0
% отAW для более глубоких слоев -----> 70.0
количество дней до сбора урожая -----> 10

Минимальный интервал между поливами =====> 12 дней
Это ограничение действует между: =====> 1/7 и 15/8

Потенциальный вклад грунтовых вод
Рассчитан по периодам времени на базе ограничений:

```

JUL ==> 232.5 mm

AUG ==> 257.5 mm

ТРЕБОВАНИЯ НА ОРОШЕНИЕ (мм)									
МЕСЯЦ	ДЕКАДА	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ

ИЮН	1°	1/	6->	42.9					
ИЮН	2°	14/	6->	51.9					
ИЮЛ	1°	1/	7->	59.4					
ИЮЛ	2°	13/	7->	87.6					
ИЮЛ	3°	25/	7->	85.5					
АВГ	1°	6/	8->	84.3					
АВГ	2°	17/	8->	79.7					
АВГ	3°	31/	8->	93.5					
МЕСЯЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ОРОШЕНИЕ :									
ИЮН ==> 94.9 мм									
ИЮЛ ==> 232.5 мм									
АВГ ==> 257.5 мм									
Всего орошение за период: 584.9 мм									

После анализа частоты пиковых требований на воду (водный баланс более чем на 1 год), когда используется последовательность культур, программа представляет 10-дневные графики потребления с учетом потребления в каждом году (в столбце) со средним за период (в строке). При изучении последовательности культур потребление относится к периоду, когда последовательность существует на поле и отражается на графике в столбцах. Эти графики показываются после обзора всей информации в таблицах.

6.2.2 - Планирование орошения, вариант 3

Когда время и/или глубина фиксированы, объем каждого полива может быть заявлен пользователем или рассчитан. Для первого случая интересно знать эффективность полива (программа дает количество избыточно использованной воды) и, к началу каждого полива, объем воды, запасенный в почве, а также значения параметра, который определяет время полива. В табл. 6.3 представлены результаты оценки файла DATVAR вариантов орошения (рис. 4.11), в котором рассматриваются три полива с различной глубиной. Общая оценка с учетом потерь урожая выражается в следующем:

YIELD DECREASE DUE TO SELECTED IRRIGATION OPTIONS

$$K_y * (1 - ET_a / ET_m) = 38.9\%$$

СНИЖЕНИЕ УРОЖАЯ ВВИДУ ВЫБОРА ВАРИАНТОВ ОРОШЕНИЯ

$$K_y \cdot (1 - ET_a / ET_m) = 38.9\%$$

Когда глубина орошения неизвестна (рис. 4.9), выходной формат остается прежним, но значения второго столбца относятся к глубинам, рассчитанным для каждого полива.

Таблица 6.3 - Таблица выходных данных с оценкой графика поливов (вариант 3)

PROGRAMMED IRRIG. AT THE START OF SEASON: IRRIG. QUANTITIES AND OPPORTUNITIES						
DATE	VOLUME (mm)	EXCESS (mm)	RESERVE (mm)	IRRIG. OPPORTUNITY		
				ETA/ETM	% OF AW	MOIST (WEIG.%)
1 ^a irrig. 1/ 6	60.0	3.2	34.6	1.00	46.8	14.7
2 ^a irrig. 1/ 7	90.0	12.8	54.8	0.76	41.5	14.1
3 ^a irrig. 20/ 7	90.0	0.0	17.7	0.26	13.4	11.3
4 ^a irrig. 16/ 8	90.0	0.0	5.5	0.11	4.2	10.4
Total irrigation within the season ----->				330.0 mm		
Irrigation loss ----->				16.0 mm		
Application efficiency ----->				95.2 %		

ПРОГРАММИРОВАННЫЕ НА НАЧАЛО СЕЗОНА ПОЛИВЫ: КОЛИЧЕСТВА И ВОЗМОЖНОСТИ ОРОШЕНИЯ						
ДАТА	ОБЪЕМ (мм)	ИЗБЫТОК (мм)	РЕЗЕРВ (мм)	ВОЗМОЖНОСТИ ОРОШЕНИЯ		
				ETA/ETM	% AW	ВЛАЖНОСТЬ (% ОТ ВЕСА)
1 ^a полив 1/ 6	60.0	3.2	34.6	1.00	46.8	14.7
2 ^a полив 1/ 7	90.0	12.8	54.8	0.76	41.5	14.1
3 ^a полив 20/ 7	90.0	0.0	17.7	0.26	13.4	11.3
4 ^a полив 16/ 8	90.0	0.0	5.5	0.11	4.2	10.4
Всего орошение за сезон ----->				330.0 мм		
Потери оросительной воды ----->				16.0 мм		
Эффективность использованной воды ----->				95.2 %		

6.2.3 - Планирование орошения, вариант 4

Файл OPTDAT с вариантами орошения был создан для оптимизации ресурса, что обычно ведет к максимизации урожая.

