

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 631.67:631.445.4:633.15

На правах рукописи

ЕРМАКОВА КСЕНИЯ СЕРГЕЕВНА

**ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ВОДНО-СОЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ЧЕРНОЗЕМОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ**

06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель –

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Давыдов Александр Степанович

Барнаул – 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Влияние орошения на почвы и урожайность культур (литературный обзор).....	7
Глава 2. Объекты, методы и условия проведения исследований.....	23
2.1. Объекты исследований.....	23
2.2 Методы и методики исследования.....	24
2.3 Региональные почвенно-климатические условия проведения исследований.....	28
2.4 Погодные условия в годы проведения исследований.....	33
2.5 Характеристика почвы опытного участка.....	35
2.6 Технология возделывания кукурузы на зерно.....	43
2.7 Технология полива.....	45
Глава 3. Оценка оросительной воды и ее влияние на свойства почв....	49
3.1 Качество оросительной воды.....	49
3.2 Влияние орошения на водно-солевые показатели черноземных почв.....	53
3.3 Влияние орошения на солевой состав дренажной воды.....	61
Глава 4. Режим орошения и водопотребление кукурузы.....	65
4.1 Режим орошения кукурузы по годам исследования.....	65
4.2 Суммарное водопотребление кукурузы и коэффициенты водопотребления.....	78
Глава 5. Урожайность кукурузы и эффективность возделывания при орошении.....	85
5.1 Урожайность при разных режимах орошения.....	85
5.2 Экономическая эффективность возделывания кукурузы при орошении.....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	91
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	93
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	106

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, слово «мелиорация» является латинским и в переводе на русский язык означает «улучшение». Отсюда под мелиорацией сельскохозяйственных земель подразумевается применение комплекса инженерных и агротехнических мероприятий, обеспечивающих оптимальное регулирование водного, солевого, питательного, воздушного и теплового режимов почвогрунтов. Регулирование этих факторов должно обеспечить дальнейшее рассоление почвогрунтов и опреснение грунтовых вод, а также получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, возделываемых на мелиорируемых землях.

Орошение – одно из главных направлений интенсификации сельскохозяйственного производства. В засушливых районах поливы позволяют увеличить урожайность сельскохозяйственных культур в 2-3 раза. Орошение не только повышает продуктивность сельского хозяйства, но и создает базу для его устойчивости в различные по погодным условиям годы во всех зонах страны.

Земледелие на орошаемых землях дает полный эффект, если поливы соответствует биологическим особенностям сельскохозяйственных культур и сочетаются с комплексом агротехнических и организационных мероприятий, входящих в систему земледелия той или иной природной зоны.

Актуальность темы. Низкая влагообеспеченность территории основных сельскохозяйственных районов Алтайского края, часто повторяющиеся засухи являются одной из основных причин невысокого уровня урожайности сельскохозяйственных культур. Вследствие этого степень интенсивности сельскохозяйственного производства в районах края становится ниже. Для степных районов края актуальным является искусственное орошение, которое способствует значительному повышению продуктивности земель, урожайности. Орошение меняет водный и солевой

режимы почв, положительно влияет на урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Кукуруза - это очень продуктивное растение. Она производит больше органической массы с единицы площади, чем многие другие культурные растения. Коэффициент размножения у кукурузы почти в 10 раз выше, чем, например, у пшеницы. Из одного семенного зерна вырастают около 400-600 зерен, в то же время как у других зерновых только 40-50 зерен.

Степень разработанности темы.

В ряде исследований установлено влияние орошения на водно-солевые показатели черноземных почв. Такие исследования были проведены и в условиях степной зоны Алтайского края (Феско и др., 1984; Бурлакова, 1986; Татаринцев, 1988; и др.). Сведений о проведении подобных исследований в последующие годы не найдено. Информации о влиянии орошения на урожайность зерна кукурузы в условиях Приалейской степи очень мало. Имеются сведения о применении биопрепаратов при капельном орошении (Курсакова и др., 2016). Результаты исследования влияния орошения на водно-солевые показатели черноземов и урожайность при возделывании кукурузы на зерно в условиях засушливой Приалейской степи впервые представлены в наших исследованиях.

Цель и задачи работы. Цель работы – изучить влияние орошения на водно-солевые показатели черноземных почв и урожайность зерна кукурузы в степной зоне Алтайского края.

Задачи:

- выявить динамику соленакопления в черноземных почвах при орошении;
- разработать режимы орошения, обеспечивающие максимальную урожайность;

– рассчитать суммарное водопотребление и коэффициенты водопотребления;

–рассчитать экономическую эффективность возделывания кукурузы на зерно при различных режимах орошения.

Научная новизна: впервые в условиях Алейской степи Алтайского края:

–изучены особенности изменения солевого режима чернозёмных почв при орошении кукурузы на зерно;

–разработаны оптимальные режимы орошения кукурузы на черноземах южных с большой экономической эффективностью.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Разработаны режимы орошения кукурузы с разными порогами предполивной влажности почвы. Реализация этих режимов позволит предотвратить процессы засоления почвы и получать до 7,0 т/га зерна. Условный чистый доход достигает 60,0 тыс. руб./га, уровень рентабельности при этом превышает 300%.

Методология и методы исследования.

Для достижения поставленной цели исследований и решения задач применяли стандартные методы исследований

Основные положения, выносимые на защиту:

1. –Целесообразность и практическая возможность орошения земель при возделывании кукурузы на зерно.
2. –Влияние орошения на водно-солевые показатели черноземных почв и уровень грунтовых вод.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Полученные результаты обоснованы достаточным количеством наблюдений с использованием апробированных методов исследования и

лабораторного оборудования. Достоверность полученных результатов подтверждена путем статистической обработки.

Основные положения диссертационной работы доложены и одобрены на: XI и XII Международных научно-практических конференциях «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2017, 2018 гг.); III Региональной молодежной научной конференции «Теория и практика инновационного развития в представлениях нового поколения» (ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2017 г.); Всероссийском молодежном научном форуме «Наука будущего - наука молодых» (ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2017 г.); Научно-практической конференции «Экология Алтая» (Центральная городская библиотека им. Н. М. Ядринцева, 2016 г.); Научно-практической конференции «Экология. Общество. Будущее» (Центральная городская библиотека им. Н. М. Ядринцева, 2017 г.).

Публикация результатов исследования.

По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, которые отражают основное содержание диссертации, в том числе 2 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад соискателя: автор научной диссертации являлся ответственным исполнителем исследований, заявленных в тематике. Непосредственно принимал участие в разработке программы по исследованию, закладке и проведении полевых опытов, ведении наблюдений, обработке полученных в ходе экспериментальной части результатов, написании диссертационной работы.

Структура и объем работы: Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований, заключения, списка использованной литературы и приложений. Диссертация изложена на 117 страницах, включает 21 таблицу, 29 рисунков, 3 приложения. Список литературы включает 134 источника, в том числе 2 на иностранных языках.

ГЛАВА 1. ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР(ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Одним из важнейших условий существования людей на земле является сохранение почв, а также улучшение их режима и свойств, вследствие повышения плодородия. Вместе с тем на земном шаре происходит систематическое уменьшение площадей почв, находящихся в сельскохозяйственном использовании. Поэтому необходимо не только сохранять, но и повышать их плодородие, тем самым увеличивая урожайность сельскохозяйственных культур. Это возможно при создании благоприятных для роста и развития сельскохозяйственных и лесных культур, солевого, водного и теплового режимов использования, что осуществляется посредством мелиорации почв.

Мелиорация (от лат. melio – улучшать) – это система мероприятий по улучшению режима и свойств почв в благоприятных производственном и экологическом направлениях. Мировая история мелиорации насчитывает не менее 6 тыс. лет. Зародилась она, когда человек пришел к оседлому образу жизни, от добычательства к возделыванию.

Российская Федерация принадлежит к числу наиболее обеспеченных водными ресурсами стран мира. На территории страны в реках, озерах, болотах, ледниках, а также подземных водных объектах сосредоточено более 20% мировых запасов пресной воды.

Частью водохозяйственного комплекса является мелиоративный комплекс. В мировой практике сельскохозяйственного производства комплексная мелиорация земель является решающим условием стабильного высокого урожая сельскохозяйственной продукции. В Китае доля мелиорированных земель достигает 44,4%, в Индии – 35,9%, в США – 39,9%. В России даже в период подъема мелиорации доля площади мелиорированных земель в общей площади сельскохозяйственных угодий не превышала 10%, в настоящее время площадь мелиорированных земель составляет 7,9% площади пашни.

В засушливые и в избыточно влажные годы не реализуются возможности высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур. В условиях глобальных изменений климата, связанных с часто повторяющимися засушливыми или переувлажняемыми годами, наиболее действенным средством обеспечения устойчивости сельскохозяйственного производства являются водные мелиорации – орошение и осушение земель.

В.В. Докучаев в 1875г. издает статью о проблемах мелиорации почв полесий. Она называлась «К вопросу об осушении болот вообще и, в частности, об осушении полесья». Это была первая публикация, в которой сделана попытка прогноза и экологической оценки последствий мелиорации почв. Существенно и то, что В.В. Докучаев (1899), а затем Н.М. Сибирцев (1900) не только подчеркивали необходимость осушения переувлажненных почв лесной зоны России, но и обращали внимание на важность дифференцированного подхода к мелиорации почв более южных регионов.

Важную роль в развитии мелиорации в России сыграли ученые И. П. Жилинский и В. И. Масальский.

Была проведена большая работа по созданию законодательной основы для проведения земельных улучшений (мелиораций). В 1902 г. был принят первый в России мелиоративный закон – «Правило об устройстве канав и других водопроводных сооружений на чужих землях для осушительных, оросительных и обводнительных целей».

По состоянию на 1913 г. в России (в границах бывшего Советского Союза) орошалось около 4 млн. га земель, а площадь осушаемых земель составляла 2,8 млн. га. Что касается России в нынешних ее границах, то площадь мелиорируемых земель к 1916 г. не превышала 1,7 млн. га, в том числе орошалось 214 тыс. га и осушено около 890 тыс. га сельскохозяйственных угодий.

Самыми быстрыми темпами развитие мелиорации проходило в 60-десятые – 80-десятые годы. За этот период площади орошаемых земель достигли 19,7 млн. га. В 2000-е годы площадь орошаемых земель

уменьшилась до 4,5 млн. га. Мелиоративное состояние орошаемых земель ухудшается: площадь земель с хорошим почвенно-мелиоративным состоянием уменьшилась на орошаемых землях с 4,09 до 2,57 млн. га.

По А. Н. Костякову (1951, 1960), мелиорация – это глубокое (прочное, длительное, коренное) изменение компонентов природы для повышения потребительской стоимости земель. В отличие от временных мероприятий по улучшению земель, мелиорация приводит к фундаментальному длительному изменению природных условий, который сохраняется десятки и сотни лет.

История мелиорации в России подробно изложена в трехтомнике коллектива авторов Масловым Б. С., Колгановым А. В., Гулюком Г. Г.(2002), и Е. П. Гусенковым (2002). Важнейшую роль в развитии мелиорации в России сыграли выдающиеся ученые В. В. Докучаев, А. Н. Костяков (1951, 1960), Л. П. Розов (1956), В. А. Ковда (1971-1981), В. И. Шраг, А. А. Роде (1965) и др.

Мелиоративная наука затрагивает биосферу Земли, ноосферу, производственную деятельность человека.

По В. И. Вернадскому (1960,1983), биосфера – это целая закономерно оформленная верхняя часть оболочки Земли, охваченная живым веществом. Биосфера по своей структуре охватывает и другие оболочки: атмосферу, литосферу, гидросферу. Эти оболочки Земли взаимосвязаны между собой биогеохимическими циклами миграции вещества и энергии. В биосфере осуществляется глобальный круговорот энергии и вещества.

В Алтайском крае накоплен значительный опыт проведения различных видов и типов мелиорации. Оценка природно-мелиоративных условий проводилась многими исследователями в течение длительного времени.

Равнинная часть Алтайского края это одна из наиболее освоенных территорий Западной Сибири. Первые упоминания об общегеографическом характере относятся к концу 18 века.

Далее в XIX веке проводятся исследования как отдельных компонентов природы (рельефа, почв, геологического строения, гидрографии,

растительности), так и комплексные описания районов края, которые представлены в работах М. Ф. Спасского (1809-1859 гг.), А. Ф. Миддендорфа (1815-1894 гг.) и др.

Сведения о почвенном покрове Алтайского края имеются в работах Горшенина К.П. (1927-1955), Герасимова И.П., Розова Н. И., Ромашкевича А. И. (1963), Орловского Н.В. (1956), Алексеевой С. Ф. (1971), Ревякина В. С. (1989), Трофимова И. Т. (1967, 1977, 2007), Бурлаковой Л. М. (1984 - 2004), Макарычева С. В. (2003), Татаринцева Л.М. (1992-2005), Сиухиной М. С. (2009), Семендяевой Н. В. (2011) и др. В этих публикациях представлены и охарактеризованы типы почв, их географическое распространение, а также хозяйственное значение. Было проведено почвенно-географическое районирование с характеристикой основных особенностей почвенных зон, подзон и районов с сельскохозяйственной оценкой. Также были исследованы процессы изменения теплофизических и физико-химических свойств почв под влиянием орошения.

Факторы почвообразования на территории степи края различаются в зависимости от природных зон. Основное влияние на растительность и интенсивность почвообразования оказывает увлажнение. Вторым ведущим фактором почвообразования являются почвообразующие породы.

В трудах Трофимова И. Т. (1967, 1977, 2007) указано, что черноземы южные являются зональными почвами засушливой степи, их механический состав легко- и среднесуглинистый с преобладанием фракций крупной пыли (около 50-60%).

Они в прошлом прошли гидроморфную стадию, признаком этого является признак оглеения и засоления на глубине около 2 метров. Содержание гумуса в них колеблется от 4-6% с преобладанием гуминовых кислот.

В исследованиях Морковкина Г. Г., Овцинова В. И. (2016), приведены средневзвешенные значения гумусового горизонта. В засушливой степи исследовался чернозем южный. Мощность гумусового горизонта в 1960-ые

годы составляла 42 см., в 1980-ые годы – 37 см., в 2012-2015 года – 35 см. Уменьшение гумусового горизонта произошло из-за эрозионных процессов. Снижение мощности гумусового горизонта почв произошло за первые 20-25 лет после распашки целины. Основной причиной является ветровая эрозия. Благодаря переходу на противозэрозионную плоскорезную обработку удалось минимизировать проявление эрозионных процессов. В результате чего практически прекратилась эрозия.

Эрозионные потери гумусового горизонта ведут к снижению гумусированности почвы. По данным архивных материалов почвенных обследований указано содержание гумуса в слое 0-20 см на черноземе южном в 1960-ые годы – 6,6%, в 1980-ые – 5,4%, в 2012-2015 годах – 4,0%.

Также к потере гумусового горизонта и снижению биологической активности черноземов южных, связанное с их уплотнением, ведет бесконтрольное и длительное орошение (Воробьева Р. П., Ананьева Ю. С., 2009).

Исследованиями по дегумификации почв степной зоны Алтайского края при воздействии антропогенного фактора также занимались Байкалова Т.В., Максимова Н.Б, Литвиненко Е. А., Дёмина И. В., Дёмин В. А. (2014).

Одним из важнейших факторов освоенности территории являются климатические условия. Описание этих особенностей представлено в работах Орловского Н. В. (1956), Алексеева С. Ф. (1971), Сляднева А. П. и Сенникова Е.А. (1972,1977) и другими. Авторами выявлены и установлены закономерности формирования климата равнинной части Алтайского края, охарактеризованы элементы климата, их динамика, было проведено климатическое районирование с выделением климатических районов и зон.

Закономерности размещения по зонам растительного покрова равнинной части Алтайского края, и его взаимосвязи с другими компонентами ландшафта (почвами, рельефом и т. д.) отражены в многочисленных работах исследователей Сибири: В. И. Верещагина (1908-1930), В.Д. Александровой и др. (1958), А.В. Куминовой (1960) и др.

В настоящее время зональная растительность равнинной части края почти полностью уничтожена. Только на склонах балок, логов, в межколочных пространствах и около населенных пунктов сохранились участки степной растительности. Поэтому описание целинной растительности приводится по опубликованным ранее работам Е. В. Вандакуровой (1950), В.Д. Александровой и др. (1958), монографиям «Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири» (1963); «Растительный покров Западно-Сибирской равнины» (1985) и материалам экспедиционных работ.

Орошение на Алтае началось в 1911-1913 годах, когда в районе с. Веселоярска на р. Алей была построена подпорная плотина из хвороста и проложен оросительный канал длиной 14,5 км. В 1929 году сооружена капитальная деревянная плотина, так же был расширен магистральный канал. Полив осуществлялся по каналам и бороздам. В 1970-х годах по правительственному Постановлению начались не только реконструкция староорошаемой площади Алейской оросительной системы, но и строительство второй и третьей очереди.

С середины 50-х годов на Алтае проводились государственные гидрогеологические съемки, по которым составлены карты. В дальнейшем территория Алтайского края была покрыта среднемасштабными комплексами гидрогеологическими и инженерно-геологическими съемками (В. В. Артамохина, И.П. Букшань, О. В. Постникова, Ю. К. Куров и др.).

Крупномасштабные комплексные съемки выполнены для разработки конкретных проектов водохозяйственного и мелиоративного строительства институтом Ленгипроводхоз (Ю.Н. Акуленко, П. А. Ляшенко, Н. П. Букшань и др.).

Полное гидрографическое описание реки Алей по состоянию на 1958 год было дано в монографии «Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель» (1958-1962).

Расчеты гидрологических характеристик р. Алей представлены в трудах Алтайского филиала СибНИИГиМ.

Вопросы гидрогеологического строения территории освещены в работах Ю. И. Винокурова (1969-1971), Ю. Н. Акуленко (1975-1985) и др.

Так же чуть позже проведено исследование природных комплексов бассейна многими учеными и организациями для удовлетворения запросов мелиорации, водоснабжения (Феско, 1963,1973; Акуленко, 1977-1988; Бурлакова, 1986-1997; Бабинов Б В. 2002; и др.).

Для технико-экономического обоснования мелиорации в крае составлена схема мелиоративно-гидрогеологического районирования (Ю. Н. Акуленко и др.).

Также огромный вклад в развитие мелиоративной гидрогеологии внесли Скрипчинская Л. В. (1977), Д. М. Кац (1983), и др.

При оценке природно-мелиоративных условий большое значение имеют труды в области почвоведения Польшова Б. Б., Перельмана А. А., Антипова-Каратаева И. Н. (1959), Розанова А. Н. В области мелиорации свои работы опубликовали Костяков А. Н. (1960), Шумаков Б. Б. (1957-1997), Егоров В. В. (1972) и др.

С 1992 года на территории Алтайского края началось выбытие из оборота мелиоративных земель. Ежегодно площади орошаемых земель сокращались на 8-10 тыс. га.

Основной причиной сокращения площадей земель под орошением явилось старение основного мелиоративного фонда. В связи с этим, за период с 1992-2008 года введено в оборот вновь орошаемых земель 5,8 тыс. га. Ранее в 1990 году вводилось по 10-20 тыс. га ежегодно.

Еще одной важнейшей причиной сокращения орошаемых площадей было дробление крупных хозяйств и сокращение поголовья скота. В Алтайском крае в период 1990-2005 гг. поголовье коров в коллективных хозяйствах сократилось с 523 до 181 тыс. голов. Соответственно, объемы заготовки сена, сенажа и силоса уменьшились более чем в три раза.

Вследствие неостребованности, из оборота было выведено 120 тыс. га орошаемых земель, площадь регулярного орошения сократилось до 20 тыс. га, орошаемые земли стали использовать для производства зерна как богарные.

В пределах территории Приалейской степи Алтайского края значительную площадь занимают грунты с повышенной засоленностью, вплоть до развития солончаков.

Накопление солей в почвах и грунтах происходит, когда их поступление превышает отток. Основными причинами накопления солей в верхних горизонтах – испарение грунтовых вод и поступление солей с поливными водами. Так же на накопление солей в почве оказывает влияние биологический круговорот веществ.

Повышенное содержание солей в почве снижает ее плодородие. Наиболее вредными среди водорастворимых солей Л.П. Розов (1956, 1963) считает NaCl , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , MgCl_2 , MgSO_4 , CaCl_2 . При увеличении концентрации почвенного раствора ухудшается снабжение растений водой из-за большого осмотического давления раствора, замедляется прорастание семян. Нарушение водного питания растений сопровождается ухудшением минерального питания. При высокой концентрации раствора часть питательных соединений находится в недиссоциированном состоянии и недоступна растениям.

Поступающие в растения Na , Cl , Mg разрушают крахмал листьев и уменьшают интенсивность фотосинтеза. Поэтому замедляется рост, снижается урожайность, ухудшается качество продукции. Избыточное содержание Na в почве значительно ухудшает ее свойства: набухают почвенные коллоиды, увеличивается щелочность и подвижность органических и минеральных веществ, разрушается структура почвы, ухудшаются водопроницаемость, водный и воздушный режимы.

Засоленные почвы подразделяют на солончаки и солончаковатые почвы с избыточным содержанием вредных солей в почвенном растворе;

солонцы и солонцеватые почвы, содержащие в почвенно-поглощающем комплексе избыточное количество натрия.

Солончаки и солончаковатые почвы подразделяются по типу засоления в зависимости от отношения содержания хлора к общему содержанию легкорастворимых солей.

В настоящее время мелиорация компенсировала недостающие природные факторы и условия и первоначально была ориентирована на требования сельскохозяйственных культур, выращиваемых человеком. Поэтому часто мелиорацию употребляют в сочетании с «сельскохозяйственная».

По мнению Акуленко Ю. Н. и Бивалькевича В. И. (1995) мелиоративный фонд края обеспечен водными ресурсами в 1,6 млн. га, по мнению Феско К. Я. (1984) природные ресурсы позволяют иметь орошаемый фонд земель около 2 млн. га.

По состоянию на 2018 год в Алтайском крае имеется 69,8 тыс. га орошаемых земель. Орошением занимаются порядка 40 хозяйств в 14 районах, расположенных в степных частях края и пригороде Барнаула. Занимаемая площадь в количестве 2% сельскохозяйственных угодий в хозяйствах, имеющих орошение, мелиорированные земли дают примерно 10% кормов. В степных районах Кулундинской и Алейской степей основной объем кормов выращивается за счет орошения. Без орошения на этих землях невозможно развитие овощеводства.

Алтайский край является аграрным регионом России. Поэтому основная задача мелиорации сводится к получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Для нормального роста и развития растениям необходимы свет, тепло, вода, воздух и питательные вещества. Достичь этого можно благодаря комплексному изучению территории, климатических особенностей, почвы и др. Особое внимание необходимо уделить почве и ее свойствам.

При подборе сельскохозяйственных культур, технологии их выращивания и использования следует руководствоваться требованиями зональных систем орошаемого земледелия и рекомендациями региональных сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждений с учетом конкретных направлений сельскохозяйственного производства. В настоящее время большое внимание селекционеры уделяют культурам, имеющим высокую продуктивность. Одной из таких культур является кукуруза, которую выращивают для получения зерна.

Родиной кукурузы является Центральная и Южная Америка, откуда она быстро распространилась по всему миру. В Европе кукуруза появилась уже в начале 16 века. В течение нескольких лет после ее появления в странах Европы, она распространилась в Северную Африку и Италию, а уже оттуда была завезена на Восток, Малую Азию, а в Россию – в середине 17 века.

Кукуруза в мировом зерновом балансе занимает третье место (после таких культур как рис и пшеница). В основном, возделывается как зерновая культура. В России посевы кукурузы используются, в основном, для получения силоса, хотя во многих регионах она является самой урожайной зерновой культурой. Как продовольственная культура она известна с древнейших времен. В мире на эти цели используют 20-25% валового сбора зерна, из которого изготавливают крупу, хлопья, муку, воздушную кукурузу (Пронин А. А., 2003).

Кукуруза популярна за счет своей пластичности, продуктивности и широкого диапазона использования. Наибольшую площадь посевов кукурузы на зерно по данным 2016 года имеют США – 25 млн. га, Бразилия – 12 млн. га, Индия – 6 млн. га, Аргентина – 5 млн. га. В Российской Федерации площади кукурузы по данным 2016 года составляли 2,8 млн. га, при рекордной урожайности валовой сбор составил 15,3 млн. т. (по данным Министерства сельского хозяйства). Однако такое количество урожая не обеспечивает потребность рынка.

Показатель производства зерна кукурузы на душу населения: в мире он составляет 111,4 кг., в США - 970,8 кг., в Канаде - 297,6 кг., на Украине - 145,3 кг., в России - 25,2 кг. на душу населения (Шпаар Д. 2009).

Кукуруза – это одно из очень продуктивных растений. Она за короткое время производит больше органической массы, в отличие от других культурных растений. Коэффициент размножения кукурузы в 10 раз выше, чем у других зерновых культур. Из одного семенного зерна вырастает около 400-600 зерен, у других же зерновых - только 40-50 зерен.

Кукуруза – это монокарпическое однолетнее растение ярового типа развития. Продолжительность жизненного цикла кукурузы в зависимости от условий ее произрастания и сортовых особенностей варьирует очень сильно. Сорты кукурузы северного происхождения - наиболее скороспелые - они могут завершить свой жизненный цикл - от всходов до созревания семян - в течение 55-65 дней; вегетационный период среднеспелых сортов продолжается 110-115 дней, позднеспелых и ультрапозднеспелых сортов - от 160 до 200 дней. Жизненный цикл кукурузы, как и других однолетних растений, характеризуется рядом последовательно идущих изменений развития и роста. Эти изменения определяются сложной взаимосвязью стадийных, возрастных и органообразовательных процессов (рис. 1).

Мочковатая корневая система распространяется в диаметре примерно 1 м вокруг стебля, причем часть её развивается близко к поверхности почвы, а другая проникает на глубину 2,5-3 м.

При неблагоприятных внешних условиях (температурный, водный, световой или питательный стресс) сокращается число и масса зерен, начиная с верхушки початка.

Кукуруза – однодомное, но раздельнополое растение, так как она имеет раздельное размещение соцветий на стебле. Мужские соцветия, вырабатывающие пыльцу, состоят из центрального стержня и боковых ветвей. Они собраны на верхушке стебля в виде метёлки. Женские цветки собраны в соцветия, которые называют початками. Они развиваются в

пазухах почти всех листьев, за исключением верхних. Мужские соцветия зацветают на 2-5 дней раньше женских. Опыление соцветий происходит с помощью ветра.

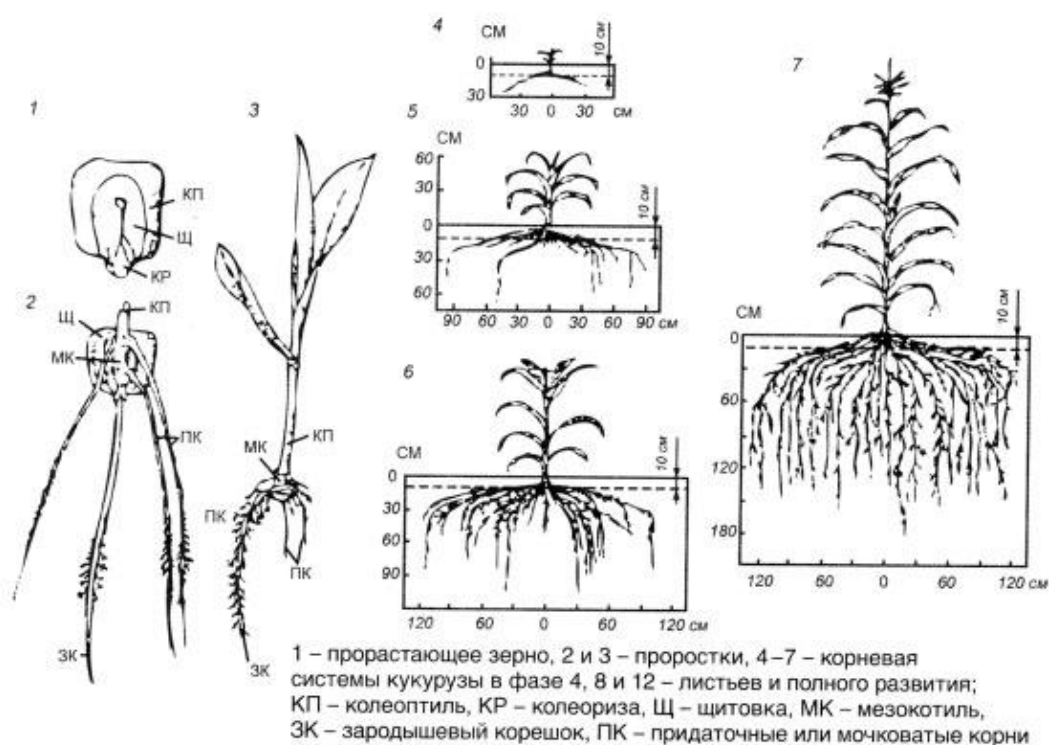


Рисунок 1 – Фазы роста и развития кукурузы

На толстых початках кукурузы развиваются зёрна, которые имеют в основном округлую, клиновидную или вытянутую форму жёлтого, оранжевого или белого цвета. Но имеются формы кукурузы с необычной оранжевой, розовой, красной и даже чёрной окраской зерна.

Кукуруза – светолюбивое растение. Интенсивность ассимиляции CO_2 , зависит от интенсивности освещения. Затемнение листьев культуры снижает ее. Поэтому большое значение имеют положение листьев на растениях и площадь питания.

Для получения высокого урожая важно достичь индекса урожая – соотношения между зерном и соломой. Индекс урожая у кукурузы на силос может достигать 1, в то время как у кукурузы на зерно он колеблется в пределах от 0,38 до 0,42.

Зерно кукурузы характеризуется хорошим составом питательных веществ (табл. 1).

Таблица 1 –Содержание питательных веществ (калорийности, белков, жиров, углеводов и минералов) на 100 г съедобной части.

Показатель	Количество	Норма**	% от нормы в 100 г	% от нормы в 100 ккал	100% нормы
Калорийность	58 кКал	1684 кКал	3.4%	5.9%	1706 г
Белки	2.2 г	76 г	2.9%	5%	76 г
Жиры	0.4 г	60 г	0.7%	1.2%	57 г
Углеводы	11.2 г	211 г	5.3%	9.1%	211 г
Пищевые волокна	0.5 г	20 г	2.5%	4.3%	20 г
Вода	87 г	2400 г	3.6%	6.2%	2417 г
Зола	1.4 г	~			

По питательности кукуруза намного превышает другие зерновые культуры. Так, в 1 килограмме зерна содержится 1,34 кормовых ед., в 1 кг. овса – 1корм. ед., в 1 кг. Ячменя - 1,26 корм.ед.

