

**Федеральное агентство научных организаций
ФГБНУ Ставропольский НИИСХ**

**Методические рекомендации по использованию
ИАС «АГРО-КЛИМАТ»**

Михайловск 2017

УДК 551.5:004.4:631.1

Антонов С.А. Методические рекомендации по использованию ИАС «АГРО-КЛИМАТ». - Михайловск: ФГБНУ Ставропольский НИИСХ, 2017. - 40 с.

В рекомендациях представлены характеристика и структура информационно-аналитической системы «АГРО-КЛИМАТ», а также даны инструкции работы с подсистемами ИАС.

Рекомендации предназначены для обучения пользователей информационно-аналитической системы. В качестве тестовых данных использованы агроклиматические показатели Ставропольского края.

©ФГБНУ Ставропольский НИИСХ ФАНО России
©Авторы: С.А.Антонов

Оглавление

Введение	4
Информационная основа и структура ИАС «АГРО-КЛИМАТ»	5
Порядок и методика работы	7
<i>Доступ к системе</i>	7
<i>Регистрация</i>	7
<i>Переход к подсистемам</i>	8
<i>Модуль статистика</i>	10
<i>Подсистема анализа отклонений и динамики температуры воздуха</i>	11
<i>Подсистема анализа отклонений и динамики количества осадков</i>	15
<i>Подсистема анализа и визуализации гидротермического коэффициента</i>	18
<i>Подсистема построения климатодиаграмм Вальтера</i>	20
<i>Подсистема анализа и визуализации динамики климатически обусловленного количества чистых паров</i>	21
<i>Подсистема анализа и визуализации динамики биоклиматического потенциала</i>	22
<i>Подсистема анализа и визуализации динамики континентальности</i>	24
<i>Подсистема анализа и визуализации динамики агроклиматических условий возделывания</i>	
<i>озимая пшеница</i>	26
<i>ранние яровые колосовые</i>	28
<i>подсолнечник</i>	29
<i>кукуруза</i>	32
<i>Подсистема поиска годов-аналогов по температуре, осадкам и индексу аридности</i>	34
Список цитируемых в методических рекомендациях источников	36
Приложение 1	38

Введение

Информационно-аналитическая система «АГРО-КЛИМАТ» разработана в рамках плана Государственным контрактом № 118/17 в части разработки и внедрения модуля «Агроклиматические ресурсы» геоинформационной системы «Распределение земель сельскохозяйственного назначения в Ставропольском крае», установленной в министерстве сельского хозяйства Ставропольского края, для обеспечения государственных нужд Ставропольского края.

Эффективность научного анализа агроклиматических данных в условиях нарастающего информационного кризиса напрямую зависит от уровня автоматизации этого процесса. Сетевые технологии (интернет, интранет) дают ученым и практикам уникальный инструмент доступа к необходимым сведениям, позволяют существенно сократить ресурсы, необходимые для поиска и обработки информации. Имеющийся интернет-контент климатических данных с каждым годом расширяется, прежде всего, к сожалению, за счет зарубежных ресурсов, таких как RETScreen, (Natural Resources Canada, 2017), Crop Explorer (Foreign Agricultural Service USDA, 2017) и др. Среди отечественных – можно выделить CliWare (Росгидромет, 2017), данные текущей погоды и их архив (Официальный сайт Гидрометцентра России, 2017). Возможности упомянутых ресурсов не вполне удовлетворяют запросам специалистов, как по объему доступной информации, так и по возможностям графической визуализации и анализа климатических данных, в частности по Ставропольскому краю.

Целью разработанной информационно-аналитической системы «АГРО-КЛИМАТ» является автоматизация доступа специалистов к сведениям по основным климатическим показателям территории Ставропольского края (температура, осадки), а также комплексу производных агроклиматических показателей и создание универсального аналитического сетевого инструментария оценки климатического потенциала территории края для оптимизации технологий возделывания различных сельскохозяйственных культур.

При использовании материалов ИАС обязательно цитирование:

Информационно-аналитическая система «Агроклиматический потенциал Ставропольского края»/С.А.Антонов, Л.И.Желнакова, О.В. Петин. – Электронный ресурс. – Михайловск: ГНУ Ставропольский НИИСХ Россельхозакадемии, 2010. Режим доступа: <http://climate.sniish.ru/mshsk/> Загл. с экрана. Дата доступа: 07.07.2017

Информационная основа и структура ИАС «АГРО-КЛИМАТ»

Информационной основой ИАС является база данных среднедекадных (апрель-октябрь) и среднемесячных показателей температур и осадков, сформированная на основе данных «Ставропольского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» по 16 метеостанциям края (рис.1) за период с 1961г. по настоящее время.

Разработка АИС осуществлялась с применением свободно распространяемого программного обеспечения, а также программного обеспечения с открытым кодом. База данных хранится на сетевом ресурсе ФГБНУ Ставропольский НИИСХ, в качестве системы управления базами данных используется MySQL (<http://ru.wikipedia.org/wiki/MySQL>). База данных работает в многопользовательском режиме с использованием технологии клиент-сервер, данные, передаваемые в Web-интерфейс должны формироваться веб-приложениями на стороне сервера.



Рисунок 1. Метеостанции Ставропольского края

В качестве веб-сервера был использован Apache, с возможностью работы на отдельном выделенном сервере. Клиентская часть: web – браузер (Internet Explorer или Google Chrome). Взаимодействие с ИАС организовано при помощи современных языков разметки и программирования: HTML5, CSS3, JavaScript, PHP, Bootstrap. Программное обеспечение предоставляет возможность одновременной работы с данными системы нескольких пользователей, с применением сетевых протоколов. ИАС имеет возможность последующего наращивания функционала за счет разработки и добавления новых функциональных компонентов.

ИАС состоит из нескольких подсистем (рис. 2), предназначенных для решения широкого спектра задач визуализации и анализа климатических данных.

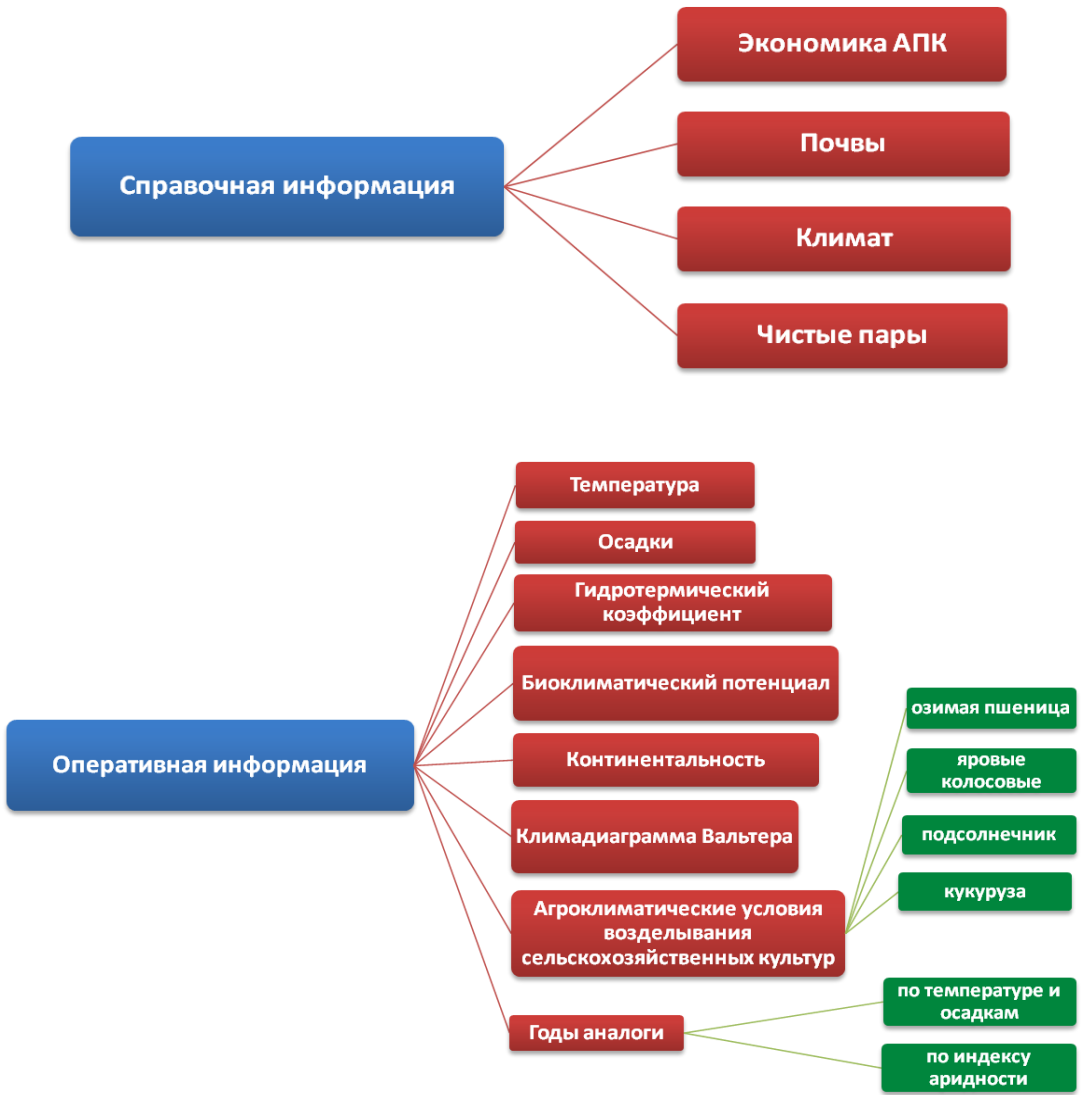


Рисунок 2. Структура ИАС

Порядок и методика работы

Доступ к системе

Доступ в систему осуществляется через официальный сайт ФГБНУ Ставропольский НИИСХ ФАНО России (рис. 3) (<http://climate.sniish.ru>), вход - для зарегистрированных пользователей.

