

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

КАФЕДРА «АГРОНОМИЯ»

О.З. Арова

Л.А. Шевхужева

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

для обучающихся направления подготовки 35.03.04 Агрономия

Черкесск

2023

УДК 633/635
ББК 41/42
А 84

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СКГА.
Протокол № 24 от «26» 09. 2022 г.

Рецензенты:

Гедиев К.Т. – к. э. н., профессор кафедры «Агрономия»

Горяников Ю.В. – к.с/х.н., доцент кафедры «Агрономия»

А84 Арова, О. З. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия / О.З. Арова, Л.А. Шевхужева. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2023г. – 172 с.

Настоящее издание разработано как для аудиторной, так и для самостоятельной работ обучающимся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия.

Изложены основные вопросы, знания которых необходимы для программирования урожаев сельскохозяйственных культур

УДК 633/635
ББК 41/42

© Арова О.З., Шевхужева Л.А., 2023
© ФГБОУ ВО СКГА, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение		4
Лекционные и практические работы		
Лекция 1.	Введение. История развития «математического программирования урожаев», предпосылки возникновения	6
Лекция 2	Теоретические основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур	10
Практическая работа 1	Методология проектирования компьютерных систем при программировании урожаев сельскохозяйственных культур	21
Лекция 3	Агрометеорологические основы программирования урожаев	31
Практическая работа №2	Агротехнические и технологические основы получения программируемых урожаев	35
Лекция 4	Биологические факторы получения запланированной урожайности	42
Практическая работа 3	Биологические факторы получения запланированной урожайности	45
Лекция 5	Агротехнические и технологические основы получения программируемых урожаев	53
Практическая работа 4	Определение норм удобрений под запланированный урожай	58
Лекция 6	Программирование урожайности основных сельскохозяйственных культур	90
Практическая работа 5	Расчет компонент прогнозируемой урожайности сельскохозяйственных культур	96
Практическая работа 6	Проектирование систем удобрений в севообороте	114
Практическая работа 7	Определение эффективности предложенных вариантов программирования урожаев	142
Входной тестовый контроль		147
Тесты		150
Вопросы и задачи для оценки знаний		161
Рекомендуемая для изучения дисциплины литература		170

ВВЕДЕНИЕ

Цель освоения дисциплины «Прогнозирование урожаев сельскохозяйственных культур» заключается в подготовке обучающихся к использованию методов программирования урожайности сельскохозяйственных культур при разработке современных технологий выращивания урожаев при различных природно-климатических условиях, в сельскохозяйственном производстве и в научно-исследовательских учреждениях.

Изучение дисциплины строится исходя из требуемого уровня базовой подготовки в области выращивания растениеводческой продукции с применением традиционной технологии на базе знаний земледелия, почвоведения, агрохимии, агрометеорологии и других дисциплин агрономического цикла.

Учебное пособие по изучению дисциплины разработано в соответствии с требованиями, установленными в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия.

В ходе изучения дисциплины «Организация производства и предпринимательства в АПК» решаются следующие задачи:

При этом задачами дисциплины являются:

- освоение основных принципов программирования урожайности сельскохозяйственных культур;
- изучение методологии расчета уровней программируемой урожайности;
- изучение методологии расчета фотометрических показателей и их влияние на программируемую урожайность сельскохозяйственной культуры;
- изучение методов расчета норм удобрений на заданный уровень урожайности, построение системы удобрений;
- изучение биологических особенностей сельскохозяйственных культур, для оценки их влияния на уровень урожайности при заданных природно-климатических условиях;
- овладение современными технологиями получения экономически оправданных высоких и гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур.

В работе предлагается комплекс лекций и практических работ, позволяющих обучающемуся успешно овладеть знаниями в организации и управлении получения запланированного урожая и оценки себестоимости затрат на цикл технологий по получению запланированного уровня урожая.

Лекционные и практические работы предназначены для освоения особенностей выращивания сельскохозяйственных культур, поиска наиболее оптимального варианта по получению желаемой урожайности. Лекционные занятия имеют целью дать обучающемуся комплекс научно-обоснованных знаний, необходимых для понятия природы организации и особенностей ведения успешной предпринимательской деятельности в сфере АПК, на

практических занятиях осуществляется закрепление знаний и умений, вырабатываются навыки, необходимые для эффективного ведения агробизнеса. Особое внимание уделено вопросам формирования земельной территории, формирования и использования средств производства, особенностей организации и использования результатов анализа хозяйственной деятельности предприятия.

Для самостоятельной работы в пособии имеются вопросы, которые необходимо проработать обучающимся для восполнения знаний усвоенных в ходе аудиторных занятий. Для проверки качества их усвоения, приведены контрольные вопросы и различные задачи.

Учебное пособие может быть использовано как в учебном процессе, так и для самостоятельного изучения дисциплины.

ЛЕКЦИЯ 1

Тема: *Введение. История развития «математического программирования урожаев», предпосылки возникновения*

Цель: *ознакомление с предпосылками возникновения и этапами развития математического программирования урожаев.*

Задачи: *усвоение материала, оценка направлений и перспектив развития математического программирования урожаев сельскохозяйственных культур*

Основные понятия по лекции:

Программирование урожая – это разработка комплекса взаимосвязанных мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых обеспечивает получение рассчитанного уровня урожайности сельскохозяйственных культур заданного качества при одновременном повышении плодородия почвы и удовлетворения требований охраны окружающей среды.

Математическое программирование урожаев – это определение продуктивности земли по почвенно-климатическим ресурсам и разработка интенсивных технологий возделывания, обеспечивающих наиболее полное использование генетического потенциала гибридов и сортов сельскохозяйственных культур.

Программирование урожаев сельскохозяйственных культур – предполагает развитие интегрированного метода оценки роли и значимости различных факторов среды и их взаимодействие в процессе формирования урожая с целью принятия оптимальных хозяйственных решений и опирается на достижение большинства смежных наук: физиология растений, земледелие, растениеводство, почвоведение, агрохимия, метеорология, агрофизика, математика, экономика, статистика, кибернетика.

Основная цель дисциплины заключается в том, чтобы дать студенту комплекс знаний, позволяющие ему перейти к широкому использованию в своей профессиональной деятельности количественные модели и ЭВМ, для оперативной обработки больших массивов информации, содержащие экспериментальные данные о факторах, влияющих на рост растений, осуществляя выборку наиболее оптимальных их комбинаций для проведения агромероприятий, направленных на получение запрограммированных урожаев.

Основные задачи дисциплины:

– по заблаговременно составленной программе рассчитать производственный процесс растений с учетом физико-географических, почвенно-климатических, экономических условий зоны и биологических особенностей растений;

– достижение максимального урожая высокого качества с низкой себестоимостью при минимальных затратах труда, времени, материально-технических и других ресурсов;

- на основе многофакторных полевых экспериментов и методов математического программирования воспроизвести характер взаимодействия основных факторов в процессе формирования урожая в форме модели;
- математическое моделирование и разработка программ для ЭВМ;
- модель воплотить в технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте;
- практическое применение разработанной программы в производственных условиях и уточнение исходных функциональных моделей программирования урожая.

