Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 504.38, 631

Агрометеорологическая оценка возделывания сельскохозяйственных культур и меры по адаптации продукционного процесса в условиях изменения климата на примере Зерноградского района Ростовской области

Куприянов А.Н., Белолюбцев А.И.

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация

В статье проведен анализ климатических и агрометеорологических условий Зерноградского района Ростовской области. Выделены основные тенденции изменения климата на данной территории и проведена оценка их влияния на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Основным лимитирующим фактором в обеспечении их безопасного продукционного процесса на данной территории являются условия увлажнения территории, а также неравномерное во времени и пространстве распределение осадков. Выявлена тенденция постепенного снижения Гидротермический коэффициент (ГТК) за август-октябрь и, как следствие, увеличение вероятности наступления среднезасушливых периодов во время посева озимых зерновых. Оптимизация технологических процессов, при изменении климата на данной территории, должна включать мероприятия по накоплению зимне-весенней влаги, широко применяя противоэрозионные агротехнические приемы. Технологии возделывания с/х культур должны быть адаптированы под характер изменений современного климата с целью сохранения и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: КЛИМАТ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС, АГРОТЕХНОЛОГИИ

Введение

Анализ агрометеорологических условий имеет одно из первостепенных значений при

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

оценке продукционного процесса и мерах по его оптимизации. С учетом характера текущих климатических факторов и их сочетаний, а также накопленных статистических данных можно достоверно оценить динамику изменения климата и дать рекомендации по адаптации технологий возделывания с.-х. культур к изменяющимся условиям. Несомненно, основные агрометеорологические показатели такие как ФАР, осадки, температура и т.д. играют ключевую роль в формировании будущего урожая [1, 2]. В попытках адаптировать агротехнологии и повысить эффективность растениеводства оценка природно-климатических условий должна иметь первостепенное значение в получении максимально возможного урожая. Эта оценка позволяет подобрать научно-обоснованные сорта и гибриды для возделывания в данных условиях, разработать эффективную систему удобрений и средств защиты растений, что позволит реализовать максимально возможный продукционный потенциал с.-х. культур на конкретной территории. В совокупности с другими агроэкологическими факторами, такими как почва и рельеф можно рекомендовать эффективную технологию возделывания сельскохозяйственных культур [3, 4].

Цель работы – провести анализ климатических и агрометеорологических условий Зерноградского района Ростовской области, выделить основные лимитирующие факторы продукционного процесса и разработать меры по адаптации производства продукции растениеводства к неблагоприятным последствиям изменения климата.

Объекты и методы исследований

Анализ агрометеорологических условий возделывания сельскохозяйственных культур при потеплении климата выполнен на примере Зерноградского района Ростовской области. Территория находится в умеренном климатическом поясе, атлантико-континентальной европейской области с умеренно-континентальным типом климата, который характеризуется теплым и продолжительным вегетационным периодом с недостаточным увлажнением. По агроклиматическому районированию территория района относиться к зоне с засушливым вегетационным периодом с вероятностью засух более 25-50 %, с резко различающимися

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

условиями увлажнения и температурными условиям в разные годы [5]. В пределах Ростовской области существует сельскохозяйственное районирование, в рамках которого выделяется 6 зон. Территория Зерноградского района относиться к южной сельскохозяйственной зоне и обладает в достаточной мере благоприятными климатическими условиями для ведения эффективного сельскохозяйственного производства.

Статистический анализ климатических факторов проведен по стандартным агроклиматическим методикам. Был рассчитан и оценен индекс континентальности по Н.Н. Иванову (1948) [6], продолжительность периода со среднесуточной температурой выше 0˚С, 5˚С, 10˚С и 15˚С, амплитуда температур, сумма активных температур, количество осадков, ГТК, а также даты наступления заморозков и характеристика зимнего периода. Температурные характеристики были оценены за период с 1973 по 2021 гг. (рис. 1), остальные – с 2001 по 2021 гг. [7].

Результаты и их обсуждения

Индекс континентальности по Н.Н. Иванову равен 189 единицам, что характеризует климат как средне континентальный. Годовая амплитуда температур составляет в среднем 29°С, достигая в некоторые годы 33-37°С (1985, 1996, 2002, 2006, 2011 и 2012 гг.). Максимальные среднемесячные амплитуды температур достигают 28-30°С, при средних 15-20°С. Наименьшие амплитуды температур характерны для периода с апреля по сентябрь. Максимальные среднемесячные колебания характерны в основном для зимнего периода (декабрь, январь), что необходимо учитывать при возделывании озимых культур, особенно в малоснежные зимы.