Наибольшую потребность во влаге кукуруза испытывает в период за 10 дней до выбрасывания метелки и в последующие 20 дней. Недостаток влаги в почве в период активного водопотребления приводит к снижению активности фотосинтеза, подсыханию листьев, нарушению оплодотворения и формирования зерна. В таких условиях урожай может снизиться от 20-50%.

Кукурузу лучше выращивать на участках с южным или юго-западным склоном. Требуется плодородных, богатых гумусом, структурных, не кислых, хорошо водо- и воздухопроницаемых почв, так как корням кукурузы требуется много кислорода. Не совсем пригодны для выращивания этой культуры тяжёлые глинистые почвы, образующие твёрдую почвенную корку.

Требование культуры к почвам находится во взаимодействии с климатическими условиями. При ограниченной влажности суглинки, как более влагоемкие, лучше подходят для выращивания кукурузы, в отличие от песчаных. Но самые лучшие условия для развития и роста создаются на черноземах. Кукуруза дает наибольший урожай при кислотности почв рН 5,6 – 7,2. При параметрах ниже или выше указанных рН, урожайность значительно снижается.

К чередованию культур в севооборотах кукуруза не требовательна. Но лучшие предшественники для неё – ранняя капуста, бобовые и тыквенные культуры. В свою очередь, кукуруза – практически самый лучший предшественник для большинства культур.

Кукурузу на зерно выращивают в основном в Северо-Кавказском, Нижневолжском, Центрально-Черноземном регионах (при средней урожайности 3,25 т/га).

Эти регионы наиболее подходят для получения высоких урожаев зерна, благодаря мягкому и теплему климату, по сравнению с Сибирью. Например, в работе Сысенко И. С, Азаренко А. М. Рудяга А. С. (2007) приведена урожайность кукурузы на Западном Предкавказье, которая равна при различных способах обработки почвы: безотвальная -7,26т/га, отвальная 7,69 т/га, без обработки (нулевая) – 3,28 т/га.

В работе Пронина А. А. (2003) исследования по возделыванию культуры проводились в условиях Правобережной части Среднего Поволжья РФ. Схема опыта включала: в первом варианте - посев двух различных между собой гибридов, во втором - разные обработки биопрепаратами семян. По результатам исследования урожайность кукурузы на зерно в первом варианте составляла от 2,6 до 3,9 т/га, у второго гибрида урожайность составила 1,1 – 2,4 т/га. Во втором варианте исследования урожайность 2,9 – 3,4 т/га.

Потенциал урожайности зерна культуры в условиях южной части Урала составляет 5-7 т/га при соблюдении технологий выращивания. Материал представлен в трудах, разработанных Панфиловым А. Э. (2017).

В работе Ильина В. С., Логиновой А. М., Губина С. В., Гетц Г. В. исследования проводились на территории Западной Сибири. Были изучены сорта гибридов, а так же их особенности. Объектами исследования являлись сорта, выведенные в Сибирском филиале ВНИИ кукурузы.

В условиях Западной Сибири кукуруза это одна из наиболее урожайных кормовых и зерновых культур. Гибриды кукурузы служат основой для получения стабильных урожаев фуражного зерна и силоса высокого качества. В нашем сибирском регионе кукурузу на зерно и на силос следует высевать только семенами раннеспелых гибридов. Это подтверждается в работе Кваша А. В (2016), Кузнецова В. В. (2010).

Одним из важнейших факторов при выращивании кукурузы на зерно является её уборочная влажность. Исследователи утверждают, что наиболее оптимальная влажность зерна кукурузы при уборке должна находиться в пределах 30%, что обеспечивает эффективность сбора урожая. Повышение влажности до 35% приводит к потере зерна, в результате плющения во время его обмола (Еремин Д. И., Дёмин Е. А., 2017)

Изучением кукурузы на территории засушливой зоны Алтайского края занимались Курсакова В. С., Шалагинова Л. И., Хвоина Т. В., Ионова Л. П., Смашевский Н. Д., Шапко Д. С.

В исследовании Курсаковой В. С., Шапко Д. С (2009) приведены данные по структуре посевных площадей Алтайского края под кукурузой, они составляют 1,8 тыс. га. Эта цифра в размерах края катастрофически мала. Причиной малой распространенности зерновой кукурузы являются сложные климатические условия, малое количество осадков, вследствие чего постоянные засухи, частичная непригодность почв. Одним из рациональных путей решения данной проблемы является внедрение биотехнологий и

использование орошения. А также систематическое проведение мониторинга качества почвы.

Применение удобрений на посевах кукурузы улучшает обмен веществ, способствует росту растений, повышает урожайность, а также улучшает качество зерна и зеленой массы. В наших экспериментах мы решили отказаться от использования удобрений из-за недостатка материальной базы.

Для получения высокой урожайности культуру в условиях сухой степи Алтайского края необходимо строго соблюдать технологию возделывания: высококачественные раннеспелые гибриды, соблюдение сроков посева и уборки кукурузы, обязательное применение орошения.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Объекты исследований

Объектами исследований являлись: зерновая культура – кукуруза, чернозёмы южные, оросительная и дренажная воды.

Сорт кукурузы, возделываемый в исследованиях – «Былина». Раннеспелый сорт Алтайской селекции. Растение низкорослое, высотой до 160 см. Початки крупные, масса початка в молочно-восковой спелости 203 грамма, размер 14x4,2 см. Зерно желтое, мелкое, слегка удлиненное, средней величины, отличного вкуса. Содержание сахара до 2,2%, витамина С-8,1-9,2 мг%. В пищу используется зерно в молочной спелости в свежем, консервированном, замороженном и сушеном виде. В зерне содержатся углеводы, жиры, минеральные соли кальция, магния, калия, железа, фосфора, а также витамины С, В₁, В₂, В₅, РР, Е и провитамин А.

Вегетационный период колеблется от 80 до 150 дней. Семена прорастают при температуре 8-10°C, всходы появляются при температурном режиме не ниже 10-12°C. Посев проводится в срок 10–15 мая. Появление всходов через 10-12 суток после посева. Наиболее благоприятная температура для роста и развития растений составляет 20-27°C. При температуре выше 30-35°C, во время цветения, пыльца теряет оплодотворяющую способность. Заморозки при температуре воздуха –2-3°C повреждают весной всходы, осенью – листья, при – 3°C незрелое влажное зерно теряет свою всхожесть. Весенние заморозки кукуруза лучше переносит, чем осенние (Агропромышленный портал. Интернет ресурс. <http://agro-portal24.ru/agronomiya/180-kukuruza-biologicheskie-osobennosti.html>)

2.2 Методы и методики исследования

Мелиорация земель – это сложная, ресурсо- и энергоемкая, экологически опасная деятельность. Для ее обоснования необходимо привлечение всех накопленных человеком знаний о природных процессах:

1) Исторический подход, заключается в анализе опыта мелиорации в предыдущие годы, в оценке методов и способов с учетом конкретной ситуации, достижений и ошибок, а также в избегании их повторения;

2) Системный подход, заключается в целостности, открытости, развитии систем, в связи с этим не должно быть ограничений по административным границам земель без их генетической связи с прилегающими землями и водными объектами;

3) Катенарный подход, позволяет изучить всю территорию водосброса как целостную цепочку сопряженных фракций. Он позволяет учесть все типы водного питания, отследить влияние орошения возвышенностей и осушения понижений, изучить гидрохимические потоки веществ со склонов;

4) Географический подход, заключается в рассмотрении мелиорации больших территорий с учетом географической зональности тепло- и влагообеспеченности, гидрологических, почвообразовательных и биологических процессов;

5) Балансовый подход, закон сохранения вещества и энергии. Позволяет просто вычислять мелиоративные воздействия: оросительную и поливную нормы, необходимость в дренаже, оросительную способность водоисточников. Но этот подход не предназначен для прогнозирования на длительное время;

6) Статистический подход, он учитывает принципиальную особенность природных тел, неоднородность их свойств в пространстве и времени;

7) Биологический подход, позволяет учесть требования растений к регулируемым факторам роста и развития (засоленность и кислотность почвы, ее влажность, глубина залегания грунтовых вод, влажность и температуру воздуха, продолжительность затопления и др.), количественно оценить влияние мелиорации на продуктивность биогеоценозов;

8) Термодинамический подход, основан на функционировании земных геосистем. Его можно характеризовать макроскопическими параметрами: плотностью, давлением, температурой, концентрацией разных веществ;

9) Экономический подход, выражается в получении продукции заданного количества и качества в результате мелиорации при минимальных затратах ресурсов и труда с учетом затрат на поддержание благоприятной экологической ситуации;

10) Экологический подход, выражается в обязательной разработке проекта «Оценка воздействия на окружающую среду» и соблюдении всех требований в процессе эксплуатации мелиоративной системы;

11) Гидромеханический подход, позволяет теоретически исследовать несложные случаи стационарного и нестационарного движения подземных вод под действием дрен и фильтраций каналов. Этот подход был исследован такими учеными как А. Н. Костяков, В. В. Ведерникова, С. Ф. Аверьянов, Н. Н. Веригина, В. М. Шестакова и др.

Исследования по изучению влияния орошения на водно-солевые показатели черноземных почв и урожайность зерна кукурузы нами были проведены в 2015-2017 гг.

Лабораторные исследования проведены в лаборатории на базе ФГБУ «Управление «Алтаймелиоводхоз» (Рубцовский филиал). Полевые опыты проводились на землях КФХ «Агророс» Рубцовского района Алтайского края на территории Алейской оросительной системы (АОС). Опыты сопровождались постоянными наблюдениями, исследованиями, учетами,

которые выполняли с соблюдением требований методик опытного дела, изложенных в работе Б.А. Доспехова (1985).

Закладка эксперимента осуществлялась согласно методике полевого опыта. Размещение вариантов – систематическое. Повторность опыта – трехкратная. Площадь опытного участка – 130 га. Полив осуществлялся дождеванием.

Схема полевого опыта включала 3 варианта:

- 1). – Вариант без орошения;
- 2). – Вариант с поддержанием уровня предполивной влажности почвы 60%НВ;
- 3). – Вариант с поддержанием уровня предполивной влажности почвы 70%НВ.

Исследования по разработке режима орошения были проведены на посевах кукурузы на семена.

Режим орошения кукурузы для всех лет исследования разработан для поддержания принятого уровня предполивной влажности 60% и 70%НВ в слое почвы – 0,5 м.

Наименьшую влагоемкость (НВ) почвы определяли в полевых условиях методом заливания площадок. Водопроницаемость почв определялась в полевых условиях при помощи металлических цилиндров.

В период исследований проводились систематические наблюдения за влажностью почвы, метод определения – термостатно-весовой. Водопотребление растений рассчитывали по формуле водного баланса.

Водно-физические свойства почвы определяли по методикам, изложенным в работах Качинского Н. А. (1965, 1970), Вадюниной А.Ф., Корчагиной З. А. (1986 г.). Плотность сложения почвы определяли методом режущего кольца.

Метод режущего кольца – определение плотности сложения грунта отношением массы образца грунта к его объему.

Плотность твердой фазы определяли пикнометрическим методом.

Плотность твердой фазы почв – масса сухого вещества в единице объема твердой фазы почвы. Её величина напрямую зависит от природы и соотношения минералов, которые входят в состав почвы, а также содержания в ней органических веществ.

Суть метода заключается в том, что объем твердой фазы почвы определяется по массе вытесненной воды.

Отбирались образцы почв для проведения химического анализа по степени опасности осолонцевания почв (по Сойфер С.Я.) и методом водной вытяжки по Аринушкиной.

Водная вытяжка используется для определения содержания растворимых солей – хлоридов, сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов в почве, солей кальция и магния – главным образом при оценке засоленности и щелочности почвы.

Методом водной вытяжки можно оценить общее содержание легкорастворимых солей в почвах. При оценке засоления, определяют анионы (CO_3^{2-} ; HCO_3^- ; Cl^- ; SO_4^{2-}) и катионы (Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Na^+ ; K^+) легкорастворимых солей. При оценке засоления почв используют два подхода. Степень засоления почв оценивают как по общему содержанию легкорастворимых солей в почве, так и по концентрации солей в почвенных растворах или фильтратах из насыщенных водой почвенных паст. Уровни всех этих показателей используются в качестве диагностики. Так, к засоленным относят почвы, где концентрация легкорастворимых солей в почвенных растворах превышает $5-7 \text{ г/дм}^3$, или почвы, содержащие $0,05-0,15\%$ легкорастворимых солей в зависимости от их состава. Метод основан на извлечении легкорастворимых солей 5-ти кратным по отношению к массе почвы объемом свежеприготовленной дистиллированной воды (ГОСТ 26423-85). Воду добавляют к навеске почвы, суспензию взбалтывают и фильтруют. Фильтрат и называют водной вытяжкой. Водные вытяжки анализируют сразу после их получения, так как со временем в них может измениться pH, концентрация карбонатных ионов, в связи с поглощением вытяжками CO_2 из

атмосферного воздуха. Если почва засолена легкорастворимыми солями, то получают быстро фильтрующиеся системы и прозрачные вытяжки, так как в присутствии солей почвенные коллоиды коагулируют. Если солей мало, и особенно в тех случаях, когда вытяжка имеет щелочную реакцию, фильтрование идет медленно, фильтрат опалесцирует или бывает мутным, вследствие пептизации коллоидов.

Также были отобраны образцы для определения качественного состава оросительных и дренажных вод. Оценка проведена в соответствии с классификацией С.Я. Сойфера. Содовое засоление определялось по Вилькоксу.

Гидрохимические обследования были начаты в 2015 году. При этом в стационарной точке 1-2 раза в год производился отбор воды для определения ее химического состава. Были обработаны следующие данные: показатели по общей минерализации, содержанию обменного натрия, хлора и соотношения между ионами HCO_3^- , Ca^{2+} и Mg^{2+} (по которым проводится группировка оросительных вод).

При обработке данных, полученных при проведении исследований, использовали методы математической статистики, изложенные в работе Б. А. Доспехова (1985).

Измерение грунтовых вод проводилось с помощью уровнемера, точность измерения $\pm 0,5$ см. Уровень грунтовых вод измеряли дважды за вегетационный период – в мае и сентябре каждого года.

2.3 Региональные почвенно-климатические условия проведения исследований

Благодаря континентальному положению и особенностям циркуляции атмосферы климат Южно-Приалейской степи отличается довольно суровой зимой с сильными ветрами и метелями, весенними и осенними заморозками, а также очень жарким летом. Среднегодовая температура воздуха равна

1,5⁰С. Наиболее холодным месяцем является январь со среднеустойчивой температурой воздуха –17,4⁰С и с абсолютным минимумом –44⁰С. С октября по март температура опускается ниже –30⁰С. Наиболее высокая температура воздуха наблюдается в июле +39⁰С. Амплитуда колебания среднемесячных температур воздуха за год составляет 36,7⁰С, а абсолютных –87⁰С.

Продолжительность вегетационного периода на данной территории составляет 120-130 дней, с колебаниями от 115 – 150 дней. Сумма температур воздуха в степи за период с температурами выше +10⁰С составляет 220 – 2700⁰С, сумма эффективных температур – 810 – 1050⁰С, что практически обеспечивает ежегодное вызревание раннеспелых сортов.

Важную роль играют и изменения атмосферного давления, оно изменяется в течение года от 755 мм среднего давления в июле до 773 мм в январе. Колебания в давлении усиливаются в переходные сезоны.

Средняя годовая температура почвы составляет +3,0⁰С, абсолютные ее значения наблюдаются в июле (+63⁰С) и в декабре (-52⁰С). Почва промерзает на глубину до 225 см. Последние заморозки на почве могут быть в третьей декаде мая, осенние в первой декаде сентября.

Наблюдается неравномерное выпадение осадков за период вегетации. В первой половине вегетационного периода (май-июнь), когда растения нуждаются во влаге, количество осадков находится в пределах 50-70 мм и даже меньше. В сильно засушливые годы общая сумма осадков снижается до 120-150 мм.

В степной зоне по температуре складываются благоприятные условия для произрастания зерновых и других культур. Однако ресурсы влаги распределяются по территории не совсем равномерно и в районах, характеризующихся наибольшими запасами тепла, отмечается недостаточное количество влаги.

На исследуемой территории протекает одна из крупнейших рек Алтайского края – р. Алей. Она является притоком р. Обь и впадает в неё на 3461-м км от устья.

Длина реки составляет 866 км, площадь водосбора равна 21100 км² уклон реки - 0,78960, в равнинной части - 0,30960.

По условиям увлажнённости бассейн р. Алей делится на две части: более влагообеспеченную горную и предгорную части верховья реки (Третьяковский, Локтевский и Змеиногорский районы) и засушливую равнинную часть среднего и нижнего течения (Рубцовский, Шипуновский, Поспелихинский, Алейский). Питание реки смешанное, среднемноголетний объем поверхностного стока в створе с. Локоть составляет 0,91 км³.

Территория края богата множеством типов почв. Как показали многочисленные исследования, общая и характерная особенность распространения различных типов почв в бассейне р. Алей - широтная зональность.

Степная зона характеризуется обыкновенными и южными черноземами, сухостепная – темно-каштановыми и каштановыми почвами, лесостепная – оподзоленными и выщелоченными черноземами.

Другой особенностью распространения почвенного покрова является приуроченность к определенным ландшафтам.

Основные генетические типы и подтипы почв этих ландшафтов имеют следующие особенности.

Южные черноземы распространяются в южных, и наиболее засушливых районах черноземной зоны. Осадков в этой зоне выпадает в год около 350-400мм, почвы промачиваются мало.

Производительность растительного покрова мала, также ежегодно в почву поступает незначительное количество органической массы. Процессы минерализации растительных остатков в сухих и теплых климатических условиях протекают энергично. В связи с этим содержание гумуса в южных черноземах намного меньше по сравнению с другими подтипами черноземов и обычно колеблется от 4 до 6%.

Мощность гумусового горизонта южных черноземов небольшая, в западных, более увлажненных районах она достигает 0,6-0,7 м., в восточных районах редко превышает 0,4 м.

Окраска черноземов южных темно-серая или серая с коричневатым оттенком.

Лугово-черноземные почвы. Почвы этого типа являются полугидроморфными аналогами чернозёмов. Приуроченность к подчиненным позициям в рельефе способствует аккумуляции привнесенных веществ как физико-химического, так и механического характера, содействует созданию временного обильного увлажнения профиля, что придает почвам некоторые признаки и свойства лугового генезиса. Растительный покров на лугово-чернозёмных почвах более мезофилен, чем на чернозёмах.

Данный тип почв в пределах изучаемой котловины представлен лугово-чернозёмной карбонатной средnezасолённой сульфатной глубокосолончаковатой среднемошной слабогумусированной легкосуглинистой.

В пределах Южно-Приалейской природно-мелиоративной зоны в направлении с юго-запада на северо-восток сменяются три подпровинции в соответствии с растительными подзонами.

Для сухостепной и засушливостепной подпровинций характерны типчаково-ковыльные сухие степи с обедненным видовым составом. Широко представлено галофитное разнотравье: солонечник двуцветный, солодка уральская, кермек Гмелина, подорожник солончаковый, полынь селитряная, кохия стелющаяся. Всего в составе ассоциаций солонцеватых степей отмечено 114 видов.

Зональной растительностью в засушливо-степной подпровинции являются разнотравно-типчаково-ковыльные степи на черноземах южных. Основу травостоя составляют такие растения, как ковыли, типчак, тонконог и корневищные злаки - костер безостый и тимофеевка степная.

На террасах ложбин древнего стока развиты колки, а так же сосновые ленточные боры. Облесенность сильно уменьшается с северо-востока к юго-западу. Вокруг озер, в приколочных понижениях на солонцах формируются солонцово-солончаковые луга в комплексе с солонцеватыми степями. Солончаки заняты разреженными группировками солероса, сведы, лебеды бородавчатой.

В пределах умеренно засушливо-степной основу травостоя составляют дерновинные злаки: ковыль Залесского, ковыль-волосатик, типчак, тимофеевка степная и большое количество разнотравья – горчичника Морисона и др. Количество видов достигает 50-60 на 100 м². Проективное покрытие 60-70%.

Березовые колки на водораздельных пространствах редки, но на склонах балок северной экспозиции встречаются часто в сочетании с разнотравно-злаковыми лугами (ежа сборная, костер безостый, паник клубненосный, пырей ползучий, кровохлебка лекарственная, клубника, тысячелистник обыкновенный, вероника колосистая душица обыкновенная, подмаренник настоящий, люцерна серповидная). На склонах балок с южной стороны распространены полынно-типчаковые степи (типчак, полынь австрийская). В пойме р. Алей большую площадь занимают остепненные луга (костер безостый, пырей ползучий) в комплексе с солонцеватыми степями и солонцово-солончаковыми лугами.

В настоящее время кустарниковая растительность в прирусловой части поймы изрежена, на многих участках по берегам реки уничтожена совершенно. Закустаренность центральной части поймы низкая, островного характера.

2.4 Погодные условия в годы проведения исследований

Данные по метеорологическим условиям в годы проведения исследования получены на метеостанции города Рубцовск и метеорологического поста в п. Веселоярск.

Погодные условия вегетационных периодов 2015-2017 годов характеризовались значительными отклонениями от среднееголетних показателей, как по количеству осадков, так и по температуре воздуха (таблица 2).

Из таблицы 2 видно, что в 2015 году сумма осадков равна 145,8 мм, это на 27,2 мм меньше, чем сумма среднееголетних осадков, составляющая 173,0 мм. Средняя температура воздуха составила 17,7⁰С, что на 1,6⁰С больше, чем среднееголетняя температура воздуха 16,6⁰ С. Погодные условия в 2015 году, в целом, характеризуются как теплые, со слабым увлажнением почвы.

В 2016 году средняя сумма осадков составляет 98,8 мм, это на 74,2 мм меньше, чем по среднееголетним значениям, составляющая 173,0 мм. Самым засушливым месяцем 2016 года, согласно данным метеостанции, стал июнь, сумма осадков за 3 декады составила 10,8 мм. Среднемесячная температура составила 18,6⁰С, что на 2,5⁰С выше, чем по среднееголетнему показателю. Погодные условия характеризуются как теплые, со слабым увлажнением почвы.

В 2017 году сумма осадков составила 190,0 мм, это на 17,0 мм больше, чем среднееголетнее значение, равное 173,0 мм. Среднемесячная температура составила 18,9⁰ С. Погодные условия характеризуются как теплые, с достаточным увлажнением.

Диаграммы суммы осадков и средних температур воздуха представлены в приложении 1.

Таблица 2 – Погодные условия вегетационного периода

Показатель	Месяц												Сумма или среднее
	Май			Июнь			Июль			Август			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Осадки 2015 г., мм	0,0	6,0	11,8	10,0	8,0	9,0	20,0	31,0	26,0	14	0,0	10,0	145,8
Осадки 2016 г., мм	6,0	34,0	10,0	10,8	0,0	0,0	14,0	3,0	0,0	17,0	4,0	0,0	98,8
Осадки 2017 г., мм	15,2	15,0	12,8	21,0	19,5	15,5	22,0	20,0	16,0	18,0	8,0	7,0	190,0
Осадки средние многолетние, мм	39,0			44,0			49,0			41,0			173,0
Температура воздуха 2015 г., °С	12,7	13,0	13,0	17,7	19,0	20,3	19,1	23,2	21,5	17,2	17,7	16,0	17,7
Температура воздуха 2016 г., °С	15,0	14,7	17,1	18,0	19,0	20,1	19,4	21,0	20,6	20,9	20,7	16,9	18,6
Температура воздуха 2017 г., °С	12,7	12,6	13,1	18,5	19,1	20,1	22,5	23,0	21,3	21,6	21,3	20,4	18,9
Температура воздуха средняямноголет., °С	12,3			18,2			20,3			21,1			16,1

2.5 Характеристика почвы опытного участка

Территория исследуемой зоны неоднородна по природным условиям, расположена в южной степной части Алтайского края, примыкающей к предгорьям Алтая.

На опытном участке, где возделывалась кукуруза на зерно, почвы представлены 2 типами – лугово-черноземная и чернозем южный. Угодье – пашня, склон Ю-В экспозиции.

Представленные почвы характеризовались следующими показателями:

Чл^{гск1}2^с Лугово-черноземные глубокосолончаковатые почвы представлены по мощности гумусовых горизонтов среднемощными видами, по содержанию гумуса – слабогумусированными. Выделены среднесуглинистые разновидности этих почв.

По глубине залегания верхней границы солевого горизонта почва глубокосолончаковатая – соли сосредоточены на глубине 80-150 см.

Содержание гумуса в пахотном горизонте несколько выше, чем у зональных черноземов южных – 2,2-3,0%. Вниз по профилю гумусность вначале постепенно, а затем резко снижается до 1,0-1,4% в горизонте В. Обеспеченность подвижными соединениями фосфора и калия чаще очень высокая или высокая (соответственно 15,9-20,6 и 22,6-30,0 мг. на 100 г. почвы).

Реакция почвенного раствора в поверхностных горизонтах близкая к нейтральной (рН=6,6-7,5), ниже изменяется до слабощелочной и щелочной в карбонатных горизонтах (рН=7,8-8,3).

Величина емкости поглощения (суммы поглощенных оснований) в гумусовых горизонтах достаточно высокая – 18,8-35,6 мг-экв на 100 г. почвы. В составе поглощенных оснований, несколько повышено содержание поглощенного натрия, составляющее 0,18-0,61 мг-экв. на 100 г. почвы (0,6-1,7% от емкости поглощения).

Содержание водорастворимых солей в гумусовых горизонтах невысокое, изменяется в пределах 0,032-0,085%. С глубиной содержание солей возрастает, достигая максимума – 0,519-0,956% – во втором метре. Тип засоления вначале сульфатно-хлоридный или хлоридно-сульфатный, а в наиболее засоленных горизонтах – сульфатный.

Лугово-черноземные солончаковатые почвы сформировались по обширным понижениям IV надпойменной террасы р. Алей, где залегают как однородными контурами, так и в комплексах с лугово-черноземными солончаковыми солонцами до 40%. Использование их под орошение требует проведения мероприятий по понижению уровня засоления для достижения хорошего мелиоративного состояния земель. В почвенных выделах, содержащих солонцы, дополнительно требуется химическая мелиорация солонцовых пятен.

Чл^{ск12}1-Лугово-черноземные солончаковатые почвы представлены по мощности гумусовых горизонтов среднемощными видами, по содержанию гумуса – слабогумусированными. Выделены легкосуглинистые разновидности этих почв.

Отличие морфологического строения профиля этих почв от выщелоченного рода сводится к наличию засоления. Водорастворимые соли обнаруживаются вначале аналитически, а чуть глубже обнаруживаются и видимые скопления солей, чаще всего в форме псевдомицеллия. По глубине залегания верхней границы солевого горизонта выделены виды высокосолончаковатых (соли обнаруживаются в пределах слоя 30-70 см.) и солончаковатых (70-100 см.) почв. Кроме того, несколько повышена линия вскипания от соляной кислоты, видимые карбонаты обычно наблюдаются в нижней части гумусового горизонта или непосредственно под ним.

Содержание гумуса в пахотном горизонте несколько выше, чем у зональных черноземов южных – 2,2-3,0 %. Вниз по профилю гумусность вначале постепенно, а затем резко снижается до 1,0-1,4% в горизонте В. Обеспеченность подвижными соединениями фосфора и калия чаще очень

высокая или высокая (соответственно 15,9-20,6 и 22,6-30,0 мг.на 100 г. почвы).

Реакция почвенного раствора в поверхностных горизонтах близкая к нейтральной (рН=6,6-7,5), ниже изменяется до слабощелочной и щелочной в карбонатных горизонтах (рН=7,8-8,3).

Величина емкости поглощения (суммы поглощенных оснований) в гумусовых горизонтах достаточно высокая – 18,8-35,6 мг-экв. на 100 г. почвы. В составе поглощенных оснований несколько повышено содержание поглощенного натрия, составляющее 0,18-0,61 мг-экв. на 100 г. почвы (0,6-1,7% от емкости поглощения).

Содержание водорастворимых солей в гумусовых горизонтах невысокое, изменяется в пределах 0,032-0,085%. С глубиной содержание солей возрастает, достигая максимума – 0,519-0,956% - во втором метре. Тип засоления вначале сульфатно-хлоридный или хлоридно-сульфатный, а в наиболее засоленных горизонтах – сульфатный.

Лугово-черноземные солончаковатые почвы сформировались по обширным понижениям IV надпойменной террасы р. Алей, где залегают как однородными контурами, так и в комплексах с лугово-черноземными солончаковыми солонцами до 40%. Использование их под орошение требует проведения мероприятий по понижению уровня засоления для достижения хорошего мелиоративного состояния земель. В почвенных выделах, содержащих солонцы, дополнительно требуется химическая мелиорация солонцовых пятен.

Ч^{юг12с} Черноземы южные глубоко вскипающие по мощности гумусовых горизонтов представлены среднемощными видами, по содержанию гумуса – слабогумусированными. Выделены среднесуглинистые разновидности этих почв.

Морфологическое строение профиля сходно со строением черноземов южных обычных. Отличием является наличие разрыва между гумусовым и

карбонатным горизонтами, вскипание от соляной кислоты начинается обычно в пределах переходного горизонта ВС.

Пахотный горизонт Ап темно-серого цвета комковато-пылеватой структуры, рыхлый, пронизан корнями растений, резко переходит в нижележащий горизонт по плотности. Мощность его 25 см. Содержание физической глины и ила <0,01 мм – 37,1% на сухую почву, <0,001 мм – 13,4 % на сухую почву.

Горизонт АВ темно-серый с буроватым оттенком, комковатый, уплотненный, мощностью обычно 25-27 см.

Горизонт В бурый с гумусовыми затеками, комковатый, уплотненный, мощность его 15-20 см. Содержание физической глины и ила <0,01 мм – 38,2% на сухую почву, <0,001 мм – 20,4 % на сухую почву. Гумус 2,2%, кислотность почвы (рН) 7,0, подвижные формы фосфора 84,8 мг/кг и калия 93,7 мг/кг.

Горизонт ВС более светлой бурой, желто-бурой окраски с редкими затеками гумуса. Желто-бурого цвета, вскипает, глубина взятия образца 60-80 см. Содержание физической глины и ила <0,01 мм – 46,6% на сухую почву, <0,001 мм – 30,7 % на сухую почву. Гумус 0,7%, кислотность почвы (рН) 7,2, подвижные формы фосфора 2,3 мг/кг и калия 134,2 мг/кг. Обычно в пределах этого горизонта появляются карбонаты в виде пятен и пропитки. Почвообразующие породы С представлены карбонатными древнеаллювиальными легкими и средними суглинками.