В настоящее время программированию урожаев сельскохозяйственных культур, как объекту научного исследования уделяется большое внимание. Этому факту способствует (если одним предложением) необходимость обеспечения все растущего населения продуктами питания. Использование программного подхода в задании объемов будущего урожая позволяет целенаправленно получить экономически оптимальный его объем при заданных условиях. Такая постановка вопроса, уже начиная с введения полей севооборота, преследует решение главной задачи, целенаправленного обоснования заданного объема урожая и ее обязательного получения. В итоге не только выполняются взятые экономические обязательства, но и используется биологический потенциал земли с учетом балансов питательных веществ, природно-климатических условий.

Сегодня, наши знания в области программирования урожаев достаточно ограничены, но с открытиями в области микроэлектроники, программирования, приборостроения и машиностроения мы получаем новые знания и возможности в этой области.

Перспективность программирования урожаев, например, можно обосновать и тем фактором, что сегодня имеется возможность, в лучшем случае, использовать только до 4% ФАР. Меняется использование удобрений, отдавая преимущества биологическим и органическим удобрениям, внедряются в производство новые технологии растениеводства, такие как точное земледелие, зеленые технологии, системы картирования урожайности и дифференцированного внесения удобрений и т.д.

Приоритет метода программирования принадлежит нашей стране. Первые целенаправленные опыты по получению заранее рассчитанных урожаев проведены в 30-х годах прошлого века известным селекционером-картофелеводом Л.Г. Лорхом, а также М.С. Савицким.

Суть разработанных программ заключалась в том, что они полностью соответствовали биологическим особенностям роста и развития растений.

Г.Г. Лорх, подробно изучив динамику накопления сухого вещества картофеля, разработал график его нарастания и в соответствии с ним регулировал питание, водоснабжение, углекислотный обмен. В результате сбор клубней составил 528 ц/га. В дальнейшем, основываясь на этих опытах, Л.Г. Лорх довел сбор клубней с гектара до 700 ц.

Несколько иной была система решения поставленной задачи у М.С. Савицкого. Он заранее составил структурную формулу урожая,

включающую густоту стояния растений, число продуктивных стеблей, колосьев, зерен в колосе, массу 1000 зерен. Затем была рассчитана доза удобрений и потребность в воде.

Руководствуясь структурной формулой, как рабочей гипотезой для синтеза урожая, намеченная его величина практически была получена. Урожайность озимой пшеницы сорта Московская 2411 в опыте составила 99,8 ц/га при запрограммированных 100 ц/га.

В 1971 г. профессора А.А. Климов, Г.Е. Листопад, Г.П. Устенко, Волгоградского СХИ публикуют первую в стране монографию «Программирование урожая (Постановка и обоснования проблемы)», в которой предлагается как вариант решения крупной фундаментальной проблемы современного земледелия, новый научный метод, позволяющий на основе общей концепции связывать между собой обширные знания, накопленные наукой и передовой практикой в области современной биологии (физиология растений, селекция и семеноводство, генетика, морфофизиология и др.) и агрономии (земледелие, растениеводство, агрохимия и др.), чтобы в каждом конкретном случае находить наиболее выгодные оптимальные их сочетания и тем достигать наибольших урожаев и других производственных результатов.

В 70-е годы в СССР сформировались несколько крупных центров в этой области и ими были достигнуты значительные успехи: Тимирязевская МСХА, институт почвоведения и фотосинтеза, Волгоградский сельскохозяйственный институт, агрофизический институт в Ленинграде, Горский СХИ, Ставропольский СХИ и другие.

Наиболее активно внедрялись интенсивные технологии с элементами программирования урожая в хозяйствах Северного Кавказа и Нижнего Поволжья: если в 1978 году по соответствующим программам сельскохозяйственные культуры возделывались на площади 850 тыс.га, то в 1984 году достигли почти 4 млн. га.

Важные теоретические разработки по повышению фотосинтетической продуктивности полевых растений были выполнены под руководством А.А. Ничипоровича; К.П. Афендулов в условиях Украины обосновал рекомендации по рациональному применению удобрений под планируемый урожай, которые применялись на площади около 5 млн.га.

В Латвийском НИИ земледелия и экономики сельского хозяйства была разработана информационно-вычислительная система "почва - урожай", состоящая из банков данных, постоянно пополняющихся детальной информацией о плодородии почв, истории полей, урожайности всех основных культур, выносе с урожаем питательных веществ из почвы, содержании в органических удобрениях элементов питания и т.д. С целью уменьшения количества хранящихся данных многие нормативы были заданы в виде функциональных зависимостей. Для составления банка данных и нормативов были использованы все доступные источники информации: данные агрохимического обследования почв, полевых опытов, рекомендации

лучших хозяйств и др. Рекомендации по применению удобрений составляются с помощью ЭВМ практически для всех хозяйств Латвии.

Коллективом авторов ЮжНИИГиМ и научно-исследовательских учреждений Северного Кавказа (Кан, Бурдюгов, Балакай и др., 1985) создана региональная система программирования урожаев, основанная на алгоритмах планирования агрокомплекса (АПА). Практическое его применение заключалось в вводе данных о состоянии поля, в программный комплекс включающий в себя индивидуальные особенности поля, технические возможности хозяйства, прогноз метеоусловий. Итог – индивидуальный план работы с полем, повышение урожайности за счет особенности поля и погодных условий. Опыт широкого применения этого метода в хозяйствах Северного Кавказа показал, что своевременное и качественное выполнение всего комплекса агротехнических мероприятий обеспечивает получение 60 ц/га озимой пшеницы, свыше 40 – зерна кукурузы, 600 ц/га – зеленой массы многолетних трав и кукурузы на силос.

Научный совет по проблемам почвоведения и мелиорации почв совместно с секцией «Теоретические проблемы земледелия будущего» АН СССР провели в декабре 1971 г. на базе Волгоградского сельскохозяйственного института первое в истории Всесоюзное совещание по проблеме «Оптимальное программирование урожая сельскохозяйственных культур».

Академик И.С. Шатилов, обосновал дальнейшее развитие программирования урожаев с использованием экологических, биологических, агротехнических условий возделывания культур.

В настоящее время созданы научно-исследовательские центры различного профиля в Голландии (разработка количественных моделей продукционного процесса), Великобритании (институт тепличных культур), на Филиппинах, в Мексике, Перу, Колумбии, Индии, Нигерии, в США.

Программирование урожая должно основываться на научно обоснованном прогнозировании поэтапного его формирования, предусматривать возможные приемы и средства оптимизации основных факторов жизни растений с целью управляющих воздействий на процессы формирования урожая на основе оперативной информации, обрабатываемой ЭВМ по специальным компьютерным программам

Развитие дисциплины Программирование урожаев сельскохозяйственных культур и применение плодов исследования в этой области базируются на:

1. Достижения научно-технической революции в области физиологии растений, микробиологии, агрохимии, мелиорации земель, селекции современных высокоинтенсивных сортов, создание новых видов и форм удобрений – послужили основой для разработки рекомендаций по интенсивным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур. Успехи в трансгенетике и кибернетике доказали необходимость создания различных моделей;

2. Совершенствование материально-технической базы – развитие химической промышленности (производство минеральных удобрений, средств защиты растений), машиностроение (трактора, сельскохозяйственные машины, комбайны), электронная промышленность (компьютеры, интернет);

3. Демографическая ситуация – общее число людей, живущих на Земле, достигло в июне 2022 года более 8 млрд. человек. По данным ООН за чертой бедности находится 1,2 млрд. человек. Стоит задача повышения мирового сбора пшеницы на 40 %, а кукурузы на 45 %.