Термические ресурсы Зерноградского района благоприятны для возделывания многих сельскохозяйственных культур и позволяют получать продукцию высокого качества. Продолжительности периодов со среднесуточной температурой выше 0˚С, 5˚С, 10˚С и 15˚С составляют соответственно 253, 216, 172 и 133 дня.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

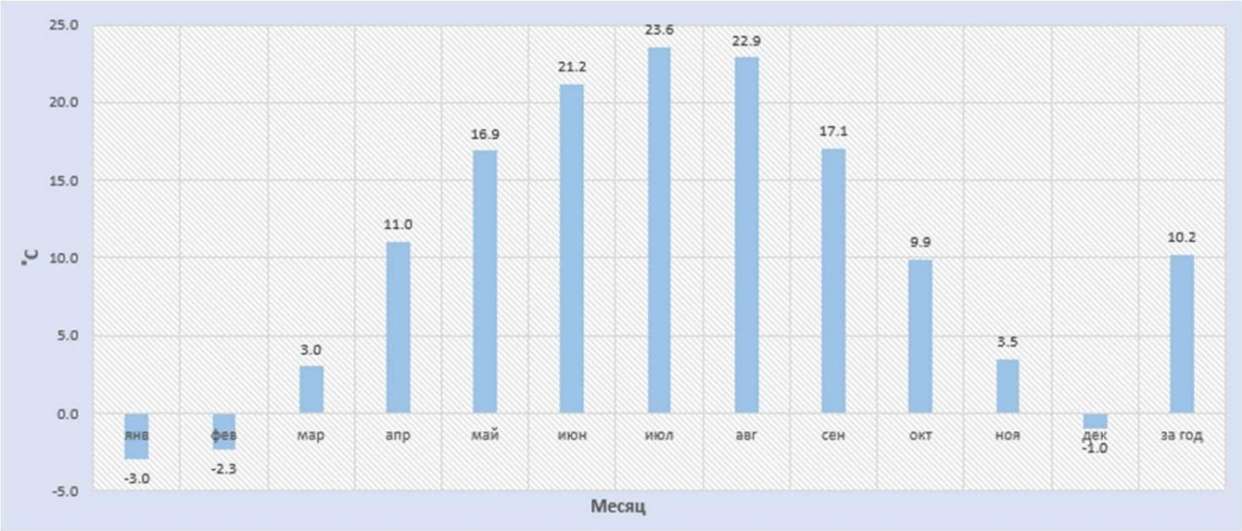
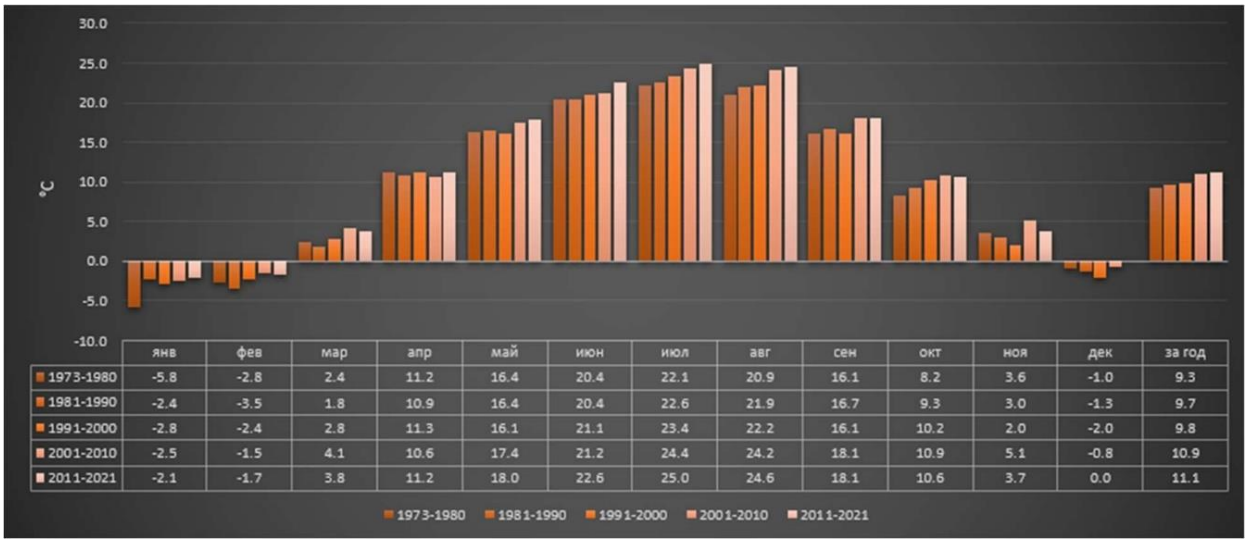