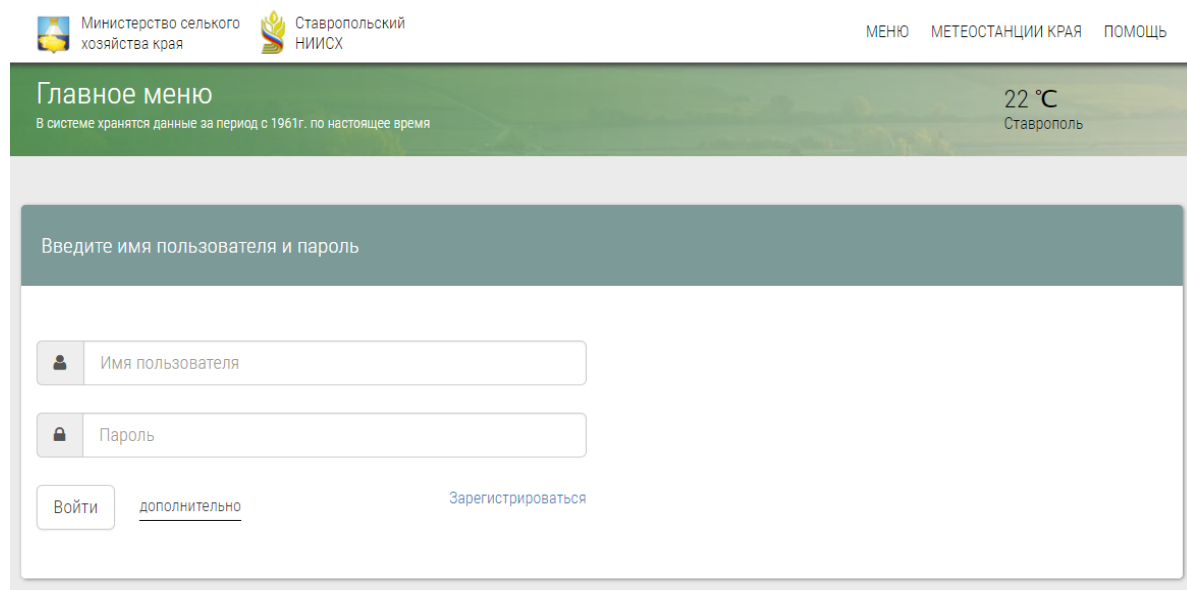


Рисунок 3. Форма входа в ИАС

Регистрация

Регистрация в системе осуществляется в 3 шага.

Шаг 1. Вход в подсистему регистрации по гиперссылке «Зарегистрироваться».

Шаг 2. Заполнение регистрационной формы (рис. 4). Необходимо заполнить поля: Имя пользователя - логин (не менее 4-х символов), пароль, фамилию, имя, отчество, адрес электронной почты (e-mail), название организации, цель использования ресурса, сайт организации, контрольная информация, полученная на основе системы идентификации человека, посредством использования автоматизированного публичного теста Тьюринга для различения компьютеров и людей.

Шаг 3. Отправить заявку на регистрацию нажатием кнопки «Зарегистрироваться».

Если Вы заполнили все поля корректной информацией, то регистрация пройдет в течение 1 минуты. Процедура регистрации создана для мониторинга пользовательской аудитории. Личные данные пользователей являются конфиденциальными и не будут переданы третьим лицам. Правовые вопросы использования системы представлены в лицензионном соглашении, с которым соглашается пользователь при регистрации в системе (Приложение 1).

Обязательные поля отмечены *

Информация о пользователе

Место работы/учебы

Логин *:

например: agronom

Пароль *:

подсказка: не используйте простой пароль

Повторите пароль *:

подсказка: не используйте простой пароль

ФИО *:

например: Иванов Иван Иванович

E-mail *:

например: test@gmail.com

Название организации *:

например: СНИИСХ

Сайт организации:


например: sniish.ru

Цель использования *:

Учебная деятельность

Напечатайте цифрами ответ, сколько будет три плюс 5 *:

☐ Я не робот


reCAPTCHA
Конфиденциальность - Условия использования

Зарегистрироваться

Нажимая на кнопку зарегистрироваться вы принимаете условия [лицензионного соглашения](#)

Рисунок 4. Форма регистрации в ИАС

Переход к подсистемам

Переход к различным подсистемам может осуществляться при помощи главного меню системы (рис. 5).

Модуль статистики

Модули, в которых проводится анализ динамики различных показателей, содержат возможность расчета следующих статистических показателей:

- среднее арифметическое
- ошибка среднего
- стандартное отклонение
- дисперсия
- коэффициент вариации
- коэффициент корреляции (год-показатель)
- уравнение регрессии

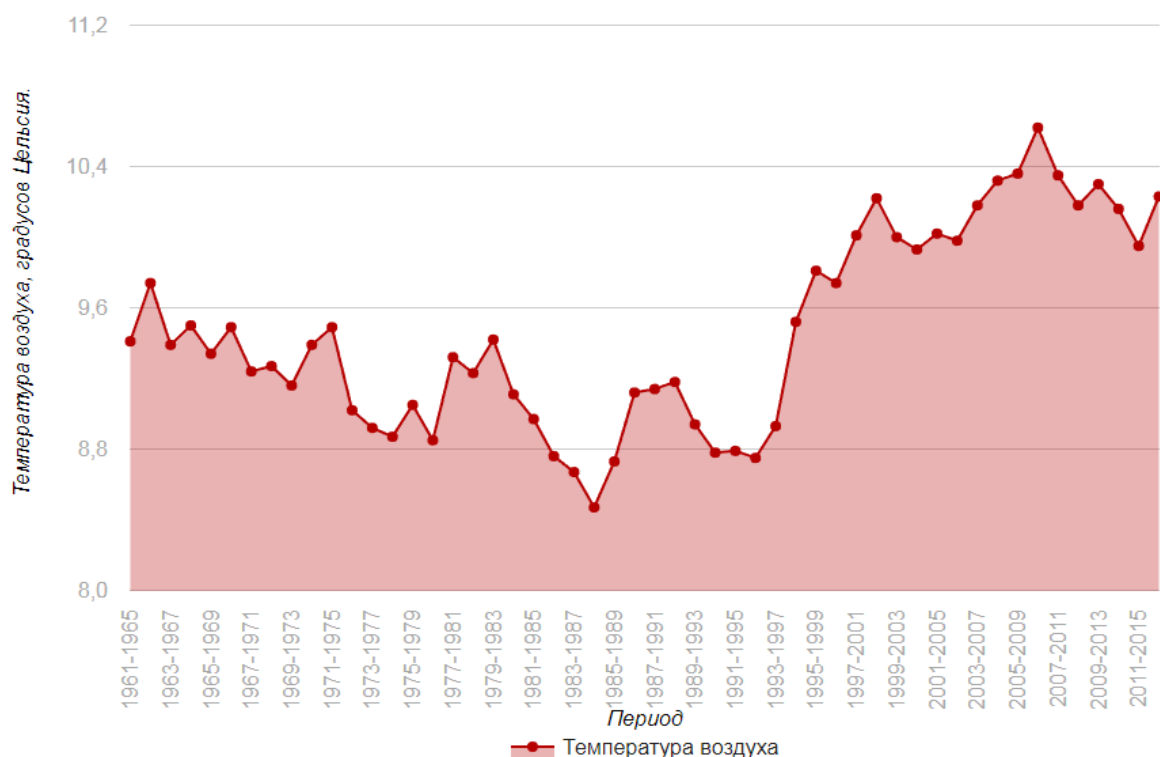
Пример.

Проведем анализ динамики годовой температуры воздуха по метеостанции Ставрополь по скользящим 5 летним значениям. В результате работы модуля статистики среднее арифметическое скользящих 5-летних годовой температуры с 1961г. по 2016г. составляет **9,47°C**; ошибка среднего **0,08°C**; стандартное отклонение **0,56°C**, дисперсия 0,31; коэффициент вариации **5,9%**; коэффициент корреляции (номер года - годовая температура) **0,61** (*что свидетельствует о наличии восходящего тренда годовой температуры*); уравнение регрессии $y = 0,022 \cdot x + 8,892$, где x – номер года (1961 – 1, 2017 – 57), коэффициент аппроксимации **0,3721**.

Анализ вероятности превышения годовой температуры воздуха **10°C** в 2013-2017гг. составляет **17%** (рис. 6).

Модуль статистики имеет важное практическое значение, т.к. позволяет более детально анализировать данные с использованием статистических методов.

Динамика температуры воздуха. Метеостанция: Ставрополь (скользящие 5 летние значения)



Статистика

Среднее арифметическое: 9.47

Ошибка среднего: 0.08

Стандартное отклонение: 0.56

Дисперсия: 0.31

Коэффициент вариации: 5.9%

Коэффициент корреляции (год-осадки): 0.61

Уравнение регрессии: $y = 0.022 \cdot x + 8.892$ Коэффициент аппроксимации = 0.3721

x - номер года; 1961 год - x = 1; 2012 год - x = 52.

Вероятность значения 10 или выше составляет: 17%

Вероятность значения ниже 10 составляет: 83%

Рисунок 6. Пример работы модуля статистики

Подсистема анализа отклонений и динамики температуры воздуха

Анализ отклонений температуры воздуха

Подсистема позволяет (1) сравнивать среднемесячные показатели температуры воздуха как в пространственном (любая метеостанция края и в среднем по краю), так и во временном контекстах (отдельный год с 1961 по сегодняшний день, различные по протяженности периоды); (2) визуализировать результаты запросов в виде годовых графиков.

Интерфейс ввода условий задачи состоит из двух блоков (рис. 7): Анализируемый период (Какой пункт : год/период сравнивать?) и базовый период (С каким пунктом : годом/периодом сравнивать?). После ввода всех условий задачи необходимо нажать кнопку «Показать» для визуализации результата запроса (рис. 8).

Анализ отклонения температуры воздуха по отдельным годам или периодам

Базовый период	Анализируемый период
Выберите метеостанцию : Александровское	Выберите метеостанцию : Александровское
Период: например: 2000 или 1995-2005	Период: например: 2000 или 1995-2005
<input type="button" value="Показать"/>	

В базе данных содержится информация по всем действующим метеостанциям Ставропольского края за период 1961г. по настоящее время

Рисунок 7 – Интерфейс ввода условий задачи анализа показателей температуры воздуха

Автоматически построенный график температуры воздуха содержит две температурные кривые. Красным цветом обозначена температурная кривая анализируемого периода, зеленым – базового. На графике также показаны среднегодовые температуры исследуемых периодов. При наведении на точку любого месяца показывается подробная информация о температуре данного месяца и ее отклонении от базового/анализируемого периода.



Используемые обозначения:

- - Температура базового периода: Ставропольский край, 1961-1990 гг.
- - Температура анализируемого периода: Ставропольский край, 2016 г.
- - Средняя температура базового периода: Ставропольский край, 1961-1990 гг.
- - Средняя температура анализируемого периода: Ставропольский край, 2016 г.

Рисунок 8. График среднемесячных температур

Ниже графика даны условные обозначения, позволяющие легко интерпретировать представленный аналитический материал.

Анализ динамики температуры воздуха

Подсистема позволяет анализировать скользящие значения температуры воздуха по любой метеостанции края по различным периодам года (отдельные месяцы, или их сочетание). Результат запроса представлен в виде графика.

Интерфейс динамики температуры воздуха содержит (рис. 9) выбор метеостанций, выбор необходимого месяца и выбор периода (по которому будут рассчитаны скользящие значения). В данный раздел включен модуль статистики, который позволяет проводить статистическую обработку данных и прогнозировать значения (см. выше модуль *Статистика* стр. 10). Для расчета вероятности достижения определенных значений используется специальное поле. После ввода

всех условий задачи необходимо нажать кнопку «Показать» для визуализации результата запроса.

Динамика температуры воздуха

Выберите метеостанцию :

Александровское

Выберите месяц :

Январь

Февраль

Март

Апрель

Май

Июнь

Июль

Август

Сентябрь

Октябрь

Ноябрь

Декабрь

Выделить/Снять выделение

Выделить все

Период по которому будут рассчитаны скользящие значения:

например: 10. В результате будет построен график 10 летних скользящих значений.