Решение, представленное в варианте 4, решает лишь часть проблемы, тогда как оптимизация достигается лишь распределением во времени. Зная количество поливов и соответствующих глубин, можно определить даты каждого полива, которое позволяет снизить до минимума потери урожая.

Метод оптимизации отыскивает даты поливов с учетом следующих ограничений:

- минимальный интервал между поливами, зависящий от ирригационной системы, который существенно снижает количество подлежащих проверке комбинаций;

- временной интервал между последним поливом и концом цикла развития растения.

Программа начинает с установки первого полива на первый день и все последующие, разделенные минимальным заявленным интервалом, рассчитывая для этого сценария соответствующие потери урожая. Следующим шагом является задержка последнего полива на один день. Эта задержка увеличивает количество возможных комбинаций других дат поливов, в соответствии с установленным минимальным интервалом, рассчитываемых для потерь урожая при каждом поливе. Проверка продолжается до достижения сценария минимальных потерь урожая.

В качестве примера (график OPTDAT) в таблице представлены следующие значения:

```

.....
.....
(10/ 7)  Y.DROP = 54.831429    2/ 6    12/ 6    30/ 6    10/ 7
(11/ 7)  Y.DROP = 53.696674    3/ 6    13/ 6     1/ 7    11/ 7
(12/ 7)  Y.DROP = 52.208035    3/ 6    13/ 6     2/ 7    12/ 7
(13/ 7)  Y.DROP = 50.719631    3/ 6    17/ 6     3/ 7    13/ 7
(14/ 7)  Y.DROP = 49.231548    3/ 6    17/ 6     4/ 7    14/ 7
(15/ 7)  Y.DROP = 47.841038    4/ 6    19/ 6     5/ 7    15/ 7
(16/ 7)  Y.DROP = 46.429947    4/ 6    20/ 6     6/ 7    16/ 7
(17/ 7)  Y.DROP = 45.108181    4/ 6    21/ 6     7/ 7    17/ 7
(18/ 7)  Y.DROP = 43.899879    4/ 6    21/ 6     8/ 7    18/ 7
(19/ 7)  Y.DROP = 42.814671    4/ 6    22/ 6     9/ 7    19/ 7
(20/ 7)  Y.DROP = 41.811234    4/ 6    23/ 6    10/ 7    20/ 7
.....
.....
(28/ 7)  Y.DROP = 35.853760     4/ 6     4/ 7    16/ 7    28/ 7
(29/ 7)  Y.DROP = 35.795864     4/ 6     4/ 7    16/ 7    29/ 7
(30/ 7)  Y.DROP = 35.799946     4/ 6     4/ 7    16/ 7    29/ 7
(31/ 7)  Y.DROP = 35.804703     4/ 6     4/ 7    16/ 7    29/ 7
( 1/ 8)  Y.DROP = 35.810207     4/ 6     4/ 7    16/ 7    29/ 7
( 2/ 8)  Y.DROP = 35.816566     4/ 6     4/ 7    16/ 7    29/ 7

```

The yield decrease tends to rise. Do you wish to continue ? [Y/N] N

```

.....
.....
(10/ 7)  Y.DROP = 54.831429    2/ 6    12/ 6    30/ 6    10/ 7

```

(11/ 7)	Y.DROP =	53.696674	3/ 6	13/ 6	1/ 7	11/ 7
(12/ 7)	Y.DROP =	52.208035	3/ 6	13/ 6	2/ 7	12/ 7
(13/ 7)	Y.DROP =	50.719631	3/ 6	17/ 6	3/ 7	13/ 7
(14/ 7)	Y.DROP =	49.231548	3/ 6	17/ 6	4/ 7	14/ 7
(15/ 7)	Y.DROP =	47.841038	4/ 6	19/ 6	5/ 7	15/ 7
(16/ 7)	Y.DROP =	46.429947	4/ 6	20/ 6	6/ 7	16/ 7
(17/ 7)	Y.DROP =	45.108181	4/ 6	21/ 6	7/ 7	17/ 7
(18/ 7)	Y.DROP =	43.899879	4/ 6	21/ 6	8/ 7	18/ 7
(19/ 7)	Y.DROP =	42.814671	4/ 6	22/ 6	9/ 7	19/ 7
(20/ 7)	Y.DROP =	41.811234	4/ 6	23/ 6	10/ 7	20/ 7
.....						