Один из механизмов достижения стоящей задачи – интенсификация земледелия, с использованием программных методов.

Вопросы

1 История развития науки – «Математическое программирование урожая».

2. Понятие – «Программирование» и «Математическое программирование урожаев».

3. Основные цели и задачи дисциплины «Математическое программирование урожаев».

4. Предпосылки для создания «Математического программирования урожаев».

ЛЕКЦИЯ 2

Тема: Теоретические основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур

Цель: ознакомление с принципами программирования урожаев сельскохозяйственных культур.

Задачи: усвоение материала, изучение принципов программирования урожаев сельскохозяйственных культур, особенностей планирования, прогнозирования и программирования урожаев, методов программирования урожая сельскохозяйственных культур, определения уровня урожайности при программировании, изучение основ программирования урожаев

И.С. Шатилов (1970) на основе обобщения научных опытов по фотосинтезу, минеральному питанию, водному режиму, продуктивности растений в посевах, использованию посевами ФАР для формирования урожаев обосновал экологические, биологические и агротехнические основы программирования урожаев. Им предложены десять принципов программирования.

Первые пять принципов предназначены для определения величины возможного урожая на основе:

- 1) биоклиматических показателей;
- 2) прихода ФАР и использования ее посевами;

3) определения потенциальных возможностей культуры или сорта применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям;

4) фотосинтетического потенциала посевов;

5) всестороннего учета и правильного применения основных законов и закономерностей земледелия и растениеводства;

Остальные принципы составляют технологическую схему программированного возделывания культур:

6) разработка системы удобрения с учетом эффективного плодородия почвы и потребности растений в питательных элементах, обеспечивающих получение запрограммированного урожая высокого качества;

7) разработка комплекса агротехнических мероприятий для каждой культуры, направленных на получение запрограммированных урожаев;

8) обеспечение оптимальной влагообеспеченности посевов;

9) разработка конкретных мер по борьбе с болезнями и вредителями растений;

10) использование ЭВМ для определения оптимального варианта агротехнических комплексов, обеспечивающих получение высокого урожая.

Первый принцип программирования урожаев состоит в том, что бы определить биогидротермический показатель продуктивности фитомассы по приходу радиации, продуктивной влаги, сумме температур и продолжительности периода вегетации для конкретной географической зоны или даже на различных полях хозяйства. Гидротермический показатель – совокупность двух метеофакторов – теплового и влажностного, которые определяют размеры и качество урожая.

Второй принцип программирования урожаев заключается в том, что его уровень определяется по коэффициенту использования растением фотосинтетически активной радиации (ФАР). Каждый килограмм сухой органической массы в среднем аккумулирует 4 тысячи ккал (с небольшим различием по видам). Зная приход ФАР за период вегетации, можно поставить задачу усвоения (накопления) культурными растениями, например 2 или 3% ФАР, а на основе этого показателя определить потенциальную урожайность культуры (сорта).

А. А. Ничипорович разделил посеvy сельскохозяйственных культур по использованию ФАР на следующие группы: обычные – 0,5–1,5%, хорошие – 1,5–3,0%, рекордные – 3,5–5,0% и теоретически возможные – 6–8%. В орошаемых условиях при непрерывном использовании пашни посредством сочетания основных и промежуточных культур в севооборотах теоретические параметры становятся практическими. В связи с чем возникает необходимость применительно к различным почвенно-климатическим зонам планеты, разработать приемы и методы агротехники, вывести сорта, которые при высокой агротехнике обеспечивали бы использовали не 2-3%, как в настоящее время, а 4-5% ФАР, приходящейся на единицу поверхности за весь период вегетации, разработать агроприемы, обеспечивающих усвоение посевами 3% и даже 5% ФАР за период со средне суточными температурами выше 10°C. Подсчитано, что в этом случае программируемый урожай

биомассы (сухая масса, ц/га) может составить для широты Петербурга – 250, Москвы – 312, Ставрополя – 410, Арзгира – более 500. Данные показатели являются ориентирами.

Для получения высоких урожаев также необходимо оптимизированная, дольное внесение различных видов удобрений с учетом особенностей роста и развития растений, оптимизировать следует также условия водоснабжения. Экспериментально подтверждено, что использование вышеотмеченных условий позволяет обеспечивать усвоение посевом заданного количества ФАР и получение запланированного урожая.

Третий принцип программирования урожаев – определение потенциальных возможностей культуры или сорта применительно к условиям, где предполагается возделывать культуру или сорт. Данные получают непосредственным экспериментальным путем. Можно также использовать характеристики сорта по результатам сортоиспытания.

Четвертый принцип программирования урожаев заключается в том, чтобы на поле, занятом растениями, сформировать такой фотосинтетический потенциал (ФП), который будет способен обеспечить запрограммированный уровень урожайности.

Пятый принцип программирования урожаев состоит в необходимости правильно применять законы земледелия и растениеводства.

Урожайность – величина интегральная. Она обуславливается как биологическими особенностями, так и условиями выращивания культуры. При программировании урожаев необходимо руководствоваться следующими основными законами земледелия и растениеводства:

1) **Закон равнозначности, или незаменимости, факторов.** Для нормальной жизнедеятельности растений исключение какого-либо даже незначительного фактора не может быть ничем компенсировано.

2) **Закон ограничивающего фактора, или закон минимума.** Любые дополнительные затраты в земледелии без учета фактора находящегося в минимуме, не могут дать должного эффекта. Закон минимума определяет систему земледелия, способы обработки почвы, проведение работ по мелиорации земель и т. д.

3) **Закон возврата.** Для поддержания плодородия почвы в нее необходимо вносить питательные элементы, потребляемые растением на создание урожая. Правильно определенные дозы дополнительно вносимых удобрений способствуют повышению плодородия почвы.

4) **Закон оптимума, или закон совокупного действия факторов.** Наивысшую продуктивность растений обеспечивает только оптимальное соотношение ряда факторов, различных в каждой зоне. С учетом конкретных условий необходимо планировать системы удобрений, сроки сева, нормы высева семян и т. д.

5) **Закон плодосмена.** При прочих равных условиях урожаи более высоки в севообороте, чем при повторных посевах или монокультуре. Но при этом необходимо учитывать, что эффективность плодосмена различных культур неодинакова.

6) **Закон критического периода полевых культур по отношению к фосфору.** Если культура в начале развития перенесла фосфорное голодание, то высокий урожай зерна даже при хорошей обеспеченности фосфором в последующий период сформироваться не может.

7) **Закон физиологических часов.** В зависимости от долготы дня и интенсивности освещения, растения ускоряют или замедляют свое развитие. У растений короткого дня период вегетации в условиях длинного дня удлиняется, а у растений длинного дня, наоборот, сокращается.