Прогнозируемое значение температуры воздуха:

например: 10,5

Показать

В базе данных содержится информация по всем действующим метеостанциям Ставропольского края за период с 1961г. по настоящее время

Рисунок 9. Интерфейс ввода условий задачи анализа динамики температуры воздуха

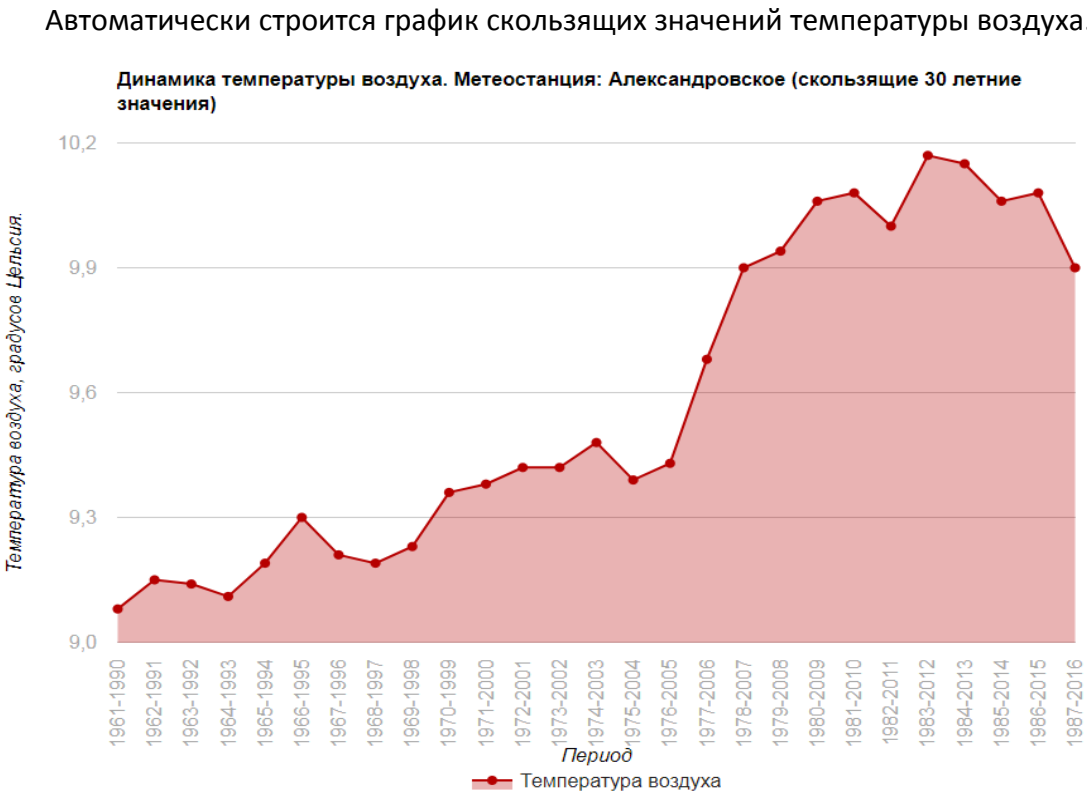


Рисунок 10. График динамики температуры воздуха

Подсистема анализа отклонений и динамики количества осадков

Анализ отклонений влагообеспеченности

В системе реализована возможность анализа месячного количества осадков по схеме аналогичной анализу температур, используя пространственный и временной контекст. Ввод условий задачи аналогичен описанному в разделе подсистемы «Анализ отклонений температуры воздуха» (рис. 11).

Анализ отклонения осадков по отдельным годам или периодам

Базовый период

Выберите метеостанцию :

Александровское

Период:

например: 2000 или 1995-2005

Показать

Анализируемый период

Выберите метеостанцию :

Александровское

Период:

например: 2000 или 1995-2005

В базе данных содержится информация по всем действующим метеостанциям Ставропольского края за период 1961г. по настоящее время

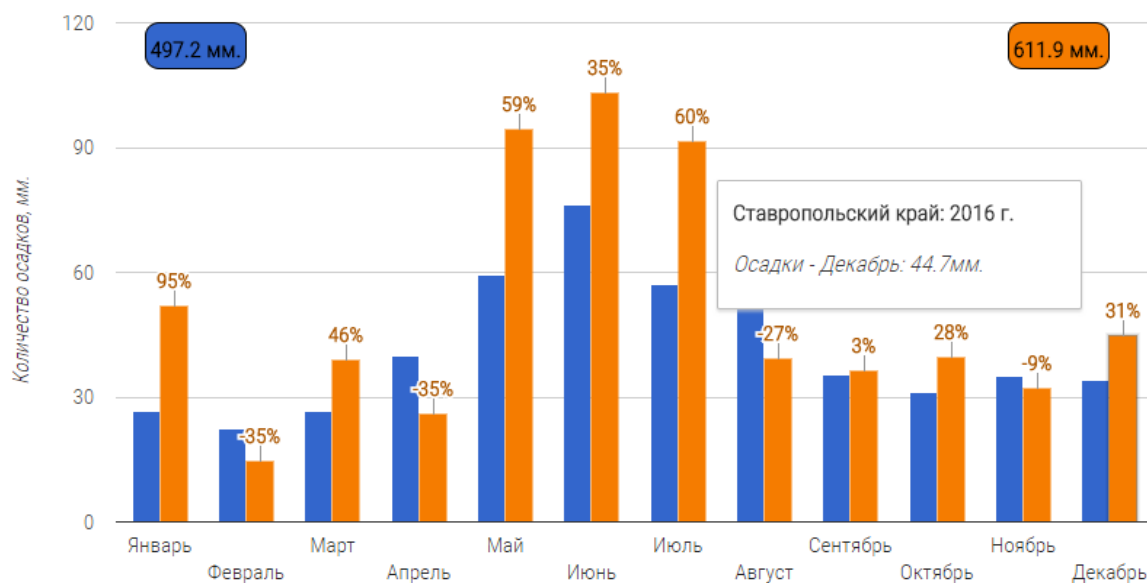
Рисунок 11. Интерфейс ввода условий задачи анализа количества осадков

В результате работы системы будут построены 2 графика.

На рисунке 12 показан первый график, построенный системой – результат выполнения запроса. На данном графике показана сравнительная характеристика выбранных периодов. Отклонения представлены в процентах, также показано суммарное количество осадков выбранных периодов. Ниже графика представлены условные обозначения, которые позволяют легко интерпретировать изображенные на графике данные.

На рисунке 13 показан второй график, построенный системой – результат выполнения запроса. На этом графике осадки показаны нарастающим итогом.

Осадки: Ставропольский край 1961-1990 гг. в сравнении с Ставропольский край 2016 г.



Используемые обозначения:

- - Осадки метеостанция Ставропольский край, 1961-1990 гг.
- - Осадки метеостанция Ставропольский край, 2016 г.
- - Суммарное количество Ставропольский край, 1961-1990 гг.
- - суммарное количество осадков Ставропольский край, 2016 г.

Рисунок 12. График сравнения месячного количества осадков

Осадки: Ставропольский край 1961-1990 гг. в сравнении с Ставропольский край 2016 г.

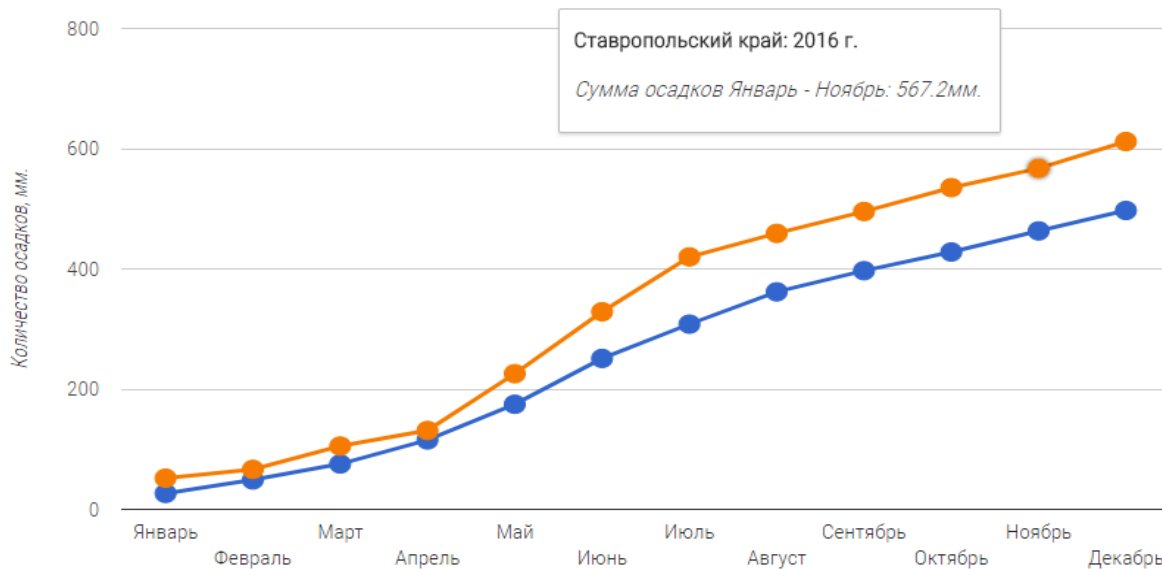


Рисунок 13. График месячного количества осадков (представлен нарастающим итогом)

Анализ динамики влагообеспеченности

Подсистема позволяет провести анализ динамики влагообеспеченности по метеостанциям края по различным периодам года (отдельные месяцы, или их сочетание). Результат запроса представлен в виде графика. Ввод условий задачи аналогичен описанному в разделе подсистемы «Анализ динамики температуры воздуха» (рис. 14). В данный раздел включен модуль статистики, который позволяет проводить статистическую обработку данных и прогнозировать значения (см. выше модуль Статистика стр. 10). Для расчета вероятности достижения определенных значений используется специальное поле. После ввода всех условий задачи необходимо нажать кнопку «Показать» для визуализации результата запроса.

Анализ динамики осадков

Выберите метеостанцию :

Александровское

Выберите месяц :

Январь

Февраль

Март

Апрель

Май

Июнь

Июль

Август

Сентябрь

Октябрь

Ноябрь

Декабрь

Выделить/Снять выделение

Выделить все

Период по которому будут рассчитаны скользящие значения:

например: 10. В результате будет построен график 10 летних скользящих значений.

Прогнозируемое значение количества осадков:

например: 500

Показать

В базе данных содержится информация по всем действующим метеостанциям Ставропольского края за период с 1961г. по 2016г.

Рисунок 14. Интерфейс ввода условий анализа динамики влагообеспеченности

Автоматически строится график скользящих значений количества осадков указанного периода.

