

УДК 551.582(476.2+476.7)

## ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Г. А. Камышенко

К. т. н., доцент, ученый секретарь Института природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: kamysHENKA@tut.by

### Реферат

Учет изменчивости температурно-влажностного режима территории в значительной степени определяет успешность ведения аграрного производства, является важнейшей составляющей комплексного подхода к решению задач устойчивого и эффективного использования агроресурсного потенциала пахотных земель в условиях изменения климата.

В данной статье представлены результаты исследования тепло- и влагообеспеченности южной части территории Беларуси в вегетационный период. Выполнен статистический анализ динамики и частоты проявления значений гидротермического коэффициента за май – июль 1891–2022 гг., а также в 1945–2022 гг. по данным отдельных метеостанций. Показаны результаты сравнительного анализа изменения данного показателя для временного интервала до начала потепления и в период потепления климата.

**Ключевые слова:** температура воздуха и атмосферные осадки, потепление климата, гидротермический коэффициент, динамика, частота.

### HEAT AND MOISTURE SUPPLY IN THE SOUTHERN PART OF BELARUS DURING THE GROWING PERIOD

H. A. KamysHENKA

### Abstract

Taking into account the variability of temperature and moisture regime of the territory largely determines the success of agricultural production, is the most important component of an integrated approach to solving the problems of sustainable and effective use of agro-resource potential of arable land in the context of climate change.

This paper presents the results of the study of heat and moisture availability in the southern part of the territory of Belarus during the growing season. The statistical analysis of the dynamics and frequency of occurrence of the hydrothermal coefficient values for May–July 1891–2022, as well as in 1945–2022 according to the data of some meteorological stations is carried out. The results of comparative analysis of changes in this indicator for the time interval before the beginning of warming and during the period of climate warming are shown.

**Keywords:** air temperature and precipitation, hydrothermal coefficient, dynamics, frequency.

### Введение

Одна из наиболее актуальных проблем как в области научных геоэкологических исследований, так и в сфере планирования социально-экономического развития регионов – оценка значимости происходящих изменений климата для природной среды и климатозависимых отраслей народного хозяйства. Воздействиям климатических изменений особенно подвержено сельскохозяйственное производство. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 27 ноября 2019 г. № 800 определен перечень на 2020–2024 годы районов, относящихся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции. Согласно Положению о порядке отнесения районов к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции, утвержденному постановлением Правительства от 15 августа 2014 г. № 796, таковым признается район, на территории которого в связи с природно-климатическими, почвенными, экологическими и социально-экономическими показателями (факторами) организация высокорентабельного производства не представляется возможной. В указанный перечень внесено 66 районов республики, значительное количество из которых приходится на Гомельскую область (20 районов), в список не попал только один из всех административных районов области – Жлобинский район [1]. В Брестской области из 16 административных районов неблагоприятными для производства сельскохозяйственной продукции признаны почти треть всех районов (5) – Ганцевичский, Ивановский, Лунинецкий, Пинский и Столинский районы. Данный факт лишний раз свидетельствует об актуальности и целесообразности исследования на региональном уровне факторов, влияющих на эффективность сельскохозяйственного производства, одним из которых является климатический фактор.

В связи с вышесказанным, статистический анализ и учет изменчивости температурно-влажностного режима южной части территории Беларуси (Брестской и Гомельской областей) представляет значительный научно-практический интерес.

### Методы исследования и исходные данные

В статистических исследованиях при анализе агроклиматических условий возделывания сельскохозяйственных культур широко используется гидротермический коэффициент (ГТК) Г. Т. Селянинова, отражающий условия увлажнения территории в зависимости от температуры воздуха. ГТК рассчитывается как отношение суммы осадков за определенный период (не менее месяца) к сумме температур за это же время со средними суточными значениями, превышающими 10 °С, уменьшенной в 10 раз. Этот показатель дает комплексную характеристику степени увлажнения, поскольку учитывает соотношение между количеством выпавших осадков и возможным испарением с открытой водной поверхности, пропорциональным сумме температур. Коэффициент, равный единице, по Г. Т. Селянину [2], указывает на равенство прихода расходу влаги; меньше единицы характеризует недостаточное увлажнение, коэффициенты от 1 до 2 указывают на достаточное увлажнение. В исследованиях подобного рода для интерпретации изменения показателя влагообеспеченности территории наиболее приемлема градация, представленная в [3], согласно которой различают следующие условия увлажнения территории: ниже 0,4 – сухие условия, 0,4–0,7 – очень засушливые, 0,71–1,0 – засушливые, 1,01–1,3 – слабозасушливые, 1,31–1,6 – оптимальные, более 1,6 – влажные.

