

Камилова Л.Т., Смаилов Э.А., Хасанов Б.У., Ташматова Н.К.

**БАТКЕН ОБЛУСУНУН КАДАМЖАЙ РАЙОНУНУН АГРОКЛИМАТТЫК
КӨРСӨТКҮЧТӨРҮНӨ КЛИМАТТЫН ӨЗГӨРҮШҮНҮН ТААСИРИ**

Камилова Л.Т., Смаилов Э.А., Хасанов Б.У., Ташматова Н.К.

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
КАДАМЖАЙСКОГО РАЙОНА БАТКЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

L. Kamilova, E. Smailov, B. Khasanov, N. Tashmatova

**IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON AGROCLIMATE INDICATORS
OF KADAMZHAI DISTRICT OF BATKEN REGION**

УДК: 632.9:6512

Бул эмгекте Кыргызстандын Баткен облусунун Кадамжай районунун агроклиматтык шарттарынын сандык көрсөткүчтөрүн тактоо жана аныктоо менен байланышкан көйгөйлөр козголот. Айыл чарба өсүмдүктөрүнүн түшүмдүүлүгүнө жана түшүмдүүлүгүнө таасир этүүчү агроклиматтык көрсөткүчтөрдү баалоо үчүн узак мөөнөттүү инструменталдык метеорологиялык байкоолордун маалыматтары талданат жана жалпыланат. 1991-2021-жылдар үчүн маалыматтарды талдоо математикалык статистиканын жана регрессиялык анализдин элементтерин колдонуу менен жүргүзүлгөн. Жүргүзүлгөн аналитикалык эсептөөлөрдүн натыйжалары сандык көрсөткүчтөр, мейкиндик-убакыт аралык интервалдын өзгөрүүсү келтирилген. Активдүү, эффективдүү температуралардын суммасы, алардын эмпирикалык коопсуздугу, абанын температурасынын абсолюттук маанилери, абанын критикалык температураларынын мүмкүн болгон жыштыгы, нымдуулук коэффициенти, буулануу сыяктуу агроклиматтык көрсөткүчтөрдүн сандык маанилери аныкталат. Айыл чарба өсүмдүктөрүнүн түшүмдүүлүгүнө таасир этүүчү метеорологиялык шарттардын жагымсыз окуяларынын саны жана алардын кайталанышы мүмкүн. Алгачкы маалыматтарды талдоо агрометеорологиялык постто метеорологиялык элементтерге инструменталдык байкоолордун негизинде жүргүзүлдү. Марказ Баткен облусунун Кадамжай районуна караштуу Марказ айылында жайгашкан. Алгачкы маалыматтарды эсептөө үчүн Microsoft Office пакетинин стандарттуу электрондук жадыбал процессору колдонулган.

Негизги сөздөр: аба, абанын температурасы, жаан-чачын, буулануу, гидротермикалык коэффициент, регрессиялык анализ, нымдуулук балансы, Чеддок шкаласы.

В данной работе затронуты проблемы, связанные с уточнением и определением количественных показателей агроклиматических условий Кадамжайского района Баткенской области Кыргызстана. Анализированы и обобщены данные многолетних инструментальных метеорологических наблюдений для оценки агроклиматических показателей, которые влияют на продуктивность и урожайность сельскохозяйственных культур. За период 1991-2021 года анализ данных проведен с использованием элементов математической статистики и регрессионного анализа. Представлены результаты проведенных аналитических расчетов с количественными показателями, изменения в пространственно-временном интервале. Определены количественные значения агроклиматических показателей таких как, сумма активных, эффективных температур их эмпирическая обеспеченность, абсолютные значения температур воздуха, возможная повторяемость критических температур воздуха, коэффициент увлажнения, испарение. Количество неблагоприятных явлений метеорологических условий и возможная их повторяемость, которые

влияют на продуктивность сельскохозяйственных культур. Анализ исходных данных выполнен на основе инструментальных наблюдений за метеорологическими элементами на агрометеопосту Марказ расположенного в Кадамжайском районе Баткенской области в населенном пункте Марказ. Для расчетов исходных данных использован стандартный табличный процессор офисного пакета Microsoft Office.

Ключевые слова: воздух, температура воздуха, осадки, испарение, гидротермический коэффициент, регрессионный анализ, баланс влаги, шкала Чеддока.

