

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА НА ЕСТЕСТВЕННУЮ
ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ С ЦЕЛЬЮ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ОРОШЕНИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Андрей Александрович Черемисинов
Галина Аркадьевна Радцевич
Александр Юрьевич Черемисинов
Александр Александрович Толстых**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований, проведенных с целью разработки программного обеспечения информационной системы для оценки влияния изменения климата на условия естественной тепло- и влагообеспеченности и определения потребности в орошении земель для различных агроклиматических условий европейской части РФ. В настоящее время одним из перспективных направлений совершенствования оценки изменений климата, определения потребности в орошении земель становится моделирование изменчивости гидрометеорологических параметров на основе компьютерных информационных технологий. Современный уровень науки позволяет учитывать быстрые изменения погодных условий и в дальнейшем прогнозировать их, используя информационные системы. Разработана информационно-советующая система «Климат – орошение», которая позволяет учитывать влияние изменений климата за длительный период на гидротермические показатели и определять потребность в орошении земель в различных агроклиматических условиях европейской части РФ. Для ее разработки использовались язык программирования Visual Basic for Applications (VBA) и офисный пакет приложений Microsoft Office. ИСС «Климат – орошение» позволяет осуществлять следующие функции: 1) на основе расчета гидротермических показателей определять тенденции изменения климата (в части роста или понижения температуры воздуха, количества выпадающих осадков), вероятностных климатических характеристик и возможных климатических ситуаций за выбранный период времени, тепло- и влагообеспеченности; 2) на основе гидротермической оценки климата определять потребность в гидромелиорации; 3) представлять в табличной и графической форме значения, полученные в результате анализа и обработки данных, связанных с изменением климата, с целью определения потребности в орошении.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: информационная система, изменение климата, европейская часть Российской Федерации, сельское хозяйство, потребность в орошении.

**INFORMATION SYSTEM FOR ASSESSMENT OF THE IMPACT
OF CLIMATE ON THE CONDITIONS OF HEAT AND MOISTURE
AVAILABILITY WITH THE AIM OF IDENTIFICATION OF NEEDS
FOR IRRIGATION OF AGRICULTURAL LANDS OF THE
EUROPEAN PART OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Andrey A. Cheremisinov
Galina A. Radtsevich
Alexander Yu. Cheremisinov
Alexander A. Tolstykh**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of research conducted in order to develop an information system software for assessing the impact of climate changes on the conditions of natural heat and moisture availability with the aim of identification of needs for land irrigation in various agroclimatic conditions of the European part of the Russian Federation. At present

one of the promising directions for improving the assessment of climate changes and determining the need for land irrigation is simulation of variability of hydrometeorological parameters on the basis of computer information technologies. The modern level of science allows taking into account the rapid changes in weather conditions and their further prediction using the information systems. The authors have developed the «Climate vs. Irrigation» Information and Advisory System (IAS) that allows taking into account the impact of climate changes on hydrothermal parameters over a long-term period and determining the need for land irrigation in various agroclimatic conditions of the European part of the Russian Federation. This system was developed on the basis of Visual Basic for Applications (VBA) and Microsoft Office suite. The «Climate vs. Irrigation» IAS performs the following functions: 1) determining the trends in climate changes in terms of increase or decrease in air temperature, amount of precipitation, probabilistic climate characteristics and possible climatic situations within a given period of time and trends in heat and moisture availability on the basis of calculation of hydrothermal indicators; 2) determining the need for hydroamelioration on the basis of hydrothermal climate assessment; 3) presenting the values obtained as a result of analysis and processing of data related to climate changes, and determination of the need for irrigation in tabular and graphical forms.

KEYWORDS: information system, climate changes, European part of the Russian Federation, agriculture, need for irrigation.

Современное общество совершило переход из XX, «энергетического», века в XXI век, который со всей определенностью можно назвать веком информационных технологий. Потребность в этих технологиях особенно высока в исследованиях сложных, динамических, самоорганизующихся систем, к которым относится климат, характеризующийся на фоне циклических изменений стохастичностью поведения, нестационарностью отдельных параметров и процессов, сочетающих в себе разные временные масштабы, и т. д.

Несмотря на продолжительность ведущихся наблюдений современному человеку сложно предсказывать погодные изменения на длительную перспективу, что сказывается на всей хозяйственной деятельности.

Важнейшей отраслью, которая острее других нуждается в подобных прогнозах, является сельское хозяйство. Учитывая, что сельскохозяйственное производство ведется на значительных по площадям и протяженности территориях, особую значимость приобретает снижение неопределенности управленческих решений путем проигрывания различных ситуаций развития отрасли. К таким вопросам относится и развитие орошения в регионах России. В этих условиях использование информационной системы по принятию решений, касающихся развития орошения в зависимости от изменений климата, является актуальным, так как капитальные вложения должны быть научно и экономически обоснованы с точки зрения природных особенностей климата.