(28/ 7)	Y.DROP =	35.853760	4/ 6	4/ 7	16/ 7	28/ 7
(29/ 7)	Y.DROP =	35.795864	4/ 6	4/ 7	16/ 7	29/ 7
(30/ 7)	Y.DROP =	35.799946	4/ 6	4/ 7	16/ 7	29/ 7
(31/ 7)	Y.DROP =	35.804703	4/ 6	4/ 7	16/ 7	29/ 7
(1/ 8)	Y.DROP =	35.810207	4/ 6	4/ 7	16/ 7	29/ 7
(2/ 8)	Y.DROP =	35.816566	4/ 6	4/ 7	16/ 7	29/ 7
Потери урожая склонны к росту. Хотите ли Вы продолжить ? [Y/N] N						

Каждый файл соответствует одному приближению, в котором возможная дата последнего полива увеличена на 1 день. Первый столбец в этой дате, сопровождаемый потерями урожая, соответствующими оптимальной комбинации приближений, сопровождается календарем поливов.

Для этого примера потери урожая начинают возрастать с 29/07. Рассматривалось дополнительно 4 дня, чтобы избежать локального минимума. Ответ "N" останавливает программу и представляет оптимальное решение (табл. 6.4).

Таблица 6.4 - Выходная таблица с оптимизацией графика поливов (вариант 4)

IRRIGATION SCHEDULE AFTER OPTIMIZATION			
1° irrig.=>	4/ 6 ==>	60.0 mm	
2° irrig.=>	4/ 7 ==>	90.0 mm	
3° irrig.=>	16/ 7 ==>	90.0 mm	
4° irrig.=>	29/ 7 ==>	90.0 mm	
YIELD DECREASE : 35.796 %			

ГРАФИК ПОЛИВОВ ПОСЛЕ ОПТИМИЗАЦИИ			
1° полив =>	4/ 6 ==>	60.0 мм	
2° полив =>	4/ 7 ==>	90.0 мм	
3° полив =>	16/ 7 ==>	90.0 мм	
4° полив =>	29/ 7 ==>	90.0 мм	
СНИЖЕНИЕ УРОЖАЯ : 35.796 %			

Программа продолжает презентацию всех результатов по графику поливов 3 варианта, как показано в табл. 6.3.

Имея в виду, что начальное решение соответствует комбинации, для ко-

торой все поливы начинаются раньше, некоторые правила работы сокращают время расчетов.

6.2.4 - Планирование орошения, вариант 6

В табл. 6.5 представлены результаты ранее рассмотренной культуры и почвы с использованием файла NECGLO вариантов орошения (рис. 4.14).

Таблица 6.4 - Выходная таблица с расчетом чистых требований на воду (вариант 6)

NET IRRIGATION REQUIREMENTS (mm/dec)		
JUN	1° dec.	32.0
JUN	2° dec.	34.0
JUN	3° dec.	21.0
JUL	1° dec.	85.0
JUL	2° dec.	86.0
JUL	3° dec.	79.0
AUG	1° dec.	64.0
AUG	2° dec.	64.0
AUG	3° dec.	63.0
SEP	1° dec.	25.0
SEP	2° dec.	10.0
MONTHLY IRRIG. REQUIREMENTS :		
JUN	==>	87.0 mm
JUL	==>	250.0 mm
AUG	==>	191.0 mm
SEP	==>	35.0 mm
Total irrigation within the period: 563.0 mm		

ЧИСТЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ОРОШЕНИЕ (мм/декада)		
ИЮН	1° дек.	32.0
ИЮН	2° дек.	34.0
ИЮН	3° дек.	21.0
ИЮЛ	1° дек.	85.0
ИЮЛ	2° дек.	86.0
ИЮЛ	3° дек.	79.0
АВГ	1° дек.	64.0
АВГ	2° дек.	64.0
АВГ	3° дек.	63.0
СЕН	1° дек.	25.0

СЕН 2° дек. 10.0

МЕСЯЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ОРОШЕНИЕ :

ИЮН ==> 87.0 мм

ИЮЛ ==> 250.0 мм

АВГ ==> 191.0 мм

СЕН ==> 35.0 мм

Всего орошение за сезон: 563.0 мм

6.3 - Результаты баланса почвенной влаги

Этот блок результатов представлен для всех вариантов графиков поливов. Он включает начальные и конечные водные условия почвы, общие осадки, фактическую эвапотранспирацию и вклад грунтовых вод, позволяя проверять точность расчетов. Для варианта орошения 4 представлено лишь оптимальное решение. В табл. 6.6 показаны результаты, относящиеся к моделированию с данными из табл. 6.1.