Рис.1. Среднемесячные температуры за период 1973-2021 гг.

За период с 1973 по 2021 гг. наблюдается увеличение среднегодовых температур и изменение распределения средних температур по месяцам, что наглядно видно на рис. 2.



	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	за год
1973-1980	-5.8	-2.8	2.4	11.2	16.4	20.4	22.1	20.9	16.1	8.2	3.6	-1.0	9.3
1981-1990	-2.4	-3.5	1.8	10.9	16.4	20.4	22.6	21.9	16.7	9.3	3.0	-1.3	9.7
1991-2000	-2.8	-2.4	2.8	11.3	16.1	21.1	23.4	22.2	16.1	10.2	2.0	-2.0	9.8
2001-2010	-2.5	-1.5	4.1	10.6	17.4	21.2	24.4	24.2	18.1	10.9	5.1	-0.8	10.9
2011-2021	-2.1	-1.7	3.8	11.2	18.0	22.6	25.0	24.6	18.1	10.6	3.7	0.0	11.1

Рис.2. Изменение распределения средних месячных и годовых температур воздуха с 1973 по 2021 гг.

При анализе средних месячных и годовых температур воздуха за 50-летний период заметна тенденция увеличения температур за каждое десятилетие. За период 1973-1980 гг.

среднегодовая температура составляла всего 9,3°С, тогда как за последнее десятилетие (2011-2021 гг.) данный показатель возрос на 1,8°С до 11,1°С. Максимальное увеличение температуры за пятидесятилетний период отмечается в январе и августе - на 3,7 °С. Общий характер изменений заключается в потеплении зимнего и летнего периодов, тогда как весна и осень имеют менее выраженный характер изменений.

Оценка распределения заморозков и тенденция их смещения важна для регулирования сроков посева осенью и подкормок весной. Средняя дата наступления последнего весеннего заморозка (рис. 3) приходится на 5 апреля и согласно многолетним данным за период 2001-2021 гг. колеблется от 21 марта до 4 апреля. Средняя дата наступления первого осеннего заморозка отмечается 23 октября с возможным диапазоном от 3 октября до 16 ноября.