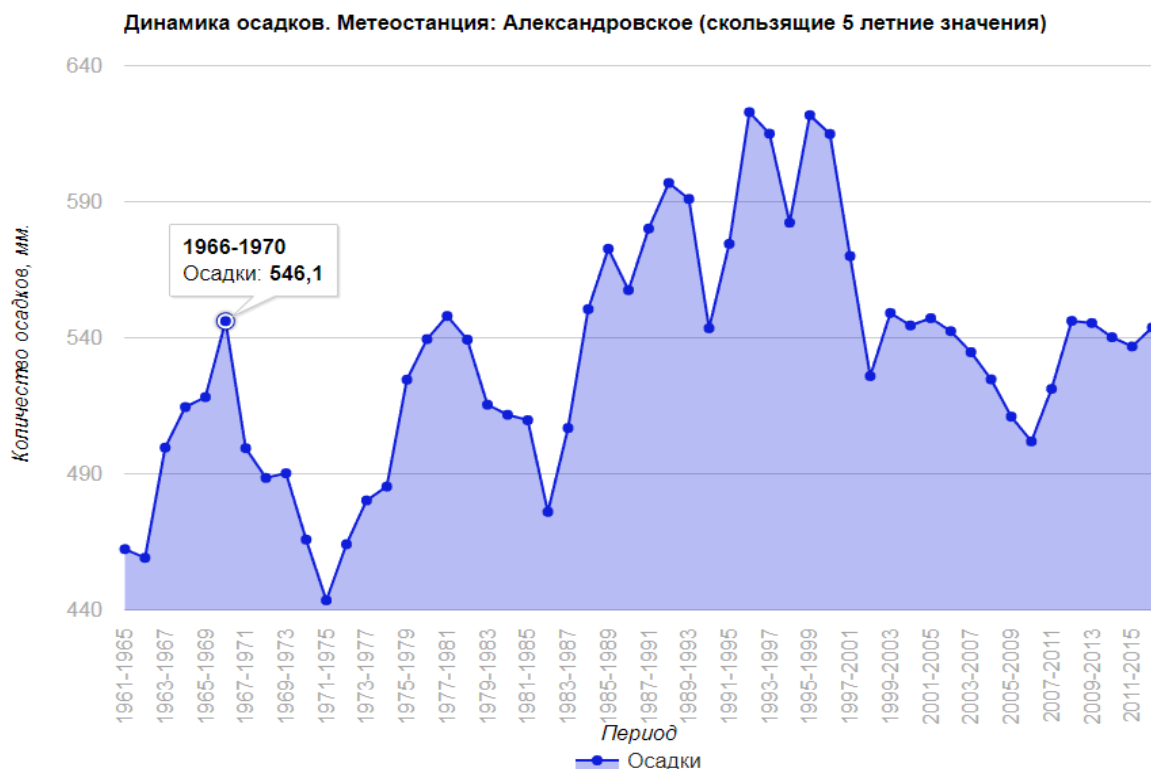


Рисунок 15. График динамики влагообеспеченности. Условия задачи см.в тексте

Подсистема анализа и визуализации гидротермического коэффициента (ГТК)

Для оценки условий вегетационного периода (апрель-октябрь) ИАС позволяет проводить расчет гидротермического коэффициента (ГТК) Г.Т. Селянинова (1937) и визуализировать результаты в виде оригинального шаблона столбчатой диаграммы для каждого месяца вегетационного периода, в среднем за весь период, весенне-летний (апрель-июнь) и летне-осенний (июль-октябрь) периоды. ИАС позволяет рассчитывать значения ГТК по всем метеостанциям края, а также в среднем по краю за период с 1961г. по сегодняшний день, выбирая для расчета, как отдельные годы, так и различные временные периоды (рис. 16). В результате работы ИАС был построен график ГТК по Ставропольскому краю за 2016г. (рис. 17).

Анализ гидротермического коэффициента (показатель Г.Т. Селянинова)

Выберите метеостанцию :

Александровское

Год или период:

например: 2015 или 1995-2005

Показать

В базе данных содержится информация по всем действующим метеостанциям Ставропольского края за период 1961г. по настоящее время

Единым комплексным показателем, характеризующим тепло и влагообеспеченность территории в вегетационный период, является гидротермический коэффициент (ГТК), Г.Т. Селянинова (1928г.), который рассчитывается по формуле:

$$\text{ГТК} = \text{сумм}(P) / (0.1 * \text{сумм}(T > 10 \text{ градусов Цельсия}))$$

где,

сумм(P) – сумма осадков за теплый период, мм;

сумм(T > 10 градусов Цельсия) – сумма температур выше 10 градусов Цельсия за этот же период.

Рисунок 16. Интерфейс ввода условий задачи анализа ГТК

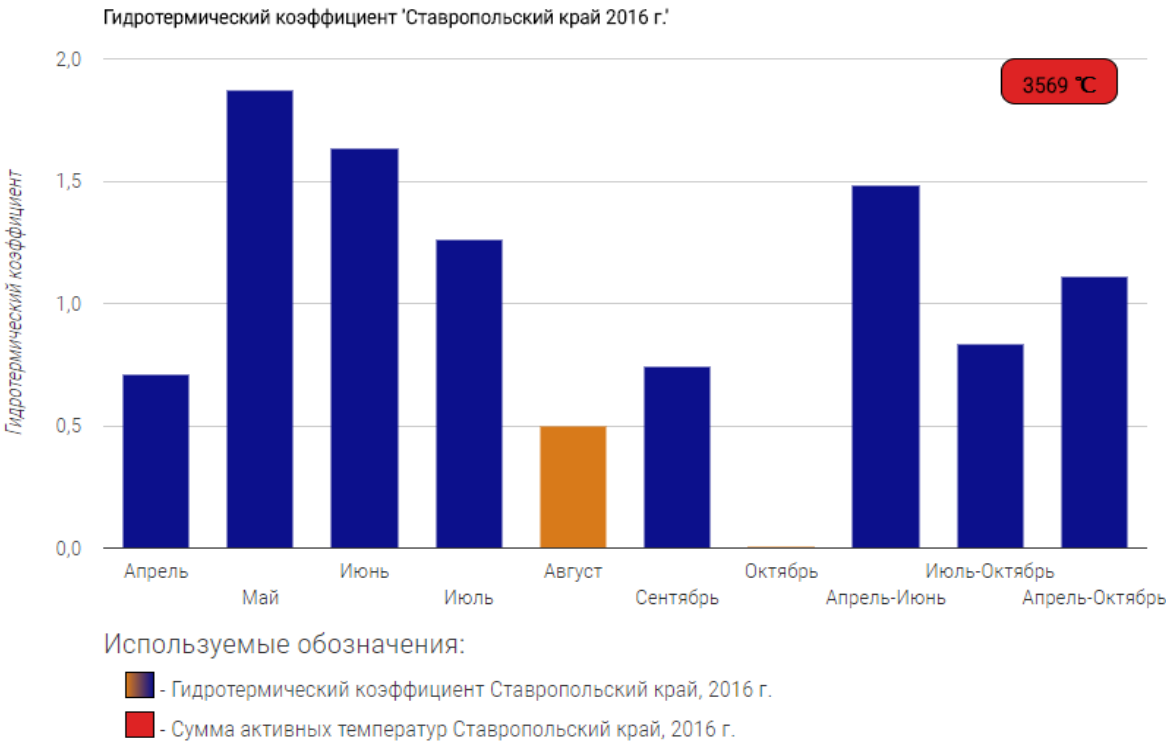


Рисунок 17. Гидротермический коэффициент (ГТК)

На графике помимо фактических значений ГТК показана сумма активных температур всего вегетационного периода **3569°C**. Оранжевый цвет столбика показывает засуху (ГТК < 0,6) в данном месяце/периоде.

Подсистема построения климадиаграмм Вальтера

Подсистема позволяет строить климадиаграммы Вальтера по любой из метеостанций края, в среднем по краю (пространственный контекст) используя данные за любой промежуток времени, определенный пользователем (временной контекст). Климатодиаграмма Вальтера (экологическая климатодиаграмма) – один из способов комплексного графического представления климатических данных (Walter, 1972). Кроме того, на основании анализа климатодиаграмм можно выявлять засушливые периоды и периоды сильной засухи (рис. 18).

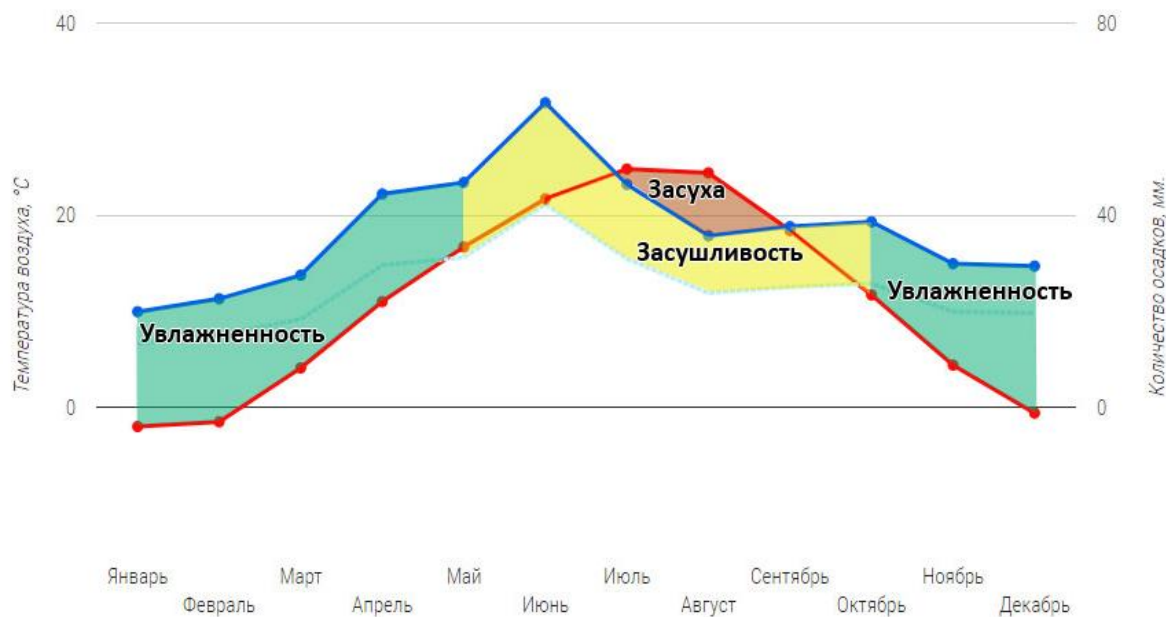


Рисунок 18. Общий вид и интерпретация климатодиаграммы Вальтера

Ввод условий для построения климатодиаграмм (рис. 19) аналогичен подсистеме «Анализ и визуализация ГТК» (рис. 16).