Таблица 6.6 - Пример выходной таблицы с начальными и конечными условиями влажности почвы (все варианты орошения)

SOIL WATER VARIATION THROUGHOUT THE IRRIGATION PERIOD :

Readily available water at the start of season --->	8.4 mm
Readily available water at the end of season ----->	0.0 mm
Available water at the start (upper layer) ----->	12.0 mm
Available water at the start (deeper layers) ----->	84.0 mm
Available water at the end of season ----->	17.1 mm
Irrigation loss ----->	0.0 mm
Cumulative rainfall during the season ----->	60.0 mm
Rainfall loss ----->	0.0 mm
Cumulative evapotransp. during the season ----->	688.5 mm
Groundwater contribution during irrig. period ---->	0.0 mm

ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ В ТЕЧЕНИЕ ИРРИГАЦИОННОГО ПЕРИОДА :

Реально доступная влага в начале сезона ----->	8.4 mm
Реально доступная влага в конце сезона ----->	0.0 mm
Доступная влага в начале (посевной слой) ----->	12.0 mm
Доступная влага в начале (более глубокие слои) ----->	84.0 mm
Доступная влага в конце сезона ----->	17.1 mm
Потери поливной воды ----->	0.0 mm
Общий объем осадков за сезон ----->	60.0 mm
Потери осадков ----->	0.0 mm
Общая эвапотранспирация за сезон ----->	688.5 mm
Вклад грунтовых вод за сезон ----->	0.0 mm

Значения, представленные в таблице, позволяют проверить расчеты:
- объемов воды, входящей в систему:

изменение запаса почвенной влаги: $84 + 12 - 80.8$	= 15.2 мм
общие осадки	= 60.0 мм
вклад грунтовых вод	= 10.8 мм
общий объем оросительной воды (табл. 6.2)	= 585.1 мм
Всего	= 671.1 мм

- объемов воды, покидающей систему:

общая эвапотранспирация	= 671.1 мм
-------------------------	------------

6.4 - Определение потерь урожая и постоянного пикового расхода

Относительные потери урожая [%] определяются уравнением:

$$Q_y = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m} \right) \quad [6.1]$$

полученным по модели Стюарта (Stewart, 1977) как функция отношения между значениями фактической эвапотранспирации (ET_a) и максимальной (ET_m) в течение ирригационного периода, где K_y - коэффициент потери урожая культуры (2.1.0).

Непрерывный пиковый расход получен из отношения между объемом каждого полива (мм) и интервалом между поливами. Когда рассматривается один полив, это не имеет значения. Для варианта 6 (расчет чистых требований на орошение) непрерывный пиковый расход является максимальной величиной, полученной от деления 10-дневного потребления воды на количество дней в каждой декаде.

Типичные результаты представлены в табл. 6.7 и относятся к данным из табл. 6.1.

Таблица 6.7 - Пример выходной таблицы с определением непрерывного пикового расхода (все варианты орошения)

CUMULATIVE EVAPOTRANSPIRATION DURING THE SEASON :

Maximum evapotranspiration (ET_m) = 691.7mm

Actual evapotranspiration (ET_a) = 688.5mm

ACTUAL AND MAXIMUM EVAPOTRANSPIRATION RATIO :

$$ET_a/ET_m = 0.996$$

YIELD DECREASE DUE TO SELECTED IRRIGATION OPTIONS

$$K_y \cdot (1 - E_{Ta}/E_{Tm}) = 0.5\%$$

PEAK REQUIREMENTS :

Peak continuous design discharge = 0.994 l/s/ha
for day 8/ 7 and an interval between irrigations of 6.9 days

ОБЩАЯ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ В ТЕЧЕНИЕ ИРРИГАЦИОННОГО ПЕРИОДА:

Максимальная эвапотранспирация (E_{Tm}) = 691.7мм

Фактическая эвапотранспирация (E_{Ta}) = 688.5мм

ОТНОШЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ И МАКСИМАЛЬНОЙ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ :

$$E_{Ta}/E_{Tm} = 0.996$$

УМЕНЬШЕНИЕ УРОЖАЯ ЗА СЧЕТ ВЫБРАННОГО ВАРИАНТА ОРОШЕНИЯ

$$K_y \cdot (1 - E_{Ta}/E_{Tm}) = 0.5\%$$

ПИКОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ :

Непрерывный пиковый проектный расход = 0.994 л/с/га
для 8/ 7 и интервала между поливами 6.9 дней

6.5 - Графическое отображение результатов

6.5.1 - 1, 2, 3 и 5 варианты орошения

После получения табличных результатов для получения графиков необходимо ответить на запрос:

Graph with soil water volume ? [Y/N] =====> Y

График объема почвенной влаги ? [Y/N] =====> Y

Программа представляет график (рис. 6.1) изменения во времени доступной почвенной влаги (мм) на протяжении всего цикла развития растения (табл. 6.1).