8) **Закон регуляторной системы растений.** Наивысший урожай можно получить лишь в том случае, если условия среды соответствуют требованиям растений, т. е. характеру внутренних процессов, обусловленных генотипом. Районирование культур построено на учете наличия у растений регуляторной системы. Успехи современной физиологии растений позволяют надеяться, что такие приемы, как поливы и подкормки, будут проводиться по сигналам, поступающим от растений.

Шестой принцип программирования урожаев состоит в том, что бы разработать систему удобрений с учетом эффективного плодородия почвы и потребности растений в питательных веществах, обеспечивающих получение планируемого урожая высокого качества. Для успешного выполнения этой задачи необходимы точные сведения о поступлении питательных веществ в растения по фазам развития и их распределении по отдельным органам растения. Количество же питательных веществ в почве в каждом поле хозяйства определяет агрохимическая служба. При разработке системы удобрения встречаются три возможных случая:

1) получение более высоких урожаев при внесении небольших доз удобрений с одновременным обеднением почвы питательными веществами;

2) получение сравнительно высоких урожаев и поддержание уровня эффективного плодородия почвы на исходном уровне;

3) получение предельно возможных урожаев для данного сорта в конкретной местности при одновременном повышении эффективного плодородия почвы.

Седьмой принцип программирования урожаев – разработка комплекса агротехнических приемов исходя из специфических требований культуры и сорта.

Во многих странах мира ученые разных специальностей разрабатывают модели растений, способных аккумулировать 5 процентов и более приходящей фотосинтетически активной радиации.

Для реализации потенциальных возможностей новых сортов необходимо знать их биологические и физиологические особенности и на основе этого строить агротехнику.

Восьмой принцип программирования урожаев заключается в том, чтобы в орошаемой земледелии обеспечивать потребность растений в воде в оптимальных размерах, а в богарных условиях определять уровень урожайности исходя из сложившихся климатических условий. Этот принцип основан на научной разработке режимов орошения с учетом обеспечения

оптимальной влажности почвы. В умеренной зоне на образование 1 кг зерна требуется 1 т воды.

Девятый принцип программирования урожаев состоит в том, чтобы обеспечить выращивание здоровых растений исключив отрицательное влияние на их рост и урожайность болезней и вредителей.

Десятый принцип программирования урожаев предусматривает использование математического аппарата для определения оптимального варианта комплекса агроприемов, выполнение которого обеспечит получение планируемого урожая.

Планирование, прогнозирование и программирование урожаев. Программирование урожая следует отличать от прогнозирования и планирования.

Под программированием понимают моделирование объемов будущего урожая с учетом полученных экспериментальных данных по использованию растением удобрения, особенностей технологии возделывания, орошения, сорта, защиты растений от болезней, вредителей, сорняков и полегания, создания условий по поглощению ЧПФ, погодно-климатических условий.

Планирование – эта категория экономическая и определяется комплексом организации технических и технологических мероприятий по выращиванию культуры, ее уборки, транспортировке, хранению.

Основными методами планирования (прогнозирования) являются: балансовый, расчетно-конструктивный (вариантный), экономико-математический, нормативный, программно-целевой.

Балансовый метод основан на установлении соразмерности между потребностью в ресурсах и источниками их покрытия. Балансы бывают: а) натуральные – сельхозугодий, техники, семян, удобрений и т.д.; б) стоимостные – доходы и расходы; в) труда – потребность и наличие. Обычно балансы составляются в виде таблиц, состоящих из 2-х частей (расход – потребление, приход – наличие).

В расчетно-конструктивном методе учитываются балансовый, нормативный и экономико-математический методы. Он составляется по нескольким вариантам и включает в себя глубокий анализ хозяйственной деятельности, исходит из учета всех факторов производства, обобщения научно-технических достижений. После чего выбирается лучший вариант.

Экономико-математический метод представляет собой экстраполяцию, перенос тенденции развития на перспективу, а также предполагает решение экономико-математической задачи.

Нормативный метод предусматривает использование различных норм и нормативов (на 1 га, 1 гол., единицу продукции и т.д.). Норма – это научно обоснованный уровень расхода того или иного вида производственных ресурсов (норма высева 2,2 ц/га). Норматив – обобщенная величина затрат рабочего времени, расхода производственных и денежных ресурсов в расчете на 1 га, 1 гол. (чел.-ч.; руб.).

К нормативным методам планирования относится нормативно-ресурсный метод. Он определяет объем продажи продукции по договорам.

Раньше часто объем заготовок устанавливался исходя из достигнутого уровня, что ставило отдельные хозяйства в неравные условия (тот, кто работал лучше, оказывался в худших условиях и наоборот худшему мог быть доведен меньший план). Поэтому возникла необходимость в нормативно-ресурсном методе. По нему могут устанавливаться, кроме плана продажи, отчисления в госбюджет, отчисления прибыли в централизованные фонды при необходимости, т.е. по нему планируется вся основная деятельность предприятий исходя из имеющихся ресурсов. В качестве последних выступают:

- земля (количество и качество);
- основные и оборотные фонды (материально-технические ресурсы);
- рабочая сила (трудовые ресурсы).

Прогнозирование представляет собой расчет теоретически возможного нарастания урожая, обеспечиваемого климатическими, почвенными и материально-техническими ресурсами. Оно дает возможность предсказать конечный результат по возделыванию культуры в определенных почвенно-климатических условиях. Цель прогнозирования – дать научное обоснование величины урожая при разработке планов производства сельскохозяйственной продукции.

Прогнозирование урожаев – это научно обоснованное предсказание продуктивности сельскохозяйственных культур на ряд лет или на перспективу.

Наиболее часто используемые методы прогнозирования: нормативный, экстраполяции, экспертной оценки, симптоматические, аналогии, моделирования.

Нормативный – определение будущего урожая на основе знаний норм (внесения удобрения, возможной потребленной влажности, биоклиматического потенциала и т.д.);

Экстраполяции – на основе изучения рядов динамики урожайности за 5 лет, определяют будущую урожайность;

Экспертной оценки – использование знаний экспертов получение от них информации на будущую урожайность;

Симптоматическое – связано с определением возможного урожая по различным внешним и весовым показателям, например – цвет, высота и густота стеблестояния, количество зерен в одном колосе и т.д.

Аналогии – прием, при котором на основе сходства объектов по одним признакам делают вывод об их сходстве и по другим, еще не исследованным признакам. Аналогии не дают ответа на вопрос о правильности предположения, но наводят на мысль о том или ином положении.

Моделирование – составление модели будущего урожая на основе знаний структуры и состава почвы, выноса урожаем удобрений и других факторов, влияющих на урожайность культуры.

Используются математические и статистические модели.