This paper touches upon the problems associated with the clarification and determination of quantitative indicators of the agro-climatic conditions of the Kadamzhai district, Batken region, Kyrgyzstan. The data of long-term instrumental meteorological observations for the assessment of agro-climatic indicators that affect the productivity and yield of agricultural crops are analyzed and summarized. For the period 1991-2021, data analysis was carried out using elements of mathematical statistics and regression analysis. The results of the conducted analytical calculations with quantitative indicators, changes in the spatio-temporal interval are presented. Quantitative values of agro-climatic indicators such as the sum of active, effective temperatures, their empirical security, absolute values of air temperatures, possible repeatability of critical air temperatures, moisture coefficient, evaporation are determined. The number of adverse events of meteorological conditions and their possible recurrence that affect the productivity of crops. The analysis of the initial data was carried out on the basis of instrumental observations of meteorological elements at the agrometeorological post. Markaz is located in the Kadamzhai district of the Batken region in the village of Markaz. For calculations of the initial data, a standard spreadsheet processor of the Microsoft Office package was used.

Key words: air, air temperature, precipitation, evaporation, hydrothermal coefficient, regression analysis, moisture balance, Cheddock scale.

Введение. Агрометеорология, изучающая климатические условия их взаимодействие с объектами и процессами сельскохозяйственного производства, называется агроклиматологией. Таким образом, предметом изучения агроклиматологии является климат применительно к сельскохозяйственному производству.

Потребность сельскохозяйственных объектов в климатических условиях в течение всего периода вегетации или отдельных его частей можно выразить количественно. Эти количественные выраженные связи между факторами климата и характеристиками роста, развития, состояния, продуктивности и зимостойкости растений называются агроклиматическими

показателями.

Климат в значительной степени определяет продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур, неблагоприятная погода в различных районах бывает почти ежегодно. В сельскохозяйственном производстве используются территории, климатические условия которых не гарантируют ежегодных благоприятных условий для выращивания определенных сельскохозяйственных культур.

Поэтому правильное использование климатических ресурсов территории, и эффективное использование его потенциальных возможностей, уменьшает ущерб в растениеводстве, от неблагоприятных гидрометеорологических явлений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Для этих целей устанавливаются количественные показатели влияния факторов климата на объекты и процессы сельскохозяйственного производства.

Сопоставление агроклиматических показателей с ресурсами климата позволяет установить, насколько климатические условия конкретного географического района благоприятны или неблагоприятны для произрастания конкретных сельскохозяйственных культур. Основными агроклиматическими показателями по-

требности растений в тепле являются суммы активных и эффективных температур. Сумма активных температур выражается суммой средних суточных температур воздуха или почвы, превышающих биологический минимум, установленный для определенного периода развития растений.

К агроклиматическим показателям обеспеченности растений влагой относятся суммы осадков и различные показатели увлажнения, определяющие урожайность сельскохозяйственных культур. Агроклиматическими показателями условий перезимовки растений являются абсолютный минимум температуры воздуха.

В статье [1,2] были описаны физико-географические особенности, климатические характеристики Кадамжайского района Баткенской области, анализ метеорологических данных температуры воздуха, осадков, гидротермический коэффициент. На данном этапе работы мы обобщим метеорологические данные и расширим количество агроклиматических показателей.

Выполним расчет, определим численные значения агроклиматических показателей, которые влияют на продуктивность и урожайность сельскохозяйственных культур.



Рис. 1. Годовой ход средней температуры воздуха.

На рисунке 1 представлен график изменений среднегодовых температур воздуха по данным наблюдений агрометеопоста Марказ за период инструментальных наблюдений с 1974 по 2021 года. Уравнение линии тренда $y = 0,0209x + 12,91$ указывает, что тенденция изменений положительная, ежегодный прирост температуры составляет 0,020 градуса. Наименьшие значения среднегодовых температур наблюдались в 1985 и 2014 году, соответственно 11,8 и 12,3 градуса.

На рисунке 2 представлен график изменений суммы годовых осадков инструментальных наблюдений за аналогичный период. Уравнение линии тренда $y = -0,9762x + 291,24$ указывает, что тенденция изменений отрицательная, ежегодное снижение суммы осадков составляет 0,97 мм.

Наибольшие и наименьшие значения суммы осадков наблюдались в 1987 и 1989 годах, соответственно 590 и 131 мм.