Рисунок 6.1 - Пример графика с результатами баланса почвенной влаги, выраженном в объеме доступной воды (мм)

Программа строит график с автоматическим определением наилучшего разрешения экрана. Когда автоматический выбор невозможен, она использует низкое разрешение (CGA). Изменение режима графика возможно нажатием клавиш <CTRL+SHIFT>, когда на экране один график. Пользователь может увеличить разрешение, изменяя текстовый режим нажатием на <F2>, что позволяет выбрать один из двух режимов.

Выбор цвета для лучшего контраста производится нажатием на <F1>.

Если компьютер имеет режим EGA или VGA, точность может быть улучшена выбором режима кода, который позволяет получить максимальное разрешение экрана, нажимая одновременно на <CTRL> и <F1> и вводя соответствующий код.

Продолжение программы запускается нажатием на <ENTER>.

Второй тип вывода графики имеет место только тогда, когда при вводе данных почвы заявлены значения постоянной точки увядания и полевой влагоемкости (варианты 2 или 3 в меню I). В этом случае программа показывает на экране график, подобный представленному на рис. 6.2 (данные из рис. 6.1).

Рисунок 6.2 - Пример графического отображения результата:

а) ВЕРХНИЙ ГРАФИК - результаты баланса, выраженные в % почвенной влаги (% от объема); б) НИЖНИЙ ГРАФИК - кривые фактической эвапотранспирации (ETa) и вклада грунтовых вод (Gcon) в мм/сут и отношения ETa/ETm.

График, представленный на этом рисунке, имеет две различные части:

- в верхней части показано изменение содержания почвенной влаги во времени (%);

- в нижней части представлены кривые фактической эвапотранспирации и вклада грунтовых вод (мм/сут) и отношение ETa/ETm.

Клавиши <F2>, <F1>, <CTRL>+<F1> и <ENTER> задействуются способом, описанным ранее. Возможно также изолировать две различные части на рисунке посредством следующей процедуры:

<F8> - график баланса почвенной влаги (верхняя часть), рис. 6.3:

Рисунок 6.3 - Пример графического отображения результата с изменением содержания почвенной влаги

<F9> - кривые изменения ETa, ETa/ETm и вклада грунтовых вод (нижняя часть), рис. 6.4:

Рисунок 6.4 - Пример графического отображения результата с изменением ETa и Gcon (мм/сут) и отношением ETa/ETm

<F7> - возвращает к первоначальному графику (объединяет две части);

<F6> - окрашивает графики в один цвет.

<ENTER> - открывает доступ в меню Z).

Печать графиков осуществляется нажатием на <PrintScreen> или экспортом в приложение Paint в составе Windows.

6.5.2 - 6 вариант орошения

Расчет чистых требований на орошение имеет специальную графическую обработку. После презентации в табличном виде программа запрашивает пользователя о выводе графика:

Graph with decadaily requirements ? [Y/N] =====> Y

График с декадными требованиями ? [Y/N] =====> Y

Отрицательный ответ заставляет программу вернуться в меню Z). Утвердительный ответ представляет пользователю график, показанный на рис. 6.5.

Рисунок 6.5 - Пример графического отображения с чистыми требованиями на орошение, выраженными в мм/декада

На этом рисунке клавиши <F2>, <F1>, <CTRL>+<F1> используются, как и прежде (рис. 6.1). Клавиша <ENTER> приводит программу в меню Z). Клавиша <F10> открывает доступ к графику чистых суточных требований, основанному на данных, использованных для расчета 10-дневной величины (рис. 6.6).

Рисунок 6.6 - Пример графического отображения с чистыми требованиями на орошение, выраженными в мм/сут

Возврат к графику на рис. 6.4 осуществляется повторным нажатием на <F10>.