В 2017 г. сотрудники кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии Воронежского государственного аграрного университета выполняли научно-исследовательскую работу по гранту Министерства сельского хозяйства РФ («Проведение исследований и разработка информационной системы с программным обеспечением по расчету влияния изменения климата за длительный период на гидротермические показатели и потребность в орошении земель в различных агроклиматических условиях европейской части Российской Федерации»).

По результатам проведенных исследований разработана информационно-советующая система «Климат – орошение», которая позволяет анализировать ретроспективные динамики годовых, внутригодовых распределений гидрометеорологических факторов, будущий вероятностный характер климатических процессов и на этой основе производить ситуационную оценку потребности в орошении.

Результаты исследования, в том числе информационная система «Климат – орошение», ориентированы на использование их в практической деятельности Министерством сельского хозяйства РФ, федеральных органов исполнительной власти.

Достижение поставленной цели исследований обусловило необходимость решения следующих задач:

- исследовать тенденции изменения климата за длительный период в различных агроклиматических условиях РФ;

- определить влияние изменения климата на гидротермические показатели и предложить по ним оценку потребности в орошении земель;
- разработать программное обеспечение информационной системы.

Объект исследований: информационная система для оценки влияния изменения климата на условия естественной тепло- и влагообеспеченности и определения потребности в орошении земель в различных агроклиматических условиях РФ.

Обзор информационных ресурсов по климату

Информационные ресурсы о состоянии атмосферы, в основном, представлены веб-сайтами, предоставляющими пользователю данные различных метеорологических величин, их прогноз на ближайшее время в каком-либо определенном регионе [15].

В интернете имеются десятки сайтов, содержащих метеоданные, но лишь единицы из них используют собственные прогнозы.

Pogoda.yandex.ru входит в десятку самых точных сайтов погоды в мире. Информацию о погоде для сайта предоставляет финская служба Foreca, которая занимается составлением прогноза по модели ECMWF для более чем 12 тыс. городов в 228 странах [21].

Американский метеосайт Intellicast.com является одним из самых точных сайтов погоды в мире. Он основан на модели GFS и способен составить прогноз в любой точке земного шара. Владельцем метеослужбы является компания Weather Services International (WSI), которая входит в корпорацию Weather Channel. WSI владеет крупнейшей в мире коммерческой метеорологической базой данных [18].

Foreca.ru – финский сайт, отличающийся максимально точными прогнозами погоды. Удобный русскоязычный интерфейс, отличная подача информации и возможность почасового прогноза [16].

Weather.com также является одним из самых точных сайтов о погоде во всем мире: у американцев он наиболее популярен [22].

Gismeteo.ru – точный сайт прогноза погоды, в России данный ресурс является лидером по посещаемости среди других сайтов о погоде. Служба проводит уточнение прогноза до 4 раз в сутки [17].

Meteoweb.ru занимает второе место среди самых точных сайтов о погоде в России. Проект представляет собой независимый ресурс, который был создан 20 лет назад специалистами-астрономами и метеорологами. Сайт предоставляет информацию о прогнозе на долгосрочную перспективу [20].

Meteoinfo.ru является официальным сайтом гидрометцентра России. Здесь предоставляется информация о погодных условиях для 5 тыс. городов страны [19].

Существуют и многие другие сайты.

Обзор информационных систем по орошению

Вопросами информационного обеспечения, составлением программ и разработкой ИСС в области орошения занимались многие организации и исследователи: В.П. Остапчик с соавторами, С.С. Росс, О.Д. Сиротенко, С.В. Брыль, Т.А. Капустина, А.И. Бочкарева, И.В. Ольгаренко с соавторами [1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11].

Информационная система климатического обслуживания является механизмом, посредством которого информация о прошлом, настоящем и будущем климате будет регулярно собираться, храниться и обрабатываться.

Перечень функций такой информационной системы включает накопление и анализ изменчивости климата в разных временных масштабах (год, сезон, вегетация), а также предсказание будущих состояний климата, в том числе прогнозирование сезонных климатических долгосрочных тенденций.

Обзор возможностей информационно-советующих систем

Одним из перспективных направлений совершенствования оценки изменения климата, получения гидротермических показателей, развития орошения в настоящее

время становится моделирование изменчивости гидрометеорологических параметров на основе компьютерных информационных технологий [12].

За счет внедрения информационно-советующих систем, характеризующихся высокой достоверностью и точностью информационного обеспечения, может быть повышена эффективность использования водных ресурсов при орошении.