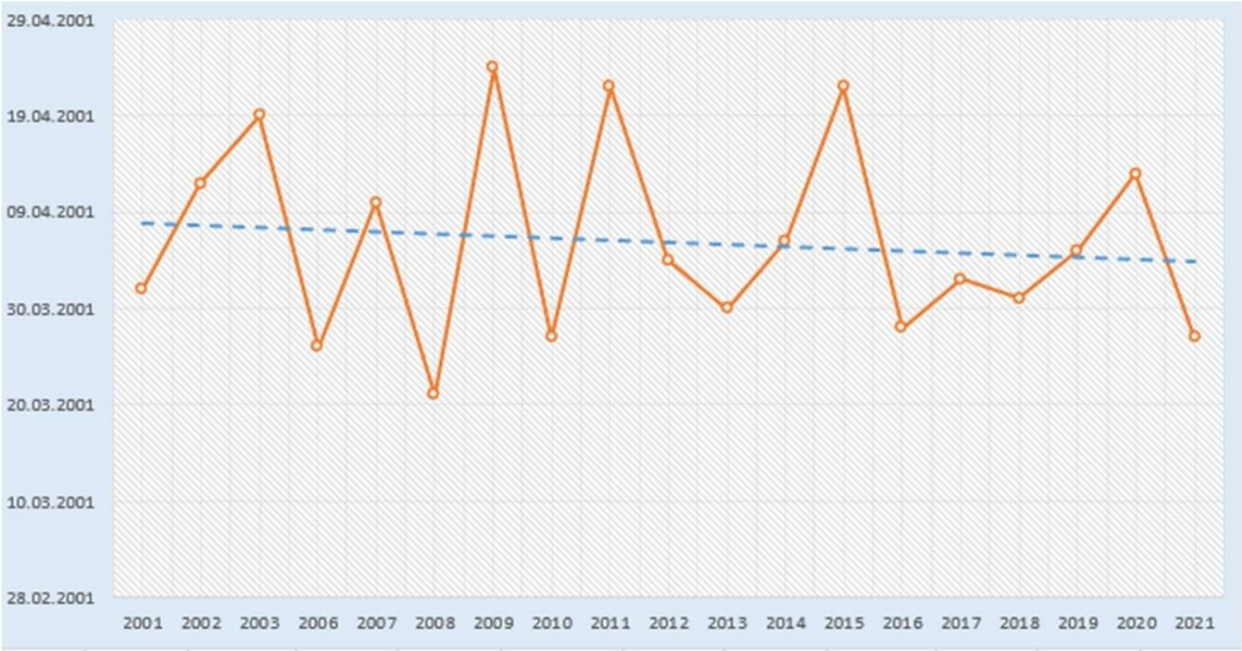


Рис. 3. Распределения последних весенних заморозков по годам

В настоящее время (2001-2021 гг.) последние весенние заморозки имеют положительную тенденцию заканчиваться раньше, в тоже время первые осенние заморозки имеют точно такую же тенденцию, но качественно обратную (также начинаются раньше). Среднемноголетняя дата наступления первых осенних заморозков за последние 20 лет

приходиться на 23 октября, с интервалом от 3 октября до 16 ноября. Осенью нередко отмечаются случаи возврата тепла, которые, чаще всего, бывают в конце октября, начале ноября, что может негативно сказаться на состоянии озимых культур в этот период. Это говорит об увеличении гидрометеорологических рисков, что следует учитывать при планировании сроков сева озимых культур.

Сумма активных температур (>10°С) по данным агроклиматического районирования из литературных источников равна 3200-3400°С. При подсчете данных за период 2001-2021 гг. (рис. 4) средняя сумма активных температур (>10°С), рассчитанная по датам устойчивого перехода через 10°С, составляет 3566°С, обеспечивая теплом значительное количество с/х культур. Сумма температур >5°С и >15°С составляет 3979°С и 2984°С, соответственно.