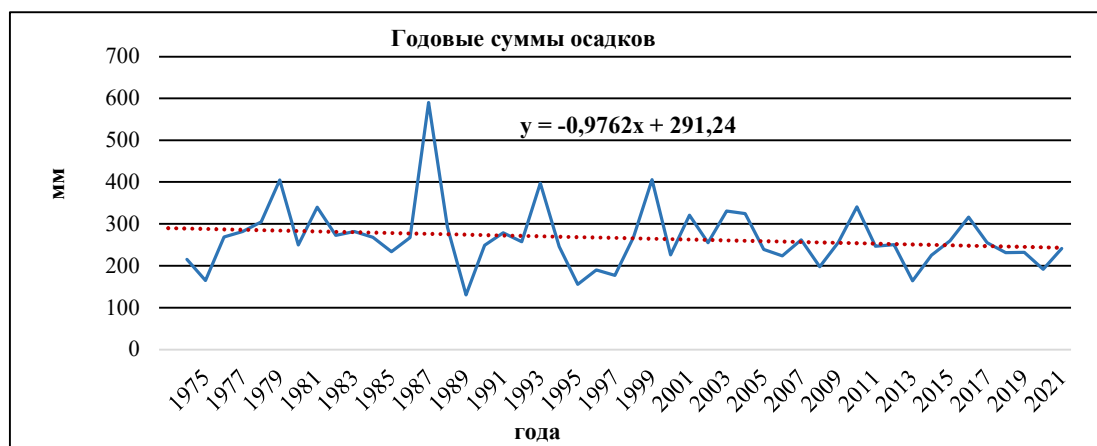


Рис. 2. Среднегодовые суммы осадков.

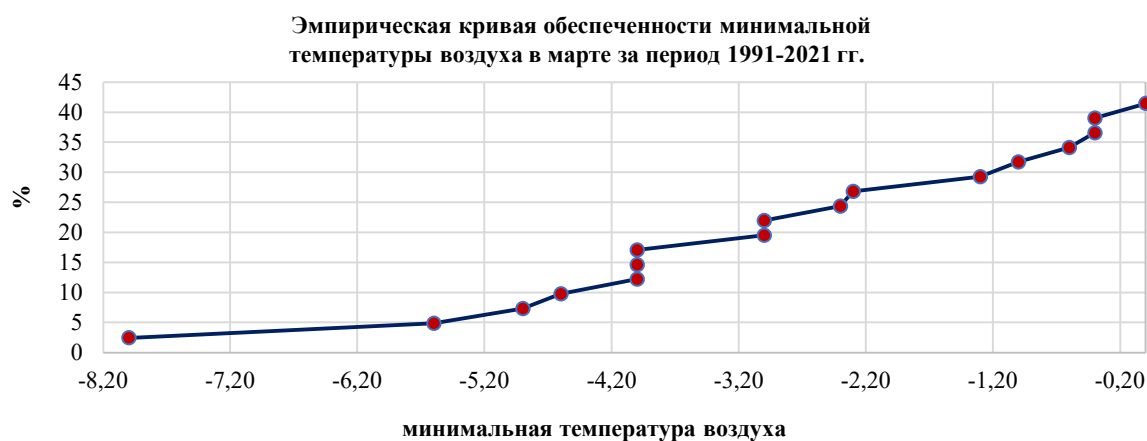


Рис. 3. График кривой эмпирической обеспеченности абсолютной минимальной температуры в марте месяце за период 1991-2021 годы.

На рисунке 3 представлен график эмпирической кривой обеспеченности минимальной температуры воздуха в марте за период с 1991 по 2021 год, в среднем диапазон температур от $-2,3$ до $-3,0$ наблюдаются один раз в 4 года, в диапазоне от $-3,0$ до $-4,0$ один раз в 5 лет, в диапазоне от $-4,0$ до $-5,6$ один раз в 7 лет, один раз в 20-25 лет ниже $-8,2$ градусов. Абсолютный минимум температуры воздуха $-19,7$ и ниже в январе наблюдался в 1985 и 2014 годах.

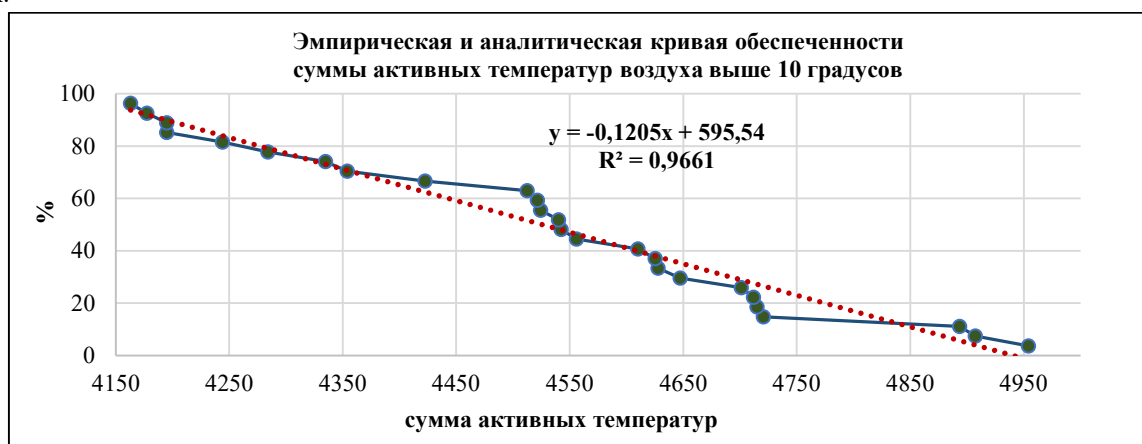


Рис. 4. График кривой эмпирической обеспеченности суммы температур выше 10 градусов с аналитической кривой распределения за период 1991-2021 годы.