Математическое моделирование урожайности возделываемых культур главным образом решает задачу повышения продуктивности почвы, которое

достигается за счет отыскания оптимального уровня и соотношения факторов, влияющих на него. Математическая модель в конкретном случае строится на основании формализованных в виде уравнений регрессии производственных функций, которые выражают количественную связь урожая с факторами производства (технологические, агроклиматические и почвенные ресурсы). Производственные функции предназначены для установления пределов возможного увеличения урожайности сельскохозяйственных культур при оптимизации данных факторов или минимизации затрат ресурсов на получение заданного урожая. Математические модели используются для выбора оптимальной стратегии проведения сельскохозяйственных мероприятий: орошения, полива, внесения удобрений, выбора сроков посева или посадки растений

При использовании статистических методов прогнозирования получают уравнение множественной регрессии вида

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 \quad (1)$$

где Y – прогнозируемая урожайность озимой пшеницы;

x_1 – количество минеральных удобрений на 1 га пашни;

x_2 – количество органических удобрений на 1 га пашни, т;

x_3 – затраты труда на 1 га посева озимых;

x_4 – количество условных тракторов на 100 га пашни;

x_5 – количество комбайнов на 100 га посева зерновых;

b – свободный член уравнения;

b_i – i -тый коэффициент регрессии.

О качестве прогнозов принято судить по совокупности их сопоставления с фактической урожайностью. Наиболее простой мерой качества прогноза является относительное число случаев подтверждения прогноза фактическими данными к общему числу разработанных прогнозов

$$P = p / (p + q) \quad (2),$$

где P – коэффициент, характеризующий относительное число случаев подтверждения прогноза фактическими данными;

p – число прогнозов, подтвержденных фактическими данными;

q – число прогнозов, не подтвержденных фактическими данными.

Идеальным является случай подтверждения всех прогнозов: $p = 1$, $q = 0$, $P = 1$.

Кроме относительного числа случаев подтверждения прогноза используют ряд статистических характеристик: среднюю абсолютную и среднеквадратическую ошибку, коэффициент корреляции между прогнозными и фактическими показателями, коэффициент расхождения (коэффициент несоответствия).

Наряду с оценкой точности и качества прогноза используют оценку его надежности. Надежность прогноза определяется вероятностью его реализации. Априорная точность и надежность прогнозов могут использоваться лишь при условии, что применяемая прогностическая модель имеет серьезное теоретическое обоснование.

Практика оценки точности прогнозов урожайности зерновых культур, как мы отметили, базируется на определении отклонения фактической урожайности от прогнозируемой. Однако допустимая величина отклонения для различных классов прогноза не обоснована. Из литературных источников известна только мера отклонения фактической урожайности зерновых культур в текущем прогнозировании - равной $\pm 7\%$

Многолетний опыт практического использования прогнозов урожайности основных зерновых культур в Краснодарском крае показал, что отклонение фактической урожайности от прогнозируемой в пределах $\pm 10-15\%$ не оказывает существенного влияния на принятие плановых управленческих решений по структуре посевных площадей.

Методы программирования урожая сельскохозяйственных культур. В настоящее время существуют следующие методы расчета урожайности:

- метод экстраполяции сложившихся закономерностей;
- биологические методы;
- методы, основанные на использовании обобщенных агроклиматических ресурсов: влагообеспеченности посевов, ФАР, биоклиматического потенциала;
- методы по качественной оценке почв (бонитировка) и агрохимических показателям;
- математико-статистический метод (регрессионные модели количественных связей урожая с факторами, обеспечивающими его);
- оптимизационные модели;
- имитационные модели;
- детерминистические модели;
- стохастические модели;
- динамические модели;
- статистические модели;
- методы, основанные на автоматизированной системе управления техническими процессами в земледелии.

Одной из наиболее продвинутых областей в математической экологии является моделирование продукционного процесса растений. Здесь математические модели используются для выбора оптимальной стратегии проведения сельскохозяйственных мероприятий: орошения, полива, внесения удобрений, выбора сроков посева или посадки растений и др.

Для полностью контролируемого тепличного хозяйства возможно построение модели, описывающей весь цикл процессов при заданных условиях. Тогда с помощью модели оптимальный "рецепт" управления культурой может быть задан полностью на все время вегетации. Если же моделируется посев в открытом грунте, на который оказывают влияние непредсказуемые погодные условия, агробиоценоз нуждается в оперативном управлении, для него используются динамические модели, допускающие оперативное изменение параметров и, возможно структуры модели в соответствии с изменениями погодных условий.

Всю систему происходящих в агробиоценозе процессов обычно представляют в виде блочной иерархической структуры. Выделяются биотический и абиотический блоки. Среди биотических процессов выделяют в отдельные блоки рост и развитие посева, функционирование почвенной микрофлоры, развитие энтомофауны, развитие болезней сельскохозяйственных культур, взаимодействие посева с сорняками и др. Абиотические блоки включают в себя модели, описывающие формирование теплового, водного режима почвы, концентрации и передвижения биогенных и токсических солей, различных остатков распада пестицидов, ростовых веществ и метаболитов в почве, концентрации углекислого газа в посевах.

Блочная структура позволяет изучать, изменять и детализировать одни блоки, не меняя других. Как правило, число параметров внутри блоков существенно больше числа параметров, которыми блоки соединяются между собой. На основе блоков синтезируются целостные динамические модели, способные прогнозировать изменение во времени ряда характерных параметров растений, в первую очередь биомассу всего растения и отдельных органов, начиная от всходов (иногда от момента посева) до завершения вегетации (созревания).

Уровень урожайности при программировании. Программирование урожайности начинается с обоснования величины возможного урожая, на который необходимо ориентироваться. Урожай формируется в процессе фотосинтеза. Уровень урожайности зависит от биологических свойств культуры или сорта, количества прихода ФАР, количества элементов питания в почве, уровня агротехники и метеорологических условий.

При программировании урожая любой сельскохозяйственной культуры обычно определяют три уровня урожайности:

- 1) потенциальный урожай (ПУ) – по приходу фотосинтетически активной радиации;
- 2) действительно возможный урожай (ДВУ) – по биоклиматическим показателям и условиям влагообеспеченности;
- 3) урожай в производстве (УП) – уровень урожайности, получаемый в производстве.

Потенциальный урожай (ПУ) – это теоретически возможный максимальный урожай, который можно получить в идеальных метеорологических условиях (до статочно воды, тепла, света). Он зависит от прихода ФАР и потенциальной продуктивности культуры или сорта.

Действительно возможный урожай (ДВУ) – это максимальный урожай, который может быть получен при реальных средне-многолетних климатических условиях. На основании обобщения результатов многолетних опытов установлено, что ДВУ составляет 60–80% ПУ.

Урожай в производстве (УП) значительно ниже ДВУ. Это объясняется тем, что ФАР и метеорологические условия максимально не используются для формирования урожая. Причины этого – неудовлетворительный прогноз погоды, недостатки в агротехнике и организации производства, наличие болезней, вредителей и сорняков в посевах сельскохозяйственных культур.

Основная задача программирования урожаев – приближение УП к ДВУ и ДВУ к ПУ. Программирование урожаев должно быть направлено к осуществлению следующих переходов: УП-ДВУ-ПУ. Для этого не обходимо провести мероприятия по улучшению согласованности потребностей растений с условиями внешней среды, при этом следует иметь в виду и экономическую эффективность проводимых мероприятий.

Качество программирования урожая в производстве следует оценивать не по абсолютному значению полученного урожая, а по разности между ДВУ и УП. Эта разность является величиной урожая, недополучаемого из-за неполного использования потенциальных возможностей повышения урожая. Эффективность программирования урожая тем выше, чем меньше разность между ДВУ и УП, т. е. меньше недобор урожая. В идеальном случае УП должен быть равен ДВУ.