Современные информационные технологии позволяют учитывать пространственно-временную дифференциацию коэффициентов, что обеспечивает отражение цикличности внутрисезонного распределения гидрометеорологических факторов, вероятностный характер процессов, протекающих в атмосфере [12].

Если 50 лет назад традиционный набор климатических переменных вполне устраивал метеорологов, то теперь, в условиях меняющегося климата, их уже недостаточно. Прежние климатические модели были основаны, как правило, на предпосылке постоянства климата. Исходя из этого представления выбирались переменные и интервал времени для их оценки. Сейчас такой подход во многом устарел. Не всегда отвечает современным требованиям и стандартный 30-летний интервал для вычисления климатических норм. Меняющийся климат требует применения новых подходов.

В частности, для изучения климатических временных рядов больше подходят алгоритмы анализа нестационарных случайных процессов. Скользящие средние величины климатических переменных, а также значения трендов характеризуют текущее изменение климата. Место прежних долговременных норм занимают «динамические климатические нормы» [12, 15].

Пока еще не удалось создать климатическую модель, которая хорошо описывала бы реальные изменения температуры и осадков. И связано это не только с несовершенством алгоритмов и подходов или недостаточностью данных, но и с тем, что все атмосферные процессы имеют вероятностный характер, а это вносит значительную долю неопределенности в любые расчеты. Тем не менее, общая тенденция остается неизменной: климат продолжает теплеть и в России, и в мире. Именно поэтому необходимо и дальше проводить тщательный сопоставительный анализ модельных и эмпирических оценок изменений климата [15].

Анализ существующих информационно-советующих систем

Такие программные продукты создавались и создаются в различных государственных учреждениях (УкрНИИГиМ, В.П. Остапчик и др. [1, 3, 4]; ВНИИ «Радуга», Г.В. Ольгаренко и др. [6, 9, 10]), а теперь и в учебных заведениях (С.В. Брыль, Т.А. Капустина, А.И. Бочкарева [2, 5]).

ИСС УкрНИИГиМ (автор В.П. Остапчик и др.) [1, 3, 4]. Основной набор данных информационной системы по проектированию поливных режимов предназначен для их хранения и состоит из следующих информационных элементов: параметры расчетных моделей (справочники биологических характеристик культур и водно-физических характеристик почв); каталог состава и диапазона представления многолетней динамики параметров метеорологического режима; многолетние ряды метеорологических наблюдений.

Информационные связи между отдельными задачами, решаемыми системой, осуществляются с помощью вспомогательного набора данных, который предназначен для хранения информации многолетней сезонной динамики декадного дефицита водопотребления сельскохозяйственных культур; проектной сезонной динамики дефицита водопотребления культур, соответствующей заданной обеспеченности. Программный комплекс подготовлен авторами для ЭВМ ЕС-1033 на алгоритмическом языке ФОРТРАН. Общий объем комплекса составляет около 3 тыс. операторов.

Каждому элементу структуры программного обеспечения соответствует элемент программного комплекса (подпрограмма). Дополнительно к программному комплексу подключены не отраженные в структуре подпрограммы перекодировок и преобразования данных, а также подпрограмма координатного чтения-записи набора данных на устройстве прямого доступа.

Программный комплекс предназначен для автоматизированного решения на ЭВМ следующих задач: оперативного планирования режимов орошения, оперативного прогнозирования динамики влагозапасов, определения биологически оптимальных сроков и норм поливов, построения укомплектованных планов-графиков поливов, оптимизации графиков поливов при недостаточных ресурсах, подготовки отчетности о ходе орошения.

Разработанная технология позволяет рассчитать режимы увлажнения на основе информации о гидрометеорологической обстановке:

- фактическая метеоинформация;
- прогнозная метеоинформация;
- выдача рекомендаций по проектным режимам орошения.

ВНИИ «Радуга» (автор Г.В. Ольгаренко и др.) [6, 9, 10]. Разработанная ВНИИ «Радуга» информационно-советующая система рассчитывает рациональные нормы водопотребления с использованием компьютерных моделей при дифференциации коэффициентов, параметров и констант, входящих в математические зависимости, что обеспечивает отражение динамики внутригодового распределения гидрометеорологических факторов, вероятностный характер процессов, протекающих в агробиоценозах.

Основные блоки ИСС:

- блок анализа текущего состояния агроценозов;
- блок сбора и обработки фактической и прогнозной метеоинформации;
- блок расчета оперативного планирования поливов (наличие компьютера и программного обеспечения);
- блок выдачи рекомендаций.

Для расчетов режимов орошения по методике ВНИИ «Радуга» разработаны и зарегистрированы компьютерные программы и база данных.