Краткое описание типов почв, расположенных на опытном участке, представлено в таблице 3.

Также в почвах и породах присутствует множество микроэлементов в различных соединениях: переходящие в водные вытяжки, вытесняемые из твердых фаз почвы солевыми растворами (обменные катионы), извлекаемые ацетатно-аммонийным буферным раствором, кислоторастворимые соединения и микроэлементы, входящие в состав различных почвенных минералов.

Таблица 3 – Характеристика основных типов почв

Индекс	Тип почвы	Характеристика
Чл^{гск12с}	Лугово-черноземные глубокосолончаковатые, среднемощные, слабогумусированные, среднесуглинистые	Соли на уровне 80-150 см. Суммы поглощенных оснований– 18,8-35,6 мг-экв. на 100 гр. Содержание гумуса в пахотном горизонте -2,2-3,0%. рН=6,6-7,5
Чл^{ск12л}	Лугово-черноземные солончаковатые среднемощные, слабогумусированные, легкосуглинистые.	Содержание гумуса в пахотном горизонте 2,2-3,0 %. Суммы поглощенных оснований в гумусовых горизонтах достаточно высокая – 18,8-35,6 мг-экв. на 100 гр. Соли на уровне 70-100 см, рН=6,6-7,5
Ч^{юг12с}	Черноземы южные глубоковскипающие, среднемощные, слабогумусированные, среднесуглинистые	Содержание гумуса 3,5%. Сумма поглощенных катионов – 16,9-19,7 мг-экв. на 100 гр. почвы рН=7,1

Известно, что микроэлементы, непосредственно воздействуют на развитие растений и все почвенные биохимические процессы накопления, трансформации, переноса органических соединений в экосистеме, одновременно стимулируя деятельность микроорганизмов. В результате чего интенсифицируются процессы образования гуминовых веществ в почвах из растительных остатков. На содержание и распределение микроэлементов активно влияют многие процессы формирования почвенного профиля.

Подвижность микроэлементов во многом зависит от условий почвенной среды. Содержание бора (В) составляет 1,84 мг/кг почвы,

молибдена (Mo) – 0,10, меди (Cu) – 0,15, цинка (Zn) – 0,44, кобальта (Co) – 0,140, марганца (Mn) – 7,40 и содержание серы (S) равно 2,5 мг/кг почвы.

Среднее содержание анионов в исследованиях 2015-2017 годов составило:

– в слое 0 – 100 см HCO_3^- – 0,60; Cl – 0,22; SO_4 – 0,60; $\text{SO}_{4\text{токс}}$ – 0,55; общее засоление – 0,9;

– в слое 100 – 200 см HCO_3^- – 0,64; Cl – 0,20; SO_4 – 1,14; $\text{SO}_{4\text{токс}}$ – 1,03; общее засоление – 0,13.

Среднее содержание катионов в исследованиях 2015-2017 годов составило:

в слое 0 – 100 см Ca – 0,53; Mg – 0,37; Na – 0,52; общее засоление – 0,13;

– в слое 100 – 200 см Ca – 0,63; Mg – 0,52; Na – 0,84; общее засоление – 0,13.

Графики изменения среднего анионо-катионного состава представлены в приложении 2.

Поглощенные катионы являются источником питания для растений. Они, находясь в поглощенном состоянии, постепенно переходят в почвенный раствор и пополняют его элементами питания. Таким образом, они представляет собой кладовую, в которой закрепляются поступающие в избытке в почвенный раствор те или иные элементы питания растений.

Катионы, влияющие на развитие растений, Гедройц К.К. разделил на три группы:

К первой группе он отнес катионы кальция, которые насыщают почву, способствуют нормальному развитию растений. Кальций является единственным катионом, создающим благоприятные условия для роста и развития растений.

Во вторую группу включены катионы Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , H^+ . При полном насыщении ими почвенного поглощающего комплекса (ППК) растение погибает.

В третью группу отнесены катионы NH_4^+ , Na^+ , Ba^+ , обладающие ядовитыми для растения свойствами. Они вредны из-за высокой щелочности, но в малых количествах стимулируют развитие растения.

Таким образом, по результатам локального мониторинга почва имеет кислотность в пределах нормы рН 7,0-7,2. В верхнем пахотном слое почвы отмечается среднее содержание гумуса 3,5%. Среднее содержание анионов и катионов по слоям почвы и общее засоление в пределах нормы.

В связи с невысоким содержанием гумуса, для улучшения питательного режима почв и поддержания бездефицитного баланса гумуса, необходимо пополнять запасы элементов питания и органического вещества с учетом планируемой урожайности сельскохозяйственных культур.

Для расчета поливных норм важнейшими показателями являются наименьшая влагоемкость (НВ, % от массы сухой почвы) и плотность сложения почвы (α , г/см³). Эти показатели были определены, значения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Наименьшая влагоемкость почвы (НВ, % от веса сухой почвы) и плотность сложения (α , г/см³)

Тип почвы	Слой почвы, см	НВ	α
Чернозем южный	0-25	25,3	1,23
	25-35	24,8	1,25
	35-45	23,2	1,22
	52-62	22,4	1,30
	87-97	21,4	1,40
	130-140	19,3	1,50
	190-200	18,8	1,55
Лугово-черноземная	0-24	21,9	1,34
	24-34	21,3	1,39
	38-48	22,3	1,26
	56-66	21,9	1,32
	81-91	19,2	1,44
	150-160	20,5	1,53
	190-200	22,1	1,54

Из таблицы 4 видно, что значения наименьшей влагоемкости (НВ) у черноземов южных значительно выше, чем у лугово-черноземных почв. Это связано с тем, что черноземы характеризуются лучшими, чем лугово-

черноземные почвы, водно-физическими свойствами – плотностью и плотностью сложения. При поливе это позволяет применять большие поливные нормы и увеличивать межполивные интервалы. При проведении полевых работ на черноземах потребуется задействовать меньше энергетических ресурсов, чем при обработке лугово-черноземной почвы.

Дополнительно определены удельная масса послойно через 10 см и гранулометрический состав почвы (табл.5).

Таблица 5 – Гранулометрический состав и плотность почвы

Тип почвы	Глубины взятия образца, см	Размер агрегатов, %		Гранулометрический состав	Плотность почвы, г/см ³
		>0,01 мм	<0,01 мм		
Чернозем южный	0-10	56,16	43,84	среднесуглинистые	2,58
	10-26	60,32	39,68	среднесуглинистые	2,60
	29-39	64,04	35,96	среднесуглинистые	2,64
	52-62	54,88	45,12	тяжелосуглинистые	2,65
	75-85	50,92	49,08	тяжелосуглинистые	2,66
Лугово- черноземная	0-24	31,24	68,76	тяжелоглинистые	2,61
	24-34	32,80	67,20	тяжелоглинистые	2,62
	38-48	71,24	28,76	среднесуглинистые	2,64
	56-66	55,88	44,12	легкоглинистые	2,67
	81-91	62,20	37,80	тяжелосуглинистые	2,68

Результаты лабораторного анализа, представленные в таблице 5, показали, что по своему гранулометрическому составу почвы средне – и тяжелосуглинистые. Плотность черноземов и лугово-черноземных почв практически не имеет различий.

2.6 Технология возделывания кукурузы на зерно

На полях, отведенных под выращивание кукурузы, борьбу с сорняками начинают после уборки урожая предшествующей культуры.

Основным способом обработки почвы является осенняя вспашка на глубину 25-30 см. По классической технологии вспашка проводилась оборотными плугами, тем самым выравнивая физически поверхность почвы с помощью выравнивателя ВГ1-8, шлейф-бороны ШБ-2,5, а также культиватором.

Целью предпосевной подготовки почвы весной является обеспечение на ней рыхлого, влажного в достаточной мере и теплого поверхностного слоя почвы, на котором будет произведен качественный посев культуры, быстрое и равномерное прорастание семян.

В весенний период времени для закрытия влаги, на вспаханных участках, проводилось боронование с помощью тяжелых зубовых борон. Посев осуществлялся с помощью сеялок, которые обеспечивают точное однозерновое расположение семян в ряду. Решающим фактором точного высева семян является тщательная регулировка высевающего аппарата, точная установка на норму высева, проверка точности укладки семени в почву и соблюдение подходящей скорости при посеве не более 5-6 км/час.

Особое внимание уделялось организации посева: высчитывалось расстояние от края поля до линии первого прохода агрегата, равное половине ширины захвата сеялки, отбивались поворотные полосы. Для предотвращения забивания сошников почвой, сеялка опускалась только в рабочее положение на ходу. Поворот осуществлялся при поднятых сошниках и маркерах.

Оптимальные сроки для посева кукурузы (на зерно) наступают при устойчивой температуре почвы 8-12°C на глубине порядка 10 см, данная глубина сева выбрана в целях предохранения точки роста от возможных

весенних заморозков. При закладке полевых опытов, посевы кукурузы проводились 10 мая 2015 г., 10 мая 2016 г., 11 мая 2017 г. Сев осуществлялся широкорядным способом с междурядьем равным 70 см.

После посева проводилось довсходовое боронование со скоростью 3-4 км/час, для этого использовались только легкие бороны.

Кукуруза как пропашная культура требует тщательного ухода. Она медленно растет в первый период вегетации, обладает слабой биологической способностью угнетения сорняков, в связи с этим на ее посевах они развиваются сильнее. Сорняки поглощают питательные вещества, влагу, ухудшают водный и питательный режимы почвы, угнетают культуру.

В процессе прорастания семена кукурузы нуждаются в аэрации, так как зародыши поглощают большое количество кислорода в почве. А также во избежание появления сорняков проводилась первая культивация.

Послевсходовое боронование начинается при образовании 2 – 3 листочков и заканчивается при 5 – 6. В этот период точка роста находится в земле и не повреждается. Для улучшения условий проведения боронования необходимо:

- строго выдерживать глубину посева, при небольшой глубине росток легко повреждается при довсходовом бороновании;
- после посева необходимо проводить прикатывание, для дружных всходов и уменьшения численности сорных растений;
- срок боронования зависит не только от состояния кукурузы, но и от состояния сорняков, а также плотности почвы с учетом прогноза погоды на ближайшие 2 - 3 дня.

Боронование должно проводиться при строгом соблюдении правил:

- боронить только хорошо отрегулированными сцепками борон;
- боронить только поперек или по диагонали по направлению посева;
- боронить только во второй половине дня и при солнечной погоде, когда всходы имеют ослабленный тургор;
- боронить при скорости не более 4 км/ч.;

– боронить легкими – 0,4 – 0,6 кг и средними боронами – 1,2 килограмма на зуб.

Выбор оптимальной густоты стояния при возделывании кукурузы является одним из решающих условий для получения высокого урожая необходимого качества. Она должна обеспечивать полное использование света, тепла, влаги с учетом почвенно-климатических условий, скороспелости и продуктивности сорта.

Густота стояния кукурузы перед уборкой должна составлять около 70 тыс./га. В зависимости от массы 1 тыс. семян, норма высева составляет 20-30 кг/га, в количественном выражении это около 15-22 шт. семян на 1 пог. метр. С учетом полевой всхожести норма высева увеличивается на 10-15%.

Кукурузу можно убирать при влажности зерна 32-35%, с последующей очисткой и сушкой до базисной влажности 14%. Уборка на опытных вариантах проводилась вручную в 2015 году 17 августа, в 2016 году 12 августа, в 2017 году 20 августа. На производственных посевах уборку кукурузы проводили с помощью початкоотделяющей приставки к зерновым комбайнам.

2.7 Технология полива

Величина урожая и его качество являются показателями состояния плодородия почв, а также зависят от способа полива. На исследуемом участке для орошения использовали дождевальную машину ДМУ «Фрегат». Дождевальная машина представляет собой движущийся по кругу водопроводящий трубопровод с равномерно расположенными дождеобразующими аппаратами. Подвод воды к дождевальной машине осуществляется от внешней оросительной сети через гидрант неподвижной опоры, который также является центром вращения дождевальной машины. Водопроводящий трубопровод опирается на самодвижущиеся тележки, на

каждой из тележек имеется гидравлический поршневой двигатель(гидропривод), он работает от потока воды и обеспечивает вращение колес тележки и движение машины через систему механических рычагов и толкателей (рисунок2).

Дождевальная машина «Фрегат» является автоматизированной самоходной среднеструйной дождевальной машиной кругового действия. Она обеспечивает равномерный полив (коэффициент полива 0,74 – 0,85).

При правильной подготовке к работе ДМ выдает заданную поливную норму при равномерном распределении слоя осадков на орошаемой площади вдоль трубопровода. Для наиболее эффективной эксплуатации машины необходимо использовать её на нескольких позициях в зависимости от предельной поливной нормы, а также уменьшить продолжительность простоев по техническим и организационным причинам.



Рис. 2 – Дождевальная машина ДМУ «Фрегат»

В начале поливного сезона необходимо правильно расставить дождевальные аппараты по длине трубопровода и отрегулировать их. Если

полив осуществляется неравномерно, то, вероятно, не выполнено хотя бы одно из условий. Так, при открытом кране перед каждым аппаратом количество вылитой воды на $1/3$ радиуса орошаемого круга, считая от неподвижной опоры, оказывается на 20-25% выше, а на последней трети – ниже заданной поливной нормы. Это означает, что 65% площади будет поливаться в неправильном режиме. В таких случаях фактические поливные нормы у отдельных тележек различны. В результате этого наблюдается снижение урожая, как от обильного полива, так и от недополива. Избыток влаги может вызывать заболачивание, засоление и эрозию почвы, а на площадях с пятнами солонцов – пробуксовывание колес опорных тележек. Кроме того, неравномерное распределение дождя машинами «Фрегат» не позволяет определить наилучший срок полива, требуемую поливную норму, что ведет к бессистемному орошению.

Данная машина предназначена для полива зерновых, овощных и технических культур, а также многолетних трав, лугов и пастбищ.

Дождевание – это один из наиболее эффективных способов воздействия человека на почву, растение и микроклимат приземного слоя воздуха. Благодаря механизации полива и комплексному воздействию на растение и окружающую среду дождевание является надежным агротехническим средством получения полных всходов и высоких устойчивых урожаев, так же хорошо вписывается в современную технологию сельскохозяйственного производства. В отличие от других способов полива при дождевании оросительная вода (или растворенные удобрения в ней) при помощи насосов и специальных аппаратов подается под напором в атмосферу, а оттуда она падает на растение в виде капель дождя.

Дождевание обладает рядом преимуществ, которые сводятся к следующему:

– механизация процессов труда, а, следовательно, полное сочетание полива с технологией других сельскохозяйственных работ, проводимых в хозяйстве;

- возможность получения полных и дружных всходов;
- укоренение и развитие растений в начальный период на всех почвах;
- возможность загущения посевов культур с соблюдением оптимальной площади питания и расположения рядков растений с расчетом на оптимальный режим освещения, а, следовательно, и на максимальное использование энергии тепла солнечной радиации;

- применение на сложных рельефах с большим уклоном, а также на песчаных и слаборазвитых почвах без проведения или при минимуме планировочных работ;

- проведение частых поливов малыми нормами с целью увлажнения почвы, но еще и улучшения микроклимата приземного слоя воздуха (освежительные поливы), а, значит, создания благоприятных условий для протекания физиологических процессов и накопления урожая при минимальных затратах воды;

- благодаря обогащению кислородом, углекислотой и газообразным азотом капли дождя снабжают почву и растения питанием дополнительно;

- точная дозировка поливной воды применительно к периодам роста и развития растений и мелиоративному состоянию земель;

- легче формировать и регулировать урожай, благодаря комплексному воздействию на почву, растение, а, следовательно, и направленному изменению водного и питательного режимов;

- коэффициент полезного использования оросительной воды повышается на 25-30%, за счет более экономного расходования поливной воды.

Недостатки дождевания: значительная металлоемкость конструкции; влияние ветра на качество дождевания; расход энергии, топлива.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ПОЧВ

3.1 Качество оросительной воды

Определение пригодности воды для орошения осуществляется с помощью качественных и количественных тестов.

1) Визуальный и органолептический анализы воды позволяют сделать общее предварительное заключение о пригодности использования оросительной воды.

2) Взвешенные твердые элементы в поливной воде (твердый сток), указывают на различные свойства поливных вод: крупные частицы диаметром более 0,05 мм, пылеватая фракция – 0,001 – 0,05 мм, илистая фракция менее 0,001 мм. Образцы для анализа гранулометрического состава твердого стока отбираются из наносов батометрами.

3) Растворенные вещества в поливной воде определяют ее пригодность для орошения. Пригодность оросительной воды определяется на основе химического анализа по ирригационным коэффициентам. Многие исследователи при оценке качества воды используют именно показатель минерализации вод. Основоположником этого метода является А. Н. Костяков. Аналогичные требования к оросительной воде применяются в США.

В настоящее время для орошения применяют воду с минерализацией до 1 г/л и более. Оросительная вода считается хорошей, если содержание солей не превышает 10 мг-экв/дм³ и 60% иона Na⁺ от суммы катионов; удовлетворительной – 10-80 мг-экв. на литр и 60-75% иона Na⁺; плохой – более 80 иона мг-экв. на литр и 75% иона Na⁺. (Розов, 1956), А. Н. Костяков (1960) предложили наиболее распространённые классификации оценки воды

для орошения, где за основу принята величина плотного остатка. Максимально допустимая до 4 г/л.

Также следует обращать внимание на то, что все соли натрия и все хлоридные соли относятся к вредным. Карбонаты и сульфаты кальция и карбонаты магния считаются безвредными.

А. М. Можейко, Т. Н. Воротник (1958) подготовили классификацию поливных вод по количеству и качеству солей. Так же известны классификации по С. Я. Сойферу (1978), В. А. Ковды (1968) и другими.

В ирригационной практике России, США и ряда других стран, оценку качества поливной воды проводят по натрий-адсорбционному отношению (SAR), когда концентрация катионов выражается в миллимолях эквивалентов на литр. Если величина $SAR < 10$, вода хорошего качества, среднего - 10 – 18, неудовлетворительного - 18 – 25, весьма неудовлетворительное качество > 25 .

Натрий-адсорбционное отношение вычисляют по формуле:

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}}$$

Классификация оросительной воды должна быть региональной и основываться не только на общем количестве солей и их химическом составе, но на множестве других факторов, определяющих продуктивность культур.

Результаты анализа оросительной воды представлены в таблице 6.

Отбор образцов оросительной воды производился на головном водозаборе реки Алей. В 2015 году отбор был произведен после вегетационного периода, то есть в сентябре. В 2016 и 2017 годах был произведен двукратный отбор образцов, в мае и сентябре.

Концентрация в отобранных нами образцах, находится примерно на одном уровне без значимых изменений.

Отобранные образцы воды, согласно классификации, представленной в таблице 7 относятся к I категории и вполне пригодны для всех культур и типов почв и безопасны.

Таблица 7 – Классификация оросительных и дренажных вод

№ п/п	Класс воды	Группы воды	Мероприятия по улучшению качества воды
I	Вполне пригодна для всех культур и типов почв	I	Не требуются
II	Пригодна для большинства культур и типов почв	II	Не требуются
III	Ограниченно пригодна, пригодна для орошения на песках, легких и средних дренированных почвах, для культур средней и сильной солеустойчивости	III ₁₋₂₋₃₋₄₋₅	Разбавление, опреснение
		III ₆₋₇	Химическая мелиорация
		III ₈₋₉₋₁₀₋₁₁₋₁₂	Разбавление, опреснение, химическая мелиорация
IV	Условно пригодна, пригодна на песках для культур средней и сильной солеустойчивости	IV ₁	Химическая мелиорация
		IV ₂₋₃₋₄	Разбавление, опреснение, химическая мелиорация
V	Не пригодна		

Расчет натрий-адсорбционного отношения представлен в таблице 8.

Можно сделать вывод о том, что концентрация катионов низкая, ее величина SAR меньше 10, следовательно, вода для орошения хорошего качества по всем пробам отбора 2015-2017 гг.

Таблица 6 - Качественная оценка оросительной воды по данным отбора 2015 - 2017 годов

Год/месяц	Место отбора пробы воды: район, хозяйство	Данные химического анализа воды в мг-экв/л, оценочные показатели										Результаты оценки качества воды		
		Концентрация, г/л	CO ₃ ²⁻ +HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl/SO ₄ ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Na ⁺	Na ⁺ +Ca ²⁺ +Mg ²⁺	$\frac{Na^+ \times 100}{(Na^++Ca^{2+}+Mg^{2+})}$	CO ₃ ²⁻ +HCO ₃ ⁻ -Ca ²⁺ -Mg ²⁺	По степени опасности осолонцевания почв (по Сойфер С.Я.)	По степени опасности засоления почв	
													Содовое засоление (по Вилькоксу)	Общее засоление (по Сойфер)
2015 сентябрь	Головной водозабор на р. Алей	0,380	3,00	0,80	1,39	0,58	3,60	1,59	5,19	30,64	-0,60	I	I	II
2016 май		0,357	3,00	1,00	0,98	1,02	3,80	1,18	4,98	23,69	-0,80	I	I	I
2016 сентябрь		0,445	3,80	1,00	1,20	0,83	3,40	2,60	6,00	43,33	0,40	I	I	I
2017 май		0,365	3,00	1,00	1,09	0,92	4,00	1,09	5,09	21,41	-1,00	I	I	I
2017 сентябрь		0,362	3,20	0,60	1,11	0,54	3,60	1,31	4,91	26,68	-0,40	I	I	I

Таблица 8 – Натрий-адсорбционное отношение (SAR) оросительной воды по данным отбора 2015-2017 годов.

май 2015	2016		2017	
	май	сентябрь	май	сентябрь
1,18	0,86	2,00	0,77	0,97

3.2 Влияние орошения на водно-солевые показатели черноземных почв

Чтобы поддержать благоприятный питательный режим почвы и сохранить почвенное плодородие, важно сбалансировать содержание гумуса и элементов питания, и в первую очередь подвижных соединений. При сбалансированном питательном и водно-воздушном режимах, благоприятных физических и химических свойствах почвы происходит непрерывное поступление питательных веществ к растениям. Это связано с повышением запасов органических веществ в почвенном покрове и в первую очередь гумуса, активной деятельности полезных групп микроорганизмов, минерализующих органическое вещество. В гумусе накапливаются, а также и сохраняются, все основные питательные вещества, необходимые растениям и микроорганизмам.

Основной проблемой орошения является вторичное засоление. Чтобы правильно предусмотреть и спланировать мероприятия по устранению засоленности, предупреждению дальнейшего засоления почв и обоснованно подойти к выбору органических и минеральных удобрений, расчету их норм и т. д., необходимо иметь характеристику почвы по степени засоленности и установить качество засоления. Для этого проводят химический анализ почв на содержание легкорастворимых солей.

Из солей, находящихся в почвах, чаще встречаются карбонаты, хлориды и сульфаты. В определенных концентрациях они очень вредны для растений.

Для установления общего количества водорастворимых соединений в почве, определяют сухой остаток. Он представляет собой сумму минеральных и органических соединений почвы, переходящих в водную вытяжку. По величине сухого остатка можно судить о степени засоленности почвы.

В границах контуров засоленных почв для лабораторного определения содержания легкорастворимых солей, отбирают образцы почв из всех основных разрезов, а при необходимости - из проверочных разрезов (полуям) и буровых скважин.

Из общего числа основных почвенных разрезов, сделанных в контурах засоленных почв, не менее чем в 20% проводят полные анализы водных вытяжек. В остальных разрезах проводят сокращенный анализ водных вытяжек (определение CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} и плотного остатка; в районах с содовым и сульфатным засолением, кроме этого, определяют Na^+). При хлоридно-сульфатном и сульфатно-хлоридном типах засоления почв вместо сокращенных анализов водных вытяжек можно привести только суммы солей с помощью солемеров.

По глубине залегания верхнего солевого горизонта (его верхней границы) засоленные почвы подразделяются на следующие: солончаковые (включая солончаки) – 0-50 см; высокосолончаковатые – 50-75 см; солончаковатые – 75-100 см; глубокосолончаковатые – 100-150 см; глубокозасоленные - глубже 150 см.

Разделение засоленных почв по химизму (качественному составу солей) основывается главным образом на соотношении анионов (таблица 9).

В наименование типа засоления включаются те анионы, содержание которых превышает 20% суммы мг-экв. анионов; преобладающий анион в названии становится на последнее место. Содержание анионов CO_3^{2-} в расчет не включается, так как CO_3^{2-} входит в величину общей щелочности (Айдаров, 1985).

Если в водной вытяжке при значительном преобладании SO_4^{2-} и Cl^- присутствуют, хотя бы в одном из горизонтов почвы, ионы CO_3^{2-} – менее 20% сумм мг-экв. анионов, но более 0,03 мг-экв. на 100 г почвы, засоление определяется по соотношению преобладающих ионов с добавлением в название «с участием соды». То же необходимо делать в отношении ионов HCO_3^- , если количество их в водной вытяжке превышает 1,4 мг-экв. на 100 г

почвы, а HCO_3^- больше $\text{Ca}+\text{Mg}$ (в мг-экв.). Если повышенное содержание HCO_3^- обусловлено $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, тип засоления определяется как гидрокарбонатный.

Таблица 9–Химизм (тип) засоления почв по анионному составу

Химизм (тип) засоления	Отношение мг-экв. анионов			Отношение мг-экв. катионов и анионов
	$\frac{\text{Cl}^-}{\text{SO}_4^{2-}}$	$\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{Cl}^-}$	$\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{SO}_4^{2-}}$	
Хлоридное и сульфатно-хлоридное	1-2,5 и более	-	-	–
Хлоридно-сульфатное	0,2-1,0	-	-	–
Сульфатное	менее 0,2	-	-	HCO_3^- более Ca^{2+} $+\text{Mg}^{2+}$
Содово-хлоридное	более 1	менее 1	более 1	–
Содово-сульфатное	менее 1	более 1	менее 1	–
Хлоридно-содовое	более 1	более 1	более 1	–
Сульфатно-содовое	менее 1	более 1	более 1	–
Сульфатно- или хлоридно-гидрокарбонатное (щелочно-земельное)	–	более 1	более 1	Na^+ менее Ca^{2+} Na^+ менее Mg^{2+} HCO_3^- более Na^+

Почвы, содержащие наряду с нейтральными солями некоторое количество соды и относящиеся к типу засоления «с участием соды» в таблицу не включены.

В почвах содовых типов засоления, а также при содово-хлоридном или содово-сульфатном засолении среди катионов отмечается преобладание Na^+ . При сульфатно- и хлоридно-гидрокарбонатном засолении среди катионов преобладают Ca^{2+} или Mg^{2+} , но присутствует и Na^+ .

Среди почв хлоридного, а иногда и сульфатно-хлоридного типа засоления встречаются почвы, где, кроме NaCl , в составе солей присутствуют MgCl_2 и CaCl_2 (отношение Cl^-/Na^+ более 1). При участии в солевом составе

$MgCl_2$ отношение $(Cl^- Na^+)/ Mg^{2+}$ менее 1, а при участии $CaCl_2$ $(Cl^- Na^+)/ Mg^{2+}$ более 1.

В таблицах 10 и 11 приведена динамика солевого режима и УГВ на исследуемом участке за 2015 - 2017 годы. Из данных таблицы 10 видно, что изменение содержания водорастворимых солей в слое 0-100 см носит циклический характер. Сумма солей в слое 0-100 см в 2016 году уменьшилась относительно 2014 и 2015 года. В слое 100-200 см наблюдается характерное снижение степени засоления почвы относительно прошлых лет. Уровень грунтовых вод повысился на 0,5 и равен 1,5 м. в весенний период времени, а осенью остался на уровне 2,5 м. В 2017 году произошло увеличение суммы солей относительно предыдущих годов. Уровень грунтовых вод в осенний период поднялся до отметки 2,1 м., а в весенний период остался на прежней отметке равной 1,5 м.

Таблица 10–Динамика солевого режима и УГВ на орошаемых землях.

Год	Сумма солей, %		Тип и степень засоления	УГВ, м
	Слой 0-100 см	Слой 100-200 см		
2015	$\frac{0,10}{0,08}$	$\frac{0,17}{0,10}$	Не засолены	2,0-2,5
2014	$\frac{0,10}{0,09}$	$\frac{0,15}{0,09}$	Не засолены	2,0-2,5
2016	$\frac{0,08}{0,07}$	$\frac{0,10}{0,09}$	Не засолены	1,5-2,5
2015	$\frac{0,10}{0,08}$	$\frac{0,17}{0,10}$	Не засолены	2,0-2,5
2017	$\frac{0,12}{0,10}$	$\frac{0,19}{0,13}$	Не засолены	1,5-2,1
2016	$\frac{0,08}{0,07}$	$\frac{0,10}{0,09}$	Не засолены	1,5-2,5

Примечание Числитель – май; знаменатель - сентябрь

В таблице 11 представлено натриевое адсорбционное отношение(SAR), характеризующее вероятность вхождения ионов натрия из поливных (оросительных) или других вод в состав почвенного поглощающего комплекса и, следовательно, способного создать опасность осолонцевания почв.

Таблица 11– Динамика солевого режима на орошаемых землях в 2015-17 гг.

Горизонт	сумма солей, %по годам			SAR	
	2015	2016	2017	2017/15	2017/16
0-100	0,09	0,08	0,11	1,2	1,3
100-200	0,13	0,10	0,16	1,2	1,6

На исследуемом участке нами выявлено, что натрий-адсорбционное отношение(SAR) составляет максимально 1,6 в слое 100-200 см., а в слое 0-100 см – 1,3. Это означает, что опасность осолонцевания почвы на данном участке отсутствует.

На рисунках 3 и 4 представлены графики суммы солей и графики УГВ по годам исследования.