В исследовании температурно-влажностного режима южной части территории Беларуси использованы данные, опубликованные в справочном пособии [4], и статистические материалы Белгидрометцентра по среднемесячным температурам воздуха и количеству осадков по метеостанциям Брестской и Гомельской областей. Исследованием охвачен вегетационный период с мая по июль временного интервала 1891–2022 гг. Ранее в лаборатории климатических исследований Института природопользования НАН Беларуси было выполнено исследование изменения гидротермического коэффициента за отдельные месяцы 1960–2019 гг. на территории Беларуси [5].

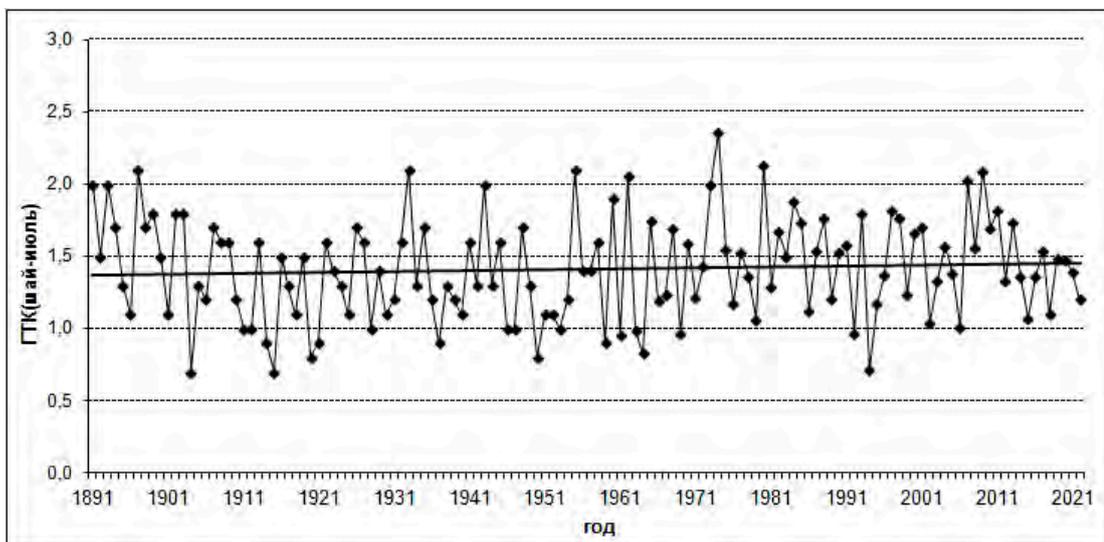
**Результаты исследования и их обсуждение**

На рисунке 1 представлены графики динамики значений ГТК в мае – июле на территории Брестской и Гомельской областей в 1891–2022 г.