Анализ климатических условий с помощью климатодиаграммы H. Walter

Выберите метеостанцию :

Александровское

Период:

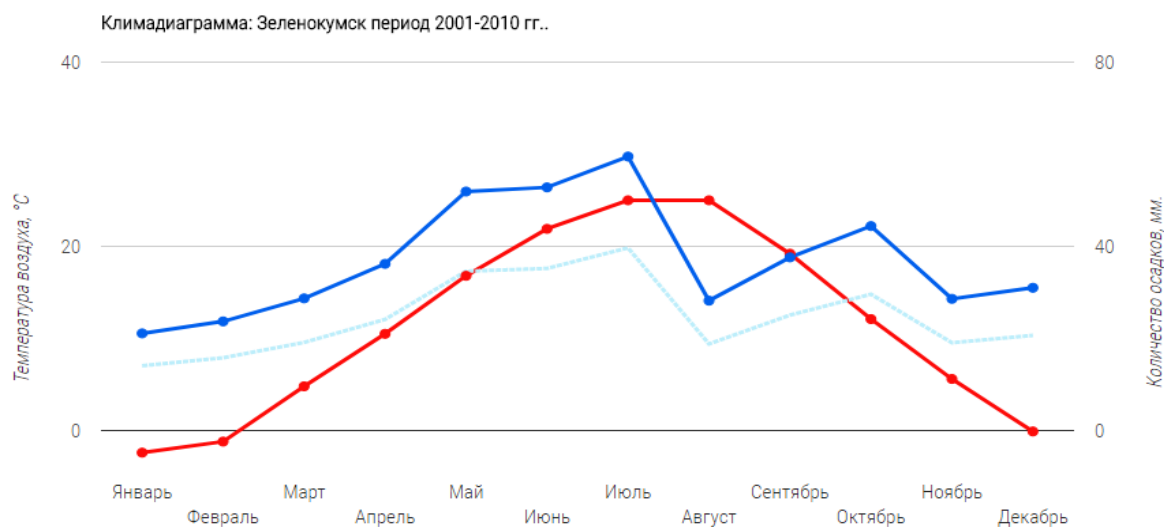
например: например: 2015 или 1995-2005

Показать

В базе данных содержится информация по всем действующим метеостанциям Ставропольского края за период 1961г. по настоящее время.

Рисунок 19. Ввод условий для построения климатодиаграммы

После нажатия кнопки «Показать» система выводит на экран климатодиаграмму по заданным условиям (рис. 20).



Используемые обозначения:

- - среднемесячная температура воздуха (градусов Цельсия)
- - месячное количество осадков (мм) (1 градус температуры = 2 мм осадков)
- - месячное количество осадков (мм) (1 градус температуры = 3 мм осадков)

Рисунок 20. Климатодиаграмма по методике Вальтера

Подсистема анализа и визуализации динамики климатически обусловленного количества чистых паров

Чистый пар является одним из лучших предшественников для озимой пшеницы в засушливых зонах. Разработанная в прошлом столетии система "сухого земледелия" Ставропольского края в крайне засушливой и засушливой зонах опиралась на чистые пары как средство повышения и стабилизации производства зерна. В основу углубленной климатической оптимизации чистых паров по районам края положена методика И.В. Свисюка (1989г.). Который в своих работах показал высокую корреляционную связь ($r=0,83$) между количеством чистых паров в процентах от площади посева озимой пшеницы и величиной осадков за период с августа по май месяц. Эта зависимость определяется уравнением регрессии :

$$Y = 0,0022*(X*X) - 2,0601*X + 476,2$$

где, X - количество осадков за период май-август;

Y - необходимая площадь чистых паров, % к посевной площади озимой пшеницы.

Подсистема позволяет провести анализ динамики климатически обусловленного количества чистых паров (% к площади посева озимой пшеницы) по метеостанциям края на основе анализа скользящих значений. Результат запроса представлен в виде графика. Ввод условий задачи аналогичен описанному в разделе подсистемы «Анализ динамики температуры воздуха» (Рис. 14). В данный раздел включен модуль статистики, который позволяет проводить статистическую обработку данных и прогнозировать значения (см. выше модуль Статистика стр. 10). Для расчета вероятности достижения определенных значений используется специальное поле. После ввода всех условий задачи необходимо нажать кнопку «Показать» для визуализации результата запроса (рис. 21).



Рисунок 21. Динамика климатически обусловленного количества чистых паров

Подсистема анализа и визуализации динамики биоклиматического потенциала

Для рационального ведения сельскохозяйственного производства очень важны климатические параметры, которые наиболее тесно связаны с продуктивностью сельскохозяйственных культур и составляют сельскохозяйственный потенциал климата. В качестве сельскохозяйственного потенциала климата

используется биоклиматический потенциал (БКП) по Д.И. Шашко (1967). Применение БКП позволяет дать сравнительную межрегиональную оценку земель, через относительные значения биоклиматического потенциала, синтезирующего влияние на биологическую продуктивность основных факторов климата – тепла и влаги. Очевидным плюсом использования БКП является возможность определить не только биологическую продуктивность, но и получить фактические значения климатически обусловленной продуктивности зерновых культур исходя из значения биоклиматического потенциала (Шашко, 1985). Биоклиматический потенциал рассчитывался по формуле:

$$\text{БКП} = Kp(KY) * (\text{сумма Так} / \text{сумма Тбаз})$$

где,

Kp(KY) - коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения;

сумма Так - сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации;

сумма Тбаз - базисная сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации;

$$KY = Os / ДВ$$

где,

Os - годовое количество осадков;

ДВ - сумма ежедневных дефицитов влажности воздуха.

$$Kp = \log_{10}(KY * 20)$$

Градация биоклиматического потенциала и биологической продуктивности:

БКП 1,2-1,6 пониженная продуктивность - 14,0-19,5 ц/га;*

БКП 1,6-2,2 средняя продуктивность - 19,6-27,6 ц/га;*

БКП 2,2-2,8 повышенная продуктивность - 27,7-35,7 ц/га;*

БКП 2,8-3,4 повышенная продуктивность - 35,8-43,7 ц/га.*

* - климатически обусловленная урожайность.

Подсистема позволяет провести анализ динамики биоклиматического потенциала по метеостанциям края на основе анализа скользящих значений. Результат запроса представлен в виде графика. Ввод условий задачи аналогичен описанному в разделе подсистемы «Анализ динамики температуры воздуха» (Рис. 14). В данный раздел включен модуль статистики, который позволяет проводить

статистическую обработку данных и прогнозировать значения (см. выше модуль *Статистика* стр. 10). Для расчета вероятности достижения определенных значений используется специальное поле. После ввода всех условий задачи необходимо нажать кнопку «Показать» для визуализации результата запроса (рис. 22).

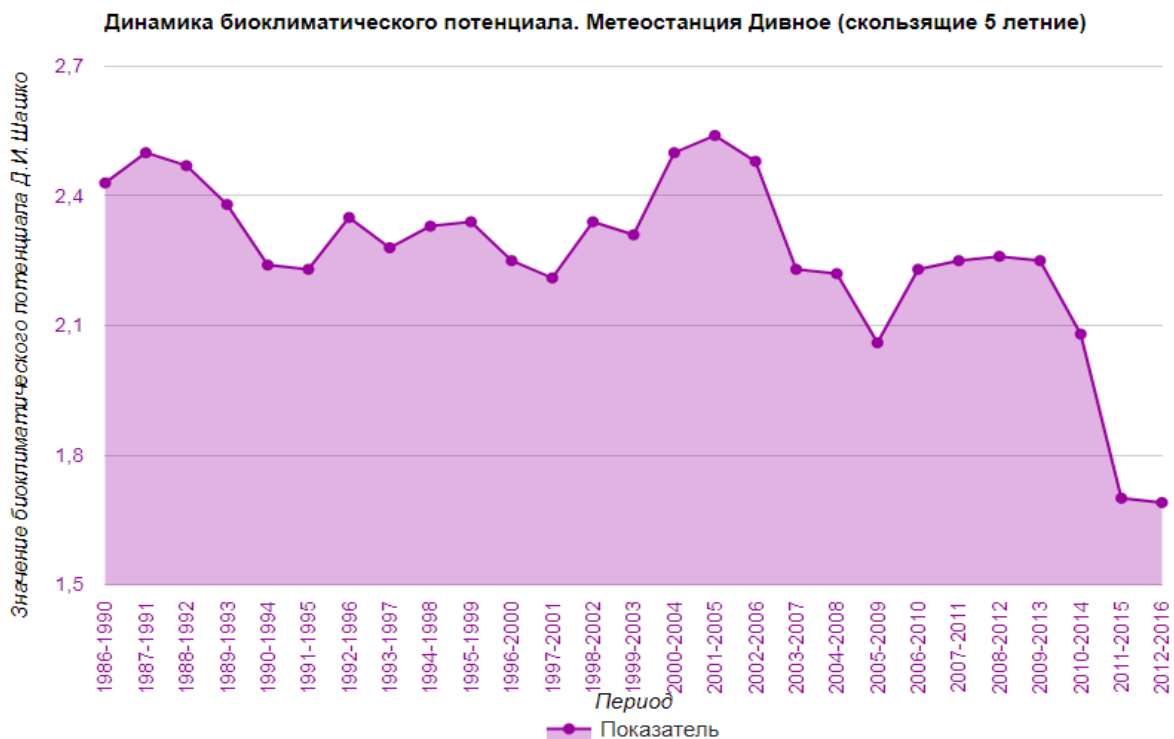


Рисунок 22. Динамика биоклиматического потенциала территории

Подсистема анализа и визуализации динамики континентальности

Проведение агроклиматического районирования территории края по континентальности климата позволяет дополнить характеристику территории по тепло и влагообеспеченности такими значимыми для сельскохозяйственных культур параметрами как степень контрастности климата.

В качестве показателя степени континентальности использована годовая амплитуда температуры, выраженная в процентах от средней для данной широты. Чем континентальнее климат, тем короче весенний и осенний сезоны. Короткие сезоны определяют необходимость проведения сельскохозяйственных работ в сжатые сроки. Чаще всего с усилением континентальности возрастает разрыв между продолжительностью беззаморозкового и основного вегетационного периодов. Соотношение продолжительности этих периодов указывает на степень

заморозкоопасности. Меньшая заморозкоопасность характерна для территорий с положительными отклонениями. Чем больше положительные отклонения, тем благоприятнее условия для произрастания плодовых и овощных культур.

Установлено, что с увеличением континентальности заметно повышается качество зерна. Наиболее тесная связь отмечена между содержанием белка и среднегодовой амплитудой температуры воздуха, которая является необходимым условием для определения континентальности климата. Районы с амплитудами температуры воздуха от 20° до 40°С характеризуются высоким содержанием белка, в районах с амплитудой ниже 20°С пшеница низкобелковая.

Континентальность определялась по показателю Н.Н. Иванова (1948):

$$K = A * 100 / 0,33 * \text{широта}$$

где,

A – годовая амплитуда температуры из среднемесячных значений;

широта – широта местности;

По Иванову, $K = 100\%$ означает уравновешенное влияние континентов и океанов на климат, при $K < 100\%$ преобладает влияние океанов, при $K > 100\%$ – влияние континентов.

Подсистема позволяет провести анализ динамики континентальности климата по метеостанциям края на основе анализа скользящих значений. Результат запроса представлен в виде графика. Ввод условий задачи аналогичен описанному в разделе подсистемы «Анализ динамики температуры воздуха» (Рис. 14). В данный раздел включен модуль статистики, который позволяет проводить статистическую обработку данных и прогнозировать значения (см. выше модуль *Статистика стр. 10*). Для расчета вероятности достижения определенных значений используется специальное поле. После ввода всех условий задачи необходимо нажать кнопку «Показать» для визуализации результата запроса (рис. 23).