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 2, 2023

На рисунке 4 представлен график эмпирической кривой обеспеченности суммы активных температур воздуха выше 10 градусов за вегетационный период с 1991 по 2021 год. Эта сумма указывает на потребность в тепле, теплолюбивых культур с биологическим минимумом 10 градусов, температура с которого начинают вегетацию теплолюбивые культуры. Минимальная сумма за этот период составил 4163, средняя 4526, максимальная 4954 градусов, обеспеченность среднееголетней суммы активных температур составил 55%. Аналитическая кривая линейная с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,9661$ и уравнением $y = -0,1205x + 595,54$.

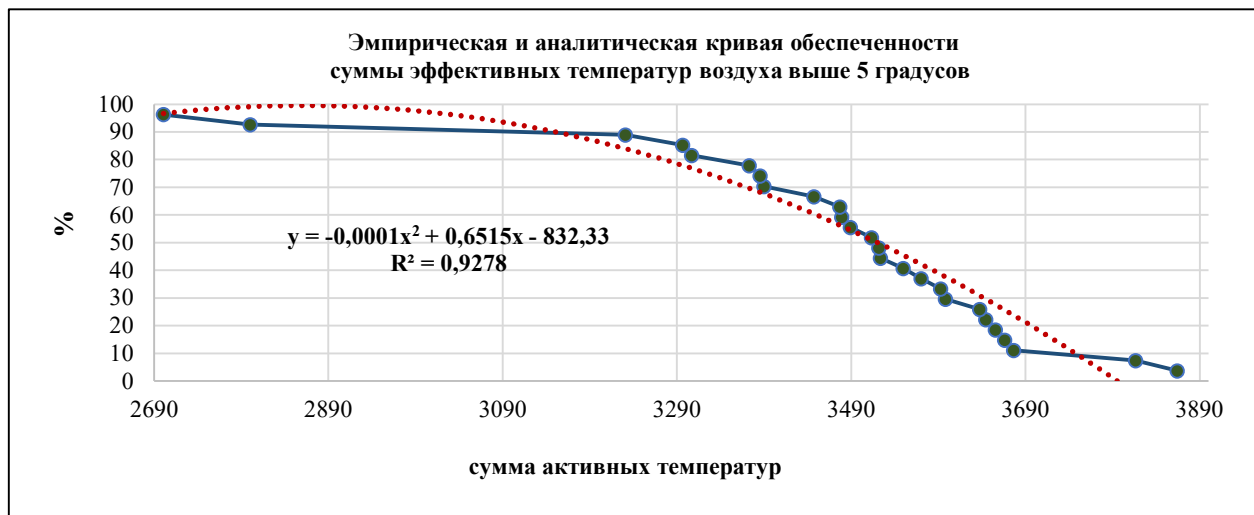


Рис. 5. График кривой эмпирической обеспеченности суммы температур выше 5 градусов с аналитической кривой распределения за период 1991-2021 годы.

Ниже на рисунке 5 представлен график эмпирической кривой обеспеченности суммы эффективных температур воздуха выше 5 градусов за вегетационный период за аналогичный период. Многие плодовые культуры имеют биологический минимум 5 градусов, то есть порог температуры, с которой начинается вегетация плодовых культур. Минимальное значение составил - 2700, средняя - 3515, максимальная - 3864 градусов, обеспеченность среднееголетней суммы эффективных температур составил 65%. Аналитическая кривая полиномиальная с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,9278$ и уравнением $y = -0,0001x^2 + 0,6515x - 832,33$.

В статье [1,2] описан сравнительный анализ среднегодовых температур воздуха, осадков, гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова за два периода. В этой работе мы хотим дополнить сравнительный анализ с такими показателями как сумма активных, эффективных температур, обеспеченных осадками за вегетационный период.