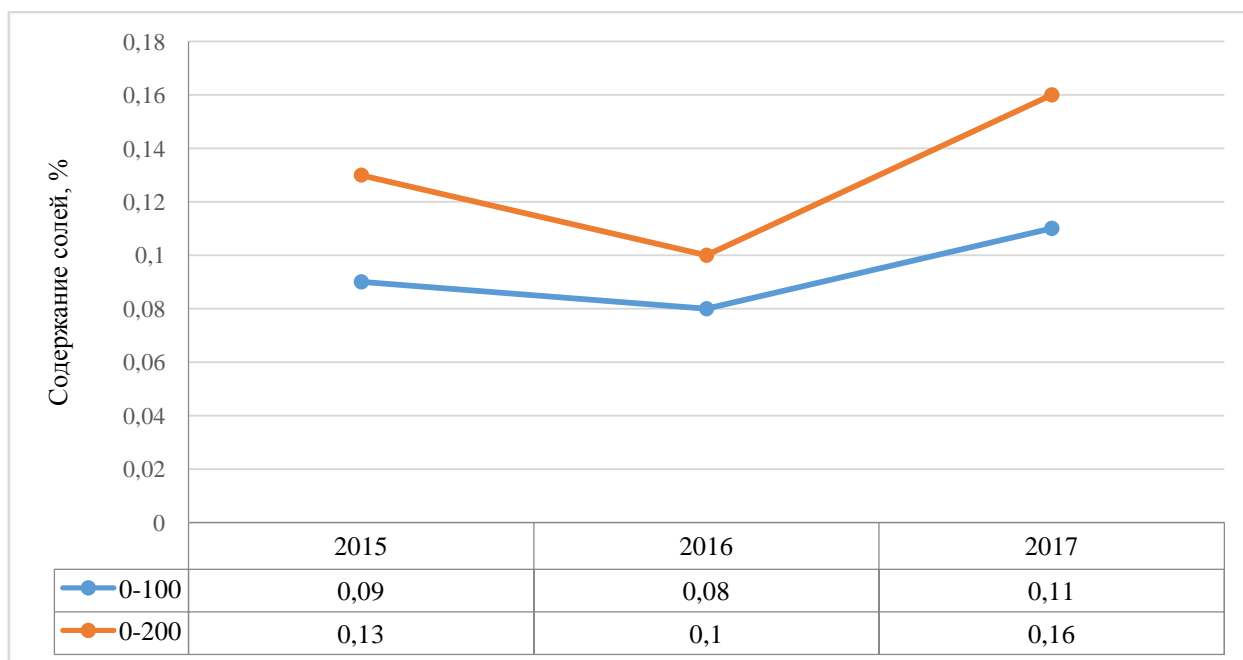


Рис. 3 График суммы солей в годы исследования 2015-2017

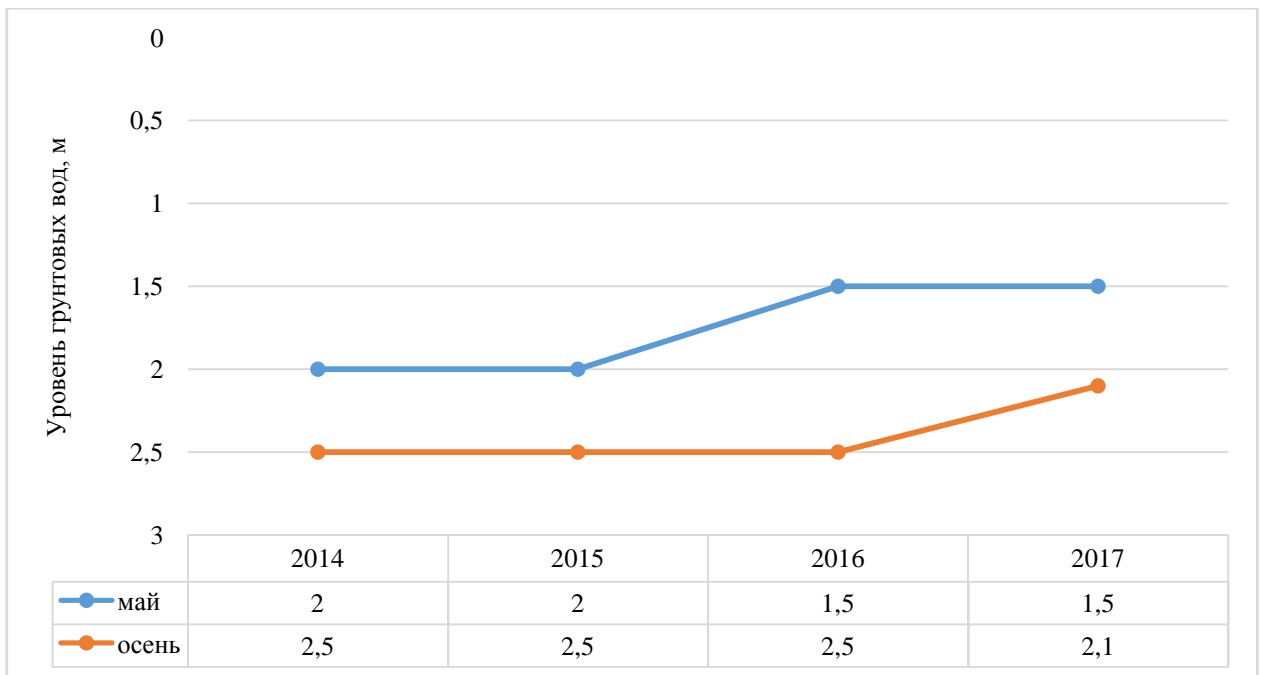


Рис. 4 График уровня грунтовых вод 2015 - 2017 года

Также были составлены графики динамики солевого режима почвы и динамики среднего содержания солей по данным исследований 2000-2017 годов (рис. 5, 6).

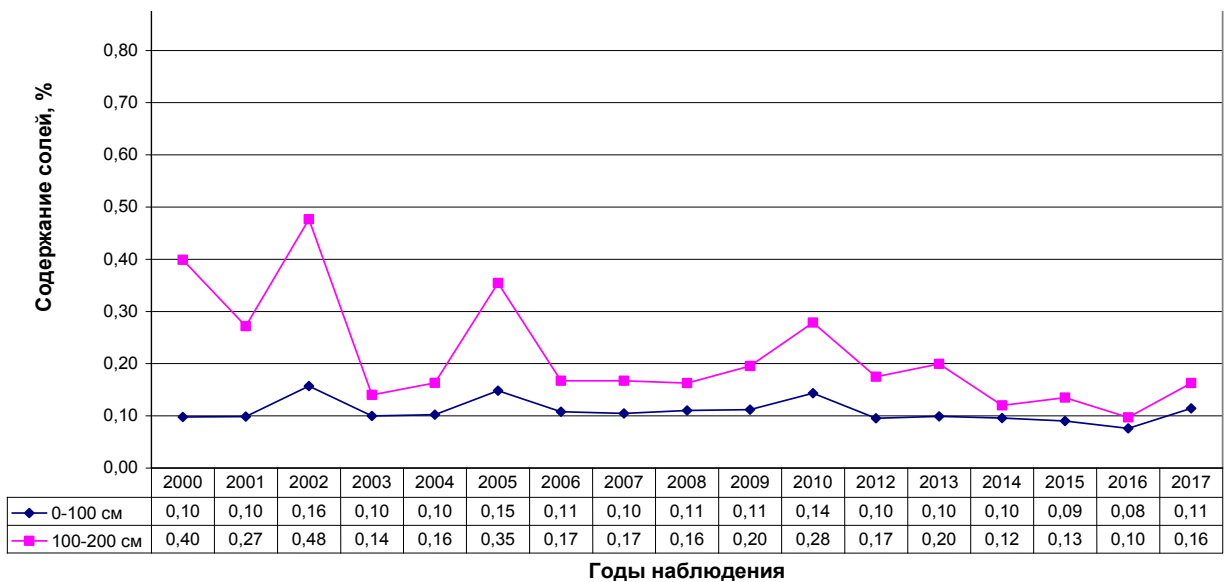


Рис. 5 Динамика содержания солей в период 2000-2017 годов.

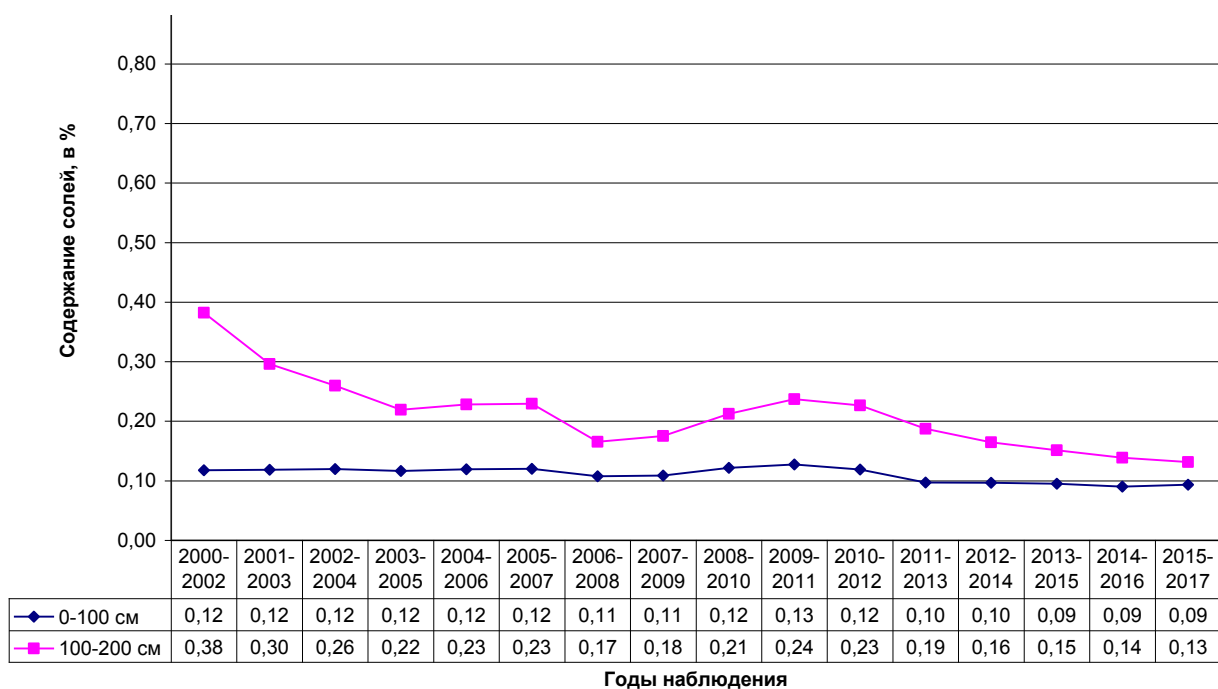


Рис. 6 Среднее содержание солей в период 2000-2017 годов.

На рисунке 7 отображена динамика среднего содержания солей и уровень грунтовых вод в период 2000-2017 гг.

Анализируя динамику по среднему содержанию водорастворимых солей и УГВ, можно сделать вывод о том, что произошло уменьшение солей в слое 0-100 см. до 0,9% в период наших исследований, то есть 2015-2017 гг.



Рис.7 Среднее содержание водорастворимых солей и уровень грунтовых вод

Самый максимальный уровень солей наблюдался в 2009-2011 годах и составлял 0,13%. В слое 100-200 см максимальным показателем по содержанию солей оказался период 2000-2002, когда содержание солей по сухому остатку достигало 0,38%. Самый низкий показатель был зафиксирован в 2015-2017 годах равный 0,13%.

Средний показатель уровня грунтовых вод в годы исследований составил 1,92 м и именно в эти годы он зафиксирован как самый высокий. Самый низкий УГВ наблюдался в период 2008-2010 гг. и находился на глубине 2,82 м.

Исходя из представленных данных о степени засоления почв на орошаемом участке, можно сделать предварительный вывод, что орошение не приводит к накоплению солей в толще почвы и по классификации по степени засоления они относятся к незасоленным. УГВ подвержен сезонным колебаниям. Весной происходит подъем до 1,5 м, что, возможно, связано с таянием зимних осадков и внутрипочвенным перетоком воды, а осенью происходит понижение до 2,5 метров.

3.3 Влияние орошения на солевой состав дренажной воды

Для полного анализа солевой динамики почв нами были отобраны образцы дренажной воды, результаты исследования представлены в таблице 13.

Анализ результатов, для более точного определения наличия солей в составе дренажной воды и их концентрации, был выполнен методом водной вытяжки. На основании полученных результатов были определены группы по степени опасности засоления почв (по Сойферу и Вилькоксу) за период исследований 2015 - 2017 годов.

В 2015 году образец воды из дрены был взят один раз, в сентябре, после окончания вегетационного периода.

Концентрация солей в дренажной воде составила 0,961 г/л. По степени осолонцевания относится ко II группе, по содовому засолению к I. Общее засоление образца воды отнесено к IV₃(Таблицы 12, 13).

В 2016 году образцы воды отобраны в двукратной повторности на начало и конец вегетационного периода. В мае концентрация солей в дренажной воде составила 0,931г/л. По степени осолонцевания относится ко II группе, по содовому засолению к I. Общее засоление образца воды отнесено к III группе.

После окончания вегетационного периода в сентябре концентрация солей в дренажной воде составила 0,939г/л. По степени осолонцевания относится ко II группе, по содовому засолению к I. Общее засоление образца воды отнесено ко II группе (Таблицы 12, 13).

В 2017 году образцы отобраны так же в двукратной повторности на начало и конец вегетационного периода. В мае концентрация солей в дренажной воде составила 0,956 г/л. По степени осолонцевания относится ко II группе, по содовому засолению к I. Общее засоление образца воды отнесено коII группе.

В сентябре концентрация солей в дренажной воде составила 0,641 г/л. По степени осолонцевания относится ко II группе, по содовому засолению к I. Общее засоление образца воды отнесено к I группе (Таблицы 12, 13).

Из таблицы 13 видно, что концентрация солей в почве в сентябре 2017 г. составила 0,641 г/л. Так же изменились результаты оценки качества воды. Такое снижение концентрации солей, возможно, произошло из-за уменьшения фильтрации оросительной воды через толщу почвы при поливе обоснованными нормами, а также за счет уменьшения засоленности почвы.

Таблица 12 – Классификация оросительных и дренажных вод

№ п/п	Класс воды	Группы воды	Мероприятия по улучшению качества воды
I	Вполне пригодна для всех культур и типов почв	I	Не требуются
II	Пригодна для большинства культур и типов почв	II	Не требуются
III	Ограниченно пригодна, пригодна для орошения на песках, легких и средних дренированных почвах, для культур средней и сильной солеустойчивости	III ₁₋₂₋₃₋₄₋₅	Разбавление, опреснение
		III ₆₋₇	Химическая мелиорация
		III ₈₋₉₋₁₀₋₁₁₋₁₂	Разбавление, опреснение, химическая мелиорация
IV	Условно пригодна, пригодна на песках для культур средней и сильной солеустойчивости	IV ₁	Химическая мелиорация
		IV ₂₋₃₋₄	Разбавление, опреснение, химическая мелиорация
V	Не пригодна		

Таблица 13 –Качественная оценка дренажной воды по данным отбора 2015-2017 годов

Место отбора пробы воды: район, хозяйство	Год, месяц	Данные химического анализа воды в мг-экв/л, оценочные показатели										Результаты оценки качества воды		
		Концентрация, г/л	CO ₃ ²⁻ +HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl/SO ₄ ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Na ⁺	Na ⁺ +Ca ²⁺ +Mg ²⁺	$\frac{Na^+ \times 100}{(Na+Ca+Mg)}$ (Na+Ca+Mg2+)	CO ₃ ²⁻ +HCO ₃ ⁻ -Ca ²⁺ -Mg ²⁺	По степени опасности осолонцевания почв (по Сойфер С.Я.)	По степени опасности засоления почв	
													Содовое засоление (по Вилькоксу)	Общее засоление (по Сойфер)
Сбросная дрена	2015 сентябрь	0,961	7,00	5,80	1,72	3,37	12,40	2,12	14,52	14,60	-5,40	II	I	IV₃
	2016 май	0,931	6,40	6,00	1,80	3,33	12,00	2,20	14,20	15,49	-5,60	II	I	III
	2016 сентябрь	0,939	5,20	3,60	4,11	0,87	6,80	6,11	12,91	47,33	-1,60	II	I	II
	2017 май	0,956	5,40	3,20	5,59	0,57	10,00	4,19	14,19	29,53	-4,60	II	I	II
	2017 сентябрь	0,641	4,20	1,80	3,05	0,59	5,20	3,85	9,05	42,54	-1,00	II	I	I

ГЛАВА 4. РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ИВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ КУКУРУЗЫ

4.1 Режим орошения кукурузы

по годам исследования

Для роста и развития растений необходимы свет, тепло, вода, воздух и питательные вещества. Высокий урожай получают при оптимальном сочетании этих факторов. Все факторы жизни растений равнозначны и незаменимы.

Вода участвует во всех процессах, протекающих в растениях. Вместе с ней из почвы поступают питательные вещества в листья и другие органы, из листьев передвигаются в пластические вещества для построения новых клеток. Так же вода регулирует в самом растительном организме тепловые процессы; способствует насыщению тканей растений водой, что придает им необходимую упругость, способствующую активизации фотосинтетической деятельности растений.

Орошение положительно влияет на рост растений и их продуктивность. В первую очередь необходимо разработать режим орошения сельскохозяйственных культур.

Основоположник научной мелиорации А. Н. Костяков ввел понятие «режим орошения». Режим орошения сельскохозяйственных культур – совокупность норм, чисел и сроков полива, зависящих от природных условий местности и биологически особенностей культур (Костяков, 1960).

Для большинства сельскохозяйственных культур нижний оптимальный уровень предполивной влажности составляет 60-65% НВ (Колпаков, Сухарев, 1988, Ерхов, 1991). Снижение уровня НВ приводит к нарушению обмена веществ и появлению признаков завядания.

В наших исследованиях были приняты 2 уровня предполивной влажности, равные 60% и 70% НВ. Заданный уровень предполивной

влажности почвы для кукурузы должен поддерживаться в слое 50 см., так как здесь располагается основная масса корней.

Для того, что поддержать заданные уровни влажности почвы были определены оросительные, поливные нормы, а также установлены сроки поливов.

Поливная норма - это количество поливной воды, которое подается на один гектар площади, занятой культурой за один полив.

Оросительная норма – это количество воды, которое подается на один гектар площади, занятой культурой за вегетационный период, т. е. сумма поливных норм измеряется в м³/га или мм. Ее рассчитывают из условий обеспечения культуры влагой с учетом ее биологических особенностей и природных условий, пользуясь формулой А. Н. Костякова:

$$M_{ор} = K_{в} \times Y - 10 \times A \times K - (W_{в} - W_{к}), \text{ м}^3/\text{га}, \text{ где}$$

$M_{ор}$ – оросительная норма, м³/га;

$K_{в}$ - коэффициент водопотребления, м³/т;

Y – планируемая урожайность, т/га;

A – осадки за вегетационный период, мм.;

K – коэффициент использования осадков;

$W_{в}W_{к}$ – начальные и конечные запасы влаги в почве, м³/га.

В таблице 14 представлены расчетные оросительные нормы для возделываемой кукурузы при различных режимах орошения

Таблица 14 – Расчетные оросительные нормы кукурузы

Культура	Год	Урожайность, т/га		$M_{ор}, \text{ м}^3/\text{га}$	
		60% НВ	70% НВ	60% НВ	70% НВ
Кукуруза (на зерно)	2015	5,5	6,7	4510	5770
	2016	6,0	7,0	5010	6070
	2017	5,3	6,2	4270	5240

Расчетным слоем называется тот, в котором осуществляется регулирование влажности при орошении почвы. Для определения оросительной нормы расчетный слой принимают равным максимальному активному слою на конец вегетационного периода (слой, в котором содержится 90% корней). Для кукурузы он равен 0,5 м.

Значение оросительной нормы определяют из условий поддержания влажности в расчетном слое в наиболее благоприятном диапазоне для развития сельскохозяйственной культуры и протекания почвенных процессов.

В зависимости от климатических, почвенных и агротехнических условий величина оросительной нормы при поливе кукурузы может изменяться в пределах 2000 – 5000 м³/га.

Для получения высоких урожаев соблюдались следующие условия:

- 1) поливы проводились в соответствии с фазами развития растения и в соответствии с климатическими условиями каждого года и небольшими нормами;
- 2) поливы сочетались с хорошей агротехникой: с борьбой с сорняками, посев сортовыми семенами в нужные сроки и надлежащей густотой.

В течение вегетационных периодов, в нашем случае с мая по август, оросительные нормы подавались частями в соответствии с изменениями мощности корнеобитаемых слоев, потребности растений в воде, естественными увлажнениями, и допустимыми пределами влажности. Для поддержания уровня влажности необходимы регулярные и умеренные поливы

Количество поливов определяли заданным порогом влажности, и метеорологическими условиями года. Полная характеристика погодных условий была отображена в главе 2.

В наших опытах по годам погодные условия различались. За вегетационный период 2015 года осадков выпало на 27,2 мм меньше, чем

среднемноголетнее значение, температура воздуха превышала среднемноголетнее значение на 1,0 градус. В 2016 году количество осадков составило около 100 мм, что меньше среднемноголетнего значения, а разница температур воздуха составила 0,7 градусов. В 2017 году за вегетационный период количество выпавших осадков составило 190,0 мм. Температура воздуха в среднем составила 17,8 градусов. За все годы исследований на вариантах с орошением влажность расчетного слоя почвы находилась в заданных пределах на уровнях 60 и 70% НВ.

Поливная норма рассчитывается из условий восполнения запасов влаги от заданного нижнего предела до наименьшей влагоемкости во всей активной толще почве почвогрунта, где находится основная часть адсорбирующей и активно поглощающее корневой системы. Расчет поливных норм проводился по формуле А. Н. Костякова:

$$m = 100 \times h \times \alpha \times (НВ - \beta_{\min}), \text{ м}^3/\text{га}, \text{ где}$$

m – поливная норма, м³/га

h – мощность активного слоя почвы, г/см³;

α – плотность сложения почвы, г/см³;

НВ – наименьшая влагоемкость слоя почвы, % от веса сухой почвы;

β_{\min} – заданный нижний предел оптимальной влажности почвы, % НВ.

Расчетные поливные нормы для зерновой кукурузы представлены в таблице 15. Они незначительно отличаются в зависимости от типа почвы.

Таблица 15– Расчетные поливные нормы

Почва	Слой	Поливная норма, м ³ /га	
		НВ от 60%	НВ от 70%
Чернозем южный	0-25	250	190
	25-35	370	280
	35-45	450	330
	45-60	580	440
Лугово-черноземные	0-24	230	180
	24-34	360	270
	38-48	450	330
	56-66	580	430

На черноземах южных они больше, так как у этой почвы выше показатель наименьшей влагоемкости. В наших исследованиях опыты с разработкой режимов орошения кукурузы на зерно проведены на черноземах южных.

Для поддержания заданного уровня предполивной влажности 60% НВ во все годы исследования было проведено по 7 поливов, а на варианте 70% НВ понадобилось провести по 8 поливов. Поливные нормы, в зависимости от варианта увлажнения, отличались примерно на 50 м³/га.

Влажность почвы на варианте с поддержанием уровня не ниже 60% НВ находилась в пределах от НВ (24,4% от массы сухой почвы) до 60% (14,4% от массы сухой почвы). На варианте 70% НВ этот диапазон находился в интервале от 24,4% до 17,0%.

В 2015 году первый полив провели 12 мая по всем вариантам орошения, последний для 60 и 70% НВ 20июля и 24июля, соответственно. Оросительная норма при режиме орошения 60% НВ составила 2550 м³/га, при режиме 70% НВ – 2750 м³/га (табл. 16).

В 2016 году первый полив провели 12 мая, последний для 60 и 70% НВ 27 июля и 03 августа, соответственно. Оросительные нормы составили при режимах орошения 60 и 70% НВ 2250 и 2600 м³/га, соответственно.

В 2017 году первый полив был проведен 13 мая, последний для 60 и 70% НВ 25 июля и 05 августа, соответственно. Оросительные нормы составили при режимах орошения 60 и 70% НВ 2400 и 2600 м³/га, соответственно.

Во все годы исследований заданный уровень влажности на вариантах с орошением поддерживали до конца июля – начала августа. После прекращения поливов запасы влаги в почве снижались ниже установленного предела, а кривая динамики влажности уходила ниже 14,4% и 17,0% на вариантах 60% и 70% НВ, соответственно (рис. 8 – 19). Необходимость в поливах в этот период уже отпадала, так как интенсивно шел процесс созревания зерен кукурузы. На варианте без орошения запасы влаги в почве

пополнялись лишь за счет атмосферных осадков. Следует отметить, что в годы исследований за вегетационный период кукурузы осадков выпало в норме, близкой к многолетним значениям. Поэтому в период интенсивного роста кукуруза значительного недостатка во влаге не испытывала.

Таблица 16 – Режим орошения сельскохозяйственных культур

2015 год				2016 год				2017 год						
Кукуруза (на зерно)														
№ полива	Дата полива от НВ		Поливная норма (60% НВ) м ³ /га	Поливная норма (70% НВ) м ³ /га	№ полива	Дата полива от НВ		Поливная норма (60% НВ) м ³ /га	Поливная норма (70% НВ) м ³ /га	№ полива	Дата полива от НВ		Поливная норма (60% НВ) м ³ /га	Поливная норма (70% НВ) м ³ /га
	60%	70%				60%	70%				60%	70%		
1	12.05	12.05	250	200	1	12.05	12.05	200	200	1	13.05	13.05	250	200
2	20.05	19.05	300	250	2	27.05	20.05	250	250	2	22.05	20.05	250	250
3	02.06	31.05	350	300	3	06.06	02.06	300	250	3	01.06	31.05	300	300
4	14.06	10.06	400	400	4	18.06	13.06	350	350	4	17.06	14.06	350	350
5	27.06	21.06	400	400	5	03.07	25.06	350	350	5	30.06	28.06	400	350
6	09.07	01.07	400	400	6	14.07	10.07	400	400	6	11.07	07.07	400	350
7	20.07	14.07	450	400	7	27.07	21.07	400	400	7	25.07	16.07	450	400
8		24.07		400	8		03.08		400	8		05.08		400
Оросит. норма, м ³ /га			2550	2750				2250	2600				2400	2600

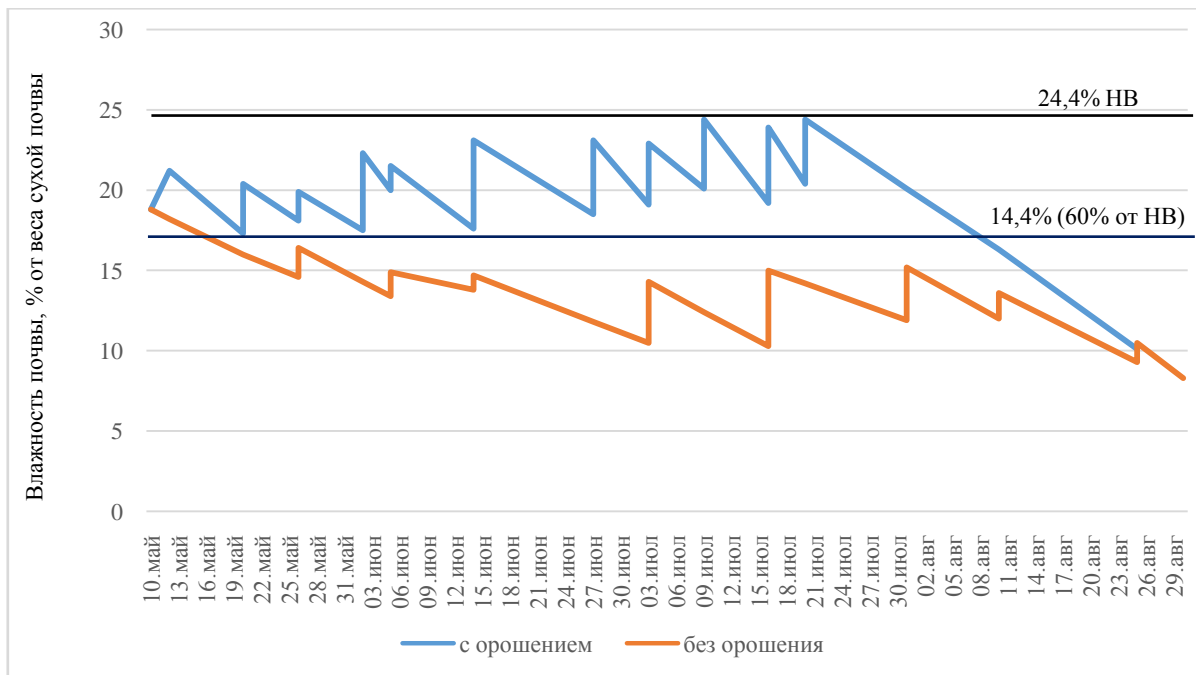


Рис. 8 Динамика влажности почвы под кукурузой на зерно, % от веса сухой почвы, 2015 год, вариант орошения 60 % HB