Динамика континентальности климата. Метеостанция Изобильный (скользящие 20 летние)

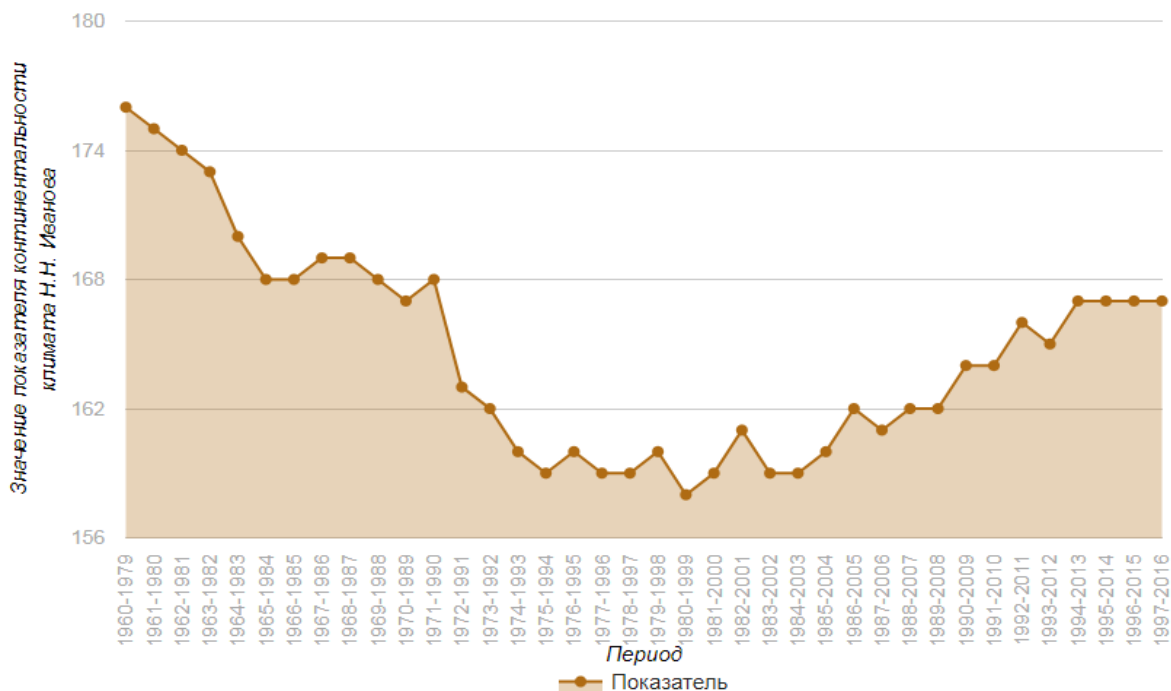


Рисунок 23. Динамика континентальности климата

Подсистема анализа и визуализации динамики агроклиматических условий возделывания озимой пшеницы

Согласно методике, разработанной Е.С. Улановой (1973), условия весенне-летнего периода формируют продуктивность озимой пшеницы и представлены двумя инерционными факторами: весенним запасом продуктивной влаги в метровом слое почвы посевов пшеницы и состоянием культуры во время возобновления весенней вегетации.

Как показали исследования Л.И. Желнаковой (1992) существует достоверная связь ($r = 0,95$) между этим показателем Улановой и продуктивностью озимой пшеницы по непаровым предшественникам. В связи с тем, что длинные ряды наблюдений за запасами продуктивной влаги в почве существует не на всех метеостанциях края, в качестве показателя косвенно определяющего весенние влагозапасы, использовалась сумма осенне-зимних осадков за период (ноябрь–март) с коэффициентом 0,5.

Эта модификация показателя была апробирована автором при районировании агроклиматических условий формирования биологической продуктивности озимой пшеницы в зоне черноземов и каштановых почв (Уланова, 1975).

Рассчитывалась по следующей формуле (Уланова, 1973):

$$K = (0,5 R(X-III) + R_{в.с.}) / (0,01 * \text{сумма}(T_{в.с.}))$$

где,

$R(X-III)$ – сумма осадков с октября по март;

$R_{в.с.}$ – сумма осадков от возобновления вегетации озимой пшеницы весной до восковой спелости;

$R_{в.с.}$ – сумма осадков от возобновления вегетации озимой пшеницы весной до восковой спелости;

$\text{Сумма}(T_{в.с.})$ – сумма среднесуточных активных температур (выше 5 градусов) от возобновления весенней вегетации до восковой спелости.

На основе связи условий влагообеспеченности весенне-летнего периода с урожайностью озимой пшеницы Е.С. Улановой (1975) предложена следующая градация условий формирования продуктивности озимой пшеницы:

$K < 12$ – неблагоприятные, плохие условия;

K от 12 до 18 – недостаточно благоприятные условия;

K от 18 до 23 – удовлетворительные условия;

$K > 23$ – хорошие условия.

Подсистема позволяет провести анализ динамики агроклиматических условий возделывания озимой пшеницы по метеостанциям края на основе анализа скользящих значений. Результат запроса представлен в виде графика. Ввод условий задачи аналогичен описанному в разделе подсистемы «Анализ динамики температуры воздуха» (Рис. 14). В данный раздел включен модуль статистики, который позволяет проводить статистическую обработку данных и прогнозировать значения (см. выше модуль Статистика стр. 10). Для расчета вероятности достижения определенных значений используется специальное поле. После ввода всех условий задачи необходимо нажать кнопку «Показать» для визуализации результата запроса (рис. 24).

Динамика агроклиматических условий возделывания озимой пшеницы. Метеостанция: Новоалександровск (скользящие 30 летние)

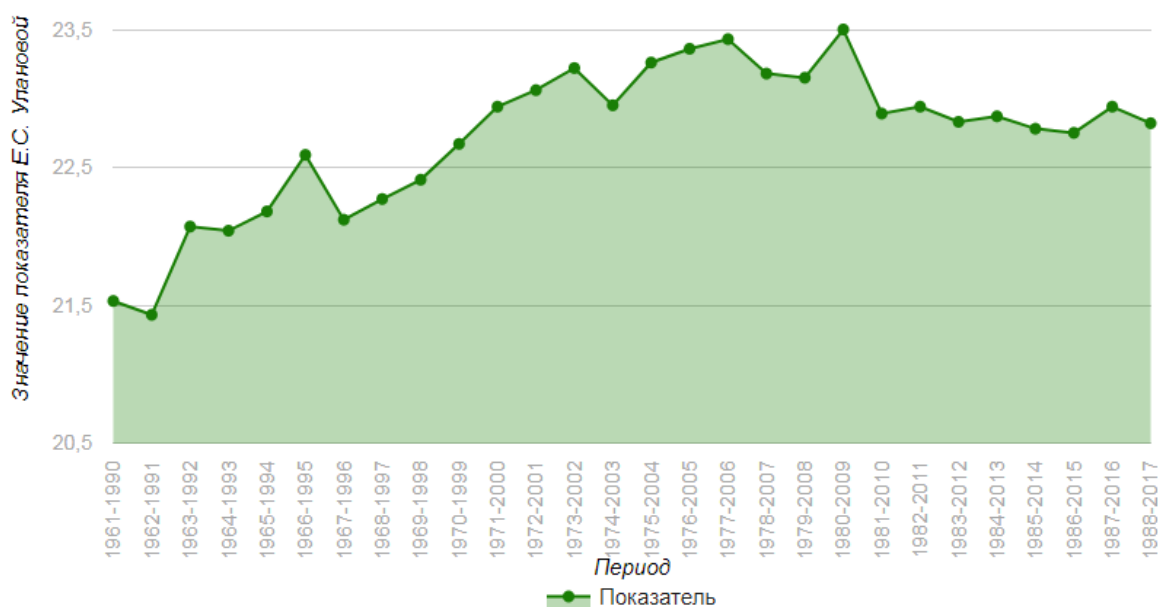


Рисунок 24. Динамика агроклиматических условий возделывания озимой пшеницы

Подсистема анализа и визуализации динамики агроклиматических условий возделывания ранних яровых колосовых

Оценка условий влагообеспеченности возделывания ранних яровых колосовых культур была проведена на основе модифицированного показателя С.А. Сапожниковой (1958).

$$K_y = (0,4 * R(X-IV) + R(V-VI) / (0,18 * \text{сумма}(T(V-VI)))$$

где,

$R(X-IV)$ – сумма осадков с октября по апрель;

$R(V-VI)$ – сумма осадков с мая по июнь;

$\text{сумма}(T(V-VI))$ – сумма среднесуточных температур май-июнь.

Градация условий увлажнения продуктивности ранних яровых колосовых культур:

$K_y < 0,8$ засушливые условия;

$K_y 0,81 - 1,0$ слабо засушливые условия;

$K_y 1,01 - 1,2$ оптимальное увлажнение;

$K_y > 1,2$ обильное увлажнение.

Подсистема позволяет провести анализ динамики агроклиматических условий возделывания ранних яровых колосовых по метеостанциям края на основе анализа скользящих значений. Результат запроса представлен в виде графика. Ввод условий задачи аналогичен описанному в разделе подсистемы «Анализ динамики температуры воздуха» (Рис. 14). В данный раздел включен модуль статистики, который позволяет проводить статистическую обработку данных и прогнозировать значения (см. выше модуль Статистика стр. 10). Для расчета вероятности достижения определенных значений используется специальное поле. После ввода всех условий задачи необходимо нажать кнопку «Показать» для визуализации результата запроса (рис. 25).

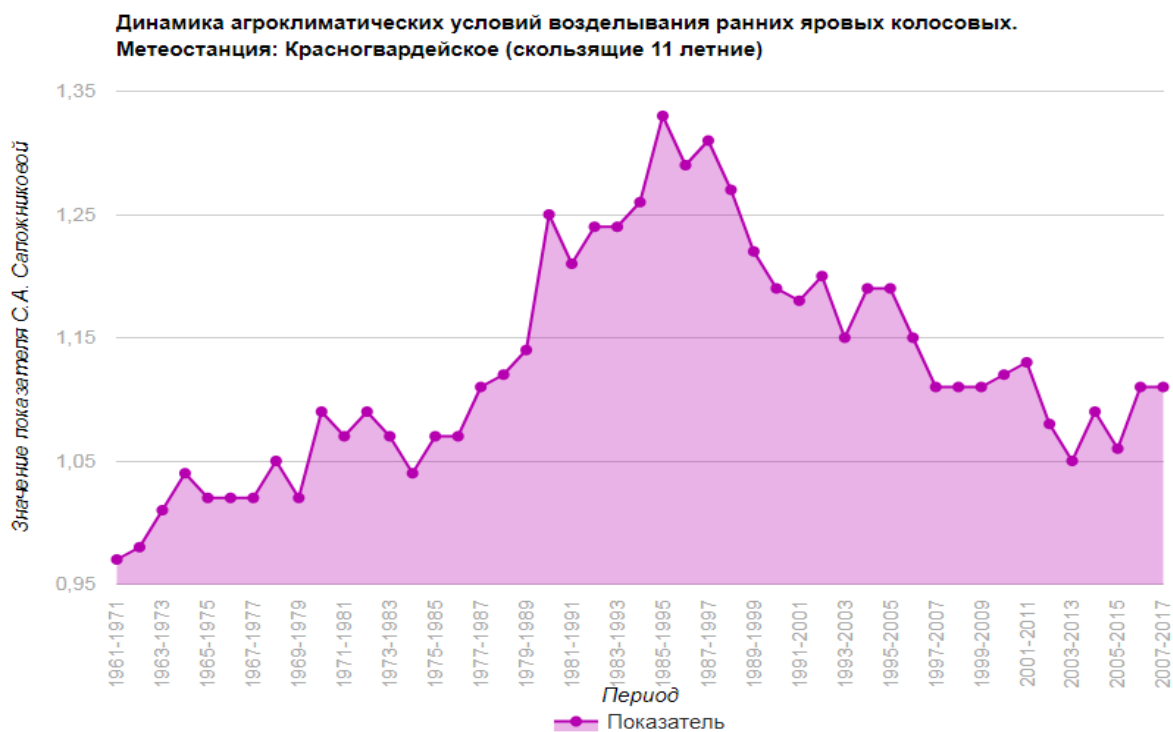


Рисунок 25. Динамика агроклиматических условий возделывания ранних яровых колосовых

Подсистема анализа и визуализации динамики агроклиматических условий возделывания подсолнечника

Для оценки степени благоприятности современных изменений агроклиматических условий для возделывания поздних пропашных культур (подсолнечника) был использован коэффициент увлажнения Ю.С. Мельника (1972).