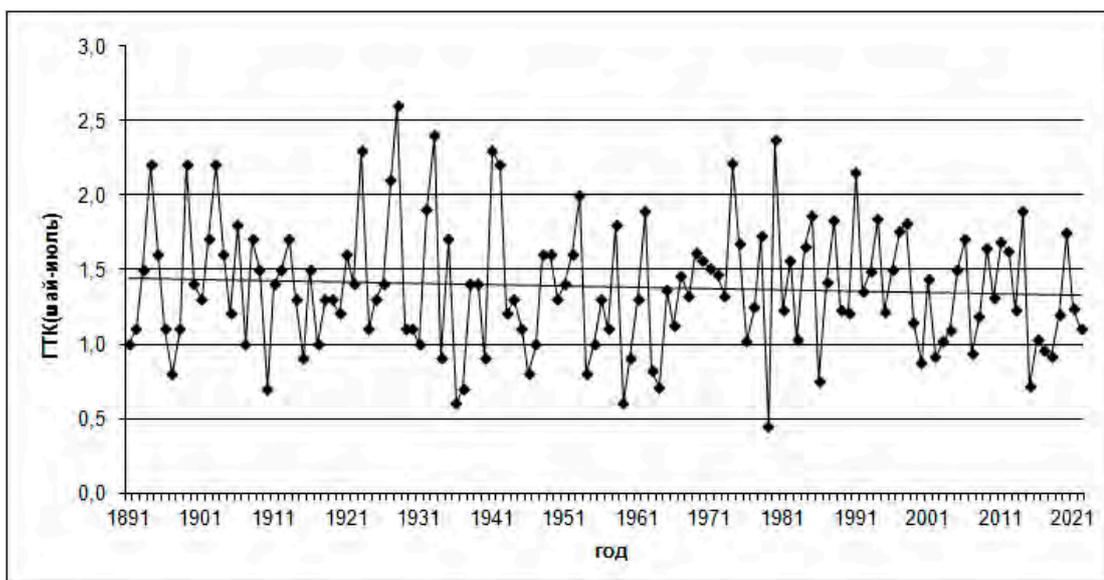
Среднее значение ГТК мая – июля за период 1891–2022 г. в южной части территории Беларуси составляет 1,4, что соответствует оптимальным условиям увлажнения. Динамика изменения значений ГТК Брестской области характеризуется незначительной положительной тенденцией, Гомельской области – отрицательной направленностью линейного тренда. Указанная тенденция присуща не

только всему интервалу с 1891 по 2022 г., но и его отдельным частям, в частности, характерна для периода, предшествовавшего началу потепления климата (до 1989 г.), и периода современного потепления (1989–2022 г.). Размах изменения значений ГТК мая – июля на территории Гомельской области несколько выше, чем на территории Брестской области. На всем исследуемом интервале (1891–2022 г.) в южной части территории Беларуси при росте температуры воздуха наблюдается рост выпадения атмосферных осадков в мае и июле и их уменьшение в июне.

а



б



**Рисунок 1** – Динамика значений ГТК за май – июль 1891–2022 г. с линейным трендом на территории Брестской (а) и Гомельской (б) областей