6.6 - Особые случаи

6.6.1 - Последовательность культур

Следующие результаты являются примером моделирования для после-

ТРЕБОВАНИЯ НА ОРОШЕНИЕ (мм)									
МЕСЯЦ	ДЕКАДА	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ
МАР	3°	21/	3-> 41.5						
МАЙ	1°	1/	5-> 69.1						

После представления этих результатов можно выйти в меню U, где выбран вариант орошения **ОПТИМ** для бобов сои (табл. 5.4). Результат моделирования для этой культуры следующий:

ТРЕБОВАНИЯ НА ОРОШЕНИЕ (мм)									
МЕСЯЦ	ДЕКАДА	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ	ДЕНЬ	ПОЛИВ

ИЮН	2°	11/ 6->	10.4	14/ 6->	8.7	20/ 6->	12.6
ИЮЛ	1°	7/ 7->	23.9				
ИЮЛ	2°	15/ 7->	29.3				
ИЮЛ	3°	7/ 7->	36.0				
АВГ	1°	4/ 8->	37.3				
АВГ	2°	11/ 8->	38.0	17/ 8->	38.3		
АВГ	3°	23/ 8->	38.4	28/ 8->	38.9		
СЕН	1°	4/ 9->	40.0				
СЕН	2°	12/ 9->	41.4	20/ 9->	42.6		
СЕН	1°	28/ 9->	45.1				
ОКТ	2°	13/10->	51.9				

После представления всех других результатов баланса почвенной влаги программа выводит окончательную таблицу для двух графиков, показывая декадные требования на воду такой последовательности культур (табл. 6.8).

Таблица 6.8 - Декадные требования на воду последовательности культур TRIGO+SOJA

DECADAILY AND MONTHLY REQUIREMENTS (mm) FOR THE SERIE 1974/1974												
	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT
1974												
1° dec.	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.1	0.0	23.9	37.3	40.0	0.0
2° dec.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7	29.3	76.2	84.0	51.9
3° dec.	0.0	0.0	0.0	0.0	41.5	0.0	0.0	0.0	36.0	77.3	45.1	0.0
Monthly	0.0	0.0	0.0	0.0	41.5	0.0	69.1	31.7	89.2	190.8	169.1	51.9

ДЕКАДНЫЕ И МЕСЯЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ВОДУ (мм) ДЛЯ СЕРИИ 1974/1974												
	НОЯ	ДЕК	ЯНВ	ФЕВ	МАР	АПР	МАЙ	ИЮН	ИЮЛ	АВГ	СЕН	ОКТ
1974												
1° дек.	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.1	0.0	23.9	37.3	40.0	0.0
2° дек.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7	29.3	76.2	84.0	51.9
3° дек.	0.0	0.0	0.0	0.0	41.5	0.0	0.0	0.0	36.0	77.3	45.1	0.0
Месячные	0.0	0.0	0.0	0.0	41.5	0.0	69.1	31.7	89.2	190.8	169.1	51.9

6.6.2 - Частотный анализ

Для презентации этих результатов рассмотрен пример расчета требова-

DECADAILY AND MONTHLY REQUIREMENTS (mm) FOR THE SERIE 1956/1985								
	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP
1977								
1° dec.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	66.6	0.0
2° dec.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	0.0	0.0
3° dec.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Monthly	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	118.8	66.6	0.0
1963								
1° dec.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	0.0	0.0
2° dec.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	118.8	73.8	0.0
3° dec.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.9	92.1	
Monthly	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	238.1	165.9	0.0
1957								
1° dec.	0.0	0.0	0.0	9.7	45.2	59.4	71.4	0.0
2° dec.	0.0	0.0	0.0	0.0	53.2	59.4	0.0	0.0
3° dec.	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	118.8	88.3	
Monthly	0.0	0.0	0.0	9.7	157.7	237.6	159.7	0.0
DECADAILY AND MONTHLY REQUIREMENTS (mm) ON AVERAGE YEAR								

	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP
1° dec.	0.0	0.0	0.0	3.4	18.3	51.5	51.5	3.2
2° dec.	0.0	0.0	0.0	3.8	26.4	57.4	38.7	0.0
3° dec.	0.0	0.0	0.0	1.1	27.0	55.6	56.3	0.0
Monthly	0.0	0.0	0.0	8.2	71.7	164.5	146.5	3.2

Annual average use = 394.1 mm

ДЕКАДНЫЕ И МЕСЯЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ВОДУ (мм) ДЛЯ СЕРИИ 1956/1985

	ФЕВ	МАР	АПР	МАЙ	ИЮН	ИЮЛ	АВГ	СЕН
1977								