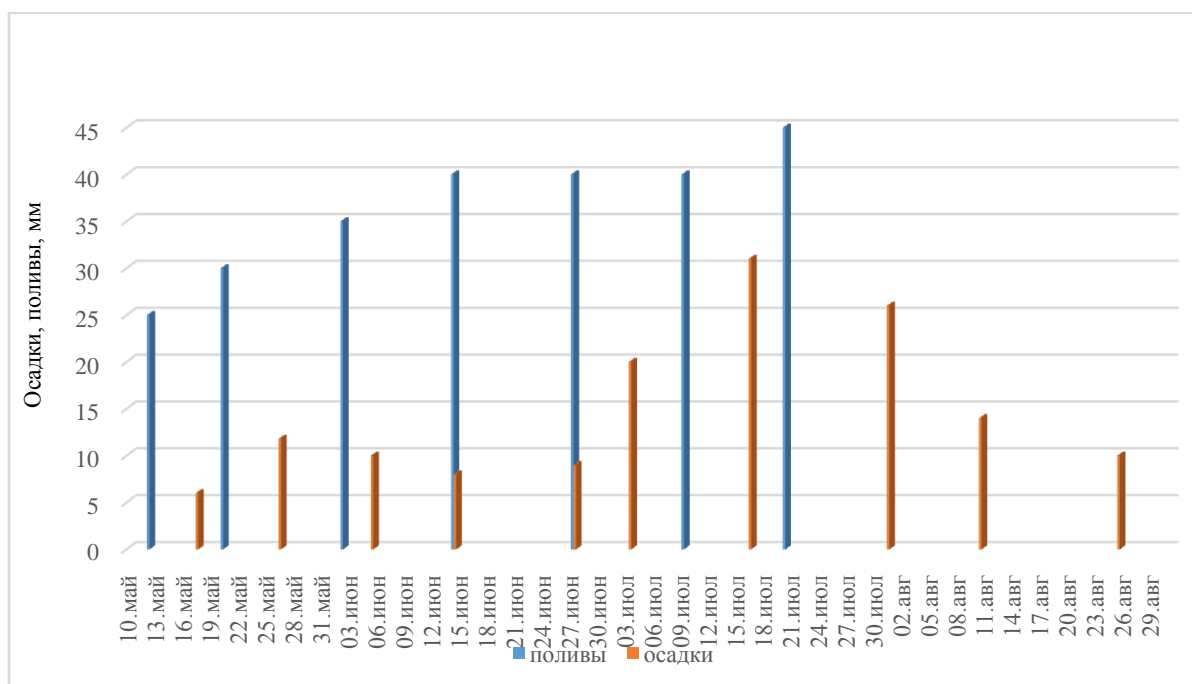


Рис. 9 Осадки и поливы, 2015 год, вариант орошения 60% HB

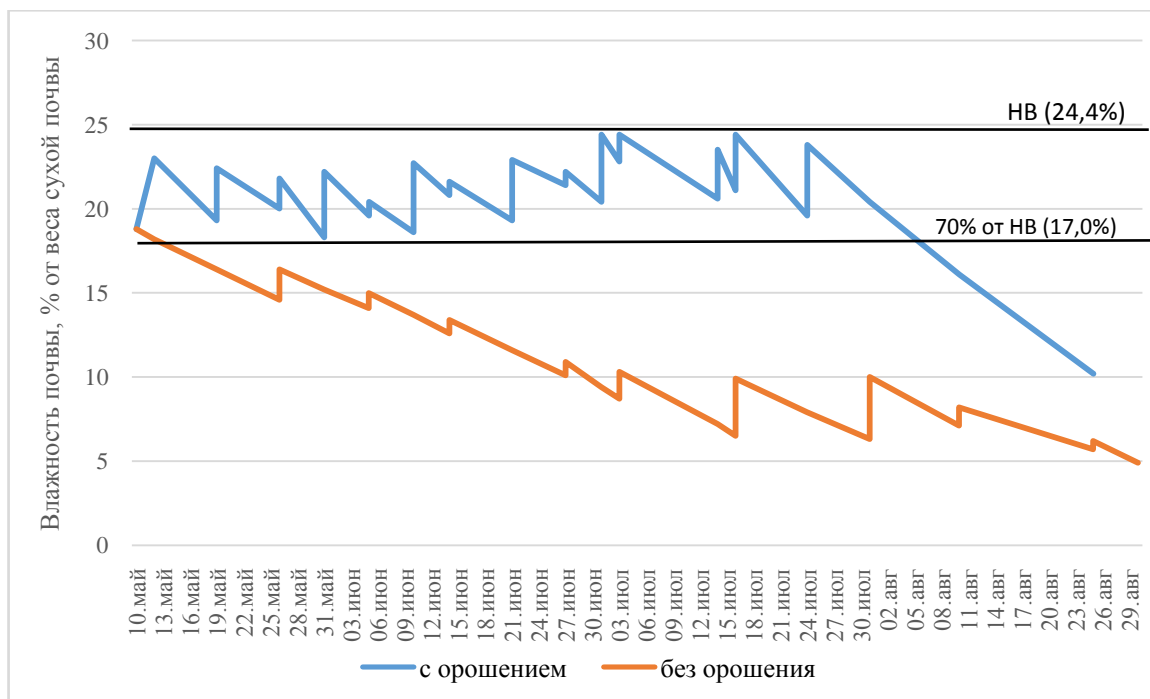


Рис. 10 Динамика влажности почвы под кукурузой на зерно, % от веса сухой почвы, 2015 год, вариант орошения 70 % НВ

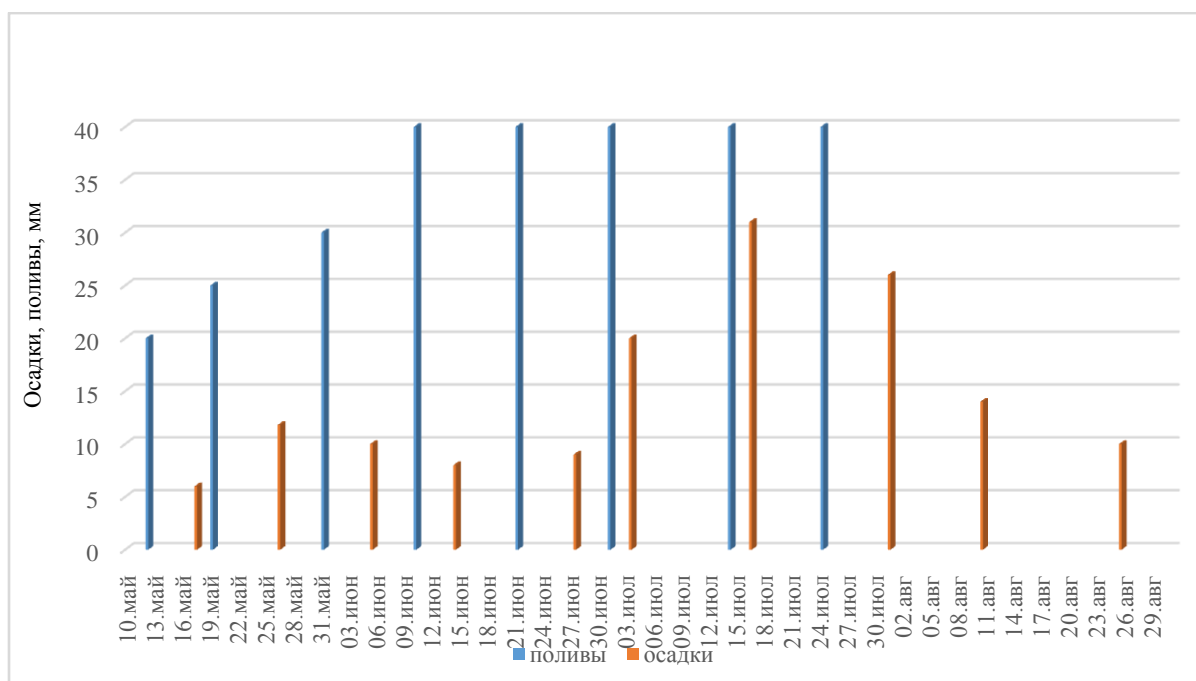


Рис. 11 Осадки и поливы, 2015 год, вариант орошения 70% НВ

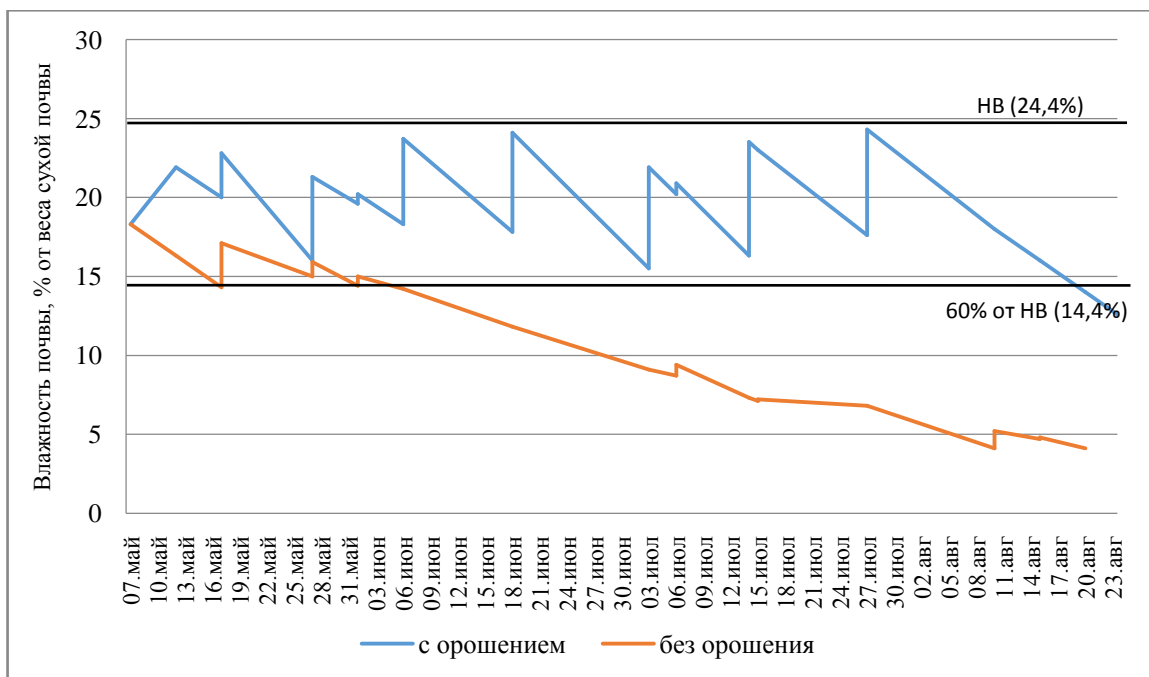


Рис. 12 Динамика влажности почвы под кукурузой на зерно, % от веса сухой почвы, 2016 год, вариант орошения 60% НВ

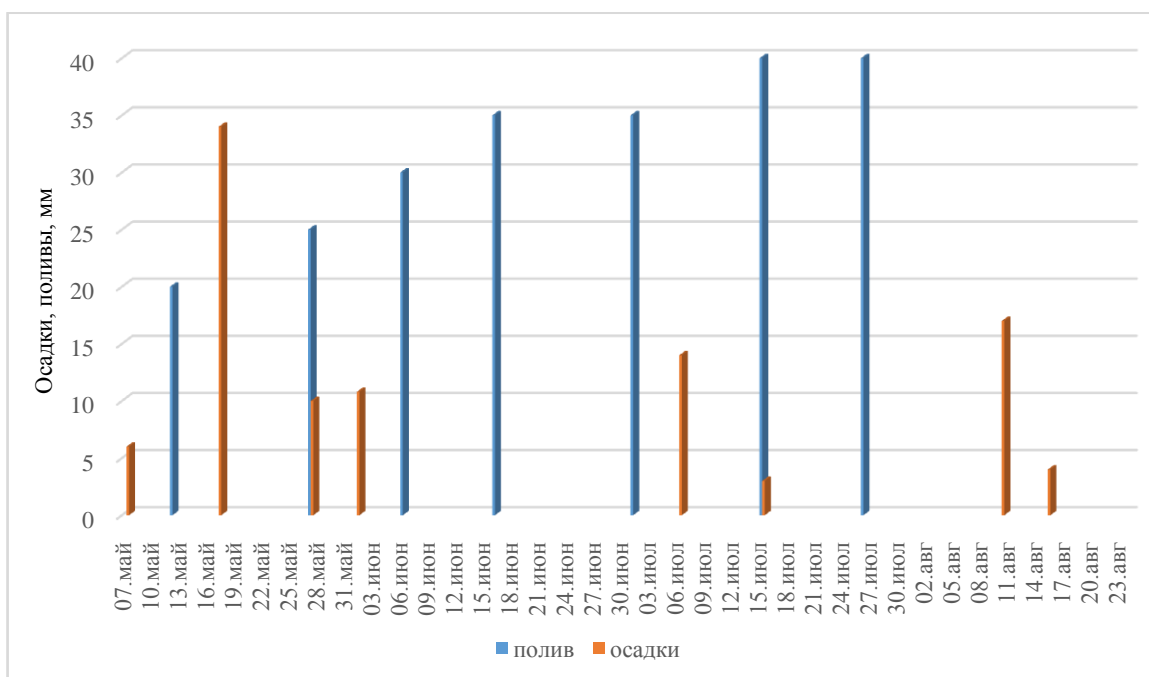


Рис. 13 Осадки и поливы, 2016 год, вариант орошения 60% НВ

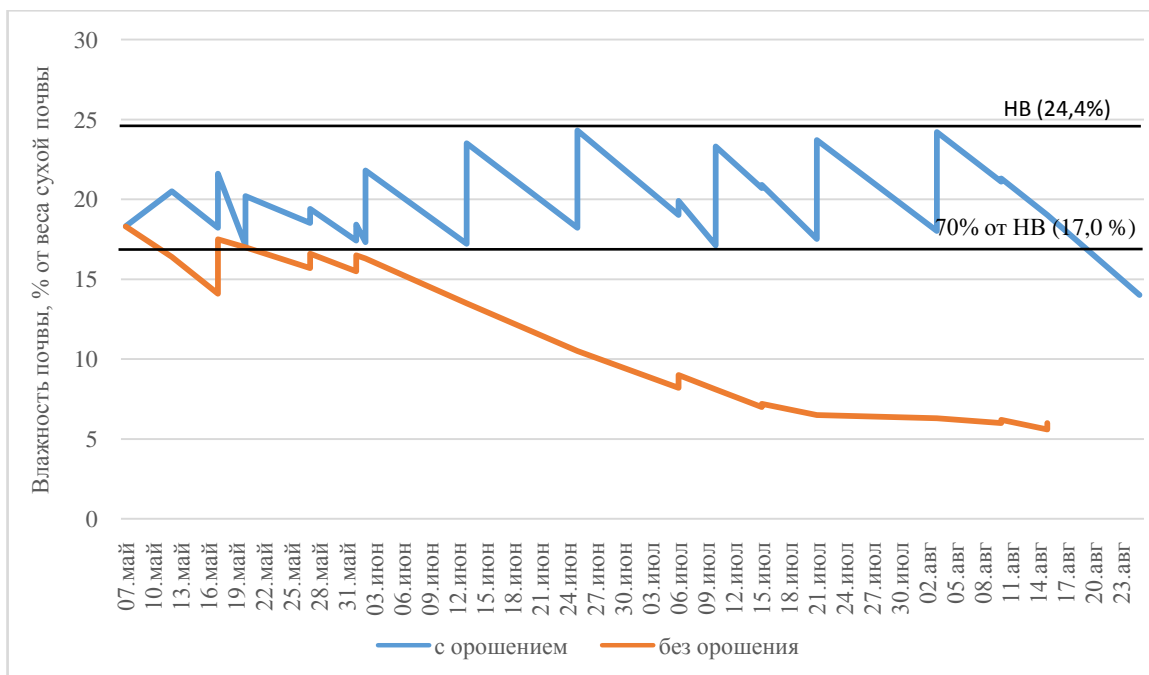


Рис.14 Динамика влажности почвы под кукурузой на зерно, % от веса сухой почвы, 2016 год, вариант орошения 70% НВ

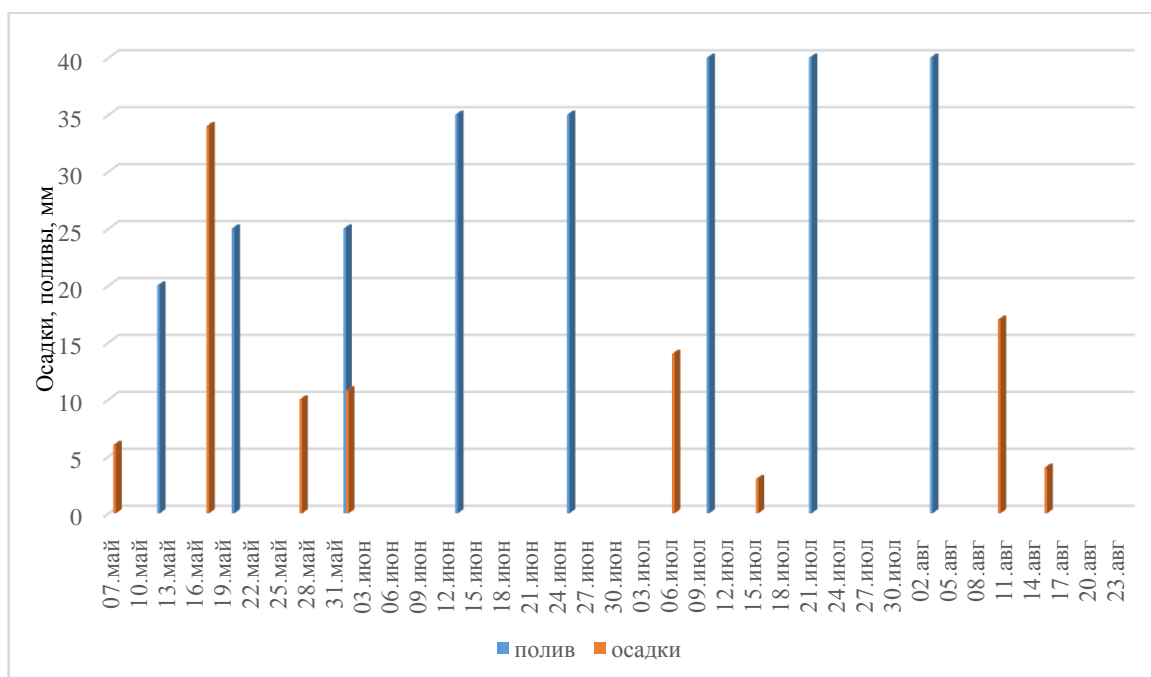


Рис. 15 Осадки и поливы 2016 год, вариант орошения 70% НВ

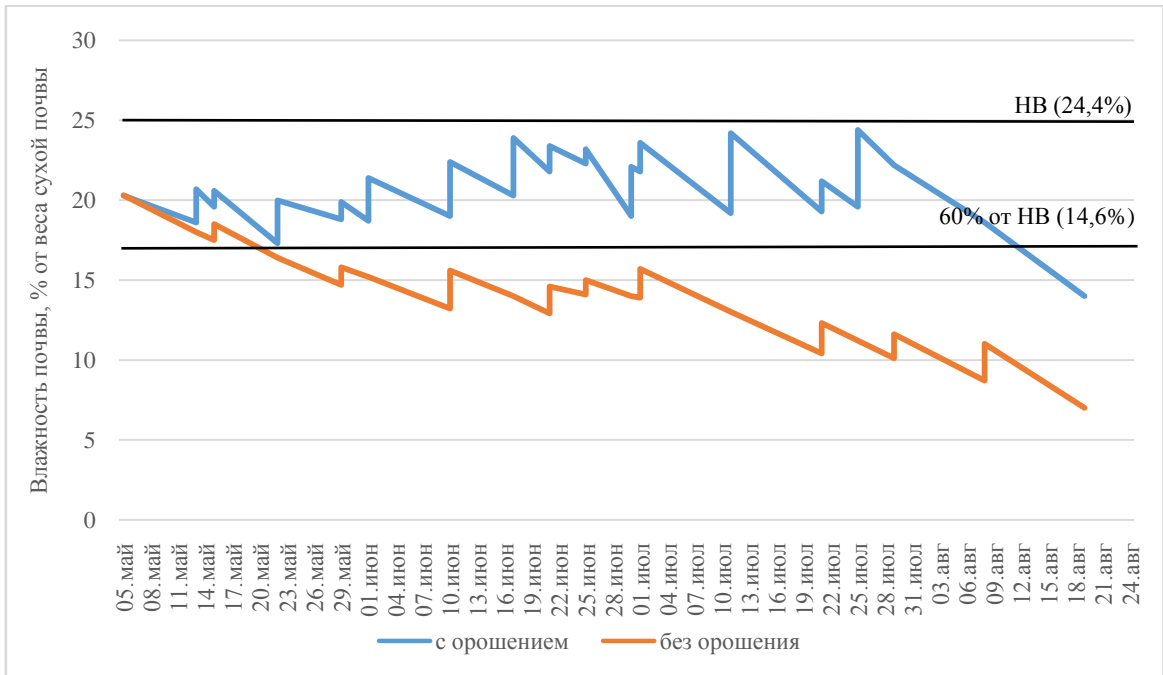


Рис. 16 Динамика влажности почвы под кукурузой на зерно, % от веса сухой почвы, 2017 год, вариант орошения 60% от НВ

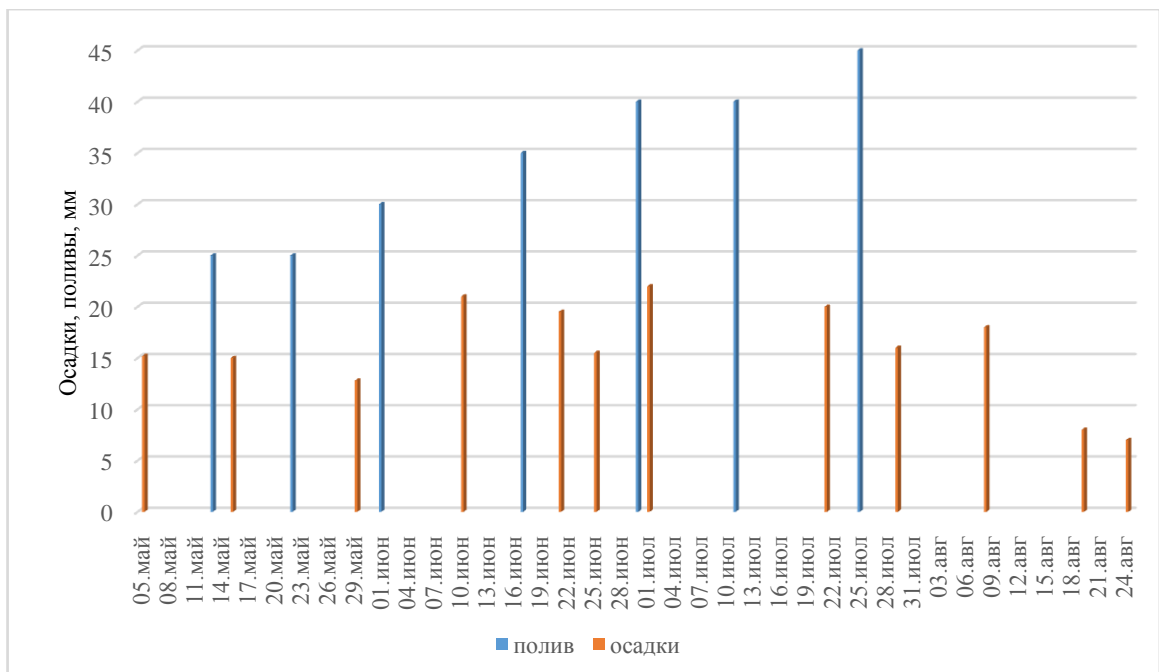


Рис. 17 Осадки и поливы, 2017 год, вариант орошения 60% НВ

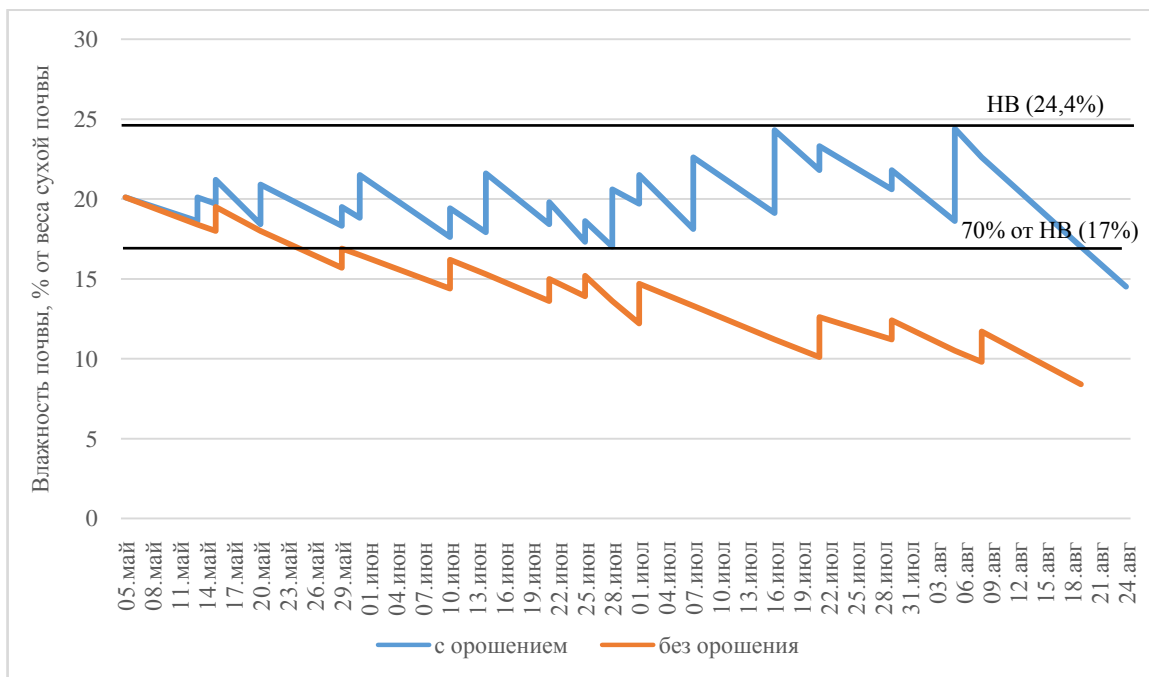


Рис. 18 Динамика влажности почвы под кукурузой на зерно, % от веса сухой почвы, 2017 год, вариант орошения 70% от НВ

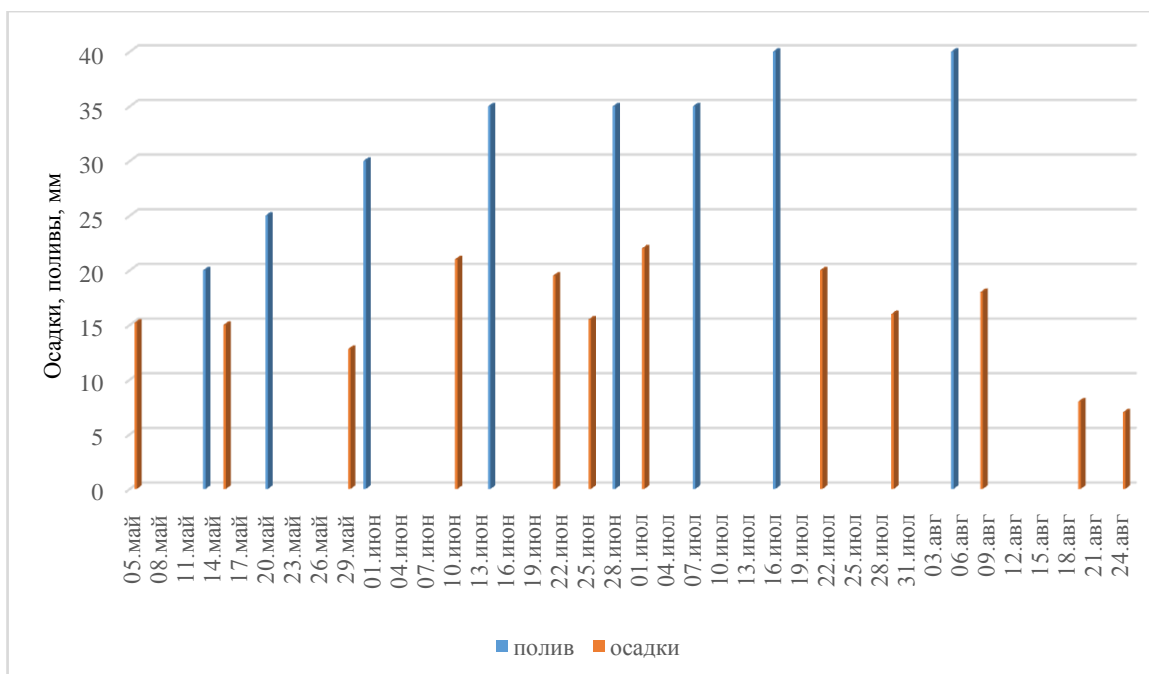


Рис. 19 Осадки и поливы, 2017 год, вариант орошения 70% НВ

4.2 Суммарное водопотребление кукурузы и коэффициенты водопотребления

Урожайность культуры зависит от запасов в почве влаги, агрохимических и водно-физических свойств почв, от количества атмосферных осадков, температуры и дефицита влажности почвы и др. Нами были установлены количественные связи между расходами влаги и урожаем сельскохозяйственных культуры, определено влияние на урожайность культуры суммарного водопотребления.

Водопотребление сельскохозяйственных культур - это расход воды на определенной площади за период вегетации растений.

Величину суммарного водопотребления определяют различными методами. Их суть заключается в установлении зависимости водопотребления от различных климатических факторов: суммы температур, солнечной радиации, дефицита влажности воздуха, испаряемости и др. Суммарное водопотребление возделываемой в опыте культуры определяли по методу водного баланса расчетного слоя почвы, автором которого является А. Н. Костяков. Благодаря высокой достоверности метода, он относится к числу эталонных, для установления суммарной потребности растений в воде. Этот метод применяется в агрономии и мелиорации, как в науке, так и в практике.

Суммарное водопотребление растений – величина непостоянная и в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий, продолжительности вегетационного периода, вида и сорта растения и других факторов.

Водопотребление рассчитывается из расходов воды на транспирацию растений и испарение с поверхности почвы.

Коэффициент транспирации называется масса воды, потребленная растением в период вегетации, пошедшая на образование единицы массы сухого вещества (сухой массы всего урожая). Его значения меняются в зависимости от погодных, почвенных и климатических условий.

Кроме коэффициента транспирации расход воды происходит из-за испарения влаги с поверхности почвы. Оно составляет 25-50% расхода на транспирацию в вегетационный период.

В практических целях при водобалансовых мелиоративных расчетах нами использовались не значения на транспирацию, так как она отражает физиологическую составляющую потерь воды на орошаемом участке, а суммарное водопотребление.

Нами была определена структура суммарного водопотребления при режимах орошения 60 и 70% НВ для кукурузы (таблицы 17, 18).

Из данных таблиц 17 видно, что суммарное водопотребление кукурузы имеет различные значения по вариантам орошения и без орошения. В 2015 году суммарное водопотребление без орошения и режимом орошения при поддержании уровня влажности 60% равно 1658 м³/га и 4168 м³/га, соответственно. Из этого количества на вариант с без орошения 1458 м³/га (87,9%) составил приход влаги из осадков, а 200 м³/га влаги использовалось из запасов в почве. На варианте с орошением суммарное водопотребление составило 4168 м³/га, из которых 2550 м³/га пришлось на оросительную норму. Приход влаги от осадков в суммарном водопотреблении составил всего 35% или 1458 м³/га (рис. 20).

Таблица –17 Структура суммарного водопотребления кукурузы при 60% НВ

Культура	Годы наблюдений	Суммарное водопотребление (E), м ³ /га	Оросительная норма		Приход влаги от осадков		Использование запасов почвенной влаги	
			м ³ /га	% от E	м ³ /га	% от E	м ³ /га	% от E
Кукуруза б/о	2015	1658	0	0	1458	87,9	200	12,1
Кукуруза	2015	4168	2550	61,2	1458	35,0	160	3,8
Кукуруза б/о	2016	1188	0	0	988	83,2	200	16,8
Кукуруза	2016	3398	2250	66,2	988	29,0	160	4,8
Кукуруза б/о	2017	2100	0	0	1900	90,5	200	9,5
Кукуруза	2017	4500	2400	53,3	1900	42,2	160	3,5

В 2016 году приход влаги от осадков составил 988 м³/га. На варианте без орошения было использовано из запасов почвенной влаги дополнительно 200 м³/га. На варианте 60%НВ максимальное количество влаги в суммарном водопотреблении поступило от оросительной нормы и составило 2250 м³/га. При данном режиме орошения суммарное водопотребление составило 3398 м³/га. В варианте без орошения суммарное водопотребление равно 1188 м³/га, (рис. 21).