Основы программирования урожаев. Повышение культуры земледелия, выведение качественно новых сортов, разработка интенсивных технологий возделывания полевых культур и другие достижения в области агрономической науки, а также накопление исходных данных о взаимосвязи с различными факторами роста и развития растений позволили сформулировать новые принципы программирования урожаев: физиологические, биологические, агрохимические, агрофизические, агрометеорологические и агротехнические. Такое разделение несколько условно, но эти принципы широко применяются в решении задачи практического программирования урожаев специалистами различных отраслей агрономической и смежных с ней наук.

Физиологические принципы программирования урожаев предусматривают формирование посевов с оптимальными показателями площади листьев, чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), фотосинтетического потенциала (ФП) и продуктивности работы ассимилирующей поверхности, обеспечивающих получение заданного урожая. Каждому уровню урожая должны быть присущи «свои» фотометрические показатели, которые заблаговременно закладывают в программу. На их основе составляют графики формирования площади листьев и фотосинтетического потенциала, в течение периода вегетации контролируют их нарастание и принимают оптимальные решения для регулирования (полного или частичного) факторами, непосредственно влияющими на рост и развитие ассимилирующих органов и динамику накопления ФП.

Биологические принципы программирования урожаев связаны:

- с оптимизацией водного, воздушного, теплового и пищевого режимов почв;
- с созданием автоматизированных систем регулируемого земледелия;
- с управлением факторами среды обитания растений и реализацией потенциальной продуктивности современных сортов сельскохозяйственных культур.

«Искусственное» растениеводство (камеры искусственного климата, теплицы и др.) уже в настоящее время носит характер контролируемого, управляемого и регулируемого объекта.

Агрохимические принципы программирования урожаев предусматривают:

– обоснование экономически оправданных доз удобрений для посевов заданной продуктивности с учетом агрохимических свойств почв, выноса питательных веществ урожаем, коэффициентов использования элементов питания из почвы и удобрений;

– получения продукции высокого качества при одновременном повышении плодородия почв, а также применение диагностики для контроля за питанием растений в агрофитоценозах.

Агрофизические принципы программирования урожаев предусматривают оптимизацию физических и физико-химических свойств почв (объемная масса, удельное сопротивление, пористость, плотность, влагоемкость, водопроницаемость, теплоемкость и др.).

Пористость в значительной степени зависит от плотности почвы. Чем почва рыхлее, тем больше ее пористость и воздухоемкость. Чтобы иметь достаточное количество кислорода в почве, необходимо сохранять ее в рыхлом состоянии. Оно соответствует объемной массе не более 1–1,2 г/см³ для суглинистых почв и не более 1,2–1,4 г/см³ для супесчаных и песчаных почв.

Агрометеорологические принципы программирования урожаев – это правильное использование климатических показателей для обоснования продуктивности посевов, прогнозирования условий вегетационного периода, полегания растений, появления и вредоносности вредителей и болезней и др.

Основные неблагоприятные факторы, которые приводят к гибели или частичному повреждению посевов озимых и зимующих культур – вымерзание, выпревание, вымокание, выдувание, зимняя засуха и ледяная корка на почве. Эти показатели могут быть использованы для программирования условий перезимовки озимых и зимующих культур.

Уровень урожая и КПД ФАР зависят от окультуренности почв, урожайности сорта, влагообеспеченности посевов, доз удобрений и других агротехнических мероприятий. Их оптимизация составляет задачу программирования урожая.

Агротехнические принципы программирования урожаев заключаются:

– в разработке и внедрении оптимальных технологий (сетевых графиков) возделывания культур, обеспечивающих своевременное и высококачественное проведение всего агротехнического комплекса работ с учетом биологических особенностей сорта.

Важные факторы при этом: нормы высева, плотность стояния растений, сроки и способы посева, режимы орошения или осушения, то есть факторы, придающие агрофитоценозу характер регулируемого и управляемого объекта. Задача программирования состоит в том, чтобы с учетом складывающихся погодных условий или материально-технических ресурсов хозяйства сформировать такие посева, которые бы при минимальных затратах труда и средств обеспечивали наивысшую продуктивность.

Контрольные вопросы

1. Основные факторы, которые легли в основу создания первых пяти принципов программирования урожая.
2. Принципы программирования урожаев сельскохозяйственных культур.
3. Основные законы земледелия и растениеводства, которые используются при программировании урожая.
4. Понятие планирования, прогнозирования и программирования урожая
5. Методы планирования, прогнозирования и программирования урожаев и их взаимосвязь

Практическая работа №1

Тема: Методология проектирования компьютерных систем при программировании урожаев сельскохозяйственных культур

Цель: обучение методологии проектирования компьютерных систем при программировании урожаев сельскохозяйственных культур

Задачи:

1. Изучение методов сбора данных по факторам, влияющим на урожайность, их систематизации и обработки с использованием различных программ;
2. Изучение экономических факторов, обеспечивающих сбор запланированного урожая.
3. Работа с программой, позволяющей программировать урожай сельскохозяйственной культуры

Теоретические сведения. Основные факторы, влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур были нами рассмотрены в лекции 2 и сгруппированы в физиологических, биологических, агрохимических, агрофизических, агрометеорологических и агротехнических факторах (принципов).

Основной задачей, необходимость решения которой обычно возникает при проектировании компьютерных систем поддержки решений, является преобразование знаний о соответствующей предметной области в понятную форму, позволяющую представить их эффективно в ЭВМ для хранения и извлечения по мере надобности. Решение данной задачи, прежде всего, предусматривает процедуру выделения самой предметной области, ее характеристических объектов и компонент, установление связей между ними и выявление специфических особенностей.

Компьютерное решение рассматриваемой задачи в свою очередь связано с необходимостью представления, формализации и четкого синтеза научных знаний и информации, накопленной в агрономии. Успех проектирования компьютерных систем поддержки

агротехнологических решений зависит от создания понятийного аппарата, обеспечивающего электронное представление и комплексирование описательных и процедурных знаний в агрономии на основе естественно-языкового общения с ЭВМ, специализированной обработки знаний и автоматического перевода их с одного языка на другой.

На сегодня многими научными центрами сельского хозяйства разработаны различные программы по получению запланированного урожая сельскохозяйственных культур.

В Агрофизическом НИИ разработаны теоретические и методологические основы построения единого компьютеризированного технологического пространства в области агрономии, предложен понятийный аппарат компьютерного описания технологических операций и агротехнологий в целом, накоплен определенный опыт создания и эксплуатации систем поддержки агротехнологических решений с помощью ЭВМ. Структурная схема формирования генерации знаний в агрономии представлена на рисунке 1.