Поздние пропашные культуры теплолюбивые. Нижним пределом возделывания подсолнечника является сумма активных температур ($> 10^{\circ}\text{C}$) в 2000°C . Поскольку сумма активных температур на территории Ставропольского края превышает значение 3000°C то тепло не является лимитирующим фактором возделывания этих культур, тем более при отмеченной динамике роста теплообеспеченности. Ограничивающим фактором для успешного возделывания поздних пропашных культур на Ставрополье является недостаток влаги.

В качестве показателя условий возделывания подсолнечника был использован показатель - K , предложенный Ю.С. Мельником (1972) и рассчитываемый по формуле:

$$K = (0,6 * \text{сумма}(x1) + \text{сумма}(x2)) / (\text{сумма}(T) / 10)$$

где,

сумма($x1$) - сумма осадков за вневегетационный период (считая от даты перехода осенью средней суточной температуры через 5°C до даты ее перехода через 10°C весной следующего года);

сумма($x2$) - сумма осадков за вегетационный период (считая от даты перехода средней суточной температуры воздуха через 10°C весной до даты созревания подсолнечника);

сумма(T) - сумма средних суточных температур воздуха за период вегетации (считая от даты перехода средней суточной температуры воздуха через 10°C весной до даты созревания подсолнечника).

Связь биопродуктивности подсолнечника и показателя Мельника описывается уравнением:

$$Y = 23,44 * \text{степень}((K - 0,46); 0,8)$$

где,

Y - урожайность подсолнечника.

Достоинством показателя является возможность учесть увлажнение осенне-зимнего периода, которое оказывает важное влияние на биопродуктивность подсолнечника. Выявленная Мельником зависимость позволяет разрабатывать схемы долгосрочного прогноза продуктивности, поскольку один из основных предикторов (сумма осадков за вневегетационный период) известен уже в начале вегетационного периода.

Мельником (1972) было предложено следующее ранжирование зон по условиям увлажнения:

$K < 0,6$ – сухая;

$K = 0,6 – 1,0$ – засушливая;

$K = 1,0 – 1,4$ – недостаточного увлажнения;

$K = 1,4 – 1,8$ – умеренно влажная;

$K > 1,8$ – влажная.

Подсистема позволяет провести анализ динамики агроклиматических условий возделывания подсолнечника по метеостанциям края на основе анализа скользящих значений. Результат запроса представлен в виде графика. Ввод условий задачи аналогичен описанному в разделе подсистемы «Анализ динамики температуры воздуха» (Рис. 14). Данный раздел содержит модуль статистики, который позволяет проводить статистическую обработку данных и прогнозировать значения (см. выше модуль Статистика стр. 10). Для расчета вероятности достижения определенных значений используется специальное поле. После ввода всех условий задачи необходимо нажать кнопку «Показать» для визуализации результата запроса (рис. 26).



Рисунок 26. Динамика агроклиматических условий возделывания подсолнечника

Подсистема анализа и визуализации динамики агроклиматических условий возделывания кукурузы

Для оценки степени благоприятности современных агроклиматических условий для возделывания кукурузы на зерно был использован коэффициент увлажнения Ю.И. Чиркова (1969).

Поздние пропашные культуры теплолюбивые. Нижним пределом возделывания кукурузы является сумма активных температур ($> 10^{\circ}\text{C}$) в $2400 - 2600^{\circ}\text{C}$. Поскольку сумма активных температур на территории Ставропольского края превышает значение 3000°C то тепло не является лимитирующим фактором возделывания этой культуры. Ограничивающим фактором для успешного возделывания кукурузы на Ставрополье является недостаток влаги.

Кукуруза активно возделывается на территории Ставропольского края в связи с чем, районирование территории по условиям ее возделывания представляет важный практический интерес.

В качестве показателя для оценки условий влагообеспеченности кукурузы был использован коэффициент Ю.И. Чиркова (1969):

$$K = (0,5 * R1 + R2) / (0,18 * \text{сумма}(T_{в.с.}))$$

где,

$R1$ – осадки осенне-зимнего периода (ноябрь - апрель);

$R2$ – осадки за период вегетации кукурузы (май - август);

$\text{Сумма}(T_{в.с.})$ – сумма положительных температур за период вегетации кукурузы (май - август).

Ранжирование условий влагообеспеченности по коэффициенту Чиркова осуществлено по следующей шкале:

$K < 0,4$ - плохие условия увлажнения (балл 1);

$K = 0,4 - 0,6$ - неудовлетворительные условия (балл 2);

$K = 0,6 - 0,8$ - неудовлетворительные условия (балл 3);

$K = 0,8 - 1,0$ - хорошие условия (балл 4)

$K > 1,0$ - оптимальные условия (балл 5)

При оценке влагообеспеченности 3 балла необходимы эпизодические поливы, при оценке 1 и 2 балла орошение является залогом получения высоких урожаев.

Иногда по зоне с оценкой увлажнения 4 балла полив также дает положительный эффект.

В качестве границы производственной целесообразности возделывания кукурузы на зерно используется изогия суммы осадков за май – август (200мм.). Значение суммы осадков менее 200мм. свидетельствует о большом риске возделывания кукурузы на этой территории.

Подсистема позволяет провести анализ динамики агроклиматических условий возделывания кукурузы по метеостанциям края на основе анализа скользящих значений. Результат запроса представлен в виде графика. Ввод условий задачи аналогичен описанному в разделе подсистемы «Анализ динамики температуры воздуха» (Рис. 14). Данный раздел содержит модуль статистики, который позволяет проводить статистическую обработку данных и прогнозировать значения (см. выше модуль Статистика стр. 10). Для расчета вероятности достижения определенных значений используется специальное поле. После ввода всех условий задачи необходимо нажать кнопку «Показать» для визуализации результата запроса (рис. 27).



Рисунок 27. Динамика агроклиматических условий возделывания кукурузы

Подсистема поиска годов-аналогов по температуре, осадкам и индексу аридности

Важным аналитическим инструментом ИАС является подсистема поиска годов аналогов, который осуществляется по показателям: среднемесячной температуры, месячного количества осадков, а также по индексу аридности, рассчитанного по методике ДеМартонна (Бадахова, 2003). В качестве параметров могут быть использованы, как данные в целом за год, так и отдельных месяцев в любом сочетании (рис. 28).

Страница поиска годов-аналогов на основе анализа Евклидова расстояния

Выберите метеостанцию :

Зеленокумск

Год по которому будет проводится поиск аналогов:

2017

Количество аналогов:

5

Температура	Месяц	Осадки
<input type="checkbox"/>	Январь	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Февраль	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Март	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Апрель	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Май	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Июнь	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Июль	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Август	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Сентябрь	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Октябрь	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Ноябрь	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Декабрь	<input type="checkbox"/>

выделить все

Показать

Рисунок 28 – Интерфейс ввода условий задачи поиска годов-аналогов по температуре и осадкам. Задано условие поиска по количеству осадков в августе и сентябре 2017г. по метеостанции Зеленокумск.

Поиск аналога осуществляется на основании определения Евклидова расстояния (ED) (<http://www.basegroup.ru/glossary/definitions/euclid/>).

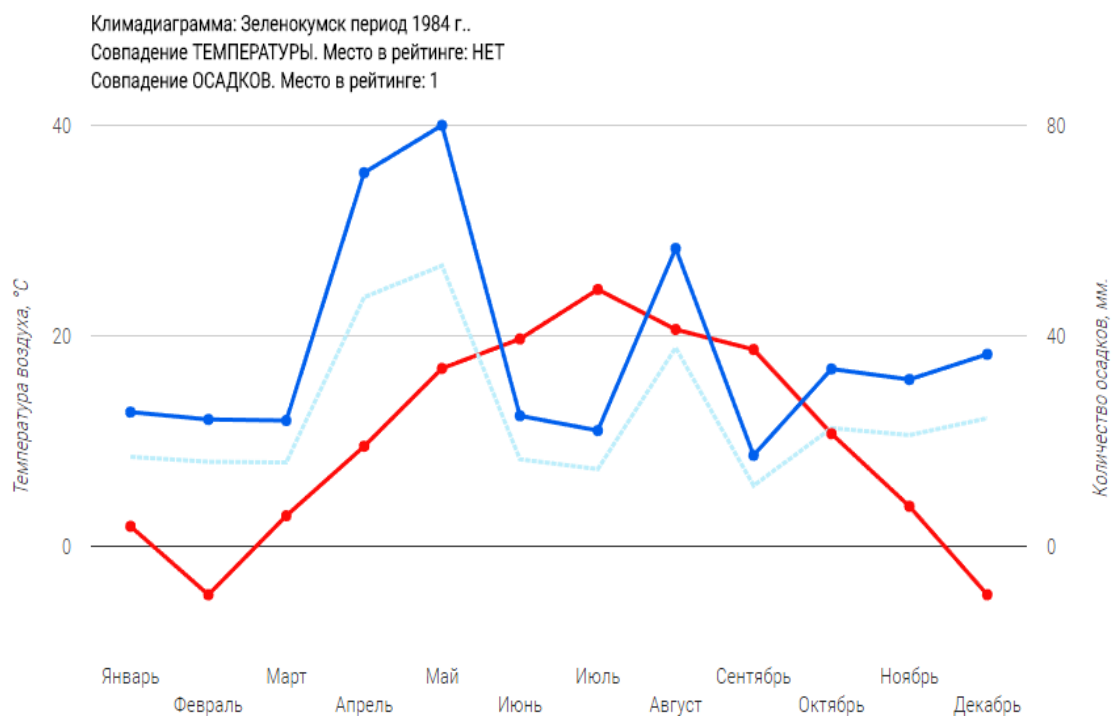
$$ED = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

где,

x - значение температуры/осадков/индекса аридности базового периода; y - значение температуры/осадков/индекса анализируемого периода, i – месяц.