В 2017 суммарное водопотребление без орошения составило 2100 м³/га. Из них запас влаги в почве равен 200 м³/га, приход влаги от осадков составил 1900 м³/га. В варианте с орошением суммарное водопотребление составило 4500 м³/га, где 2400 м³/га оросительная норма и 160 м³/га запас влаги в почве, осадки 1900 м³/га (рис. 22).

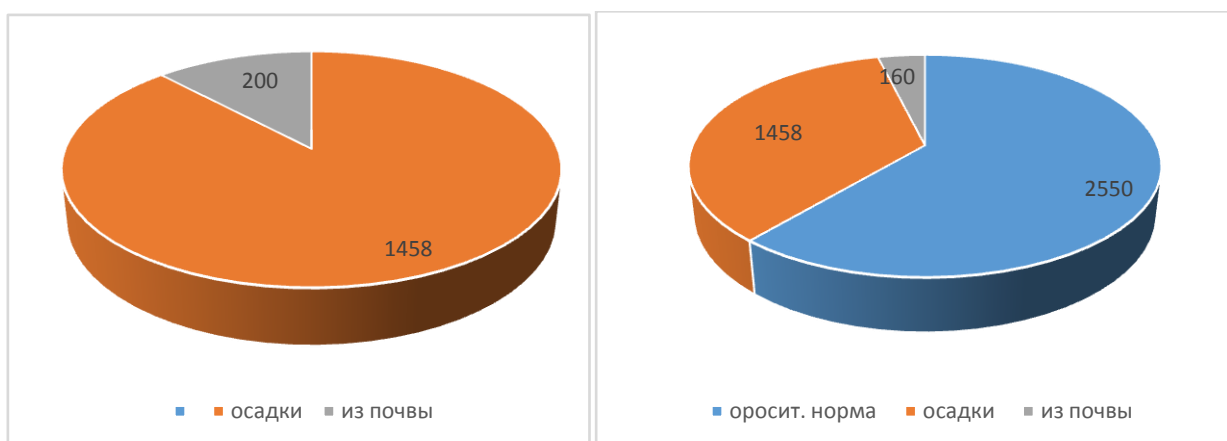


Рис. 20 Структура суммарного водопотребления кукурузы за 2015 год при режиме орошения 60% НВ, мм

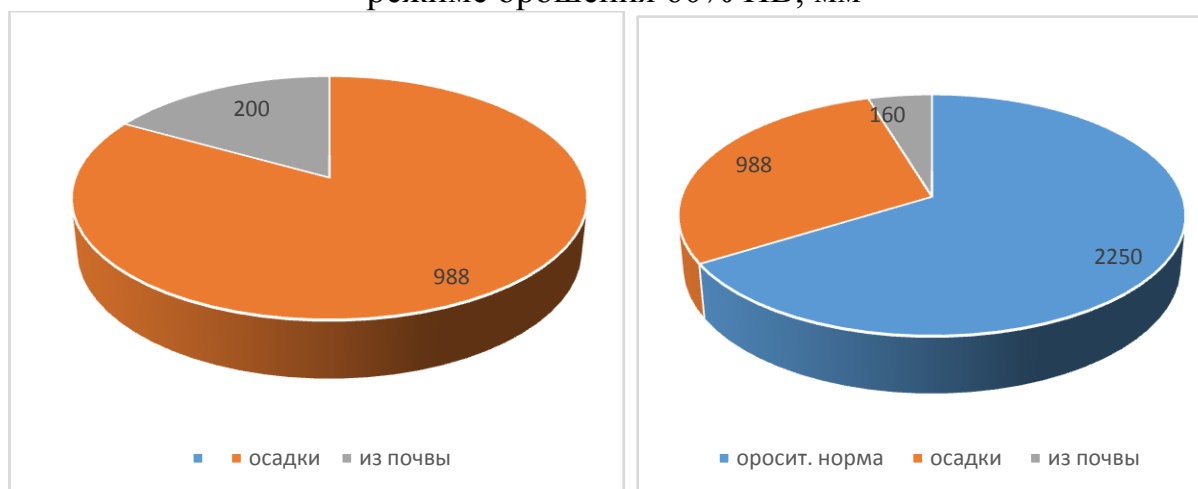


Рис. 21 Структура суммарного водопотребления кукурузы за 2016 год при режиме орошения 60% НВ, мм

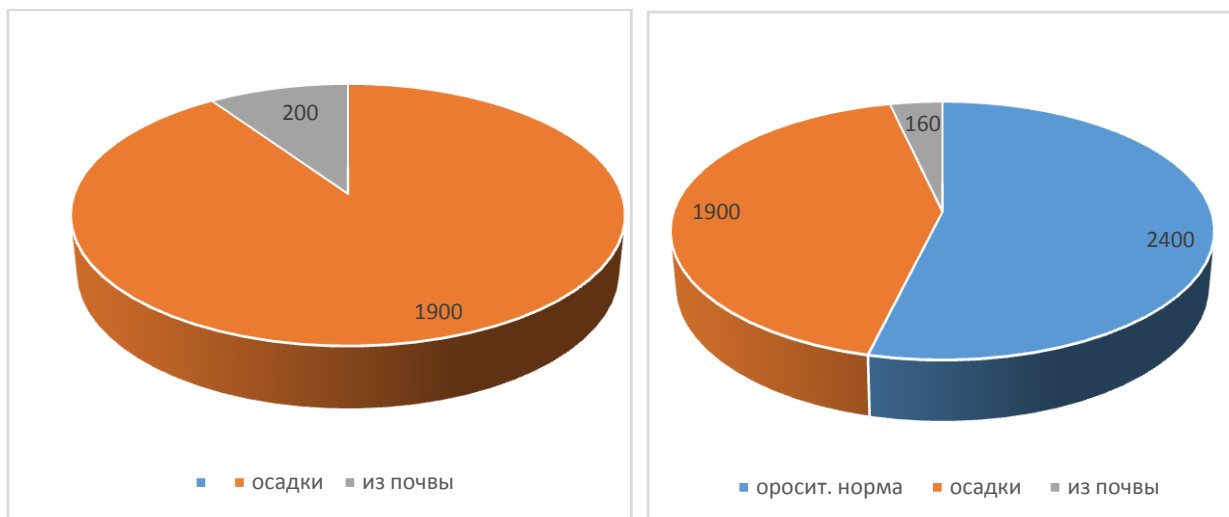


Рис. 22 Структура суммарного водопотребления кукурузы за 2017 год при режиме орошения 60% НВ, мм

В таблице 18 представлены значения суммарного водопотребления кукурузы на варианте с поддержанием уровня влажности почвы не ниже 70% НВ. В 2015 году суммарное водопотребление на вариантах без орошения и при поддержании уровня влажности не ниже 70%НВ равно 1658 м³/га и 4328 м³/га, соответственно. В обоих вариантах 1458 м³/га составил приход влаги из осадков. На варианте без орошения эта величина составила 87,9% в суммарном водопотреблении, а на варианте с орошением – 33,7%. Максимальный приход на варианте с орошением пришелся на оросительную норму – 63,5%., или 2750 м³/га, (рис. 23).

В 2016 году приход влаги от осадков составил 988 м³/га. На варианте с орошением оросительная норма составила 2600 м³/га (70,1% в суммарном водопотреблении). При орошении суммарное водопотребление составило 3708 м³/га, а без орошения -1188 м³/га, (рис. 24).

В 2017 суммарное водопотребление без орошения составило 2100 м³/га. Из них запас влаги в почве равен 200 м³/га, приход влаги от осадков составил 1900 м³/га. В варианте с орошением суммарное водопотребление составило 4620 м³/га, где 2600 м³/га оросительная норма и 120 м³/га запас влаги в почве, (рис. 25).

Таблица 18– Структура суммарного водопотребления кукурузы при 70% НВ

Культура	Годы наблюдений	Суммарное водопотребление (E), м ³ /га	Оросительная норма		Приход влаги от осадков		Использование запасов почвенной влаги	
			м ³ /га	% от E	м ³ /га	% от E	м ³ /га	% от E
Кукуруза б/о	2015	1658	0	0	1458	87,9	200	12,1
Кукуруза	2015	4328	2750	63,5	1458	33,7	120	2,8
Кукуруза б/о	2016	1188	0	0	988	83,2	200	16,8
Кукуруза	2016	3708	2600	70,1	988	26,6	120	3,2
Кукуруза б/о	2017	2100	0	0	1900	90,5	200	9,5
Кукуруза	2017	4620	2600	56,3	1900	41,1	120	2,6

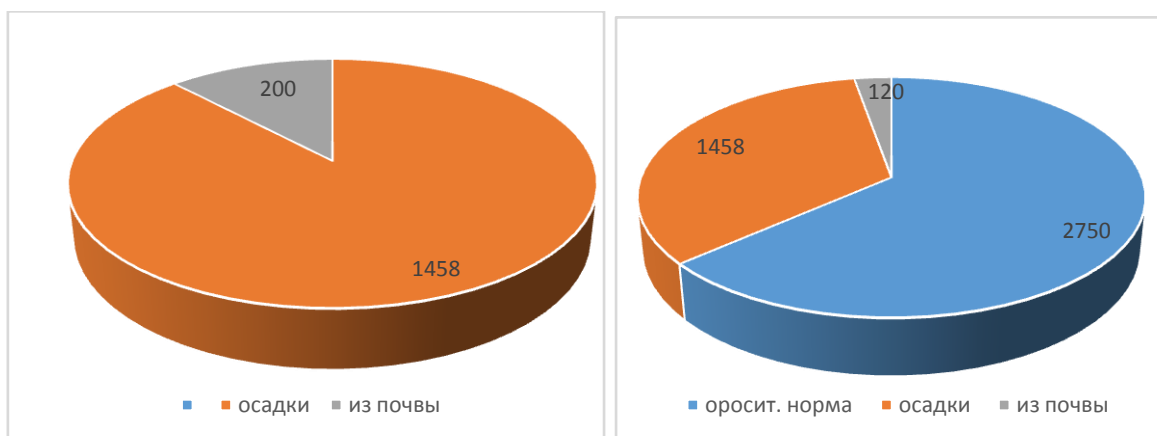


Рис. 23 Структура суммарного водопотребления кукурузы за 2015 год при режиме орошения 70% НВ, мм

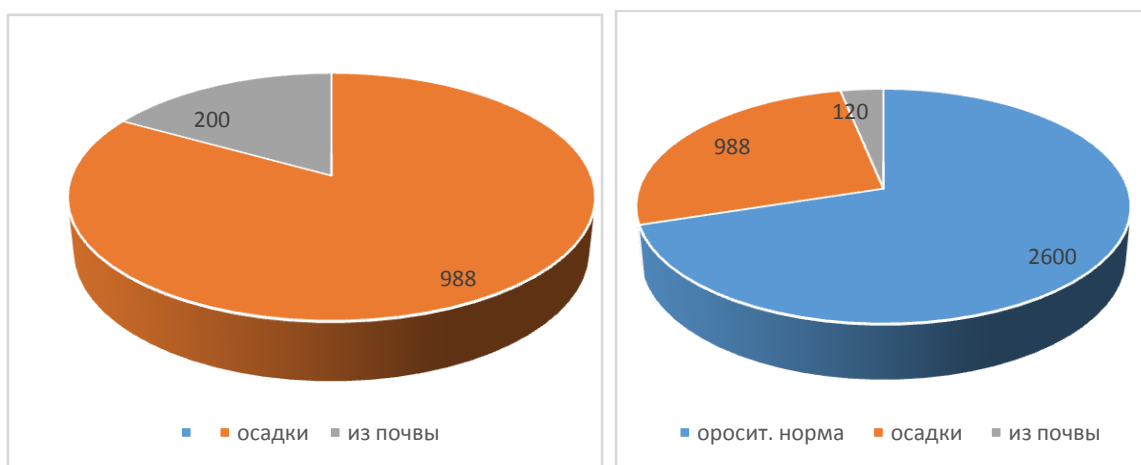


Рис. 24 Структура суммарного водопотребления кукурузы за 2016 год при режиме орошения 70% НВ, мм

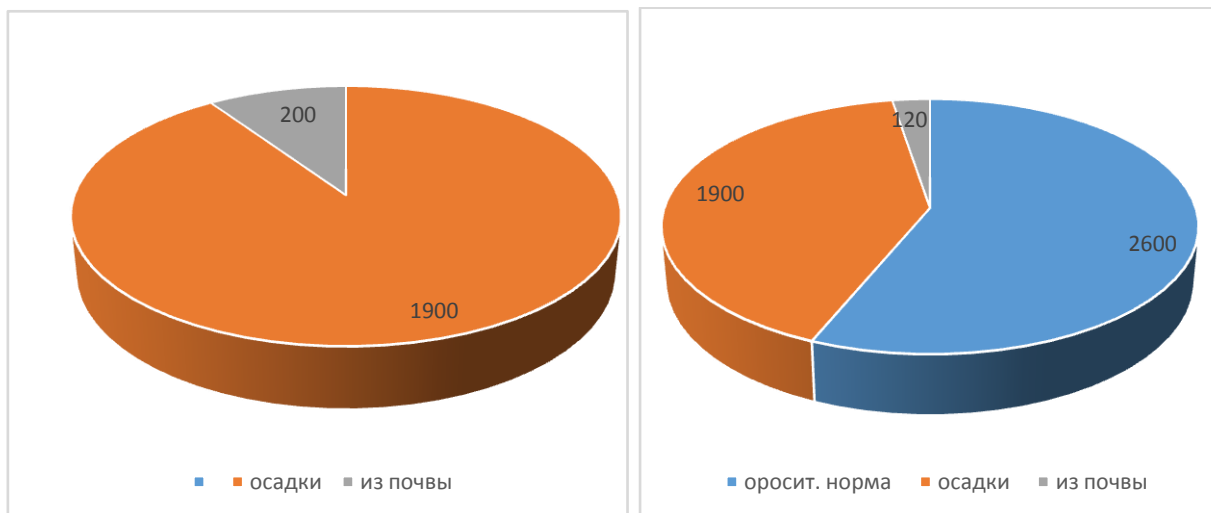


Рис. 25 Структура суммарного водопотребления кукурузы за 2017 год при режиме орошения 70% НВ, мм

Одним из главных показателей эффективности использования растениями воды из почвы является коэффициент водопотребления. Коэффициент водопотребления определяется путем деления всей израсходованной воды на единицу урожая товарной продукции. По этому показателю можно объективно судить об эффективности приемов, применяемых при выращивании кукурузы, так как коэффициент водопотребления характеризует комплекс агротехнических мероприятий, обеспечивающих уровень продуктивности кукурузы, а не биологическую потребность посевов в воде (Костяков, 1960). Коэффициент водопотребления в значительной мере изменяется в зависимости от условий увлажнения, удобрений, продуктивности кукурузы и других факторов. Он показывает расход воды из почвы на образование единицы товарной продукции, м³/т. Значения зависят от плодородия почвы, влагообеспеченности, испарения и других факторов. Суммарное водопотребление и коэффициенты водопотребления рассчитаны в таблице 19.

Таблица 19–Суммарное водопотребление и коэффициенты водопотребления кукурузы

Культура	Вариант	Год	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
Кукуруза (на зерно)	Без орошения	2015	1685	3,8	443,4
	60% НВ		4168	5,5	757,8
	70% НВ		4328	6,7	645,9
	Без орошения	2016	1188	4,0	297,0
	60% НВ		3398	6,0	566,3
	70% НВ		3708	7,0	529,7
	Без орошения	2017	2100	3,5	600,0
	60% НВ		4500	5,3	849,1
	70% НВ		4620	6,2	745,2

Из таблицы 19 видно, что коэффициент водопотребления в 2015 году у кукурузы на зерно без орошения составил 443,4,0 м³/га, при режиме орошения 60 % НВ – 757,8 м³/га, при 70% НВ – 645,9 м³/га. У кукурузы на зерно показатель в 2016 году составил без орошения 297,0 м³/га, при 60% НВ – 566,3 м³/га и 70% НВ – 529,7 м³/га. В 2017 году коэффициент водопотребления 600 м³/га составил для режима без орошения, 849,1 м³/га при 60% НВ и 745,2 м³/га – при режиме 70% НВ.

Мы отмечаем, что во все годы исследований коэффициент водопотребления у кукурузы на вариантах с орошением оказался выше, чем без орошения. Такие показатели получены, несмотря на то, что урожайность на вариантах с орошением значительно выше. Исходя из этих результатов, можно предположить, что кукуруза не смогла сформировать более высокую урожайность зерна, так как была ограничена в ресурсах минерального питания. Такое предположение следует из того, что почвы, в целом на землях оросительной системы, и на опытном участке сильно истощены, а органические и минеральные удобрения не вносятся.

ГЛАВА 5. УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРИ ОРОШЕНИИ

5.1 Урожайность при разных режимах орошения

Основным показателем, определяющим эффективность проводимых мероприятий, является урожайность возделываемых культур. Увеличение урожайности и повышение плодородия почвы являются главными факторами на которые необходимо обращать внимание при проведении поливов.

Погодные условия вегетационного периода 2015 года были значительно приближены к среднемноголетним показателям. Температура воздуха за вегетационный период составила 17,7⁰С, среднемноголетняя – 16,1⁰С. Осадков в 2015 году выпало на 27 мм меньше, чем среднемноголетний показатель равный 173,0.

В 2016 году количество осадков, по данным м/с Рубцовск, составило около 100 мм, что ниже среднемноголетнего значения. Средняя температура этого года превысила среднее значение почти на 2⁰С.

В 2017 году осадков за вегетационный период выпало на 17 мм больше среднегодовых значений, температура воздуха была как в 2016 году.

Такое соотношение количества влаги и температур способствует получению высокой урожайности сельскохозяйственных культур. На варианте без орошения урожайность зерна кукурузы по годам исследований получена от 3,5 до 4,0 т/га (табл. 20, рис. 26-29). Такая урожайность для неорошаемых условий довольно высокая. В эти же годы на вариантах с поливом получена урожайность, которая значительно превосходит контрольный вариант. Максимальная урожайность зерна кукурузы получена на варианте с уровнем предполивной влажности 70% НВ в 2016 году, которая составила 7,0 т/га. Максимальная урожайность зерна кукурузы на варианте 60% НВ получена в этом же году и составила 6,0 т/га. Следует

отметить, что по погодным условиям 2016 год сложился благоприятным, и на варианте без орошения сформировалась самая высокая урожайность из лет исследований и составила 4,0 т/га.

Таблица 20– Урожайность кукурузы, т/га

Культура	Варианты орошения						
	Год	Без орошения	Прибавка урожайности	60% НВ	Прибавка урожайности	70% НВ	Прибавка урожайности
Кукуруза (на зерно)	2015	3,8	0	5,5	1,7	6,7	2,9
	2016	4,0	0	6,0	2,0	7,0	3,0
	2017	3,5	0	5,3	1,8	6,2	2,7
НСР ₀₅			0,4		0,4		0,4

Из анализа результатов, представленных в таблице 20, видно, что прибавка урожайности на каждом из режимов орошения значительная. В 2015 году она составила 1,7 и 2,9 т/га, при режиме орошения 60 и 70% НВ, соответственно. В 2016 году прибавка урожайности зерна кукурузы равна 2,0 и 3,0 т/га, в 2017 году урожайность составила при режиме орошения 60% НВ – 5,3 т/га, а при режиме орошения 70% НВ – 6,2 т/га, поэтому прибавка в зависимости от режимов равна 1,8 и 2,7 т/га. Прибавки урожайности зерна кукурузы от орошения являются достоверными, что подтверждается значением показателя наименьшей существенной разницы (НСР₀₅), который составил 0,4 т/га. Мы также отмечаем, что существенной является прибавка урожайности зерна кукурузы на варианте орошения с уровнем 70% НВ в сравнении с вариантом 60% НВ. Эти результаты по урожайности зерна кукурузы показывают, что разработанный нами режим орошения для условий Приалейской степи является правильным.

В диаграммах 26 – 29 показана урожайность зерна кукурузы в зависимости от режима орошения.

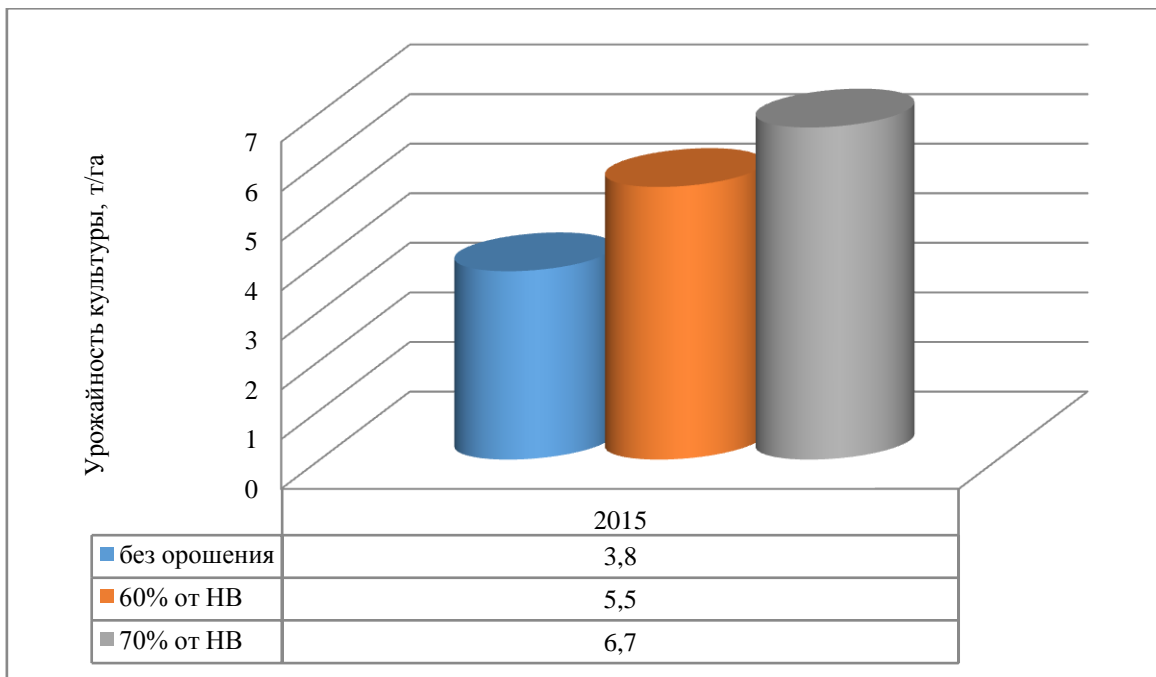


Рис. 26 Урожайность в 2015 году

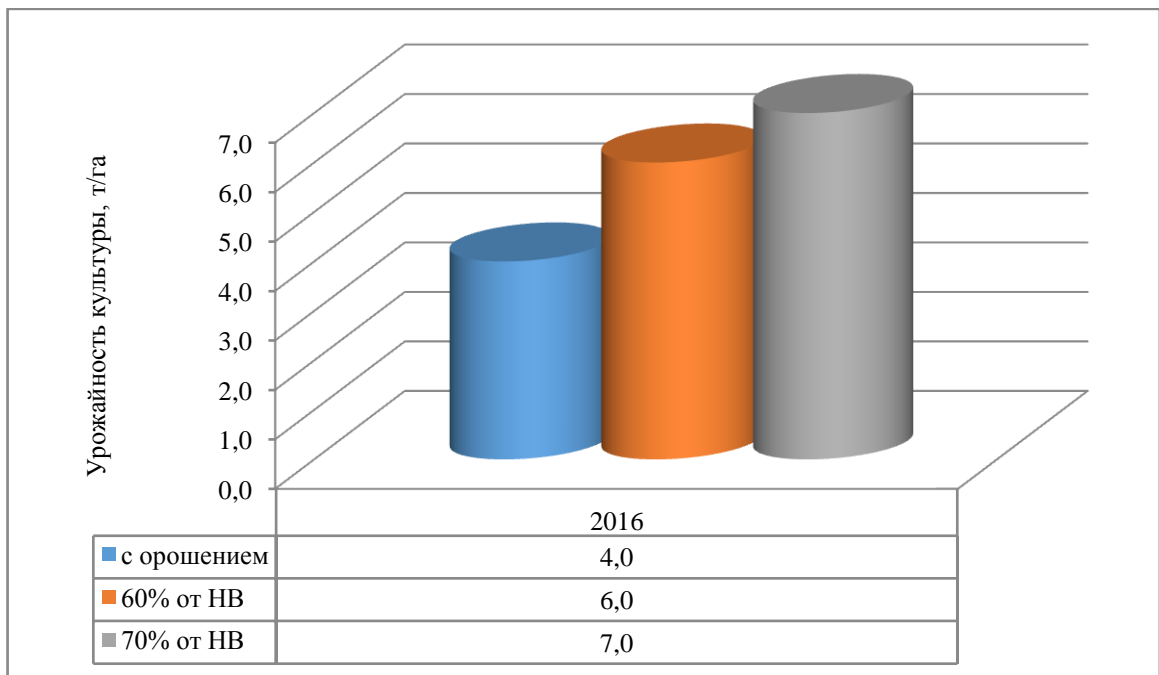


Рис. 27 Урожайность в 2016 году

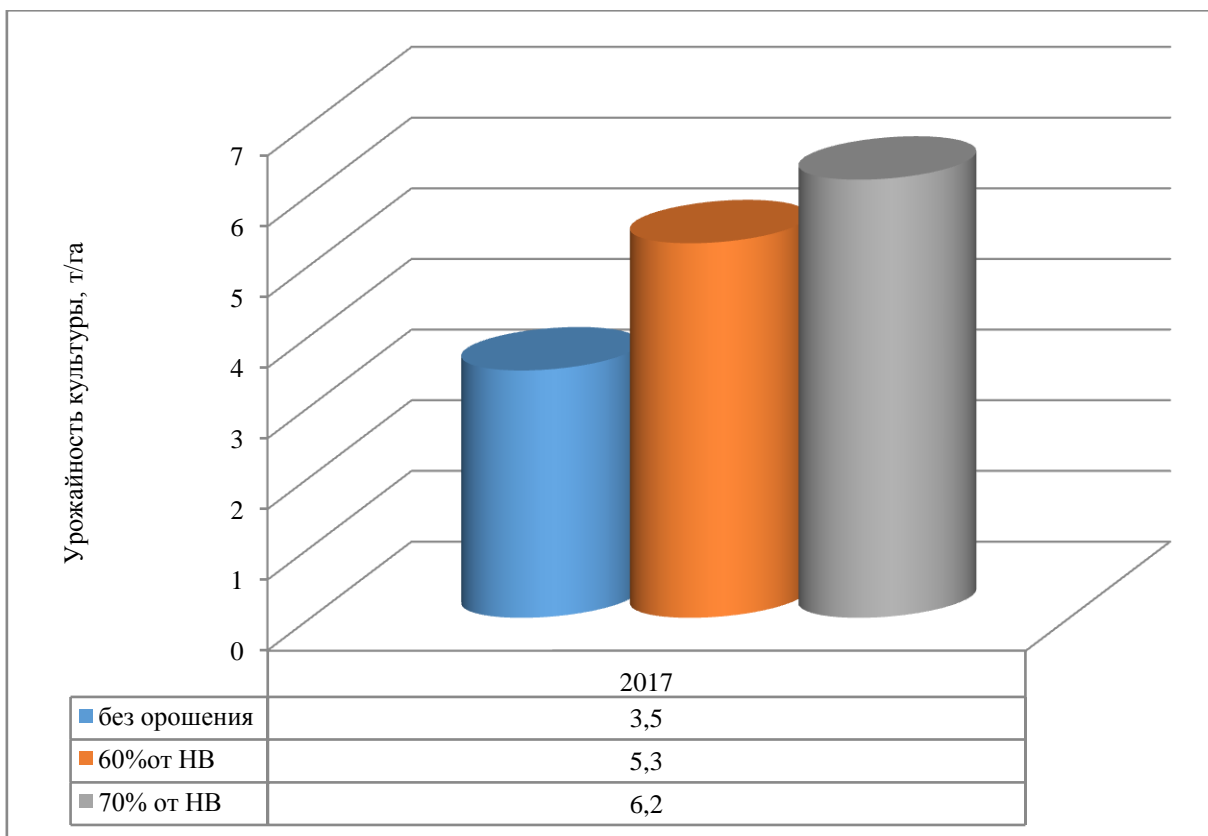


Рис. 28 Урожайность в 2017 году

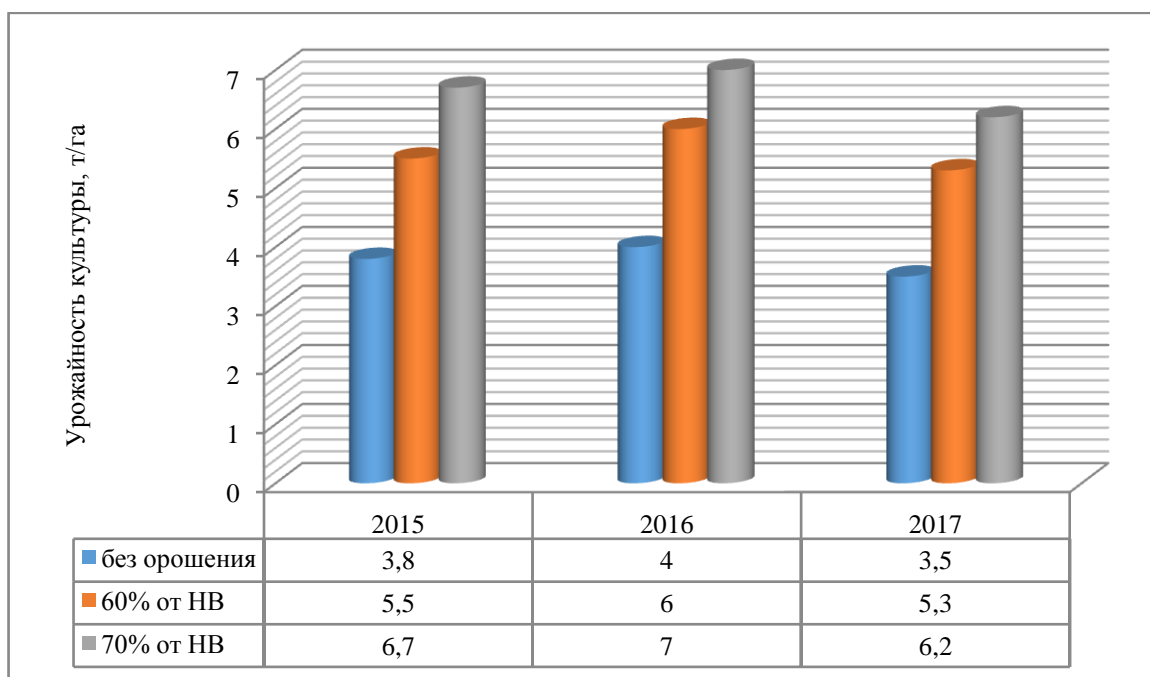


Рис. 29 Урожайность зерна кукурузы за годы исследования

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что повышение урожайности зерна кукурузы произошло благодаря поливу с

различными режимами орошения. Поэтому разработанные нами режимы орошения позволяют во все годы исследования значительно увеличить продуктивность культуры.