1° дек.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	66.6	0.0
2° дек.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	0.0	0.0
3° дек.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Месячные	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	118.8	66.6	0.0

1963								
1° дек.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	0.0	0.0
2° дек.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	118.8	73.8	0.0
3° дек.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.9	92.1	
Месячные	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	238.1	165.9	0.0

1957								
1° дек.	0.0	0.0	0.0	9.7	45.2	59.4	71.4	0.0
2° дек.	0.0	0.0	0.0	0.0	53.2	59.4	0.0	0.0
3° дек.	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	118.8	88.3	
Месячные	0.0	0.0	0.0	9.7	157.7	237.6	159.7	0.0

ДЕКАДНЫЕ И МЕСЯЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ВОДУ (мм) ДЛЯ СРЕДНЕГО ГОДА

	ФЕВ	МАР	АПР	МАЙ	ИЮН	ИЮЛ	АВГ	СЕН
1° дек.	0.0	0.0	0.0	3.4	18.3	51.5	51.5	3.2
2° дек.	0.0	0.0	0.0	3.8	26.4	57.4	38.7	0.0
3° дек.	0.0	0.0	0.0	1.1	27.0	55.6	56.3	0.0
Месячные	0.0	0.0	0.0	8.2	71.7	164.5	146.5	3.2

Среднегодовое использование = 394.1 мм

Таблица 6.10 - Результаты частотного анализа требований на воду для кукурузы на зерно в среднетекстурированной почве в регионе Коимбра для серии 1951-1985

FREQUENCY ANALYSIS
ANNUAL REQUIREMENTS AND PEAK REQUIREMENTS SERIES

FREQUENCY	PEAK USE	ANNUAL USE
-----------	----------	------------

	Discharge (l/s/ha)	Year	Requirements (mm)	Year
3.2	0.45	1971	185.39	1977
6.5	0.47	1973	204.42	1971
9.7	0.51	1979	268.15	1985
12.9	0.52	1983	319.02	1984
16.1	0.54	1982	324.25	1983
19.4	0.56	1977	327.33	1973
22.6	0.59	1964	328.96	1978
25.8	0.61	1985	339.03	1974
29.0	0.61	1967	345.18	1970
32.3	0.61	1980	359.23	1956
35.3	0.63	1972	363.63	1967
38.7	0.65	1984	372.22	1964
41.9	0.65	1978	372.97	1959
45.2	0.65	1961	376.17	1966
48.4	0.66	1970	391.57	1960
51.6	0.67	1962	403.99	1963
54.8	0.67	1975	409.05	1961
58.1	0.67	1966	413.24	1969
61.3	6.68	1959	413.58	1980
64.5	0.69	1956	418.89	1976
67.7	0.69	1965	435.43	1979
71.0	0.69	1976	435.60	1972
74.2	0.71	1969	449.40	1968
77.4	0.73	1958	479.36	1958
80.6	0.74	1974	482.59	1962
83.9	0.75	1968	486.22	1982
87.1	0.76	1960	499.37	1981
90.3	0.76	1981	508.37	1975
93.5	0.77	1963	545.47	1965
96.8	0.97	1957	564.72	1957

ЧАСТОТНЫЙ АНАЛИЗ СЕРИИ ГОДОВЫХ И ПИКОВЫХ ТРЕБОВАНИЙ НА ВОДУ				
ЧАСТОТА	ПИКОВОЕ ИСПОЛЬЗ. Расход (л/с/га)	Год	ГОДОВОЕ ИСПОЛЬЗ. Требования (мм)	Год
3.2	0.45	1971	185.39	1977
6.5	0.47	1973	204.42	1971
9.7	0.51	1979	268.15	1985
12.9	0.52	1983	319.02	1984
16.1	0.54	1982	324.25	1983
19.4	0.56	1977	327.33	1973
22.6	0.59	1964	328.96	1978
25.8	0.61	1985	339.03	1974
29.0	0.61	1967	345.18	1970
32.3	0.61	1980	359.23	1956
35.3	0.63	1972	363.63	1967
38.7	0.65	1984	372.22	1964
41.9	0.65	1978	372.97	1959
45.2	0.65	1961	376.17	1966
48.4	0.66	1970	391.57	1960
51.6	0.67	1962	403.99	1963
54.8	0.67	1975	409.05	1961

58.1		0.67	1966		413.24	1969
61.3		6.68	1959		413.58	1980
64.5		0.69	1956		418.89	1976
67.7		0.69	1965		435.43	1979
71.0		0.69	1976		435.60	1972
74.2		0.71	1969		449.40	1968
77.4		0.73	1958		479.36	1958
80.6		0.74	1974		482.59	1962
83.9		0.75	1968		486.22	1982
87.1		0.76	1960		499.37	1981
90.3		0.76	1981		508.37	1975
93.5		0.77	1963		545.47	1965
96.8		0.97	1957		564.72	1957

**Таблица 6.11 - Условия почвенной влажности (в % от AW)
в начале каждой культуры в различные годы частотного анализа**

INITIAL SOIL WATER CONTENTS			
YEAR	CROPS		
	INICIAL	MILHOGR1	
1957	100.00	19.56	
1958	100.00	24.55	
1959	100.00	84.11	
1960	100.00	81.69	
1961	100.00	69.06	
1962	100.00	59.65	
1963	100.00	100.00	
1964	100.00	57.53	
1965	100.00	44.03	