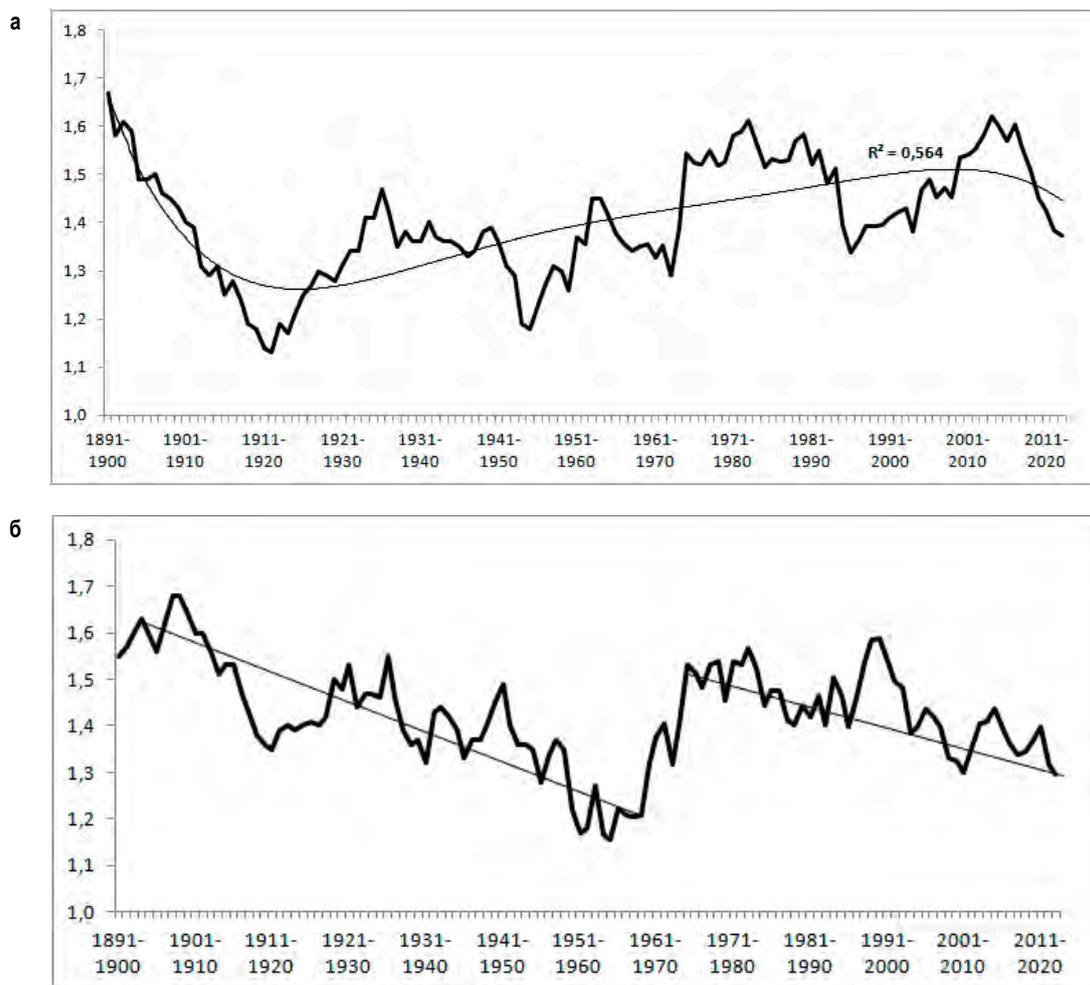
В период потепления климата (после 1989 г.) в Брестской области при росте температуры воздуха суммарное количество осадков в мае и июле увеличилось, а в июне – уменьшилось. При этом в последние годы в июле увеличились суточные максимумы осадков, т. е. повысилась интенсивность ливневых осадков, но уменьшилась их продолжительность. Таким образом, продолжительность периодов без осадков (с засухами) увеличилась.

В Гомельской области в период потепления климата при сохранении в мае и июне общей тенденции, присущей всему исследуемому интервалу (1891–2022 г.), отмечается незначительное уменьшение суммарного количества выпавших осадков в июле.

Согласно вышесказанному, можно сделать вывод, что короткопериодная изменчивость температурно-влажностного режима терри-

тории южной части Беларуси в мае – июле обусловлена в основном неустойчивым выпадением атмосферных осадков. Исследования, выполненные в Институте природопользования НАН Беларуси, показали, что если до начала современного потепления территория Беларуси относилась к зоне избыточного увлажнения, то сейчас потенциальное испарение превалирует над осадками практически на всей территории Брестской и Гомельской областей.

Графики, отражающие динамику скользящих по десятилетним периодам значениям ГТК, позволяют исключить из рассмотрения короткопериодные колебания данных и более наглядно показать динамику изменения исследуемого показателя. Представленные на рисунке 2 графики 10-летних скользящих средних значений ГТК за май – июль 1891–2022 г. характеризуются волнообразным характером.