5.2 Экономическая эффективность возделывания кукурузы при орошении

Для выявления экономической эффективности возделывания сельскохозяйственной культуры с орошением необходимо учитывать затраты на проведение поливов и стоимость полученного урожая.

Основными показателями экономической эффективности является себестоимость продукции, чистый доход и рентабельность.

Чистый доход определяется по разнице между стоимостью урожая с вариантов с орошением и без орошения за вычетом затрат на орошение.

Рентабельность – отношение чистого дохода к затратам при орошении.

Для расчета экономической эффективности использованы данные по урожайности, норме полива, содержанию кормовых единиц в продукции, цене на зерно культуры, затратам на проведение поливов. В расчетах принята цена 1 кг зерна кукурузы – 20 руб./кг.

Тариф на подачу оросительной воды составляет 7,12 руб./м³.

Расчет показателей эффективности орошения кукурузы приведен в таблице 21.

Наиболее высокий чистый доход и уровень рентабельности получены на кукурузе в 2016 году с режимом орошения 70% НВ. Чистый доход (ЧД) составил 61,89 тыс. руб./га, уровень рентабельности (УР) равен 334,36%. На всех вариантах с орошением во все годы исследований чистый доход и уровень рентабельности имели положительные значения. Эти результаты показывают, что возделывание кукурузы на зерно при орошении является экономически целесообразным.

Таблица 21 – Экономическая эффективность возделывания кукурузы на зерно при орошении

Культура	Вариант	Оросительная норма, м ³ /га	Урожайность, т/га	Содержание кормовых единиц в 1 кг корма	Выход кормовых единиц, т/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Затраты на полив, тыс. руб./га	Чистый доход (ЧД), тыс.руб./га	Уровень рентабельности (УР), %
Кукуруза на зерно	Без орошения	0	3,8	1,34	5,09	101,8	0	-	-
	60% от НВ	2550	5,5		7,37	147,4	18,16	27,44	151,10
	70% от НВ	2750	6,7		8,98	179,6	19,58	58,22	297,34
	Без орошения	0	4,0		5,36	107,2	0	-	-
	60% от НВ	2250	6,0		8,04	160,8	16,02	37,58	234,58
	70% от НВ	2600	7,0		9,38	187,6	18,51	61,89	334,36
	Без орошения	0	3,5		4,69	93,8	0	-	-
	60% от НВ	2400	5,3		7,10	142,0	17,08	31,12	182,20
	70% от НВ	2600	6,2		8,31	166,2	18,51	53,89	291,14

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований были сделаны следующие

ВЫВОДЫ:

1. Вода, используемая для орошения, имеет минерализацию ниже 0,45 г/л, величина SAR меньше 10, следовательно, она высокого качества и может использоваться для орошения без ограничений;
2. Орошение не приводит к накоплению водорастворимых солей в слое 0 – 100 см. За годы исследований их концентрация составляла 0,09 – 0,08 – 0,11%;
3. Максимальная высота подъема грунтовых вод не превышала 1,5 м, что исключает возможность вторичного засоления орошаемых почв;
4. Натрий-адсорбционное отношение (SAR) в слое 0-100 см составляет 1,3. Это означает, что опасность осолонцевания почвы на данном участке отсутствует;
5. Для поддержания уровня предполивной влажности 60% НВ оросительные нормы по годам исследований должны составлять от 2250 до 2550 м³/га, на варианте 70% НВ – от 2450 до 2750 м³/га;
6. Поливные нормы, в зависимости от фазы развития кукурузы, изменяются от 200 до 450 м³/га на варианте 60% НВ и от 200 до 400 м³/га – на варианте 70% НВ;
7. На варианте без орошения урожайность зерна кукурузы по годам исследований получена от 3,5 до 4,0 т/га. На варианте с уровнем 60% НВ урожайность составила 6,0 т/га, при уровне предполивной влажности 70% НВ она достигла 7,0 т/га;
8. Суммарное водопотребление на вариантах с орошением по годам изменялось от 3708 до 4620 м³/га, без орошения – от 1188 до 1658 м³/га;
9. Коэффициент водопотребления кукурузы изменялся на вариантах с орошением от 529,7 до 849,1 м³/т. На варианте без орошения он составил от 297,0 до 600,0 м³/т;

10. В сравнении с вариантом без орошения наиболее высокий чистый доход (ЧД) 61,89 тыс. руб./га и уровень рентабельности (УР) 334,36%, получены на вариантах с орошением. Расчет экономической эффективности показывает, что орошение сельскохозяйственных культур целесообразно.

Рекомендации производству

Для предотвращения засоления почв и получения максимальной урожайности зерна кукурузы следует поддерживать уровень предполивной влажности почвы на уровне 70%НВ.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение питательного режима орошаемых черноземов с целью повышения продуктивности зерновой кукурузы и снижения расход воды на образование тонны зерна. Необходимо оптимизировать минеральное питание и снизить коэффициент водопотребления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Алтайского края. – Ленинград, Гидрометеиздат, 1971. – 156 с.
2. Агропромышленный портал. Интернет ресурс. <http://agroportal24.ru/agronomiya/180-kukuruza-biologicheskie-osobennosti.html>
3. Айдаров И. П., А. И. Голованов, М. Г. Мамаев. Оросительные мелиорации.– Москва.-Колос, 1982. – 175 с.
4. Айдаров И. П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. – Москва.Агропромиздат, 1985 – 304 с.
5. Азубеков Л. Х., Кушхабиев А. З., Урусов А. К., Кагермазов А. М. Современные методы возделывания кукурузы // Кабардино-Балкарский НИИ сельского хозяйства. -№5. – 2014. – 31 с.
6. Акуленко Ю. Н. Основные направления исследований гидрогеолого-мелиоративной обстановки юга Сибири / Научные основы мелиорации земель при создании территориально-производственных комплексов в Сибири: тр. СибНИИГиМ. – Красноярск, 1980. – С. 29-37.
7. Акуленко Ю. Н., Бивалькевич В. И. Проблемы орошения земель равнинного Алтая. - Барнаул, 1995 – 184 с.
8. Алексеевский А. А. Орошение и осушение в странах мира. – Москва.- Колос, 1974. – 125с.
9. Алтайский край [Электронный ресурс]: Википедия // <http://ru.wikipedia.org>.
10. Александрова В. Д., Н. И. Базилевич Природные районы Алтайского края. – Москва, 1958. – 174 с.
11. Алексеева С. Ф., А. М. Шульгин. Почвенно-климатические ресурсы Алтайского края /Климат почвы: тезисы доклада совещания научного совета по изучению климатических и агроклиматических ресурсов. – Ленинград. –Гидрометеиздат,1971 – С. 87-94.

12. Алпатьев С. М., Орлова Н. А., Павленко В. А. и др. Орошение сельскохозяйственных культур. - Киев – Харьков: гос. изд. с/х лит. УССР, 1950. – 272 с.
13. Антипов-Каратаев И.Н., Кадер Г.М. К методике мелиоративной оценки оросительной воды.- Почвоведение. - №2.- 1959. –С 96 - 101.
14. Аринушкина Е. В. Практическое руководство по химическому анализу почв. - Москва, 1960. – 487 с.
15. Бабилов Б. В. Гидротехнические мелиорации, учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп.. - Санкт-Петербург, ЛТА, 2002. – 234 с.
16. Базилевич Н.И., Розанов А.Н. Почвы Алтайского края. – Москва.- Изд-во АН СССР, 1959.- 382 с.
17. Буданов М. Ф. Требования к качеству оросительных вод /Водное хозяйство.- Выпуск №1. - Киев, 1965. – С. 38—56.
18. Бурлакова Л. М, Морковин Г. Г. Земельные ресурсы Алтайского края и проблемы их рационального использования /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - №1 (17). - Барнаул, 2004. –С 26.
19. Бурлакова Л. М., Л. М. Татаринцев, В. А. Рассыпнов Почвы Алтайского края: Учебное пособие, Л. М. Барнаул. /Алтайский СХИ. - Барнаул, 1988. – 72 с.
20. Бурлакова Л. М., Рассыпнов В.А. Плодородие почв Алтайского края. /Учеб.пособие. - Барнаул, 1990. - 81 с.
21. Бурлакова Л. М. Проблемы изменения чернозёмов при орошении /Развитие мелиорации в Алтайском крае: сборник трудов. – Барнаул. – 1986. –С 21 – 24.
22. Бурлакова Л. М. и др. Влияние орошения на химические и агрохимические свойства почв Алтайского края. /Химизация народного хозяйства – важное условие ускорения научно-технического прогресса: тезисы докладов конференции. – Барнаул, 1987, -С 16 – 18.
23. Бурлакова Л. М., Рассыпнов В. А., Татаринцев Л.М. Полевые исследования почв Алтайского края. - Новосибирск, 1984. – 91с.

24. Бурлакова Л. М., Татаринцев Л. М. Влияние орошения на черноземы и каштановые почвы Алтайского края. /Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда почвоведов. - Книга 6: Симпозиумы, Новосибирск, 1989. -С 84-89.
25. Быков В. Д., Васильев А. В. Гидрометрия. -Гидрометеиздат, Ленинград, 1977. – 64 с.
26. Вадюнина А. Ф., КорчагинаЗ. А. Методы исследования физических свойств почв. – Агропромиздат. - Москва, 1984. – 416 с.
27. Вандакурова Е. В. Растительность Кулундинской степи. Полиграфиздат. - Новосибирск, 1950. - 130 с.
28. Верещагин В. И. Поездка по Алтаю: (путевые заметки). Алтайский сборник. - Барнаул, 1910. – Т.10. – 46 с.
29. Вернадский В. И. Биосфера.Избр. соч. - Москва, 1960. Т.5. - 422 с.
30. Вернадский В. И. Очерки по биохимии. – Москва. – Наука -, 1983. - 422 с.
31. Вилкоккс Л. В. Определение качества воды для орошения.- Вашингтон, 1958.
32. Вильямс В. Р. Почвоведение. – Москва. – ОГИЗ -Сельхозгиз, 1946. – 456 с.
33. Вильямс В. Р. Почва. Сельскохозяйственная энциклопедия, 1951. – 580 с.
34. Винокуров Ю. И., АгафоноваН. И., ПудовкинаТ. А. Природно-мелиоративная оценка земель в Алтайском крае. - ИГ СО РАН. - Иркутск, 1988. – 136 с.
35. Володарский Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы, 2-е изд., перераб. и доп.. -Москва, Агропромиздат, 1986. – 187с.
36. Воробьева Р. П., Ананьева Ю. С. Биологическая активность почв при длительном орошении в условиях Приалейской степи. /Вестник

Алтайского государственного университета. - №10 (60). - Барнаул, 2009. –С 51 – 55.

37. Воробьева Р. П. История развития мелиорации на Алтае. - Барнаул: Изд-во АГУ, 2003. – 144 с.

38. Гарюгин Г. А. Режим орошения сельскохозяйственных культур. - Москва, Колос, 1979. – 269с.

39. Герасимов И. П. и др. Почвы Западной Сибири. Природные условия и естественные ресурсы СССР. – Москва, изд. АН СССР, 1963. – 158 – 195 с.

40. Главное управление сельского хозяйства Алтайского края [Электронный ресурс] // www.agro.altai.ru

41. Голованов А. И., Айдаров И. П., Григоров М. С., Краснощеков В. Н. Мелиорация земель. - Издательство Лань, Санкт-Петербург, 2015. – 816 с.

42. Горшенин К. П. География почв Сибири. - Омск: обл. изд., 1939. – 127 с.

43. Горшенин К. П. Почвы южной части Сибири (От Урала до Байкала). – Москва, Изд-во Акад. наук СССР, 1955. – 592 с.

44. Давыдов А. С. Пути предотвращения негативных последствий орошения чернозёмов и каштановых почв степного Алтая. /Проблемы орошения почв Сибири: тезисы докладов научной конференции. - Барнаул, 1988. –С. 86.

45. Давыдов А. С., Ермакова К.С. Режим орошения кукурузы на зерно. /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - №5. (175). - Барнаул, 2019. –С. 55 – 59.

46. Денисов Е. П., Денисов К. Е., Молчанова Н. П. Мелиорация, рекультивация и охрана земель. Краткий курс лекций для аспирантов. – Саратов, 2014. –С. 16 – 39.

47. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - Москва, Колос, 1985. – 352 с.

48. Еремин Д. И., Дёмин Е. А. Выращивание кукурузы в лесостепной зоне Зауралья: от теоретического обоснования к практическим результатам. /Аграрный вестник Урала.-№12 (166). – Екатеринбург. – 2017. – С. 9-15.
49. Ермакова К. С. Влияние орошения на химический состав черноземных почв и урожайность сельскохозяйственных культур (Выпускная квалификационная работа). – АГАУ. – Барнаул, 2018. – 79 с.
50. Ермакова К.С., Давыдов А.С., Горносталь Р.Г. Влияние оросительных вод на мелиоративное состояние земель на Алейской оросительной системе. /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - №5 (175). – Барнаул, 2019. – С. 50 – 55.
51. Ермакова К.С., Давыдов А.С., Тюрин М.К. Качественная оценка оросительных и дренажных вод на Алейской оросительной системе. /Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул, 2017. – С. 450-452.
52. Ермакова К.С., Давыдов А.С., Тюрин М.К. Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель в Алтайском крае. /Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул, 2018. – С. 33-35.
53. Ерхов Н. С. И др. Мелиорация земель: Учебник. - Москва, Агропромиздат, 1991. – 319 с.
54. Занин Г. В. Геоморфология Алтайского края (без Горно-Алтайской АО). /Природное районирование Алтайского края. – Москва. - Изд-во АН СССР, 1958. – Т.1. –С 62-98.
55. Заносова В. И., Иванова Н. Я., Пустовайт С. А. Водно-ресурсный потенциал Западно-Сибирского региона. /Проблемы рационального природопользования в Алтайском крае: сб. науч. тр. АГАУ, Барнаул, 2005. – С. 13-33.
56. Заносова В. И., Зайковская Е. С. Проблемы использования природных вод для орошения. /Географические проблемы Алтайского края: тез. докл. науч.-практ. конф., Барнаул, 1991. – Ч.1. – С. 135-136.
57. Заносова В. И, Молчанова Т. Я. Оценка качества подземных вод и степени их пригодности для орошения. /Вестник Алтайского

государственного аграрного университета. - №6 (152). - Барнаул, 2017. –С. 49 – 53.

58. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв. - Издательство Московского университета, 2003. – 131 с.

59. Зимовец Б. А. Экология и мелиорация почв сухостепной зоны. - Москва, РАСХН, 1991.

60. Ильин В. С. И др. Кукуруза в Сибири. Успехи селекции, научный журнал АПК России. - Челябинск, 2016. –С. 664-668.

61. Ионова Л. П., Смашевский Н. Д. Адаптация гибрида кукурузы при разных сроках посева в засушливой зоне Астраханской области. /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – №4 (162). – Барнаул, 2018. –С 39 –43.

62. Кац Д. М. Влияние орошения на грунтовые воды. - Москва, Колос, 1976. – 270 с.

63. Кац Д. М. Гидрогеолого-мелиоративное районирование в целях контроля мелиоративного состояния орошаемых земель. /Вопросы обоснования мелиорации и охраны природы: труды ВНИИГиМ. – Москва, 1983. –С. 27-45.

64. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы. Методы его изучения. – Москва, Изд-во АН СССР, 1958. – 192 с.

65. Каштанов А. Н., Извеков А. С. Проблемы современного земледелия и мелиорации. -МиВХ, 1994. – №3. – С. 13-14.

66. Кваша А. В. Совершенствование технологии возделывания кукурузы на фуражное зерно в южной лесостепной и степной зонах Западной Сибири. /Дисс. на соиск. уч. степени канд.сельскохоз.наук. – Омск, 2016. – 205с.

67. Кирюшин В. И. Агротехнология. – Санкт-Петербург, Лань, 2015. – 464 с.

68. Ковда В. А. Основы учения о почвах. – Москва, Наука, 1973. – 256 с.

69. Ковда В. А. Опыт оросительных мелиораций. /Мелиорация почв в СССР. - Москва, Наука, 1971. – С. 94 – 114.
70. Ковда В.А. Почвенный покров, его улучшение и использование. - Москва, Наука, 1981. – 181 с.
71. Ковда А. Н., Егоров В. В. Старые и новые проблемы почвенных мелиораций в зоне орошения. /Почвоведение. – 1972. - № 4. – С. 3-14.
72. Колпаков В. В., Сухарев И. П. Сельскохозяйственная мелиорация. - Москва, Колос, 1981. – 328 с.
73. Костяков, А.Н. Основы мелиораций. - Москва, Госиздат, 1960. – 622 с.
74. Кружилин А. С. Биологические особенности и продуктивность орошаемых культур. - Москва, Колос, 1977. – 304 с.
75. Кузнецов В. В. «Кукурузная эпопея» в периодической печати Западной Сибири, текст научной статьи «История. Исторические науки». /Известия Алтайского государственного университета. - Барнаул, 2010. – С. 115-119.
76. Куминов А. В. Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири. Сибирское отделение АН СССР. - Новосибирск, 1963. – 442 с.
77. Курсакова В. С., Шапко Д. С. Возделывание кукурузы с использованием биопрепаратов на фоне капельного орошения в условиях Приалейской степи Алтайского края. /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – №9. – 2016. – С. 5-9.
78. Макарычев С. В. Теплофизические свойства почвенного покрова в Алтайском крае. /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – №4. – Барнаул. – 2003. – С. 77-86.
79. Маслов Б. С. И др.. История мелиорации в России. – Росинформагротех. - Москва, 2002. – Т 1. – 508 с., - Т 2. – 528 с., – Т 3. – 260 с.

80. Методические указания по выполнению научно-исследовательских работ при изучении вопросов орошения. – Москва, 1985. – 96 с.
81. Миддендорф А. Ф. Исследование природных компонентов (1815-1894 гг.)
82. Минашина Н. Г. Мелиорация засоленных почв. - Москва, Колос, 1978.
83. Можейко А. Л. Использование хозяйственно-бытовых и некоторых промышленных сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур //Материалы юбилейной науч. конференции. - Харьков, 1968. –С. 31 – 39.
84. Морковкин Г. Г., Овцинов В. И., Максимова Н. Б., Байкалова Т. В., Литвиненко Е. А. Анализ состояния и динамики свойств почв степной зоны Алтайского края. /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - №10. – 2016. –С.30-36.
85. Морковкин Г. Г., Байкалова Т. В., Максимова Н. Б., Овцинов В. И., Литвиненко Е. А., И. В. Дёмина, В. А. Дёмин. Антропогенная трансформация пахотных почв степной зоны Алтайского края (Материалы международного совещания «Антропогенная трансформация почвенного покрова», г. Барнаул, 23-27 июня 2014 г.). /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - №6 (116). – Барнаул. – 2014. – С. 43-48.
86. Орлова И. В. Проблемы ирригации в Алтайском крае и вопросы ее экологической безопасности. /Алтайский государственный технический университет. -Ползуновский вестник. – №4. – 2011. – С. 93 – 97.
87. Орловский Н.В. Почвенные зоны и районы Алтайского края и их климатическая характеристика. В кн.: Освоение целинных и залежных земель в Алтайском крае. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – С.51-60.
88. Орошение сельскохозяйственных культур на Алтае. /Феско К.Я. и др. - Алтайское книжное издательство, Барнаул, 1984. – 96 с.

89. Отчет о работе Алтайской гидрогеолого-мелиоративной партии-филиала ФГБУ «Управление «Алтаймелиоводхоз» за 2015 год. – Барнаул, 2016. – 110 с.
90. Отчет о работе Алтайской гидрогеолого-мелиоративной партии-филиала ФГБУ «Управление «Алтаймелиоводхоз» за 2016 год. – Барнаул, 2017. – 120 с.
91. Отчет о работе Алтайской гидрогеолого-мелиоративной партии-филиала ФГБУ «Управление «Алтаймелиоводхоз» за 2017 год. – Барнаул, 2018. – 109 с.
92. Панфилов А. Э. Интенсивная технология возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических кормов. /Южно-Уральский АГРОуниверситет. – №8 (1511). – 2017.
93. Перспективы ресурсосбережения, технология производства кукурузы на зерно. Методические рекомендации. – Москва, ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 72 с.
94. Почвы Алтайского края, Москва, изд. АН СССР, 1959. - 382 с
95. Почвенно-климатическая характеристика аграрных зон края: Официальный сайт Алтайского края [Электронный ресурс] // <http://www.altairegion22.ru/>.
96. Природа и природные ресурсы Алтая и Кузбасса: (Материалы науч. конф., г. Бийск). – Бийск - Новосибирск, 1970. - 127 с.
97. Пронин А. А. Особенности технологии возделывания кукурузы на зерно и силос в условиях среднего Поволжья. /Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – М, 2003. – 179 с.
98. Радугин П. А. Возделывание сельскохозяйственных культур при орошении. - М, Колос, 1970. – 144 с.
99. Ревякин В. С., Пушкарев В. М., Ревякина Н. В. География Алтайского края. Учебное пособие. – Барнаул, 1989. – 127 с.

100. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. – Ленинград. - Гидрометеиздат, 1965. – 663 с.
101. Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. – Москва, Сельхозиздат, 1956. – 439 с.
102. Савельев В. А. Растениеводство, Учебное пособие, доп. издание. - Москва, Санкт-Петербург, Краснодар, Лань, 2019. – 101 с.
103. Семендяева Н. В. Влияние сельскохозяйственного использования на свойства почв Западной Сибири. - Новосибирск, 2011. – 76 с.
104. Семендяева Н. В., Мармулаев А. Н. Методы исследования почвенного покрова. - Учебное пособие. - Новосибирск, 2011. – 30 с.
105. Сибирский филиал ВНИИ кукурузы: итоги работы. - Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». - №2. Раздел: сельскохозяйственные науки. - 2012. (<https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5737>)
106. Сиухина М. С. Почвоведение. - Новосибирск, 2009. -110 с.
107. Скрипчинская Л. В. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации. – Киев, 1977. – 348 с.
108. Сляднева А. П., Сенников В. А. Агроклиматические ресурсы юго-востока Западной Сибири и продуктивность зерновых культур. – Л. - Гидрометеиздат, 1972. – 150 с.
109. Сойфер С. Я. Рекомендации по использованию дренажных вод для орошения сельскохозяйственных культур, 1978.
110. Спасский М. Ф. Почвоведение (1809-1859 гг.).
111. Справочник по качеству кормов. /В. И. Гноевой. - Киев: Урожай, 1985. - 192 с.
112. Сысенко И. С., Азаренко А. М., Рудяга А. С. Рост, развитие и урожайность зерна кукурузы в зависимости от приемов ее возделывания на выщелоченном черноземе западного Предкавказья. - Научный журнал КубГАУ. - №31 (7). - 2007. –С. 1-26.

113. Татаринцев Л. М. Агрофизическая характеристика почв Алтайского края. Учебное пособие. – Барнаул, 1992. – 36 с.
114. Татаринцев Л. М. Пути предотвращения негативных последствий орошения черноземов и каштановых почв степного Алтая. /Проблемы орошения почв Сибири. - Барнаул, 1988. – С. 26-33 с.
115. Татаринцев, Л. М. Физическое состояние пахотных почв юга Западной Сибири. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 300 с.
116. Ториков В. Е., Мельникова О. В. Производство продукции растениеводства. Учебное пособие. - Санкт-Петербург, Москва, Краснодар, «Лань» 2019. – 79 с.
117. Трофимов, И.Т. Исследование структуры некоторых почв Алтайского края: автореферат диссертации на соискание учен. степ. канд. биол. наук; АН СССР, Сиб. отд., - Новосибирск, 1967. – 23 с.
118. Трофимов, И.Т. Рекомендации по мелиорации Алтайского края. – Барнаул: АСХИ, 1977. – 30 с.
119. Трофимов И. Т., Чижикова Н. П. Химико-минералогическое состояние черноземов и засоленных почв Предалтайской провинции. /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – №2 (28).– Барнаул. – 2007. –С 19-23 с.
120. Тудель И. В., Кривошея Н. А. и др.. Интенсивная технология производства кукурузы. - Москва, Росагропромиздат, 1991. – 257 с.
121. Урываева В. А. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. – Л., Гидропромиздат, 1958-1962. - 789 с.
122. Феско К. Я., Седогин А. М., Важов В. М. и др. Орошение сельскохозяйственных культур на Алтае. – Барнаул. - Алтайское книжное изд-во, 1984. – 96 с.
123. Хайруллин А. Н. и др. Совершенствование и внедрение зерновой технологии возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических кормов в хозяйствах ОАО агрохолдинг «Красный восток». - Казань, 2010. – 7 с.

124. Часовских В. П., Давыдов А. С. Состояние мелиоративной отрасли в Алтайском крае. /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - №11 (85). – Барнаул. – 2011. – С 32-36.
125. Шалагинова Л. И., Хвоина Г. В. Влияние зимогенной микрофлоры и элементов питания на урожайность зеленой массы кукурузы при внесении удобрений на темно-серой лесной почве. /Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - №8 (34). – Барнаул. -, 2007. –С 16-20.
126. Шепталов В. Б. Подготовка сточных вод и режим орошения сельскохозяйственных культур в условиях лесостепной зоны Челябинской области. Кандидатская диссертация на соискание уч. степени к. с.-х. н. /Алтайский государственный аграрный университет. - Барнаул, 2011. - 120 с.
127. Шитикова А. В. Полеводство. - Санкт – Петербург, Москва, Краснодар, «Лань», 2019. – 204 с.
128. Шорина Т. С. Мелиорация почв. - Оренбург, 2012. - 190 с.
129. Шпаар Д. Кукуруза: выращивание, уборка, консервирование и использование. - Москва, ИДООО «DLY Агродело», 2009. – 390 с.
130. Шумаков Б. А. Изучение водопотребления сельскохозяйственных культур – основа для проектирования режима орошения. Биологические основы орошаемого земледелия. - М., 1957. - С. 21-30.
131. Шумаков Б. Б., Миленин Б. О., Поголаев А. Е. Концепция водообеспечения агропромышленного комплекса (АПК). /Принципы рационального водообеспечения промышленного комплекса. - Москва, 1997. –С. 3-18.
132. Шумаков Б. Б. Научные проблемы комплексной мелиорации земель и вод.//МиВХ, 1994. - №3. -С. 14-16.
133. Dashberg S., Bresler E. Drip irrigation manual 1 P.O.B. 49. Volcani Center. Bet Dagan. Israel. 1985. 95 p.
134. Downey, L.A. (1971). Effect of gypsum and drought stress on maize (*Zea mays* L.). II. Consumptive use of water // Agron. J. – 1971. – Vol. 63. – P. 597-600.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Диаграммы осадков и средней температуры за вегетационный период 2015-2017 годов по месяцам