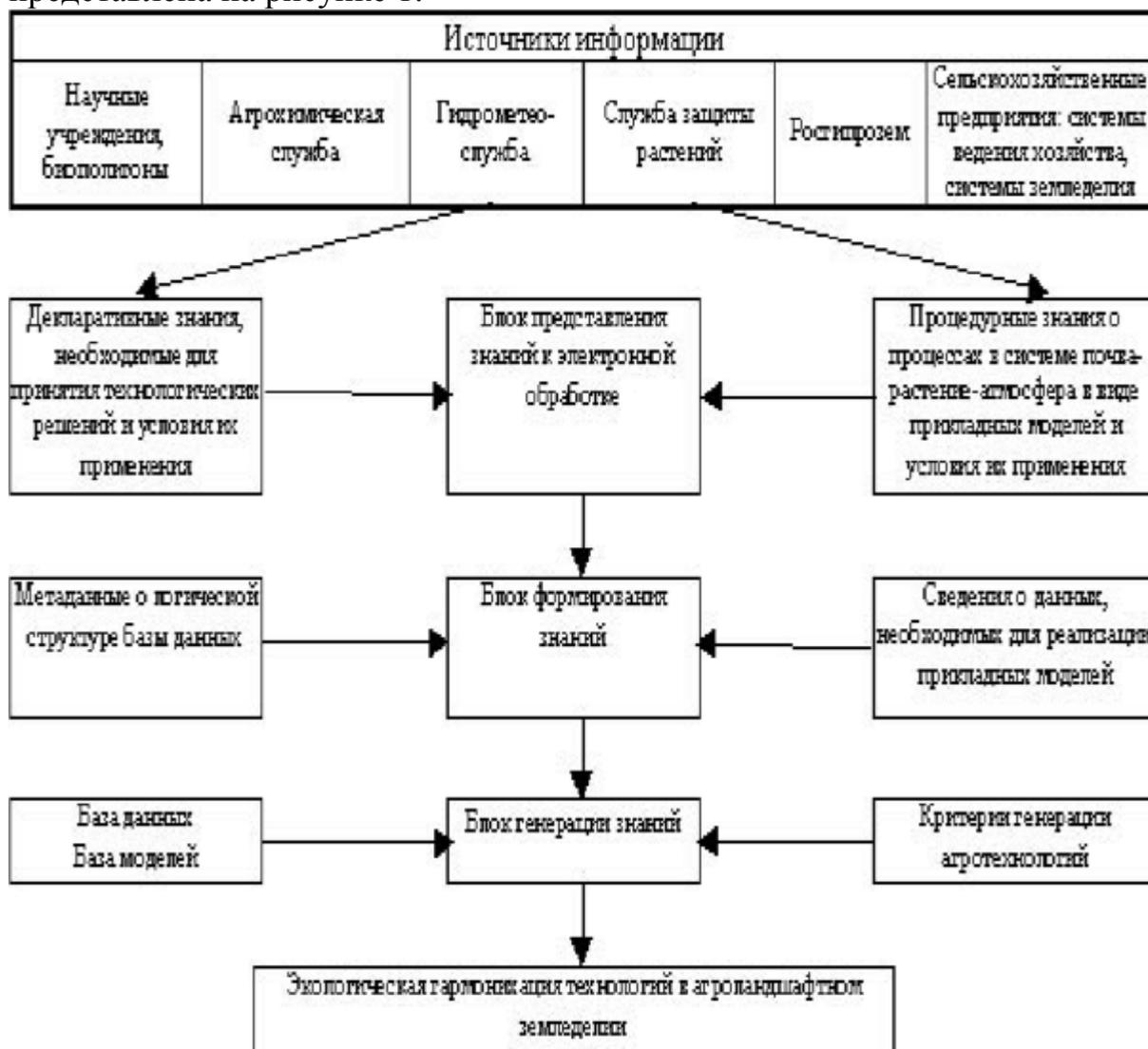


Рисунок 1 – Структурная схема формирования генерации знаний для обеспечения поддержки агротехнологических решений, разработанный Агрофизическим НИИ РФ

В.А. Духовный, С.18 А. Нерозин, Г.В. Стулина, Г.Ф. Солодкий, в работе «Программирование урожаев сельскохозяйственных культур (системный подход в приложении к мелиораций)» <http://cawater-info.net/library/rus/crop-yield-programming-ru.pdf>, предлагают многоуровневый механизм решения данной задачи, включающий решение блоков по схеме рис. 2.

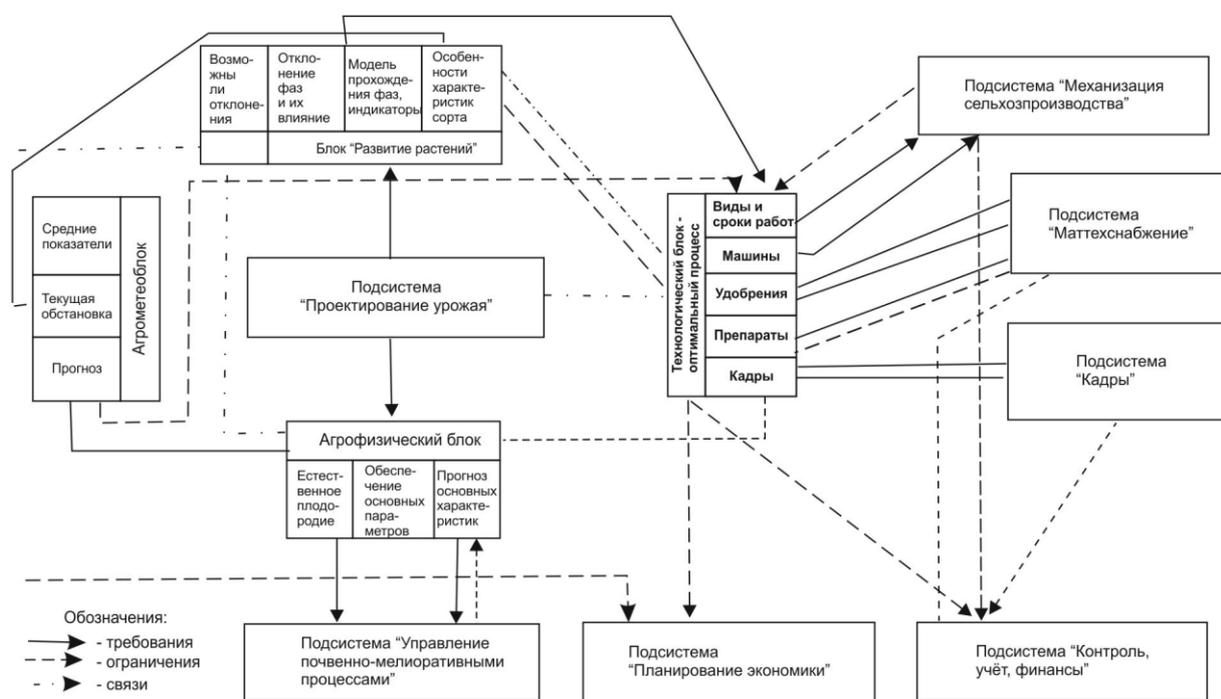


Рисунок 2– Подсистема «Программирование урожаем» [В.А. Духовный, С.18 А. Нерозин, Г.В. Стулина, Г.Ф. Солодкий]

Сотрудниками кафедры агрохимии и физиологии растений СтГАУ была разработана компьютерная программа «Определение возможных урожаев по влагообеспеченности посевов», предназначенная для прогнозирования величины возможных урожаев сельскохозяйственных культур на основании выпавших осадков, распределения их по основным фазам вегетации, температурного режима и гидротермического коэффициента, также на кафедре агрохимии и технологии растений разработана программа «Программирование урожая на основе математико-статистических методов», предназначенная для определения оптимального варианта программируемой урожайности различных культур на основе экспериментальных данных: закономерностей формирования урожайности сельскохозяйственных культур при различных условиях произрастания, выявления роли отдельных факторов и их сочетаний при программировании урожаев, определение возможной урожайности различных культур в конкретных почвенно-климатических условиях.