Рабочей программой для расчетов является программа ROCK.xls с использованием базы данных:

- ROCK.xls «Расчет параметров режимов орошения сельскохозяйственных культур». Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2004610996 от 22 апреля 2004 г.;

- БД МЕТЕОИНФОРМАЦИЯ. Свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2006620309 от 6 октября 2006 г.;

- «Расчет динамики агроклиматических ресурсов и их регулирования». Свидетельство об официальной регистрации № 2009610137 от 11 января 2009 г.;

- Zap.Data «Формирование БД метеоинформации для корректировки режимов орошения и оперативного планирования». Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2012610821 от 18 января 2012 г. [9].

Разработанная информационная технология планирования водопользования внедрена в хозяйствах, расположенных как на территории Миусской оросительной системы, так и в хозяйствах, осуществляющих забор воды на орошение из местных водных источников Неклиновского района Ростовской области на площади 8047 га, что обеспечило рациональное использование энергетических и трудовых ресурсов, повышение оперативности и качества принимаемых решений.

Описание программного обеспечения ИСС «Климат – орошение»

Информационно-советующие системы вырабатывают информацию, которая принимается человеком к сведению и не превращается немедленно в серию конкретных действий.

ИСС «Климат – орошение» представляет собой программно-аппаратный комплекс для расчета влияния изменения климата за длительный период на гидротермические показатели и определения потребности в орошении земель в различных агроклиматических условиях РФ.

Для разработки информационно-советующей системы «Климат – орошение» использовались язык программирования Visual Basic for Applications (VBA) и офисный пакет приложений Microsoft Office.

Основываясь на классификации информационных систем по характеру использования информации, ИСС «Климат – орошение» следует относить к типу информационно-решающих систем. Данный тип информационных систем предназначен для осуществления операций по переработке информации по определенному алгоритму, оценке степени воздействия выработанной результатной информации на процесс принятия решений.

Функциональное назначение

ИСС «Климат – орошение» предназначена для решения задач, связанных с оценкой влияния изменения климата на потребность в орошении земель в различных агроклиматических условиях РФ.

Она позволяет получать исходные данные, проводить их обработку, анализ, расчет показателей и подготовку полученных на основе моделирования результатов для обоснования наиболее эффективного варианта развития орошения в том или ином регионе европейской части РФ.

ИСС «Климат – орошение» дает возможность выполнить прогноз изменения метеорологических параметров при использовании моделирования их внутригодового и среднесуточного распределения и оценить их изменчивость в многолетнем периоде.

Программа ИСС «Климат – орошение» позволяет пользователю осуществлять следующие функции.

1. На основе расчета гидротермических показателей определять тенденции изменения климата в части:

- роста или понижения температуры воздуха (средней за год, за холодный и теплый периоды наблюдений);
- роста или понижения количества выпадающих осадков (сумма за год, за холодный и теплый периоды);
- вероятностных климатических характеристик и возможных климатических ситуаций за выбранный период времени;
- роста или понижения температуры воздуха и количества осадков за вегетационный период;
- вероятностных климатических характеристик вегетационных периодов;
- тепло-влагообеспеченности.

2. На основе гидротермической оценки климата определять потребность в гидромелиорации.

3. Представлять значения, полученные в результате анализа и обработки данных, связанных с изменением климата, для определения потребности в орошении, в табличной и графической форме.

Используемые технические средства

Приложение эксплуатируется на персональном компьютере типа IBM PC.

Система реализована для персональных компьютеров со следующим набором периферийных устройств: принтера, дисплея с платой адаптера SVGA, накопителя на жестком диске объемом не менее 500 Гб. Необходимая оперативная память – не менее 2048 Мб, минимальный объем свободной оперативной памяти – 256 Мб.

Для работы в диалоговом режиме используется экран дисплея, клавиатура и манипулятор типа «мышь». Входные и выходные данные хранятся на жестком диске ПК либо на любом запоминающем устройстве.

ИСС «Климат – орошение» работает под управлением операционной системы MS Windows 7 и выше.

Инструкция пользователя

Автоматизированная информационная система по расчету влияния изменения климата за длительный период на гидротермические показатели и определению потребности в орошении земель в различных агроклиматических условиях РФ работает на базе табличного процессора Microsoft Excel и имеет возможность изменений пользователем входных данных.

На современном этапе развития информационных технологий основным и наиболее популярным инструментом специалиста, занимающегося гидротехническими расчетами, является табличный процессор MS Excel.

Данная компьютерная программа позволяет провести и автоматизировать расчеты при работе с большими массивами данных без особых знаний по программированию, имея практические навыки использования табличного процессора MS Excel на уровне пользователя.

Алгоритм работы с программой ИСС «Климат – орошение»

Процесс работы с системой делится на несколько этапов.