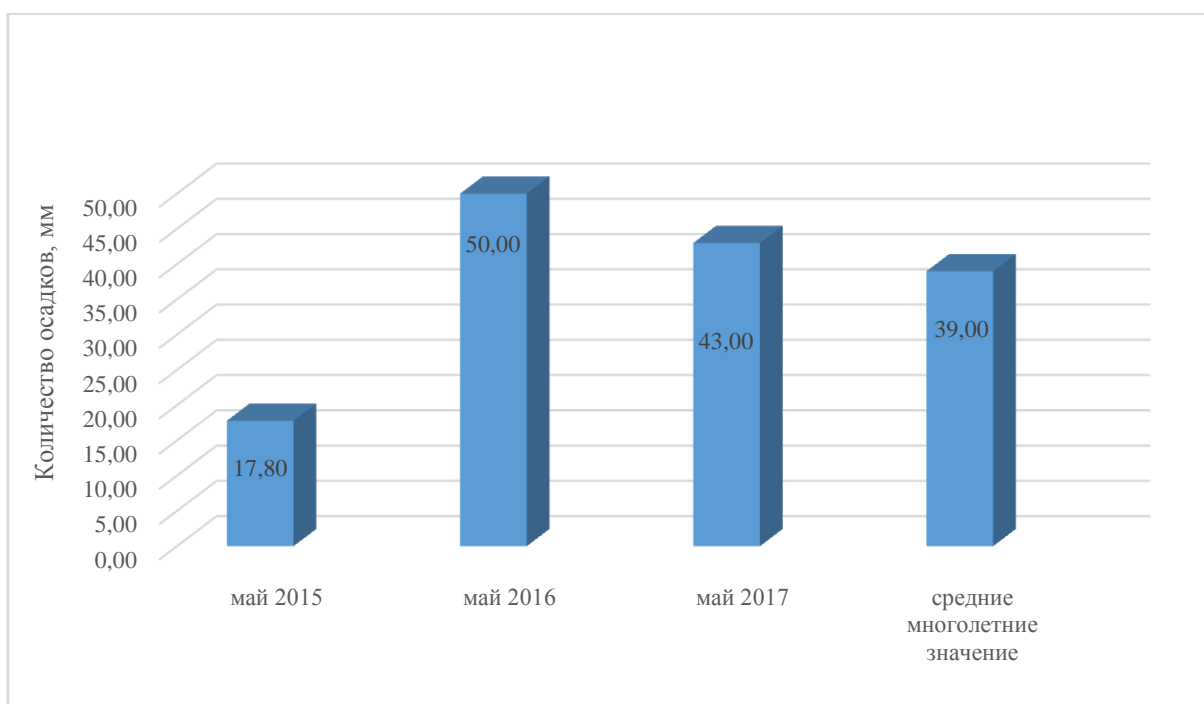


Диаграмма 1 - Сумма осадков в мае по годам

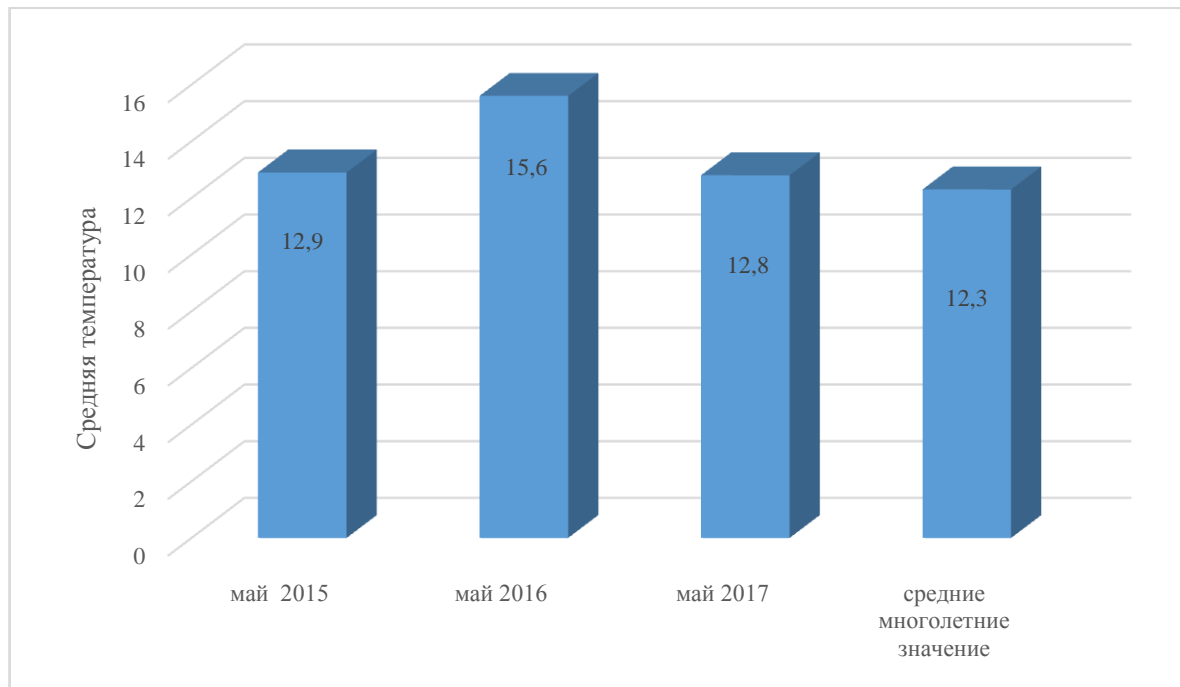


Диаграмма 2 – Средняя температура в мае по годам

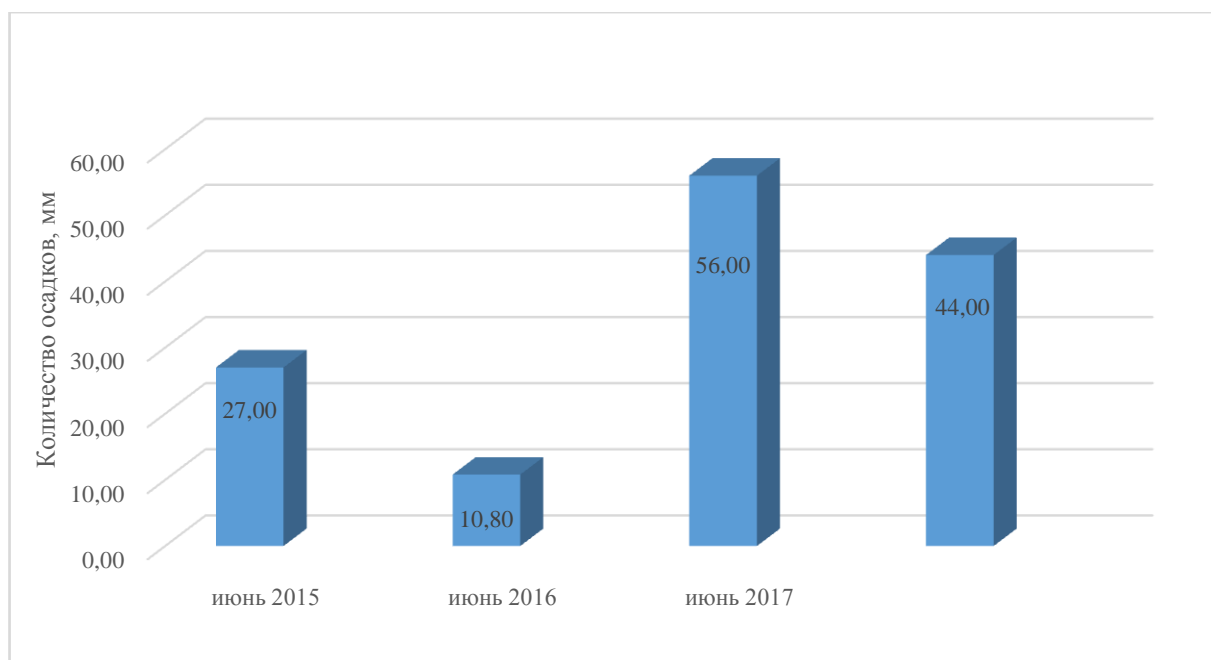


Диаграмма 3 – Количество осадков в июне по годам

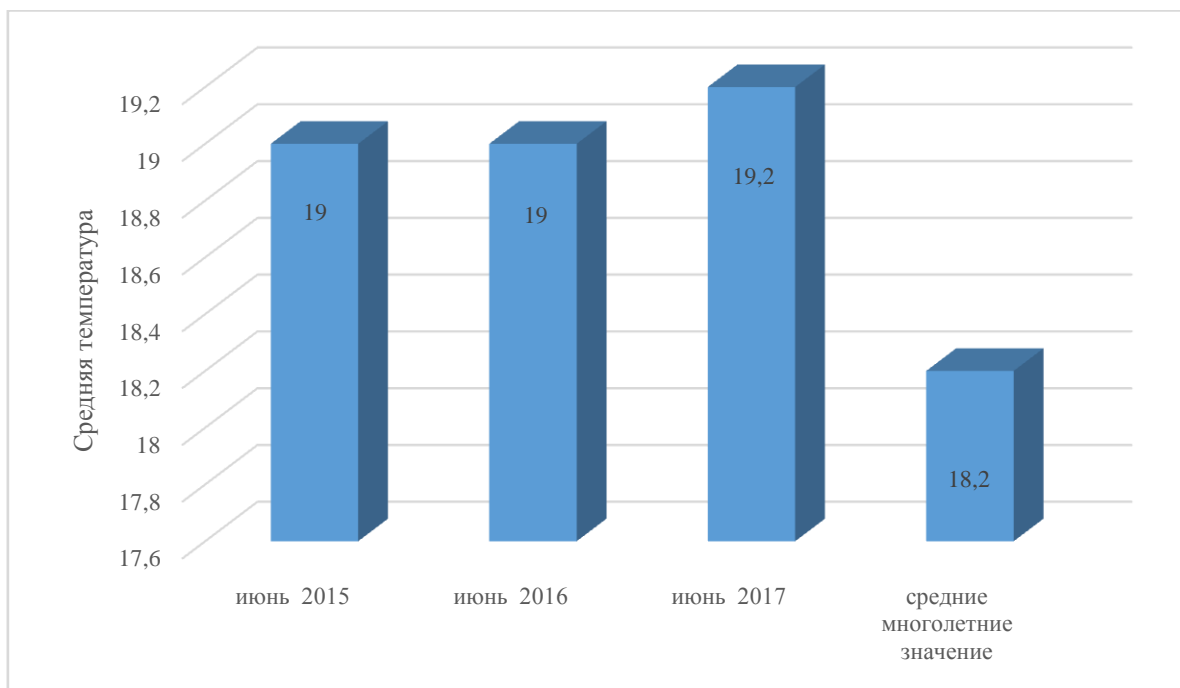


Диаграмма 4 – Средняя температура в июне по годам

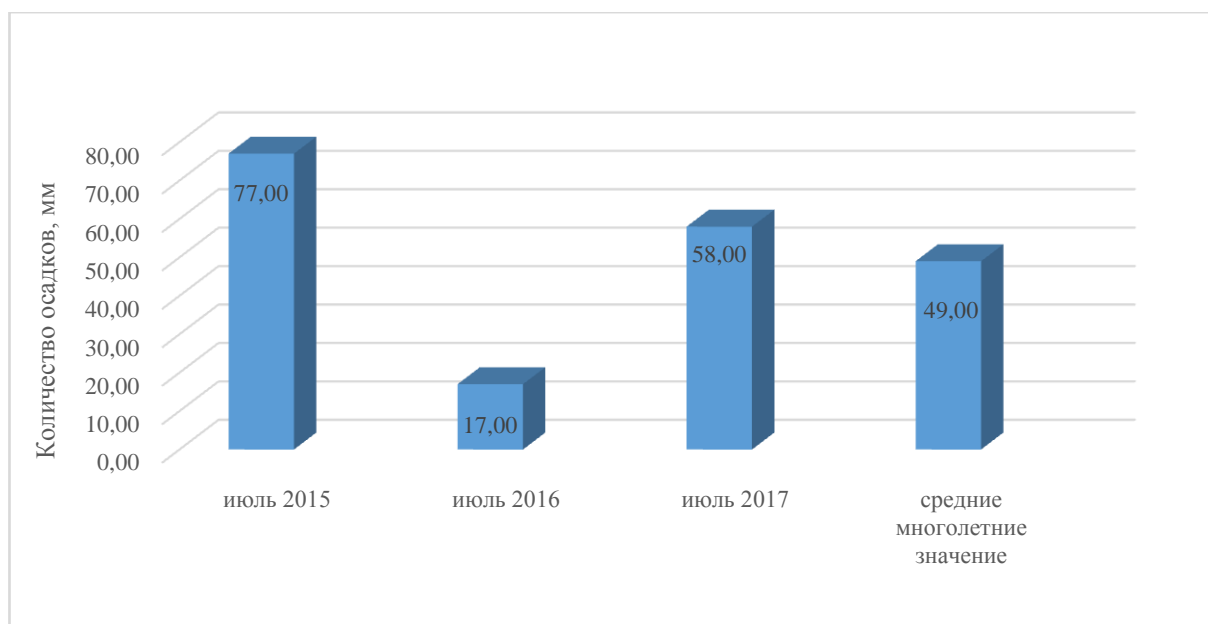


Диаграмма 5 – Количество осадков за июль по годам

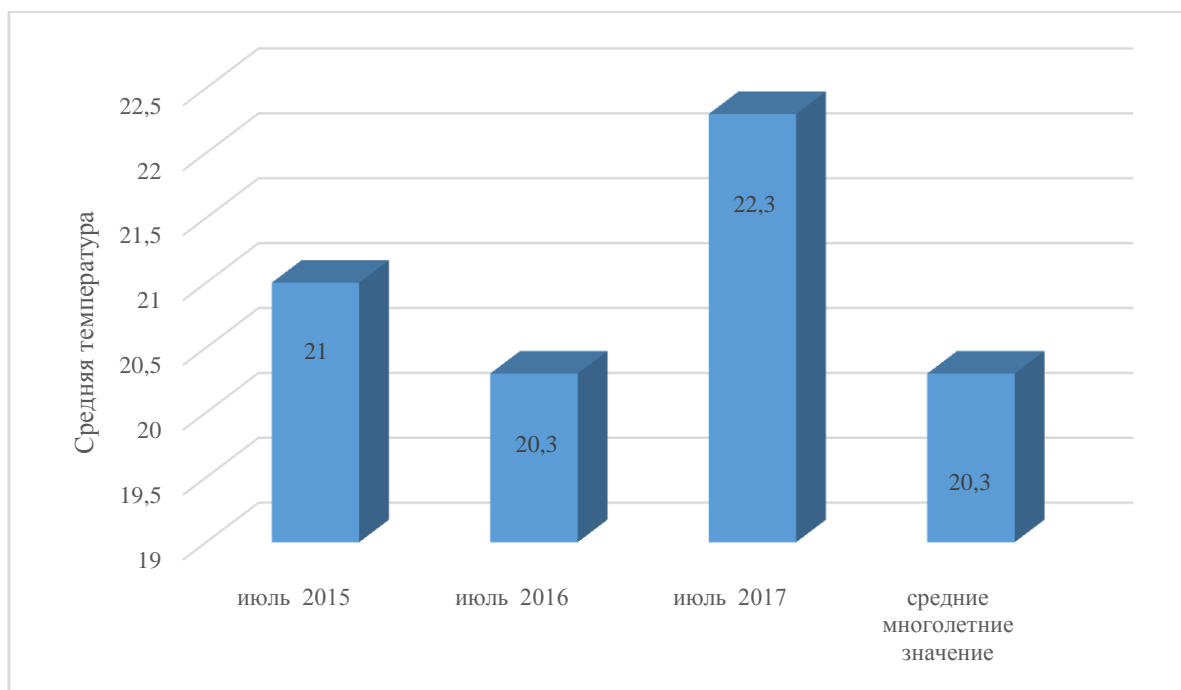


Диаграмма 6 – Средняя температура за июль по годам

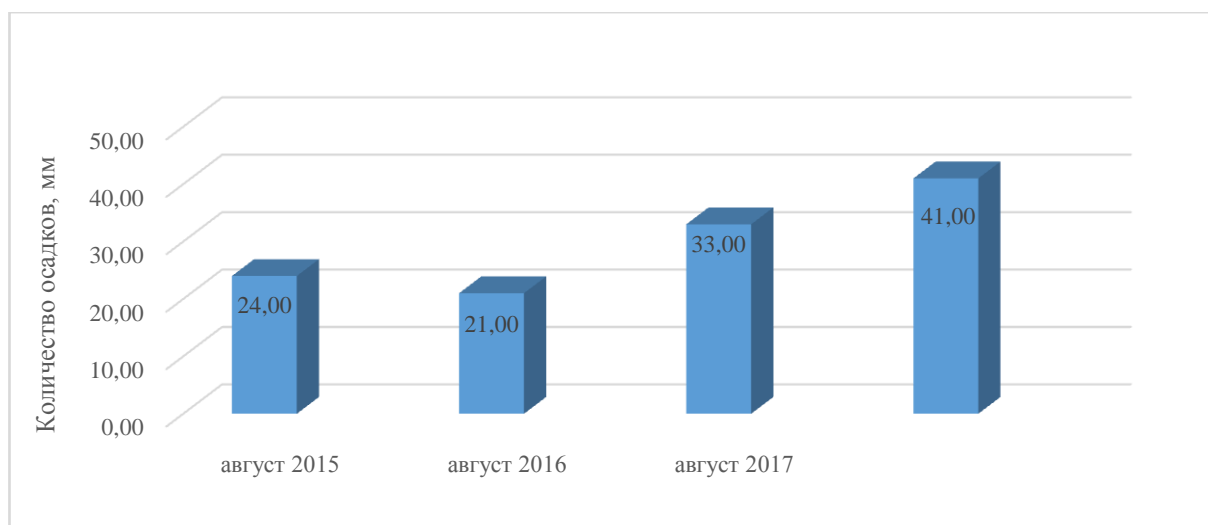


Диаграмма 7 – Количество осадков за август по годам

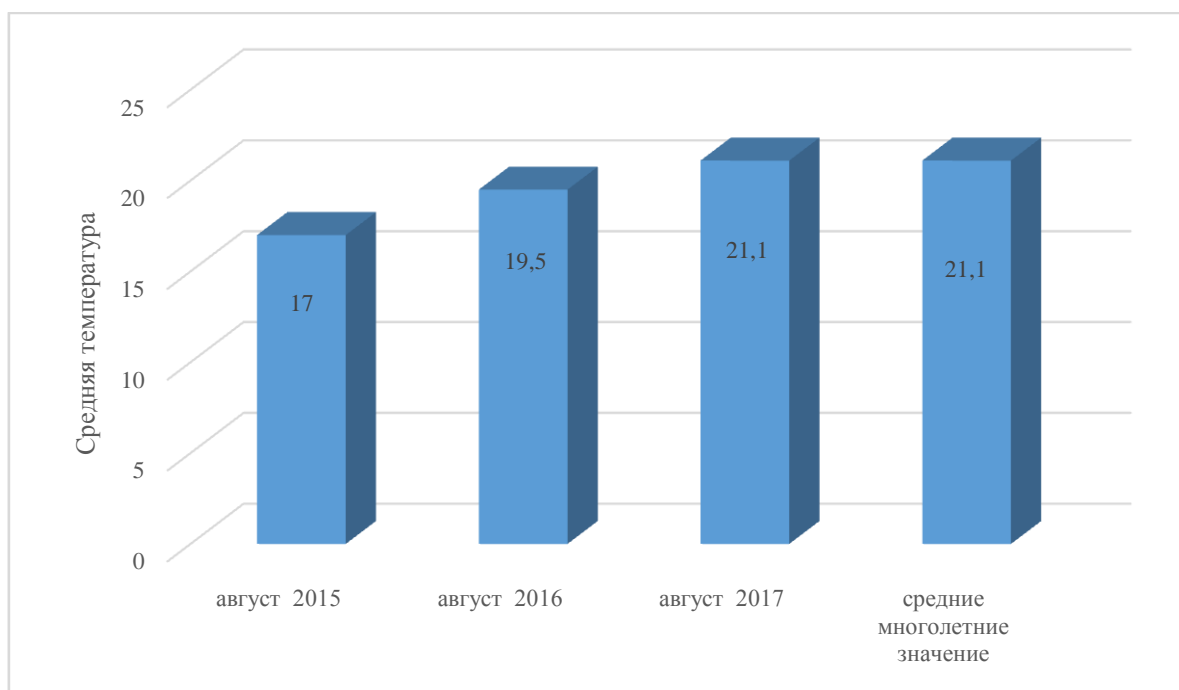
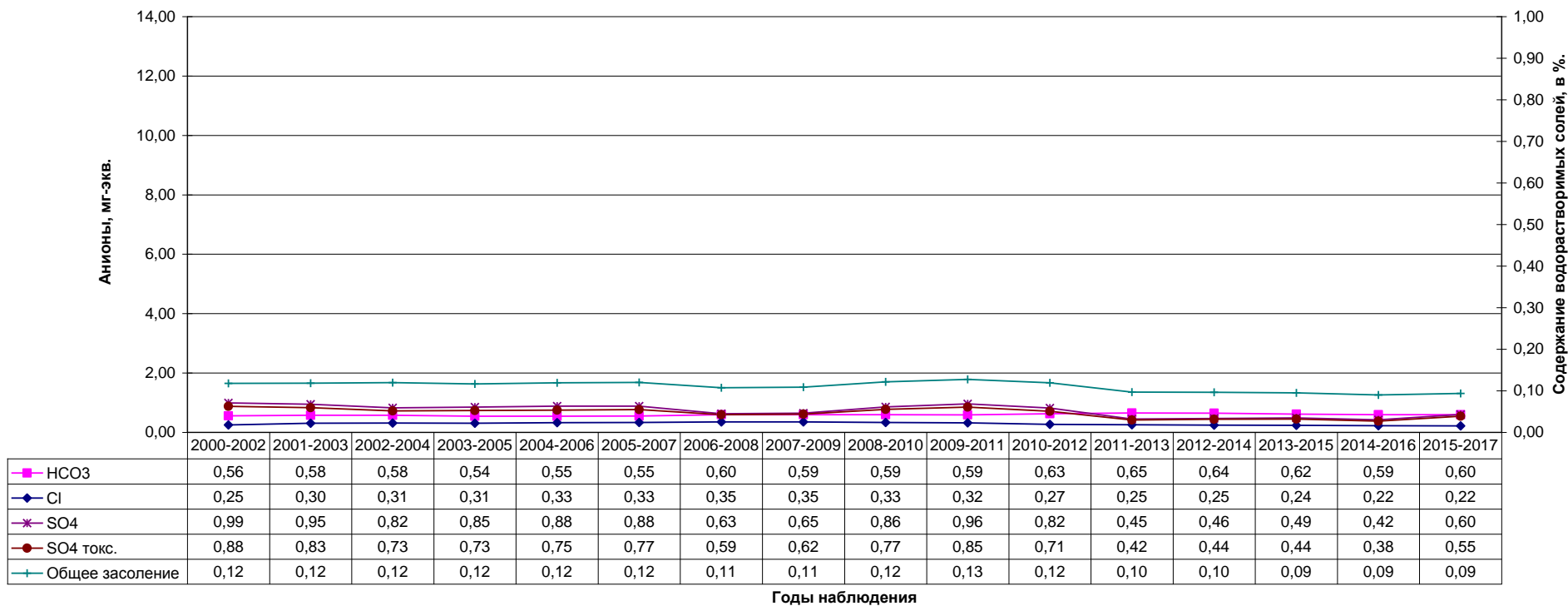
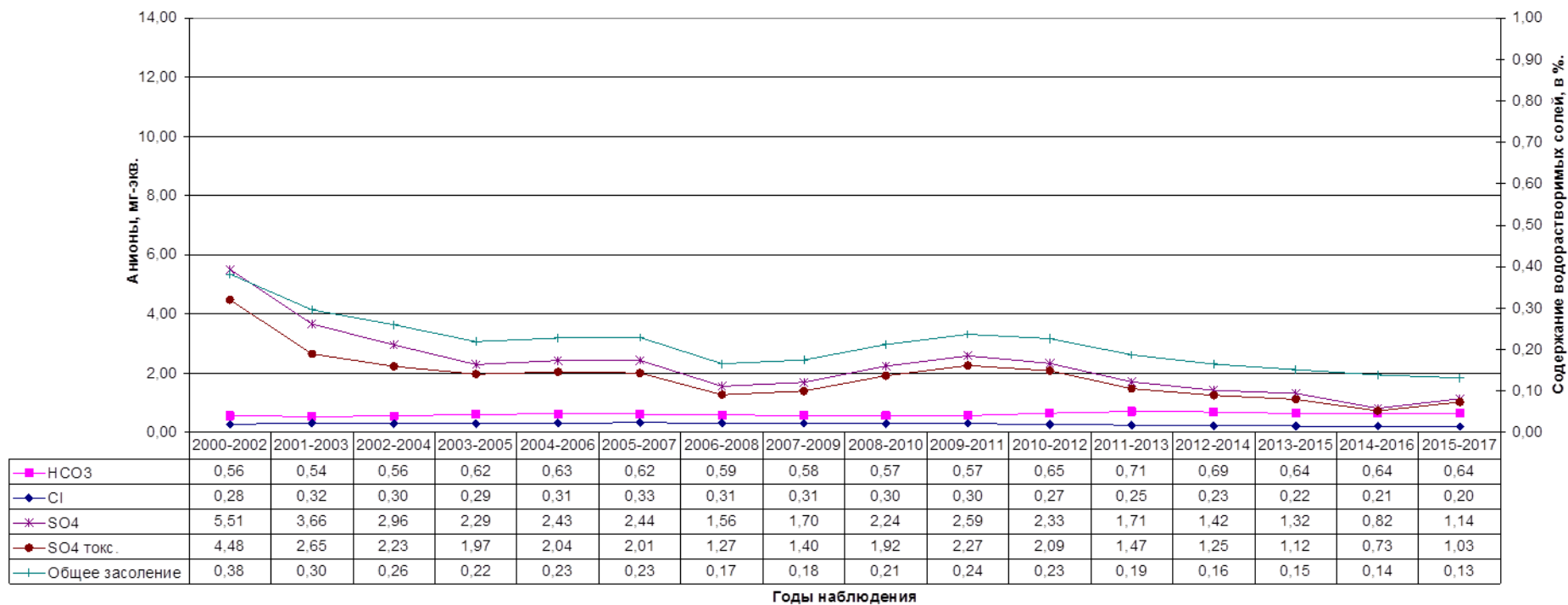


Диаграмма 8 - Средняя температура за август по годам

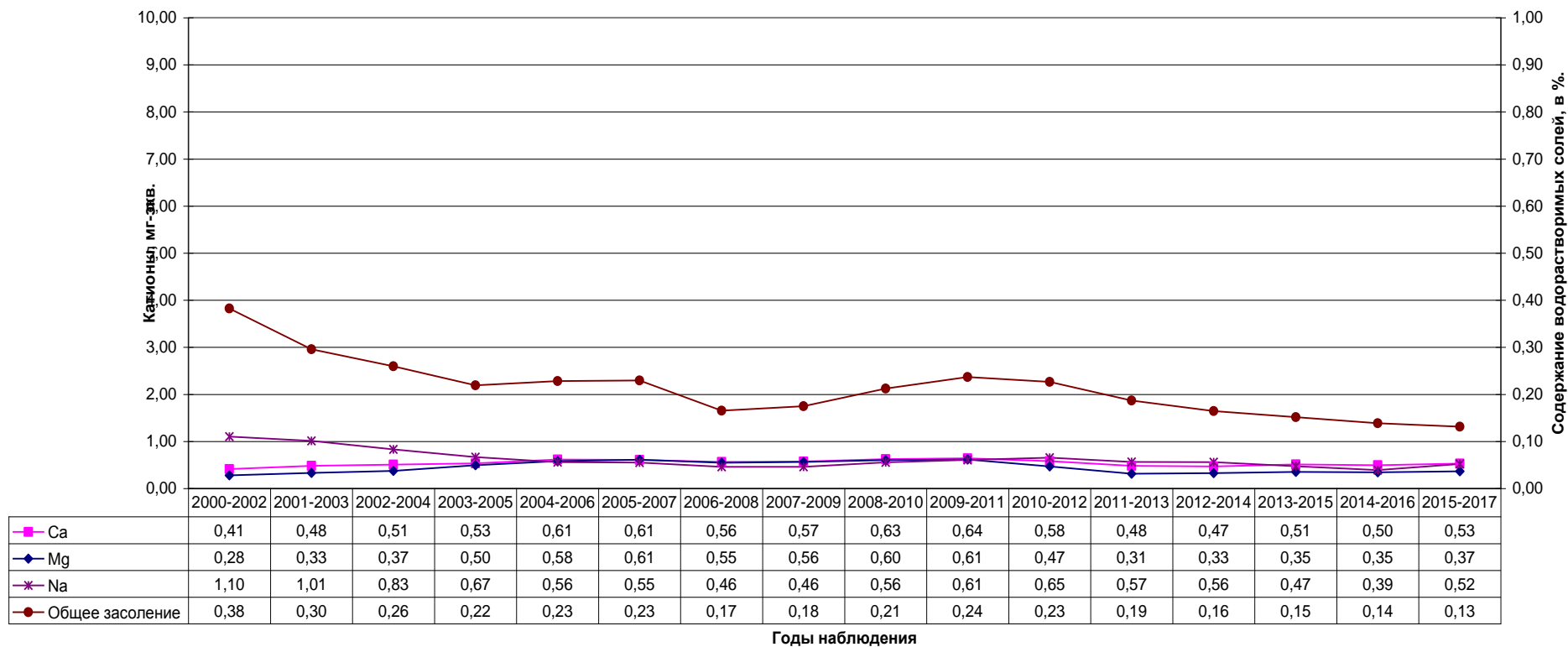
Среднее содержание анионов по годам. Слой 0-100 см. ДП 32.



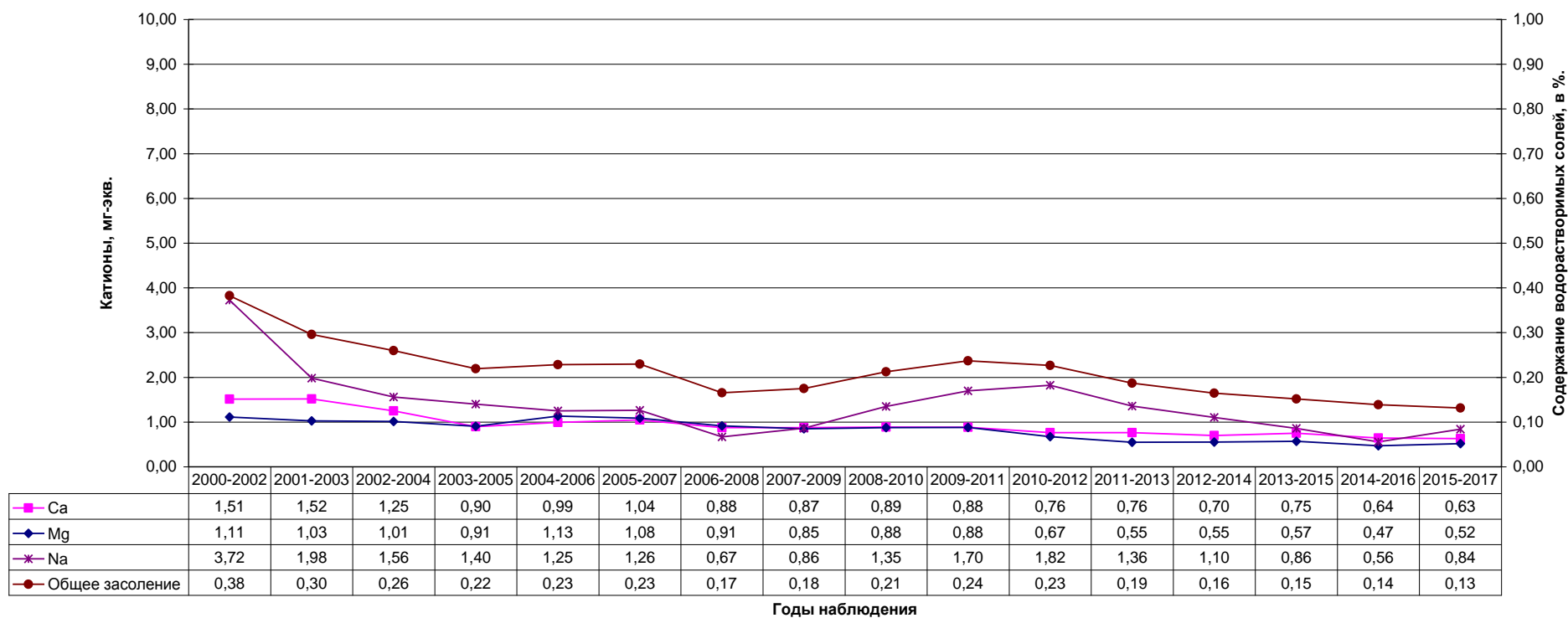
Среднее содержание анионов по годам. Слой 100-200 см. ДП 32.



Среднее содержание катионов по годам. Слой 0-100 см. ДП 32.



Среднее содержание катионов по годам. Слой 100-200 см. ДП 32.



Отбор образцов почвы



Продолжение приложения 3
Отбор образцов почвы



Продолжение приложения 3
Транспортировка почвенных образцов в химическую лабораторию



Продолжение приложения 3
Измерение уровня грунтовых вод