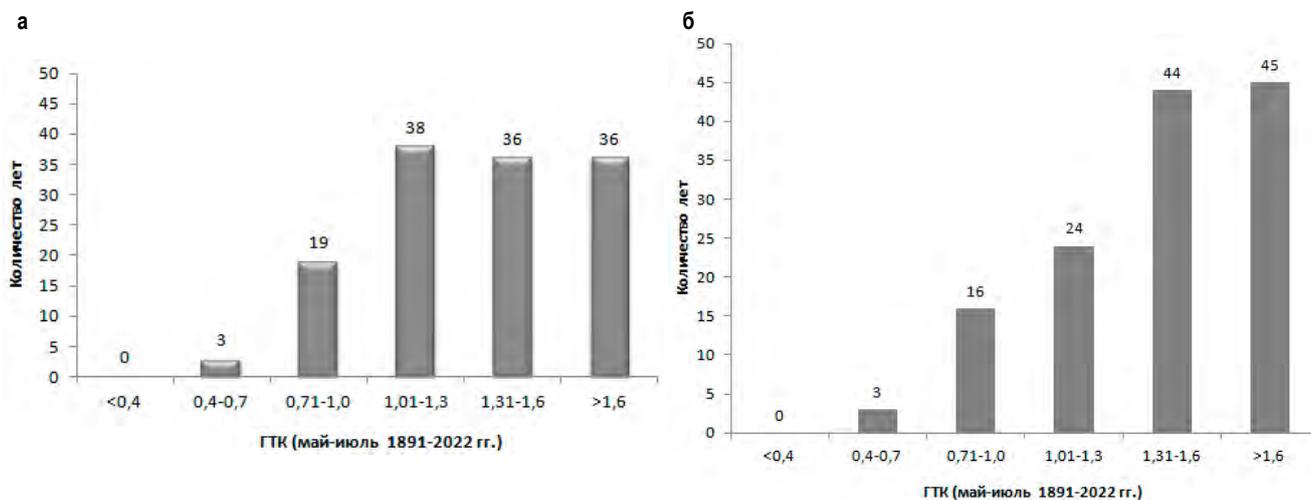


**Рисунок 2** – Динамика 10-летних скользящих значений ГТК за май – июль 1891–2022 гг. на территории Брестской (а) и Гомельской (б) областей

График, характеризующий ГТК Брестской области, дополнен полиномиальной (5-й степени) трендовой составляющей с коэффициентом детерминации, равным 0,564, свидетельствующем о наличии заметной статистической связи. Трендовая составляющая после значительного снижения в первые десятилетия исследуемого временного интервала в целом характеризуется положительной динамикой, сменившей направленность в последние годы. На графике,

характеризующем ГТК Гомельской области, нами выделены два периода с нисходящими линейными трендами, демонстрирующими устойчивое снижение скользящих значений ГТК.

Визуально оценить характер разброса данных позволяет гистограмма распределения частоты проявлений значений ГТК за май – июль 1891–2022 гг., согласно принятой градации (рисунок 3).



**Рисунок 3** – Гистограммы распределения частоты проявлений значений ГТК за май – июль 1891–2022 гг. на территории Брестской (а) и Гомельской (б) областей

Весь исследуемый интервал составляет 132 года, из них подавляющее число лет на территории юга Беларуси характеризуется слабозасушливыми, оптимальными и влажными условиями в мае – июле, засушливыми условиями вегетационного периода в Брестской области характеризуются 19 лет (14,4%), в Гомельской области – 16 лет (12,1%) и только 3 года оказались очень засушливыми в мае – июле на исследуемой территории. При этом данное распределение касается только атмосферных выпадений и обусловленных ими засушливых явлений, ситуация по почвенному увлажнению территории и почвенным засухам будет отличаться от представленной выше.

На рисунке 4 представлено сравнительное распределение частоты проявления значений ГТК мая – июля на территории Брестской и Гомельской областей, согласно принятой градации, на временном интервале с 1891 по 1988 г. и в период потепления климата – с 1989 по 2022 г. Поскольку рассматриваются временные интервалы различной продолжительности, частота значений ГТК выражается относительными величинами (в %).

На территории Брестской области число лет с очень засушливыми и засушливыми условиями (значение ГТК в интервале [0,4; 1,0]) в мае – июле в период потепления климата составило 11,7% от общего количества лет в интервале, что ниже, чем в предшествовавшие годы (18,3%); засушливые явления отмечались в 1992, 1994, 2002 и 2006 гг. В Гомельской области количество лет с очень засушливыми и засушливыми условиями в мае – июле в период потепления составило 5,9%, что почти в 3 раза меньше, чем в рассмотренный период до потепления климата (17,4%); засушливые явления отмечались в 2000, 2002, 2007, 2015, 2017 и 2018 гг.

В юго-западной части территории Беларуси снизилось число лет со слабозасушливыми условиями вегетационного периода с 30,6 до 23,5%, в юго-восточной части – увеличилось с 25,5 до 35,3%. Повсеместно увеличилась частота проявления лет с оптимальными условиями увлажнения территории в мае – июле. В период потепления в Гомельской области снизилось количество лет, характеризующихся влажными условиями вегетационного периода.