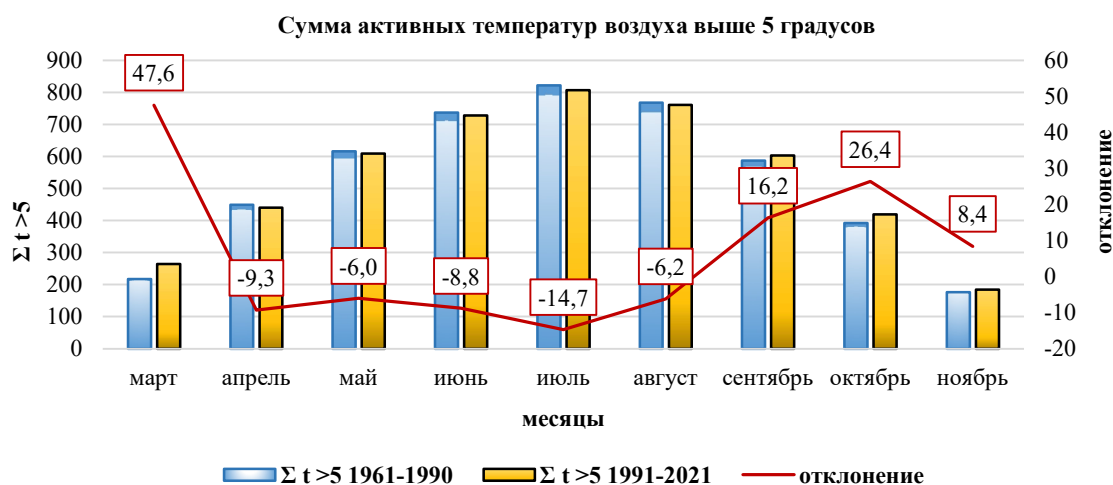


Рис. 6. Гистограмма изменений сумм активных температур выше 5 градусов за вегетационный период.

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 2, 2023

На рисунке 6 представлена гистограмма, сравнение суммы активных температур воздуха выше 5 градусов за два периода 1961-1990 и 1991-2021 годы в вегетационный период. За период 1991-2021 годы положительные значения отмечаются в марте, сентябре, октябре и ноябре, отрицательные значения с апреля по август месяцы. В среднем сумма активных температур воздуха за период 1991-2021 годов увеличился на 54 градуса.

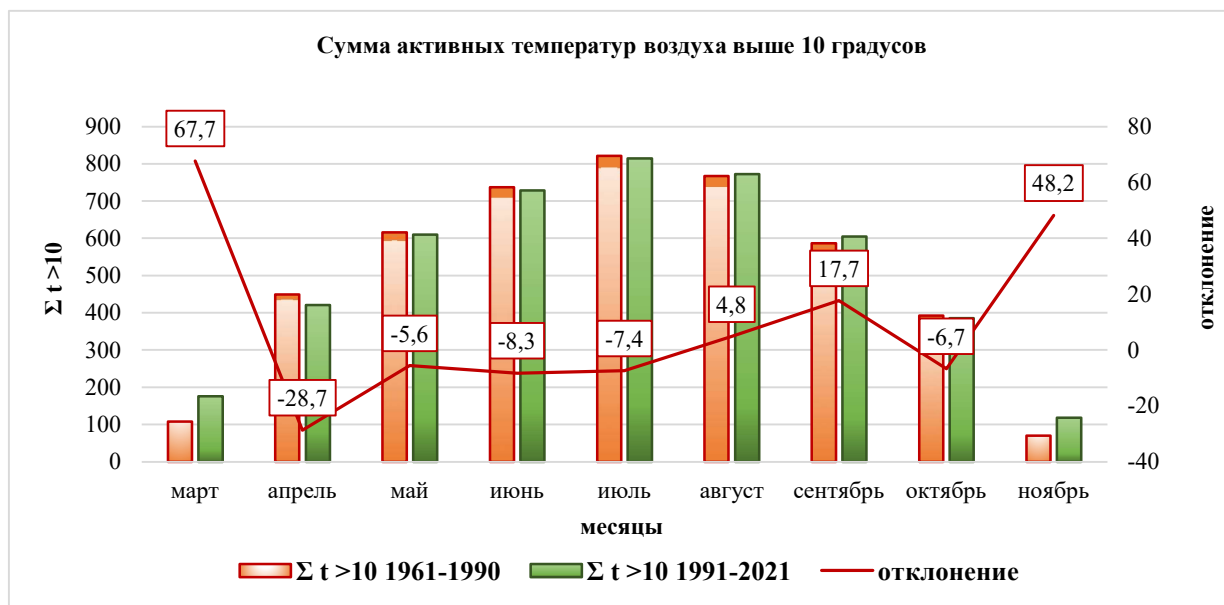


Рис. 7. Гистограмма изменений сумм активных температур выше 10 градусов за вегетационный период.

На рисунке 7 представлена гистограмма сравнения суммы активных температур воздуха выше 10 градусов за два периода 1961-1990 и 1991-2021 годы в вегетационный период. Здесь также, за период 1991-2021 годы положительные значения отмечаются в марте, августе, сентябре, октябре и ноябре, отрицательные значения с апреля по июль месяцы. В среднем сумма активных температур воздуха за период 1991-2021 год увеличилась на 82 градуса.

По данным гистограмм на рисунках 5 и 6 можем судить, что повышение суммы активных температур в весенние и в осенние месяцы связаны с повышением температуры за последний период.