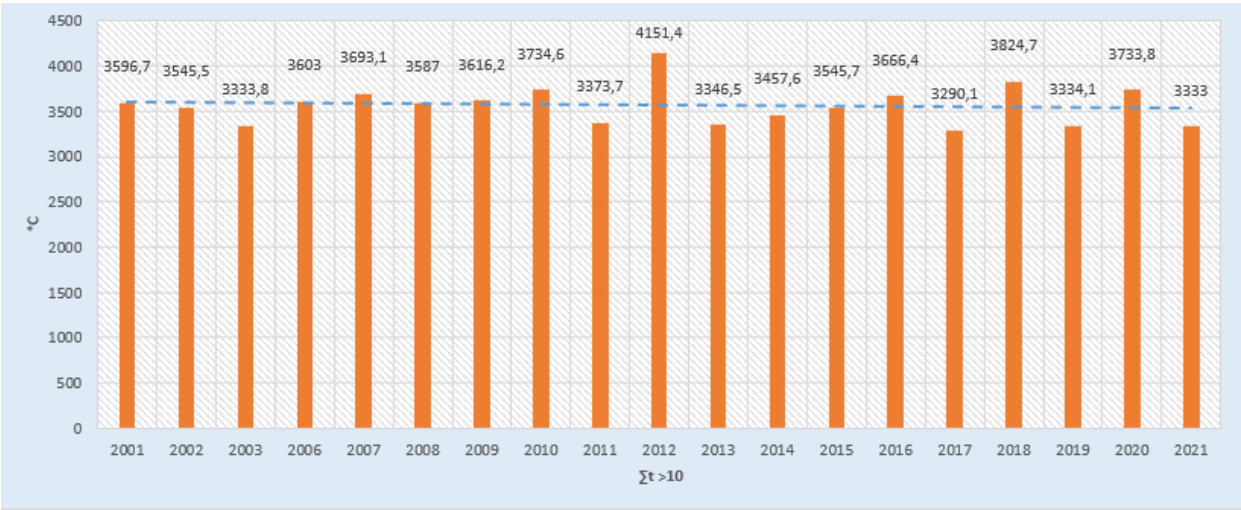


Рис. 4. Изменение суммы активных температур по годам

При рассмотрении графика (рис. 4) видно, что с 2001 по 2011 гг. сумма активных температур каждый год варьировала в одном диапазоне, в 2012 году был резкий скачек, но стабильной тенденции к увеличению суммы активных температур не наблюдается. За двадцатилетний период сумма активных температур не опускалась ниже 3290 °С при среднемноголетней 3566°С.

Устойчивый переход через 0°С начинается в среднем 8 марта и заканчивается 16

ноября, количество дней с устойчивой температурой выше 0°С составляет в среднем 253. Переход через 5°С происходит в среднем 28 марта и заканчивается 30 октября с количеством дней выше 5°С – 216. С 18 апреля по 7 октября в среднем продолжается период с температурой выше 10°С (172 дня). Устойчивый переход через 15°С начинается в среднем 13 мая и заканчивается 23 сентября, количество дней с устойчивой температурой выше 15°С составляет в среднем 133.

Фактором, лимитирующим развитие сельскохозяйственного производства на территории Зерноградского района, является влагообеспеченность. Согласно многолетним данным (2001-2021 гг.) за год в среднем выпадает 540 мм осадков. Количество осадков за год варьирует от 368 (2007 г.) до 715 (2021 г.) мм (рис. 5).

Рис. 5. Среднегодовое распределения осадков по месяцам за период, мм (2001-2021 гг.)

Наименьшее количество осадков выпадает в апреле и августе, 32 и 29 мм соответственно. Максимум приходится на май-июнь (57 мм) и январь (54 мм) за период 2001-2021 гг. Среднемноголетняя сумма осадков, выпадающих за вегетационный период, варьирует в диапазоне от 120 мм до 390 мм при среднем значении 248 мм.

Анализ полученных данных подекадного распределения осадков (рис. 6) показывает,

что в период сева яровых (I-III декада апреля, I декада мая), и озимых (август - октябрь) наблюдается снижение количества осадков. Увеличение количества осадков отмечается со II декады мая и заканчивается во II декаде июля. Как видно, из вышеприведенных данных, лимитирующим фактором для изучаемой территории является неравномерность выпадения осадков в течение вегетации (в особенности в период сева), несмотря на значительное количество осадков за весь год. Следовательно, на первый план выходят мероприятия по накоплению зимне-весенних осадков, в том числе противоэрозионные мероприятия, сохранение стерни, комбинированная обработка почвы, пожнивные посевы.