1966	100.00	100.00	
1967	100.00	33.22	
1968	100.00	74.69	
1969	100.00	44.55	
1970	100.00	20.46	
1971	100.00	100.00	
1972	100.00	44.93	
1973	100.00	27.58	
1974	100.00	69.48	
1975	100.00	45.80	
1976	100.00	61.49	
1977	100.00	58.26	
1978	100.00	100.00	
1979	100.00	41.15	
1980	100.00	27.01	
1981	100.00	45.18	
1982	100.00	16.42	
1983	100.00	100.00	
1984	100.00	95.64	
1985	100.00	100.00	

НАЧАЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ

КУЛЬТУРА		
ГОД	-----	
	НАЧАЛЬНЫЕ	MILNOGR1

1957	100.00	19.56
1958	100.00	24.55
1959	100.00	84.11
1960	100.00	81.69
1961	100.00	69.06
1962	100.00	59.65
1963	100.00	100.00
1964	100.00	57.53
1965	100.00	44.03
1966	100.00	100.00
1967	100.00	33.22
1968	100.00	74.69
1969	100.00	44.55
1970	100.00	20.46
1971	100.00	100.00
1972	100.00	44.93
1973	100.00	27.58
1974	100.00	69.48
1975	100.00	45.80
1976	100.00	61.49
1977	100.00	58.26
1978	100.00	100.00
1979	100.00	41.15
1980	100.00	27.01
1981	100.00	45.18
1982	100.00	16.42
1983	100.00	100.00
1984	100.00	95.64
1985	100.00	100.00

6.7 - Построение графиков в ходе моделирования

Когда на экране появляется график, пользователь должен следовать следующему алгоритму:

- 1 - нажать клавишу <F6> для приведения всех линий к одному цвету;
- 2 - нажать клавишу <PrintScreen> для отправки графика в буферную память (клипборд);
- 3 - нажать одновременно клавиши <ALT> и <ENTER> для того, чтобы позволить открыть новую программу;
- 4 - открыть программу Paint;
- 5 - в меню выбрать пункт IMAGE, затем ATTRIBUTES, а затем BLACK and WHITE;
- 6 - в меню выбрать пункт EDIT, затем PASTE (график ISAREG будет скопирован в программу Paint);
- 7 - в меню выбрать пункт IMAGE, затем INVERT COLORS (фоновым цве-

том будет белый);

8 - сейчас можно печатать (пункт меню PRINT) или скопировать график в другие приложения, например Microsoft Word;

9 - вы можете возвратиться к выполнению программы ISAREG.

6.8 - Выделение графиков из программы

Программа делает графики водного баланса из файлов, которые могут быть использованы позднее, например, в графической программе.

Файлы, представляющие водный баланс, выраженный в мм, как на рис. 4.3, имеют то же имя, что и выходной файл и расширение ".DBL" (они не сохраняются, если не рассматривается выходной файл). Они имеют два различных блока, разделенных кодом (-999):

а) в первом блоке первый столбец представляет количество дней до первого дня метеорологического файла, а во втором столбце показаны соответствующие значения запасов влаги в почве (мм);

б) во втором блоке первый столбец имеет тот же смысл, что и в предыдущем, во втором столбце помещены значения удерживаемой почвенной влаги при полевой влагоемкости, в третьем столбце - значения порога оптимального урожая.

Файлы, используемые для представления водного баланса в % от почвенной влажности (рис. 4.13) имеют расширение ".DHU". Они имеют три блока, где в первых столбцах указывается количество дней, начиная с первого дня метеоданных, в остальных:

а) в первом блоке, во втором столбце - % почвенной влаги; третий столбец показывает вклад грунтовых вод; четвертый столбец - относится к фактической эвапотранспирации (ЕТа); пятый столбец - к отношению ЕТа/ЕТм. Строки, где появляется код -1 могут быть удалены.

б) в третьем блоке показаны значения почвенной влаги на пороге оптимального урожая (2 столбец), полевой влагоемкости (3 столбец) и точка увядания (4 столбец). Эти данные были рассчитаны по средневзвешенным глубинам корней.

Второй блок для построения графика необязателен.

Пример можно увидеть в файлах DEMO.DBL и DEMO.DHU, которые даются программой, когда он указан в выходном файле DEMO для моделирования на рис. 4.3.