Дополнительно рассмотрена ситуация с тепло- и влагообеспеченностью территорий отдельных метеостанций Белорусского Полесья в мае–июле 1945–2022 гг. На территории Западного Полесья нами выделены территории, примыкающие к метеостанциям Брест и Пинск, в Восточном Полесье – Брагин и Гомель. Выбор данного временного интервала и метеостанций обусловлен полнотой обеспечения статистическими данными, характеризующими тепло- и влагообеспеченность территории.

На рисунке 5 приведена динамика значений ГТК за май – июль 1945–2022 гг. по данным указанных выше метеостанций. В Бресте и Пинске среднее значение ГТК вегетационного периода равно 1,4, что соответствует оптимальному увлажнению территории, трендовая составляющая по метеостанции Брест является практически const, в Пинске отмечается незначительная тенденция к росту. Однако в период после 1989 г. данная тенденция в Западном Полесье нарушается: на территории, прилегающей к метеостанции Брест, отмечается восходящий линейный тренд значений ГТК мая – июля, в Пинске – нисходящий тренд.

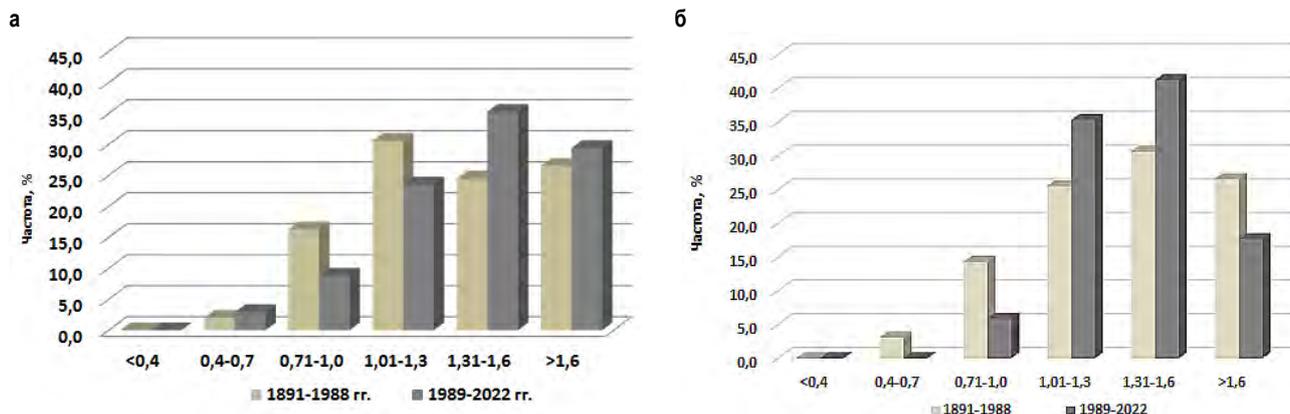


Рисунок 4 – Распределение частоты проявления значений ГТК мая – июля в периоды 1891–1988 гг. и 1989–2022 гг. на территории Брестской (а) и Гомельской (б) областей