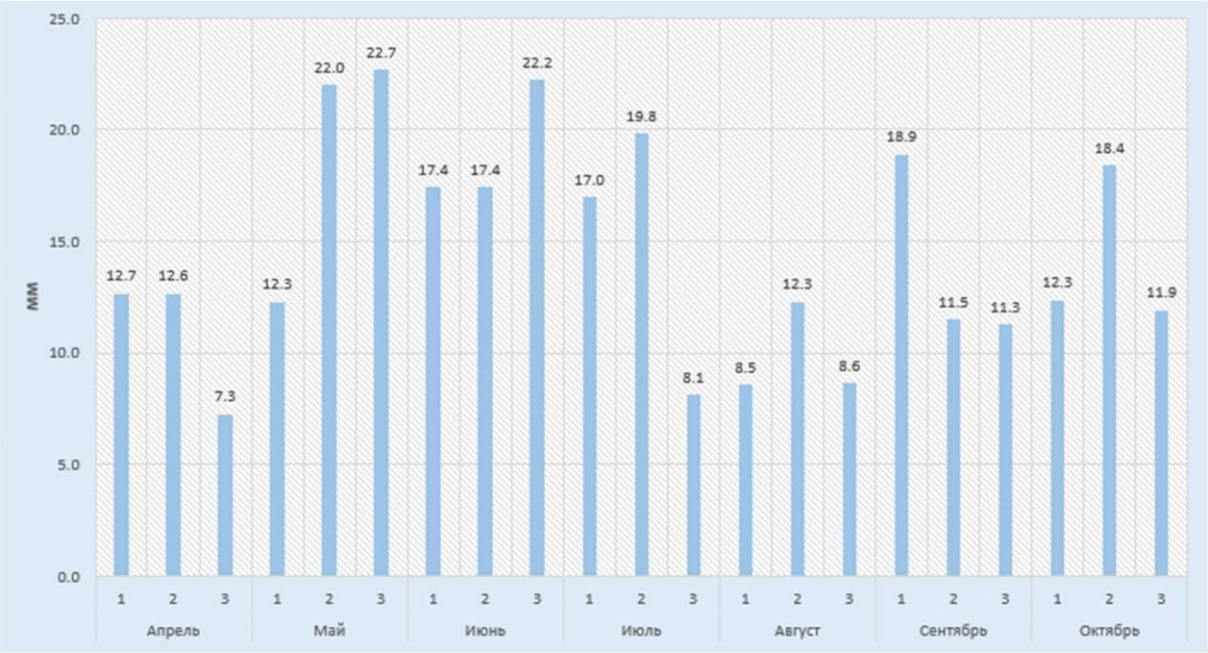


Рис.6. Подекадное распределение осадков 2001-2021 гг.

В летнее время года осадки часто выпадают в виде ливней, а также могут сопровождаться грозами и сильным ветром. Такие осадки практически не насыщают почву влагой, а теряются за счет интенсивного стока. Ливни вызывают водную эрозию почв на склонах. Основным источником накопления влаги в почве являются осадки, выпадающие в зимне-весенний период в виде обложных осадков.

Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход. Наименьшие

значения отмечаются в июле-августе – 45 -55 %. В отдельные дни влажность воздуха может опускаться до 25-30 %. Высокие температуры в летний период и пониженная влажность воздуха в совокупности с сильным ветром вызывают суховеи. Ежегодно летом могут наблюдаться засухи и суховейные явления слабой и средней интенсивности.

Из культур, возделываемых в регионе наиболее подвержена негативному воздействию засухи и суховеев - кукуруза. Для кукурузы очень важен уровень влагообеспеченности в период максимального водопотребления (две недели до цветения и две недели после цветения), а также влагообеспеченность в критический период развития растений (цветение, опыление, завязывание семян). От влагообеспеченности в эти периоды зависит урожайность зерна кукурузы. Относительная влажность воздуха менее 30% нарушает нормальное протекание процессов цветения, опыления и сильно угнетает растения кукурузы. Низкая относительная влажность в сочетании с высокими температурами воздуха (суховейные явления) вызывает снижение жизнеспособности пыльцы и может привести к полной ее стерильности [8].

По агроклиматическому районированию территория относится к умеренно жаркому засушливому району с ГТК = 0,5-1,0 и вероятностью возникновения засухи 25-50%. Согласно агроклиматическому районированию Д.И. Шашко, данная территория относится к умеренному тепловому поясу средних и среднепоздних культур с суммой температур выше 10°С в пределах 2800-3400°С. Средний многолетний показатель ГТК равен 0,7, что характеризует данную территорию как средне засушливую. ГТК неустойчив и варьирует из года в год, изменяясь за последние 20 лет в широком диапазоне от 0,32 до 1,1. Также присутствует тенденция к уменьшению среднего значения ГТК и учащению вероятности появления более засушливых лет. Ниже приведены данные ГТК за периоды май-июль и август-октябрь (рис. 7).

По результатам исследования гидротермических особенностей территории установлено, что в осенний период, во время посева озимых культур, происходит увеличение вероятности наступления среднезасушливых периодов с ГТК < 0,7. Также за последние 10 лет ГТК опускался до уровня 0,4–0,5 (2018, 2020 гг.), что свидетельствует о сильной засухе, а

в 2015 г. ГТК≤0,3 – что характеризует условия близкие к пустыне.