1. Запуск приложения.
2. Работа с главным меню приложения.
3. Оценка и анализ полученных результатов.
4. Формирование и печать отчетов за необходимый период.
5. Ввод новых данных (при необходимости).
6. Корректировка данных (при необходимости).
7. Выполнение повторных расчетов.
8. Сохранение полученных данных и выход из программы.

Работа с программой начинается с титульной заставки, где представлены сведения о заказчике и исполнителе гранта. Для начала работы необходимо выбрать команду «Перейти к информационно-советующей системе».

На втором экране в форме показаны основные виды работ, которые можно выполнить с помощью программы.

Работа начинается с выбора метеостанции, находящейся в базе данных. Если есть необходимость работать с метеостанцией, которая отсутствует в базе программы, то можно ввести данные по этой новой метеостанции. Если необходимо продлить базу данных по существующей метеостанции, то используется опция «Корректировка данных по имеющимся метеостанциям» (рис. 1).

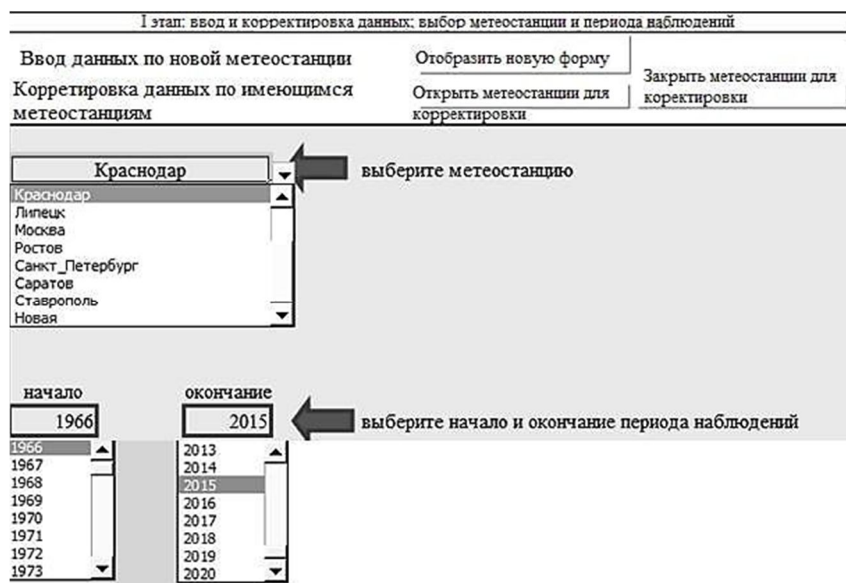


Рис. 1. Экранная форма выбора метеостанции и периода наблюдений

По принятой метеостанции следует выбрать начальный и конечный годы расчетов.

После этого можно переходить непосредственно к расчетам. Программа на выбор предлагает решение трех задач:

- 1) анализ климата за выбранный период (среднегодовые значения, значения за холодный и теплый периоды);
- 2) анализ климата за вегетационный период;
- 3) гидротермическая оценка климата и определение потребности в гидромелиорации.

Далее, используя метеоданные за предыдущие годы, производятся ретроспективный анализ и прогнозные расчеты метеорологических процессов, моделируются вероятные климатические ситуации за выбранный срок. Для этого следует выбрать интересные расчеты из перечисленных видов работ и форму представления расчетных данных – табличную или графическую.

После выбора формы представления расчетных данных возможен переход к листу таблицы или листу с графиками (рис. 2, 3).

На рисунке 2 приведен фрагмент анализа климатических параметров: колебания суммы осадков за многолетний период незначительны, в целом же процесс изменения осадков устойчив.

Аналогичный анализ может быть выполнен для суммы осадков и температуры воздуха за холодный и теплый периоды.

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ	
АНАЛИЗ КЛИМАТА ПО МЕТЕОСТАНЦИИ	Краснодар с 1966 по 2015
2.4. Тренд, коэффициент вариации (осадки, год)	
тренд	тренд уменьшается
вывод	тенденция уменьшения количества выпадающих осадков
коэффициент вариации	0,18
вывод	процесс устойчивый
2.5. Тренд, коэффициент вариации (осадки, холодный период)	
тренд	тенденция роста количества выпадающих осадков
вывод	процесс устойчивый
коэффициент вариации	0,26
вывод	процесс устойчивый
2.6. Тренд, коэффициент вариации (осадки, теплый период)	
тренд	тренд уменьшается
вывод	тенденция уменьшения количества выпадающих осадков
коэффициент вариации	0,25
вывод	процесс устойчивый