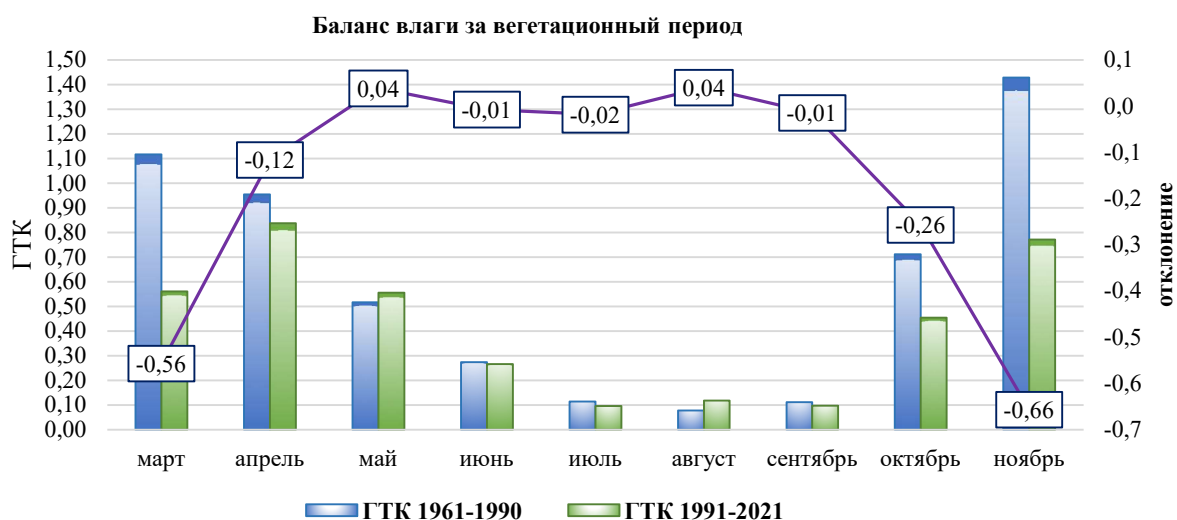


Рис. 8. Гистограмма изменений гидротермического коэффициента увлажнения за два периода.

Еще одним важнейшим параметром кроме обеспечения теплом сельскохозяйственных культур является коэффициент увлажнения в вегетационный период. Один из таких параметров – это гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) [6], который определяет баланс влаги сельскохозяйственных культур в период вегетации при среднесуточной температуре воздуха выше 10 градусов.

В гистограмме на рисунке 8 определен баланс влаги за вегетационный период, по ГТК Селянинова представляется возможным установить начало, конец и продолжительность влажных, засушливых и сухих периодов за вегетацию сельскохозяйственных культур. С этой целью вычислены за период с температурой воздуха выше 10 градусов гидротермический коэффициент.

По классификации коэффициент Г.Т. Селянинова выше [4,6] 1,0 считается влажным (обеспеченный влагой), 1,0 засушливым и 0,5 сухим. Определена длительность сухого и засушливого периода за два периода. За период 1961-1990 годы в среднем с 15 мая по 15 октября длится сухой период значением ГТК 0,5 и ниже за период 1991-2021 годы сухой период увеличился в осенний месяц до 15 ноября и первый месяц весны также относится к периоду сухих месяцев.

Сравнение ГТК в период вегетации за два периода позволяет оценить, как изменился баланс влаги за период 1991-2021 годы, здесь также прослеживается уменьшение ГТК в марте и в ноябре с наибольшими отклонениями в связи с повышением температуры воздуха в эти месяцы.

Примечательно, что сумма активных температур за период 1991-2021 год в марте и ноябре месяце указывает повышение в сравнение с базовым периодом, что подтверждается со значением ГТК. С апреля по сентябрь месяцы ГТК за два периода в среднем на равных значениях, только с октября по ноябрь за период 1991-2021 начинает увеличиваться разность, что также подтверждается увеличением суммы активных температур в ноябре.

Как известно, что с началом вегетационного периода для различных сельскохозяйственных культур с повышением температуры воздуха выше биологического минимума, начинается испарение влаги в почве и через растения. Одновременно в связи с испарением увеличивается потребность культур в воде.

Было решено вычислить значение испарения за вегетационный период и сравнить количественные показатели за два периода.