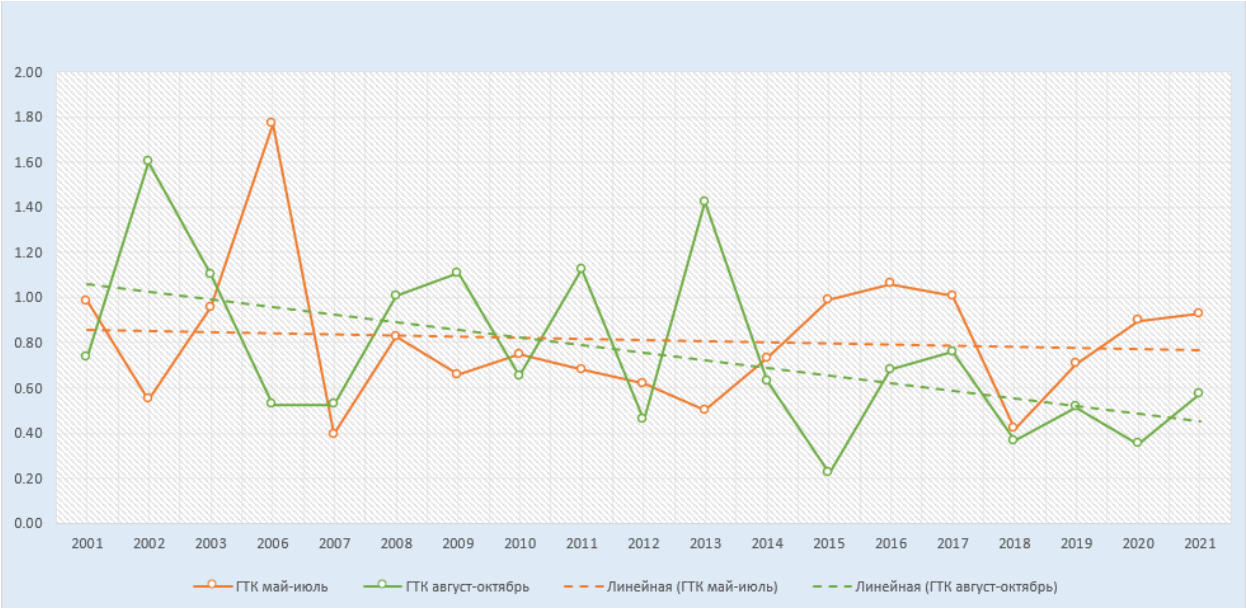


Рис. 7. ГТК за период май-июнь и август-октябрь

В то же время весенне-летний период не претерпел значительных изменений в динамике за последние 20 лет. Здесь в большей степени преобладают слабо- и среднезасушливые условия для посева яровых. В основной период вегетации зерновых культур (май–июль) среднегодовое значение ГТК = 0,8, что характеризует этот период как засушливый и недостаточно влажный. По линии тренда практически не наблюдается рост засушливых условий с учетом многолетней динамики.

Количество осадков за период сентябрь-октябрь имеет такую же отрицательную тенденцию, что и ГТК осеннего периода. Примерной агроклиматической нормой является 50-60 мм осадков по чистым парам и 80 мм после предшественников за два месяца до посева озимых. С учетом отрицательной тенденции к уменьшению осадков, их хватает для получения всходов озимых культур, кроме последних двух лет, когда сумма осадков была на уровне 20-30 мм.

Даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова от года к году значительно изменяются. Средние даты образования и разрушения устойчивого снежного

покрова 28 декабря и 2 февраля, соответственно, по данным за период 2001-2021 гг. Устойчивое залегание снежного покрова продолжается в среднем 37 дней. Средняя высота снежного покрова находиться в районе 16 см, в отдельные годы достигает более 30 см. Несмотря на статистические метеоданные, средние даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова для данной территории не объективны. Это связано с большой разницей данного показателя в разные годы. Для данной территории характерны бесснежные и очень малоснежные зимы.

В зимнее время частая смена воздушных масс приводит к значительным межсуточным перепадам температур и давления, могут наблюдаются оттепели. Оттепели среди зимы следует рассматривать как неблагоприятное метеорологическое явление, так как они приводят к уплотнению снега и образованию ледяной корки, повреждающей зимующие растения. Температура в оттепель может доходить до +5…+7°С.

В настоящее время в условиях тенденции общего потепления происходит снижение мощности снежного покрова. Данные изменения важно учитывать при разработке технологий возделывания озимых культур.