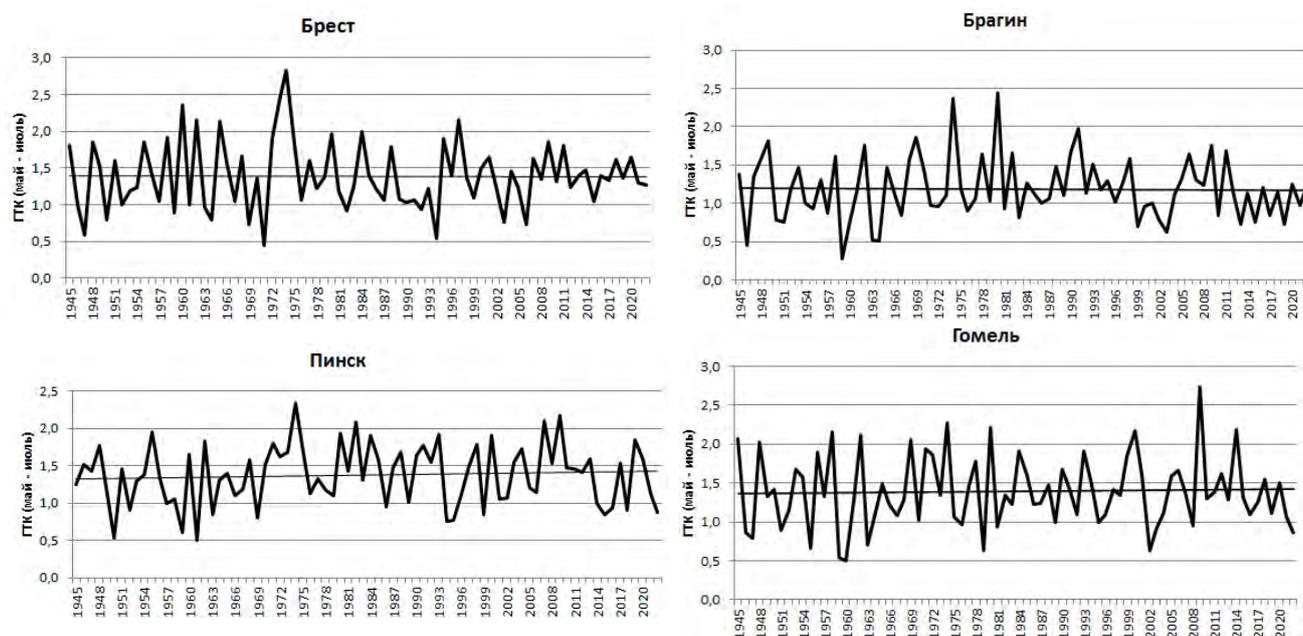


Рисунок 5 – Динамика значений ГТК за май – июль 1945–2022 гг. по данным отдельных метеостанций Белорусского Полесья

В Восточном Полесье по данным метеостанции Гомель среднее значение ГТК вегетационного периода равно 1,4, что соответствует оптимальным условиям увлажнения территории; в Брагине среднее значение показателя равно 1,2, что свидетельствует о слабозасушливых условиях территории. Следует отметить, что Брагин отличается минимальным на территории Беларуси многолетним количеством выпавших осадков.

По степени увлажнения почти вся территория страны относится к зоне недостаточного увлажнения, только южная и юго-восточная части относятся к зоне неустойчивого увлажнения [6].

На графиках отражена короткопериодная изменчивость температурно-влажностного режима территории рассмотренных метеостанций, что обусловлено, как указывалось выше, неустойчивым выпадением осадков. Значения ГТК сильно варьируют по величине, достигая в отдельные годы экстремумов от 0,3 до 2,7. После 2009 г. прослеживается ярко выраженный нисходящий тренд значений ГТК за май – июль.

Сравнение значений ГТК за май – июль периода потепления (после 1989 г.) и предшествовавшего более прохладного периода с 1945 по 1988 г. позволило установить, что частота проявления лет с засушливыми условиями вегетационного периода, когда значение ГТК находится в интервале [0,71; 1,0], в Бресте и Брагине снизилась, в Гомеле и Пинске повысилась. Аналогично сложилась неоднозначная ситуация по оптимальным условиям увлажнения территории: в Бресте, Пинске и Гомеле этот показатель в период потепления повысился по отношению к предшествующему периоду, а в Брагине – снизился.

Учитывая, что динамика роста температуры воздуха в различные месяцы интервала с мая по июль сопровождается как ростом, так и снижением суммарного количества выпавших атмосферных осадков, результаты исследований тепло- и влагообеспеченности территории в отдельные месяцы будут отличаться от представленных выше комплексных показателей за май – июль. Представленные результаты касаются только атмосферных выпадений и обусловленных ими засушливых явлений, ситуация по почвенному увлажнению территории и почвенным засухам будет иной.