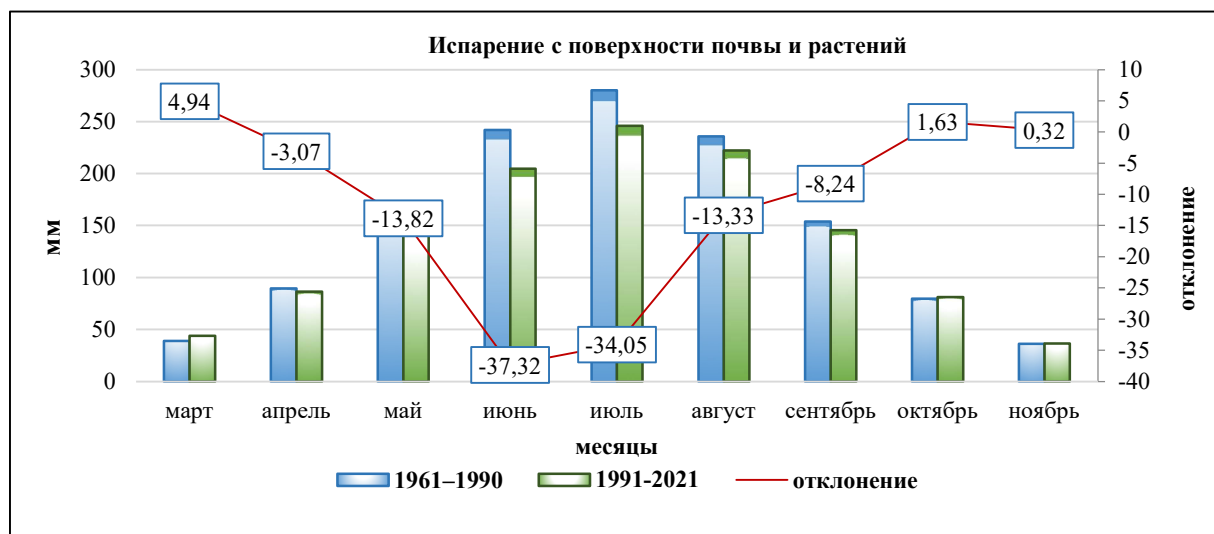


Рис. 9. Гистограмма изменений испарения за два периода.

В гистограмме представленным на рисунке 9 видим, как за два периода меняется испарение, наибольшие значения в марте и октябре за период 1991-2021 годы. С апреля по сентябрь месяцы отрицательные значения, наименьшие значения в июне и июль месяцах. Здесь также прослеживается, что изменения количества испарения в течение вегетационного периода аналогично изменениям активных температур воздуха и ГТК, то есть из-за уменьшения активных температур, снизилось количество испарения в эти месяцы.

Численные значения испарения за 1961-1990 го-

ды рассчитаны по среднемесячным значениям температуры воздуха и относительной влажности.

Вычислены сначала дефицит влажности воздуха за каждый месяц, затем сумма дефицитов влажности за каждый месяц умножены на коэффициент 0,45. В расчете использована формула [3], предложенный Шашко Д.И. $E=0,45\sum d$, где E - испарение, d - дефицит влажности.

За период 1991-2021 годы количество испарения рассчитан по среднемесячным значениям суммы активных температур, расчет выполнен методом уравнения регрессии.

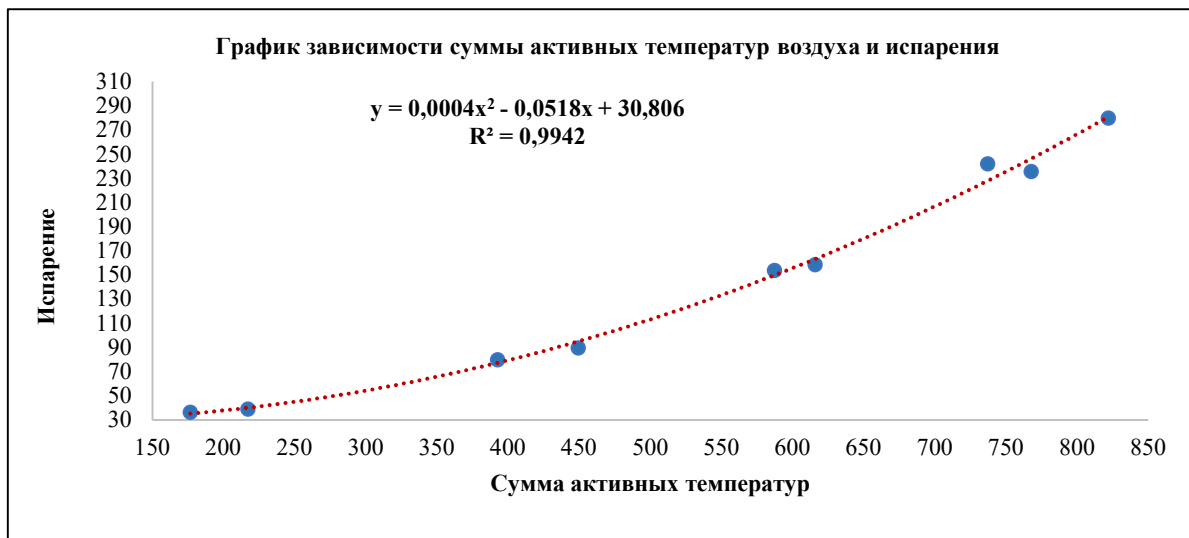


Рис. 10. Точечный график рассеяния линейной зависимости испарения и суммы активных температур воздуха.