Порядок отображения годов-аналогов определяется ранжированием показателей ED (по возрастанию) В случае, когда показатели анализируются совместно (температура и осадки), ранжируются суммы рангов ED по осадкам и температурам.

В результате поиска года-аналога по условиям влагообеспеченности мая и июня по метеостанции Зеленокумск, установлено, что наиболее близкие условия отмечались в **1984г.** Результат работы модуля представлен в виде климадиаграммы, построенной по методике Вальтера (рис. 29).



Используемые обозначения:

- - среднемесячная температура воздуха (градусов Цельсия)
- - месячное количество осадков (мм) (1 градус температуры = 2 мм осадков)
- - месячное количество осадков (мм) (1 градус температуры = 3 мм осадков)

Рисунок 29. Результат поиска года-аналога по условиям влагообеспеченности мая и июня 2017г. по метеостанции Зеленокумск. Год-аналог: 1984г.

Помощь для работы с ИАС организована в виде системы «вопрос-ответ». Специализированный раздел, который состоит из формы для общения разработчиков и пользователей системы (рис.30). Мы всегда открыты для общения!

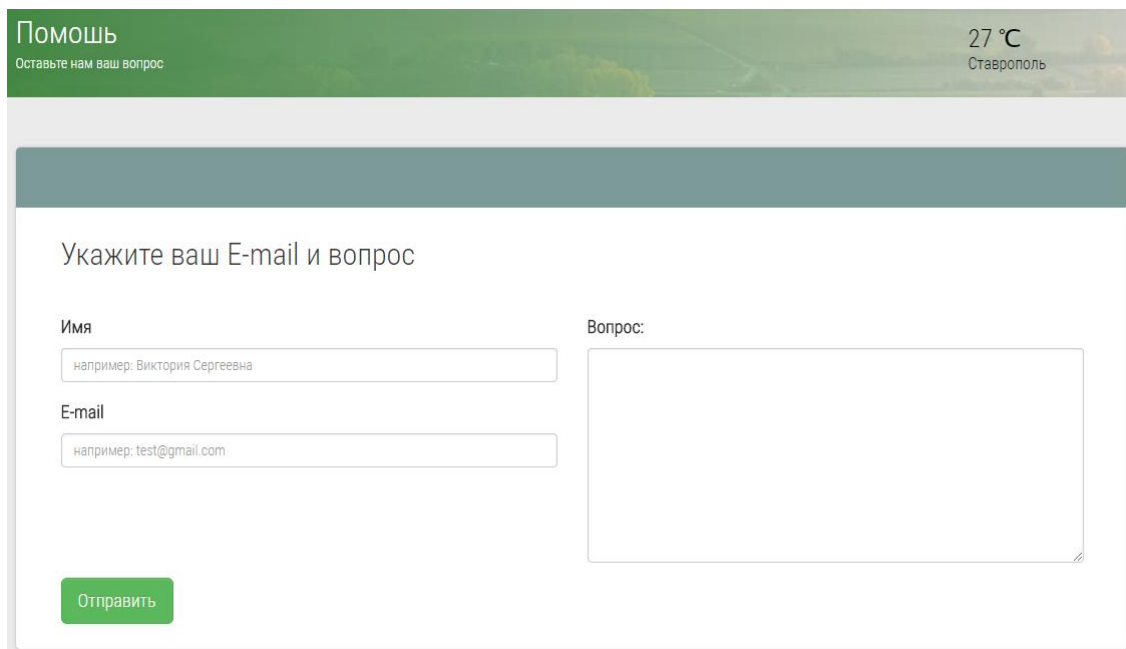


Рисунок 30. Страница помощи по работе в ИАС

Список цитируемых в методических рекомендациях источников

1. Бадахова Г.Х. Анализ изменчивости индекса аридности территории Ставропольского края /Г.Х. Бадахова [и др.]// Вопросы физической географии. Ставрополь: Изд-во СГУ. – 2003. – Вып. 47. – С.9–14.
2. Желнакова Л.И. Оптимизация использования почвенно-климатических ресурсов Центрального Предкавказья для производства зерна озимой пшеницы с помощью чистых паров: Автореф. дис. ... канд. с-х. наук /Л.И. Желнакова. – Ставрополь. – 1992. – 25 с.
3. Иванов Н.Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара /Н.Н. Иванов. - М.-Л.: Изд. АН СССР, – 1948. – 130с.
4. Мельник Ю.С. Климат и произрастание подсолнечника /Ю.С. Мельник. – Л.: Гидрометеиздат, – 1972. – 143 с.
5. Официальный сайт Гидрометцентра России. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://meteoinfo.ru/pogoda>. - Загл. с экрана.
6. Расстояние Евклида. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.basegroup.ru/glossary/definitions/euclid/>. - Загл. с экрана.

7. Сапожникова С.А. Опыт агроклиматического районирования СССР /С.А. Сапожникова// В кн.: Вопросы агроклиматического районирования СССР. - М., изд. МСХ СССР. – 1958. – С.14 – 37
8. Свисюк И.В. Погода, интенсивная технология и урожай озимой пшеницы: монография /И.В. Свисюк - Ленинград: Гидрометеиздат, 1989. - 226с.
9. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник.- Л.: Гидрометеиздат, 1937.- С. 5-27.
10. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография /В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова и др. - Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. - 520с.
11. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы / Е.С. Уланова. - Л.: Гидрометеиздат. – 1975 – 302с.
12. Уланова Е.С. Методика агроклиматического районирования условий формирования урожайности озимой пшеницы в черноземной зоне в весенне-летний период /Е.С. Уланова // Труды ГМЦ СССР. 1973. – Вып.111. – С. 65–69.
13. Чирков Ю.И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы /Ю.И. Чирков. – Л.: Гидрометеиздат. – 1969. – 251 с.
14. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР /Д.И. Шашко. Л.: Гидрометеиздат. – 1985. – 248с.
15. Система CliWare. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://cliware.meteo.ru/meteo/CliWareDoc.html>. - Загл. с экрана.
16. Crop Explorer/ Unated States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.pecad.fas.usda.gov/cropexplorer/cf_subregion_chart.cfm?regionid=rs&ftypeid=1&fattributeid=1&stateid=RS-STH&subrgnid=rs25 . - Загл. с экрана.
17. MySQL/Википедия:Свободная энциклопедия. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/MySQL>. - Загл. с экрана.
18. Natural Resources Canada. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://ess.nrcan.gc.ca/cli/index_e.php. - Загл. с экрана.
19. Walter H. Die vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung / H. Walter// Band I: Die tropischen und subtropischen Zonen. - VEB Gustav Verlag, Jena. – 1972. – 592 с.

Лицензионное соглашение для использования ИАС «АГРО-КЛИМАТ»

1. Предмет соглашения Данное лицензионное соглашение (далее «Соглашение») является официальным законным соглашением между Вами (далее "Пользователь") и ФГБНУ Ставропольский НИИСХ ФАНО России (далее "Разработчик"). Соглашение регламентирует права, обязанности и ответственность сторон, а также перечень видов лицензирования, их условия и порядок получения лицензий на право использования Информационно-аналитической системы «АГРО-КЛИМАТ» не для коммерческого использования (далее «ИАС»). Любые права, временно передаваемые Соглашением Пользователю, являются неэксклюзивными и никаким образом не могут противоречить или нарушать законные исключительные имущественные права ФГБНУ Ставропольский НИИСХ ФАНО России на ИАС и сопровождающие ее материалы. Соглашение вступает в силу с момента регистрации Пользователя в ИАС. То есть, факт регистрации Пользователя является доказательством согласия Пользователя с условиями Соглашения.

2. Исключительные имущественные авторские права ИАС является интеллектуальной собственностью ФГБНУ Ставропольский НИИСХ Россельхозакадемии, права которого защищены ГК РФ и международными соглашениями об авторских правах. Все права, не предоставленные явно настоящим соглашением, сохраняются за Разработчиком.

3. Режим доступа к ИАС Доступ к ресурсам ИАС осуществляется через официальный сайт Разработчика (<http://sniish.ru>). Разработчик оставляет за собой право без дополнительного уведомления Пользователя изменять URL – адрес ИАС, обновлять интерфейс и функциональность ИАС.

4. Некоммерческая лицензия Некоммерческая лицензия предоставляет Пользователю неисключительное право на бесплатное некоммерческое использование ИАС в учебных и научных целях. Любое коммерческое использование ИАС, т.е. предполагающее получение какой бы то ни было прямой или косвенной выгоды от использования ИАС, противоречит условиям данной лицензии и является нарушением условий Соглашения.

5. Коммерческое использование Для получения лицензии на коммерческого использования ИАС обращайтесь в ФГБНУ Ставропольский НИИСХ ФАНО России по

адресу sniish@mail.ru. или любыми другими способами, указанными на официальном сайте Разработчика.

6. Дополнительные ограничения использования ИАС Пользователь не имеет право передавать данные учетной записи (имя пользователя и пароль) третьим лицам, а также использовать любую информацию, визуализируемую ИАС без соответствующего цитирования ИАС. В случае использования графиков и диаграмм, генерируемых ИАС, в учебных, научных, презентационных и иных публикациях обязательно цитирование источника (ИАС) в заголовках рисунков. Правила цитирования указаны на главной странице ИАС.

7. Гарантии и ответственность сторон ИАС предоставляется Пользователю по принципу "КАК ЕСТЬ" без каких либо утверждений или гарантий, явных или подразумеваемых относительно работоспособности и применимости ИАС для конечного использования. Пользователь использует ИАС на свой собственный риск, Разработчик не несет никакой ответственности перед Пользователем или любыми другими лицами (организациями) за любой причиненный ущерб, включая, но не ограничиваясь, любыми потерями данных, прямыми или косвенными убытками, упущенной выгодой, даже в случае, если такие случаи могли быть предвидены Разработчиком. В случае нарушения условий настоящего соглашения Разработчик имеет право в одностороннем порядке расторгнуть Соглашение, требовать полного и безоговорочного возмещения любых причиненных ему убытков, включая упущенную выгоду.

8. Расторжение Соглашения Разработчик может прекратить действие данного Соглашения без ущерба для каких-либо своих прав при использовании ИАС Пользователем с нарушением условий настоящего Соглашения. Пользователь может в любой момент прекратить действие данного Соглашения по своему усмотрению, при этом Пользователь обязуется прекратить любое использование ИАС, не допускать дальнейшего использование учетной записи (имя пользователя, пароль) третьими лицами.

9. Изменение условий Соглашения Разработчик оставляет за собой право одностороннего внесения любых изменений и дополнений в Соглашение, имеющих законную силу с даты их утверждения Разработчиком изменений и распространяющихся на последующие сеансы доступа к ИАС.

Антонов Сергей Анатольевич, к.г.н.

**Методические рекомендации по использованию
ИАС «АГРО-КЛИМАТ»**

Научно-методическое издание

Набор, дизайн, верстка
Антонов С.А.

Отпечатано в лаборатории ГИС-технологий ГНУ Ставропольский НИИСХ
Россельхозакадемии
Тираж 100 экз.