Для данной территории наиболее обоснованными мероприятиями для накопления зимне-весенних осадков является сохранение стерни на поверхности. Стерня значительно снижает сток влаги (в особенности по промерзшей почве), что приводит к более равномерному накоплению влаги. Также стерня будет защищать озимые культуры при бесснежной зиме во время сильного ветра и пыльных бурь.

Говоря о подборе культур и выборе группы спелости, опираясь на агроклиматические особенности, следует учитывать среднемноголетние суммы активных температур. Для кукурузы на зерно следует выбирать среднеспелые и среднепоздние гибриды с диапазоном ФАО 300-400, требующие 2600 и 2800 °С суммы активных температур соответственно.

Требования подсолнечника к термическим ресурсам для созревания, определяются в пределах суммы активных температур от 1900 до 2600°С. Для скороспелых сортов и гибридов сумма активных температур составляет 1900°С, раннеспелых – 2100°С, среднеспелых – 2400°С, позднеспелых – 2600°С. На данной территории возможно

выращивание любых сортов и гибридов подсолнечника вплоть до позднеспелых.

Выводы

Изменение климата на территории Зерноградского района Ростовской области негативно сказывается на состоянии ее природно-ресурсного потенциала. Отмечается заметный рост числа экстремальных погодных явлений. Ухудшение условий влагообеспеченности за счет снижения количества выпадающих осадков, неравномерного их распределения во времени и пространстве, а также повышение температуры воздуха приводит к усилению засушливости территории. В течении вегетационного периода существует высокая вероятность наступления засух и суховейных явлений, связанных с пониженной влажностью воздуха, преобладанием сухих и жарких восточных и юго-восточных ветров. Неустойчивый снежный покров, частые оттепели и малоснежные зимы могут негативно влиять на перезимовку озимых культур. Повышение интенсивности выпадения осадков, их ливневый характер в летний период приводит к развитию водной эрозии почв, особенно на склоновых землях.

Чтобы повысить устойчивость производства в складывающихся современных эколого-климатических условиях, необходима своевременная адаптация, предусматривающая правильный подбор и соотношение возделываемых культур, корректировка применения агротехнических приемов и сроков выполнения полевых работ. В качестве минимизации или предупреждения негативного агрометеорологического сценария для роста и развития с.-х. культур на первый план выходят мероприятия по накоплению и сохранению зимне-весенних осадков, в том числе внедрение противоэрозионных мероприятий, сохранению стерни и других растительных остатков, применению ресурсосберегающей обработки почвы, возделыванию пожнивных культур и др.

Список используемых источников:

1. Белолюбцев А.И., Суховеева О.Э., Асауляк И.Ф. Агроклиматическая оценка продуктивности озимой пшеницы на склоновых землях // Известия Тимирязевской

сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 2. – С. 46-57.

2. Антонов С.А., Желнакова Л.И. Адаптация систем земледелия Ставропольского края к изменению климата. // Материалы всероссийской научной конференции (с международным участием) «Методы оценки сельскохозяйственных рисков и технологии смягчения последствий изменения климата в земледелии». - Санкт-Петербург, 13-14 октября 2011 г. – СПб., 2011. – С. 194-198.

3. Белолюбцев А.И. Влияние почвозащитных технологий и современного климата на урожайность С.-Х. культур // Известия ТСХА. – 2010. – № 5. – С. 8-19.

4. Белолюбцев А.И., Дронова Е.А. Климат как важнейший естественноисторический фактор развития эрозии почв // Природообустройство. – 2018. – № 5. – С.75-82.

5. Национальный атлас России [Электрон. ресурс]. – URL: https://nationalatlas.ru/

6. Иванов Н.Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара. - М.-Л.: Изд. АН СССР, – 1948. – 130 с.

7. Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология: Учебник для студ. вузов по агрон. спец. – М.: Колос, 2001. – 302 с.

8. Кривошеев Г.Я., Игнатьев А.С., Буин Н.П. Изменение климатических условий в южной зоне Ростовской области в период вегетации кукурузы // Зерновое хозяйство России. – 2014 г. – № 1 (31). – С. 44-50.

==========

Цитирование:

Куприянов А.Н., Белолюбцев А.И. Агрометеорологическая оценка возделывания сельскохозяйственных культур и меры по адаптации продукционного процесса в условиях изменения климата на примере Зерноградского района Ростовской области [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/5/st_516.pdf.