Рис. 2. Табличная форма расчетных данных

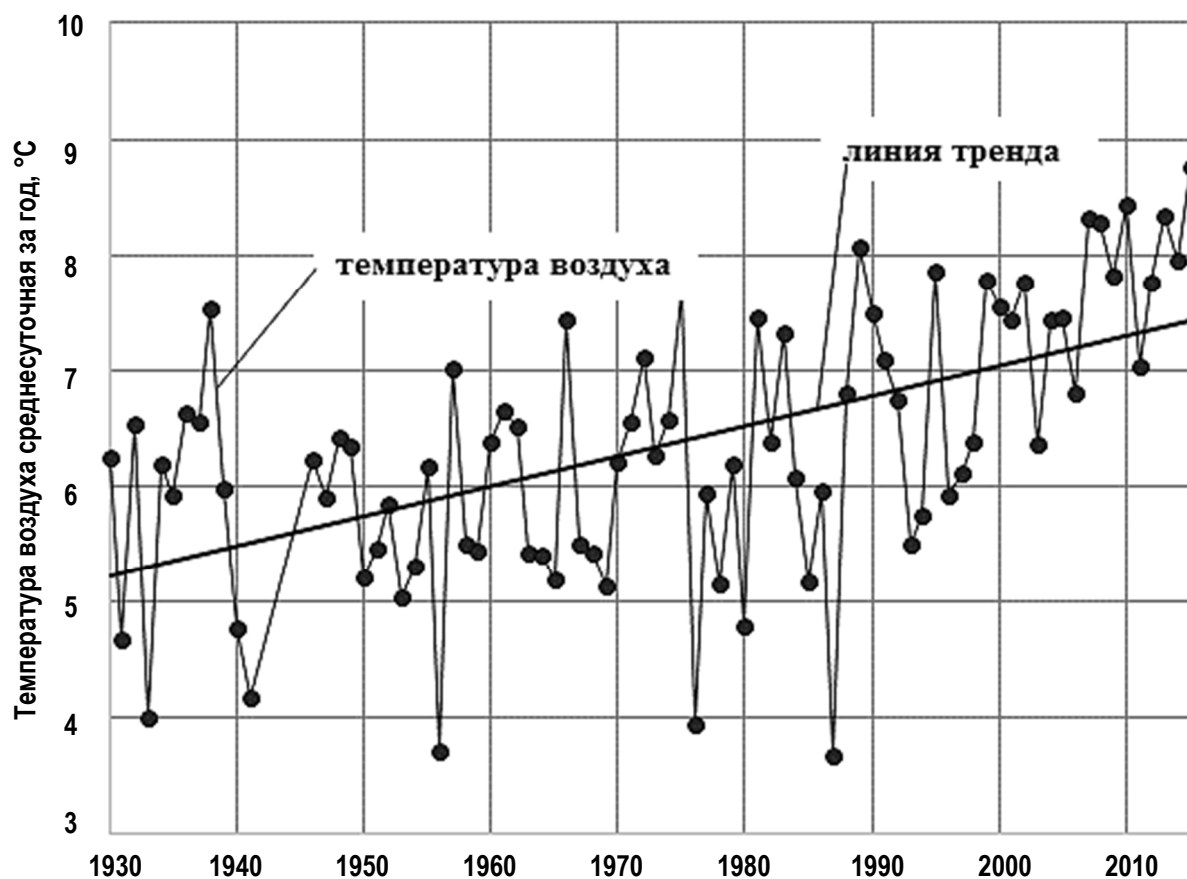


Рис. 3. Сводная экранная графическая форма выходной информации. Графики колебаний метеорологических параметров за выбранный срок и тенденции за этот период

На рисунке 3 приведена сводная экранная графическая форма выходной информации. Линии тренда указывают на прогноз уменьшения или увеличения температуры воздуха или суммы осадков в среднем за год. Таких графиков программа предлагает шесть. Три из них представляют собой графики изменений климата по многолетним рядам среднесуточной температуры за год, за холодный и теплый периоды. Три других показывают колебания многолетних данных суммы осадков также за год, холодный и теплый периоды.

Далее по аналогичным показателям проводится анализ многолетних данных за вегетационный период, оценивается вероятность появления различных климатических ситуаций. По данным расчетов строятся графики и заполняется таблица.

Заканчивается анализ климата таблицей, где приведены вероятностные ситуации климатических условий на вегетационный период (например: сухой и жаркий год; прохладный и влажный и т. д.).

Третья задача связана с определением гидротермических условий климата за многолетний период и оценкой потребности в гидромелиорации (орошении). Для этого используется расчет гидротермических условий по гидротермическому коэффициенту (ГТК) [7, 13, 14].

На рисунке 4 представлена шкала гидротермического коэффициента, где указаны мероприятия, соответствующие условиям увлажнения по ГТК, и количество лет, которые соответствуют этим мероприятиям. Ниже приводятся рекомендации для этих лет.

ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТА. ПОТРЕБНОСТЬ В ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯХ					
Условия по увлажнению	Мелиоративные мероприятия	ГТК		P%, лет	Кол-во лет
		границы			
Избыточно влажные	Осушение	Более	1,7		
Влажные	Агротехника	1,7	1,3	29	29
Слабо засушливые	Влагосберегающая агротехника	1,3	1,0	59	30
Засушливые	Выборочное орошение	1,0	0,7	71	12
Очень засушливые	Постоянное орошение	0,7	0,4	100	29
Всего, лет					100

В зависимости от складывающихся ситуаций по тепло- и влагообеспеченности данной территории необходимо учитывать для каждого интервала определенные особенности ведения отрасли растениеводства: возделывать соответствующие сорта, адаптировать агротехнологии, подбирать меры и средства защиты растений от болезней и вредителей. Особое внимание при повышенной влажности следует обратить на обработку почвы для исключения ее переуплотнения, подбирать соответствующие сельскохозяйственные машины и агрегаты

Рис. 4. Экранная форма расчета потребности в гидромелиорации

Для наглядности на рисунке 5 представлена графическая форма продолжительности различных гидромелиоративных мероприятий, из которых два последних относятся к орошению.

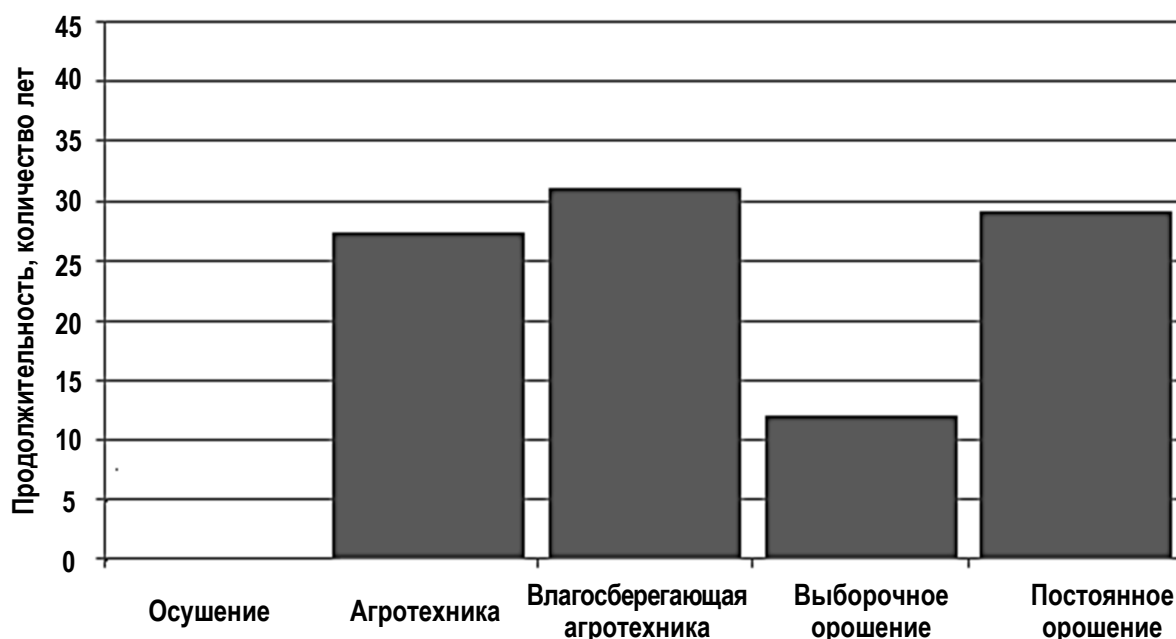


Рис. 5. Временная оценка продолжительности гидромелиоративных мероприятий по данным выбранной метеостанции

После внесения изменений в имеющиеся данные при необходимости (для выполнения расчетов по обновленным данным) повторить этапы 1 и 2.

По окончании выполнения всех вычислений следует выбрать команды «Сохранить» и «Выйти из программы».

Все экранные формы, а также любой фрагмент таблицы базы данных могут быть распечатаны на бумажном носителе.

Для верификации программы собрана база метеорологических данных по 13 метеостанциям европейской части России, имеющим наблюдения за многолетний период – от 50 до 83 лет. Программа позволяет ввести анализ и оценку для различного количества лет – от 5 и до 83. Она имеет выходные формы результатов, которые можно распечатать. Для анализа доступны промежуточные формы с различным цифровым материалом.