На рисунке 10 представлен точечный график регрессии, где оценивается зависимость испарения с суммой активных температур воздуха выше 5 градусов. Получена зависимость с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,9942$ и уравнением регрессии с полиномиальной функцией равной $y = 0,0004x^2 - 0,0518x + 30,806$ который и послужил для расчета испарения. Коэффициент детерминации равный 0,99 по шкале Чеддока [7], которая отражает величину связи коэффициента корреляции оценивается как весьма высокая зависимость, между испарением и суммой активных температур.

Выводы:

- Увеличение среднегодовой температуры прослеживается в течение всего сезона, ежегодный прирост – 0,020 градусов;
- Уменьшение суммы осадков ежегодно составляет – 0,97 мм;
- За период 1991-2021 года увеличение суммы активных температур воздуха выше 5 и 10 градусов наибольшие значения прослеживаются в марте, октябре и ноябре месяцах равно и уменьшение увлажнения в эти месяцы, что является влиянием изменений в метеорологическом режиме;
- Уменьшение ГТК в сторону понижения в марте и апреле месяцах увеличивает потребность во влаге в эти месяцы, уменьшение в октябре и ноябре затрудняет некоторые культуры для благоприятной зимовки;
- Снижение суммы активных температур воздуха выше 5 и 10 градусов с апреля по август месяцы может неблагоприятно повлиять на продуктивность некоторых теплолюбивых культур.
- Увеличение ГТК в мае за период 1991-2021

годы с увеличением интенсивных осадков отрицательно повлияют на теплолюбивые культуры, а также к такому явлению как эрозия почв.

- Вероятность минимальных температур воздуха в марте месяце может повлиять на продуктивность некоторых культур, которые будут находится в фазе развития или цветения.

Литература:

1. Хасанов Б.У. Анализ климатических условий Кадамжайского района Баткенской области [Текст] / Б.У. Хасанов, Э.М., Каримов, У.У. Эркали. – Бишкек: Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета, Т. 21. № 8. 2021. - С. 164-166.
2. Дилишатов О.У. Анализ агроклиматических условий Кадамжайского района Баткенской области [Текст] / О.У. Дилишатов, Г.К. Омурбекова, Б.У. Хасанов. - Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. № 11. С. 112-117.
3. Шашко. Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР [Текст] / Д.И. Шашко. – М.: Гидрометеоздат 1985. - 247с.
4. Грингоф И.Г. Агрометеорология [Текст] / И.Г. Грингоф, В.В. Попова, В.Н. Страшный. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1987. - 305с.
5. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Выпуск 32 Киргизская ССР. Ленинград. Гидрометеоздат. 1989. – 375 с.
6. Кельчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии [Текст] / Л.С. Кельчевская. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1989. - 209с.
7. Удинцова Н.М. Эконометрика [Текст] / Н.М. Удинцова, Н.А. Коптева. – Черноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, [Электронный ресурс]: практикум / Электронные данные. 2017. – 93с.
8. Хасанов Б.У. Анализ климатических условий Баткенской области [Текст] / Б.У. Хасанов, Э.М. Каримов, У.У. Эркали. – Бишкек: Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, №4, 2021. - С.62-67.
9. Подрезов О.А. Горная климатология и высотная климатическая зональность Кыргызстана [Текст] / О.А. Подрезов. -

- Бишкек: Изд-во КРСУ, 2014. - 170 с.
10. Пономаренко П.Н. Атмосферные осадки Киргизии [Текст] / П.Н. Пономаренко. - Л.: Гидрометеоздат, 1976. - 134 с.
 11. Макаров И.А. Глобальное изменение климата как вызов мировой экономике и экономической науке [Текст] // И.А. Макаров. – М.: Экономический журнал ВШЭ. № 3, 2013. - С. 479-494.
 12. Порфирьев Б.Н. Экономика климатических изменений [Текст] / Б.Н. Порфирьев. - М.: Анкил, 2009.
 13. Рыскаль М.О. Оценка сумм осадков на территории Кыргызстана по данным спутниковых наблюдений [Текст]: дисс. канд. техн. наук / М.О. Рыскаль. - Бишкек, 2021. - 150 с.
 14. Кобышева Н.В. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики [Текст] / Н.В. Кобышева. - СПб., 2008.
 15. Рекомендации по анализу результатов пространственного контроля режимной гидрометеорологической информации. - СПб. Гидрометеониздат, 1993.
 16. Ташматова Н.К., Смаилов Э.А., Токоев А., Смаилова Х.Э. Экологическое состояние и факторы качества риса в баткенской области. / Известия ВУЗов Кыргызстана. 2023. №. 1. С. 83-87.