### Заключение

Анализ значений ГТК мая – июля на исследованном временном интервале с 1891 по 2022 г. по метеорологическим данным Брестской и Гомельской областей, а также в 1945–2022 гг. по данным отдельных метеостанций (Брест, Брагин, Гомель, Пинск) показал их сильную вариацию (от 0,3 до 2,7). Изменчивость температурно-влажностного режима территории южной части Беларуси в мае – июле обусловлена в основном неустойчивым выпадением атмосферных осадков. В последние три десятилетия выявлено снижение значений ГТК мая – июля на исследованной территории, по отдельным рассмотренным метеостанциям после 2009 г. наблюдается значительная отрицательная направленность тренда.

Таким образом, наблюдаемое повышение среднегодовой температуры воздуха сопровождается изменением режима осадков. Установлена неравномерность увлажнения территории, высокая степень стохастичности временных рядов атмосферных осадков, что связано с событийным характером их выпадения, дискретностью процесса в отличие от температурных рядов, описывающих непрерывный процесс состояния воздушной среды.

Полученные результаты об изменчивости температурно-влажностного режима территории могут быть использованы при решении комплексных задач устойчивого и эффективного использования агроресурсного потенциала пахотных земель юга Беларуси в условиях изменения климата.

### Список цитированных источников

1. Правительством определен перечень районов, относящихся к неблагоприятным для производства сельхозпродукции [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2019/november/43102>. – Дата доступа: 26.02.2024.
2. Селянинов, Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата / Г. Т. Селянинов // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 169–178.
3. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / В. Мельник [и др.]. – Минск-Женева, 2017. – Режим доступа: <https://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf>. – Дата доступа: 19.05.2023.
4. Многолетние ряды средних областных комплексных метеорологических параметров для основных сельскохозяйственных районов СССР (1891–1980 гг.): справочное пособие / под ред. А. В. Мещерской, В. Г. Блажевич. – Ленинград, 1985. – 324 с.
5. Бровка, Ю. А. Изменение гидротермического коэффициента на территории Беларуси и повторяемости экстремальных условий увлажнения в период потепления климата / Ю. А. Бровка, И. В. Буяков // Природопользование. – 2020. – № 2. – С. 5–18.
6. Логинов, В. Ф. Современные изменения климата / В. Ф. Логинов; Ин-т природопользования НАН Беларуси. – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА»», 2024. – 267 с.

### References

1. Pravitel'stvom opredelen perechen' rajonov, odnosyashchihsia k neblagopriyatnym dlya proizvodstva sel'hozprodukcii [Elektronnyj resurs] // Nacional'nyj pravovoj Internet-portal Respubliki Belarus'. – Rezhim dostupa: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2019/november/43102>. – Data dostupa: 26.02.2024.
2. Selyaninov, G. T. O sel'skohozyajstvennoj ocenke klimata / G. T. Selyaninov // Trudy po sel'skohozyajstvennoj meteorologii. – 1928. – Vyp. 20. – S. 169–178.
3. Agroklimaticheskoe zonirovanie territorii Belarusi s uchetom izmeneniya klimata v ramkah razrabotki nacional'noj strategii adaptacii sel'skogo hozyajstva k izmeneniyu klimata v Respublike Belarus' [Elektronnyj resurs] / V. Mel'nik [i dr.]. – Minsk-Zheneva, 2017. – Rezhim dostupa: <https://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf>. – Data dostupa: 19.05.2023.
4. Mnogoletnie ryady srednih oblastnyh kompleksnyh meteorologicheskikh parametrov dlya osnovnyh sel'skohozyajstvennyh rajonov SSSR (1891–1980 gg.): spravocnoe posobie / pod red. A. V. Meshcherskoj, V. G. Blazhevich. – Leningrad, 1985. – 324 s.
5. Brovka, YU. A. Izmenenie gidrotermicheskogo koeficienta na territorii Belarusi i povtoryaemosti ekstremal'nyh uslovij uvlazhneniya v period potepleniya klimata / YU. A. Brovka, I. V. Buyakov // Prirodopol'zovanie. – 2020. – № 2. – S. 5–18.
6. Loginov, V. F. Sovremennye izmeneniya klimata / V. F. Loginov; In-t prirodopol'zovaniya NAN Belarusi. – SPb.: ООО «Izdatel'stvo «LEMA»», 2024. – 267 s.

Материал поступил 01.06.2024, одобрен 13.06.2024, принят к публикации 13.06.2024