Библиографический список

1. Автоматизированная информационно-советующая система оперативного планирования орошения / В.П. Остапчик, В.А. Костромин, К.О. Венкель, Х.В. Майе // Гидротехника и мелиорация. – 1981. – № 3. – С. 60–65.
2. Брыль С.В. Информационная технология планирования поливов сельскохозяйственных культур : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 06.01.02 / С.В. Брыль. – Москва, 2009. – 27 с.
3. Инструкция по обеспечению функционирования информационно-советующей системы оперативного планирования орошения / В.П. Остапчик, В.А. Костромин, М.К. Генерозов, Л.А. Филиппенко, Е.А. Тарасенко – Киев : УкрНИИГиМ, 1982. – 119 с.
4. Информационно-советующая система управления орошением / под ред. В.П. Остапчика. – Киев : Урожай, 1989. – 248 с.
5. Капустина Т.А. Формирование информационной технологии планирования поливов сельскохозяйственных культур как основы ресурсо-энергосберегающего орошаемого земледелия / Т.А. Капустина, А.И. Бочкарева, С.В. Брыль // Сб. науч. докл. «Информационные технологии». – Коломна : ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2010. – С. 430–435.
6. Ольгаренко И.В. Программное обеспечение процесса планирования водопользования на оросительных системах / И.В. Ольгаренко, В.И. Селюков // Природообустройство. – 2011. – № 4. – С. 38–40.
7. Радцевич Г.А. Пути оптимизации водного режима агроэкосистем в условиях меняющегося климата лесостепной зоны Воронежской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 03.00.16 / Г.А. Радцевич. – Воронеж, 2004. – 26 с.
8. Росс С.С. Автоматизированная система управления (АСУ) сельскохозяйственных полей / С.С. Росс // Современные проблемы гидрологии орошаемых земель. – Москва : МГУ, 1981. – Ч. 1. – С. 141–157.
9. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения : справочник ; под ред. Г.В. Ольгаренко. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010616506 Российская Федерация, «Расчет плана водопользования на государственных оросительных системах («PlanVP.exe»)» от 01.10.2010 / В.И. Ольгаренко, И.В. Ольгаренко, В.И. Селюков, Г.Т. Балакай, Г.А. Сенчуков.

11. Сиротенко О.Д. Имитационная система климат – урожай СССР / О.Д. Сиротенко // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 4. – С. 67–73.
12. Фазлиев А.З. Информационные ресурсы и Интернет-технологии для наук об окружающей среде / А.З. Фазлиев // Вычислительные технологии. – 2000. – Т. 9, Ч. 1. – С. 11–21.
13. Черемисинов А.А. Потребность в гидромелиорациях на основе оценки атмосферного увлажнения / А.А. Черемисинов. // Вестник Воронежского отделения Русского географического общества. – 2010. – Т. 10. – С. 119–123.
14. Черемисинов А.Ю. Определение потребности в гидромелиорации на основе оценки атмосферного увлажнения / А.Ю. Черемисинов, А.А. Черемисинов, В.Д. Красов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2012. – № 2. – С. 70–75.
15. Щербина И.В. Применение информационных технологий для оценки регионального природно-ресурсного потенциала тепло-влагообеспеченности земледельческих территорий агроландшафтов России / И.В. Щербина // Новые технологии и экологическая безопасность в мелиорации : сборник научных докладов 5-й Всерос. конференции молодых ученых и специалистов. – Коломна : ФГНУ «ВНИИ «Радуга», 2008. – С. 201–205.
16. Foreca.ru : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.foreca.ru> (дата обращения: 12.12.2017).
17. Gismeteo.ru : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gismeteo.ru> (дата обращения: 12.12.2017).
18. Intellicast.com : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intellicast.com> (дата обращения: 12.12.2017).
19. Meteoinfo.ru : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meteoinfo.ru> (дата обращения: 12.12.2017).
20. Meteoweb.ru : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteoweb.ru> (дата обращения: 12.12.2017).
21. Pogoda.yandex.ru : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/pogoda> (дата обращения: 12.12.2017).
22. Weather.com : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://weather.com/weather> (дата обращения: 12.12.2017).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Андрей Александрович Черемисинов – кандидат экономических наук, доцент кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: achery@mail.ru.

Галина Аркадьевна Радцевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: g.a.radcevich@yandex.ru.

Александр Юрьевич Черемисинов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: melioal@mail.ru.

Александр Александрович Толстых – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: iomas@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 16.09.2018

Дата принятия к печати 28.11.2018

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Andrey A. Cheremisinov – Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Land Reclamation, Water Supply and Geodesy, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: achery@mail.ru.

Galina A. Radtsevich – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Land Reclamation, Water Supply and Geodesy, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: g.a.radcevich@yandex.ru.

Alexander Yu. Cheremisinov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Land Reclamation, Water Supply and Geodesy Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: melioal@mail.ru.

Alexander A. Tolstykh – Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: iomas@agroeco.vsau.ru.

Received September 16, 2018

Accepted November 28, 2018