В настоящее время, в связи с озвучением концепции государственной программы развития АПК «Цифровое сельское хозяйство», в том числе и с принятием рекомендаций Коллегии Евразийской экономической комиссии «О стимулировании использования технологий точного земледелия в государствах – членах Евразийского экономического союза» от 15.03.2022 г.

№8 и др. документах, разработаны и широко применяются программы с использованием ГИС: ГИС «Панорама Агро» (представлена в Агросайте по адресу: https://agrosite.org/index/tekhnologicheskaja_karta_vozdelyvanija_selskok_hozjajstvennykh_kultur/0-13] и др.). На сайте даются информация о направлении использования программного обеспечения и консультации по ее использованию. Программное средство имеет блочно-модульную конфигурацию, ее можно использовать в режиме реального времени, с привлечением DPS, нацелена на использовании технологии точного земледелия, а, использование DPS позволяет контролировать и эффективно локализовать различные заболевания растений.

Основной интерес при программировании урожаев заключается в ответе на вопрос, чего мы добиваемся в результате внедрения подобной программы?

Сегодня, основная цель производственно – хозяйственной деятельности заключается в извлечении максимума прибыли, поэтому основная задача - это поиск оптимальных решений в триаде «затраты – урожайность – максимум прибыли». Подобного рода задачи решаются с использованием оптимизационных моделей.

Слово «оптимизация» означает процесс отыскания максимума или минимума какого-либо математического выражения или функции. При нахождении максимума применяют термин «максимизация», при отыскании минимального значения функции – «минимизация».

Модель следует сформулировать таким образом, что бы облегчить отыскание оптимальной комбинации факторов путем решения математической задачи. Нахождение общего класса решений таких задач было названо математическим программированием.

В земледелии программирование – процесс разработки плана агротехнических мероприятий, точное и своевременное выполнение которых обеспечивает получение запланированного урожая.

В настоящее время наиболее разработан метод линейного программирования, широко применяемый для нахождения максимума или минимума линейных целевых функций при заданных ограничениях, которые также могут быть выражены в виде линейных функций, хотя исходно представлены неравенствами.

При использовании линейного программирования вводят, при необходимости, соответствующие упрощения модели, чтобы избежать трудности в расчетах.

Следует отметить, что получаемые при использовании оптимизационных методов формально оптимальные решения в действительности не всегда являются таковыми. Моделирование – это мощный инструмент в руках исследователя, предназначенный для решения задач прогнозирования и оптимального управления объектами. Как всякий инструмент, модель должна обладать необходимыми качествами, включая экономические характеристики, такие, как стоимость ее разработки и эксплуатации в сопоставлении с ожидаемым экономическим эффектом от внедрения в производство.

Практический опыт показывает, что математические модели как средство, облегчающее выработку лучше плановых и технологических решений, могут широко применяться в производстве только в том случае, если внедрение их не связано с необходимостью введения трудоемких операций и не вызывает дополнительных трудностей в работе специалистов сельского хозяйства.

Обозначенные в практической работе методы планирования урожаев сельскохозяйственных культур с использованием компьютерных систем, отражают далеко не полный перечень, всех подходов, используемых в агрономии. Поэтому, помимо представленного материала, студенту следует ознакомиться с учебниками по программированию и прогнозированию урожаев сельскохозяйственных культур таких ученых как, Агеев В.В., Каюмов М.К., Турбилин А. И. и др. После чего, следует написать реферат на тему «Направления развития использования программирования (прогнозирования, планирования) урожаев сельхозкультур на современном этапе развития экономики, механизмы совершенствования, перспективы применения, предложения по совершенствованию подходов».

Практическая часть

Пример. Для анализа урожайности картофеля по 36 хозяйствам было отобрано пять факторов, которые могут оказывать на нее влияние: норма высева семян, нормы внесения органических и минеральных удобрений, удельный вес минеральных удобрений, внесенных в подкормку, доля посадок картофеля, размещенных по лучшим предшественникам (табл. 1). Требуется установить зависимость урожайности картофеля от перечисленных факторов. Уровень вероятности суждения принять равным 0,95.

Таблица 1.- Урожайность картофеля и факторы, влияющие на нее

№ хозяйства	Урожайность картофеля, ц с 1 га	Норма высева семян, ц на 1 га	Внесено органических удобрений, т на 1 га	Внесено минеральных удобрений, ц на 1 га	Удельный вес минеральных удобрений, внесенных в подкормку, %	Доля посадок картофеля, размещенных по лучшим предшественникам, %
	У	X1	X2	X3	X4	X5
1	2	3	4	5	6	7
1	214	26,7	34	4,8	34	100
2	144	29,1	17	3,2	25	76
3	216	37,9	31	5,5	34	65
4	174	29,5	24	3,7	21	88
5	179	28,4	21	3,8	23	100
6	187	36,2	25	4,0	26	100
7	190	31,3	29	3,7	22	75
8	136	29,6	14	2,5	17	54
9	183	25,5	22	3,7	24	69
10	149	30,8	18	2,9	20	53
11	131	25,5	12	2,4	25	64

12	218	33,5	38	4,2	30	65
13	208	30,4	34	4,0	29	64
14	168	34,7	22	3,8	21	54
15	209	28,4	29	5,2	34	100
16	119	28,8	9	1,9	23	61
17	120	22,2	11	2,1	22	51
18	141	24,5	14	2,6	21	59
19	124	27,6	12	2,5	18	54
20	132	28,7	14	2,4	23	60
21	150	31,4	17	2,7	20	77
22	194	25,5	25	4,0	27	100
23	192	32,6	23	4,1	30	100
24	183	28,9	25	4,3	29	88
25	150	28,8	19	2,6	24	73
26	130	29,9	11	2,2	17	59
27	206	34,5	34	4,0	33	81
28	146	31,9	16	3,3	19	43
29	197	25,9	29	4,9	27	56
30	147	24,0	18	3,1	19	77
31	181	26,2	24	3,4	22	82
32	148	33,3	17	3,2	24	62
33	136	23,2	13	2,7	20	71
34	165	26,0	18	3,0	21	78
35	144	28,4	14	2,4	21	47
36	162	25,5	18	3,6	26	52

При проведении множественного корреляционного анализа целесообразно использовать надстройку *Анализ данных*, поскольку это позволяет рассчитать парные коэффициенты корреляции и параметры уравнения регрессии, а затем произвести отсев факторов, имеющих несущественные коэффициенты регрессии.

Технология решения задачи в *Microsoft Excel* следующая.

1. Введите исходные данные в соответствии с рис.2.

2. Рассчитайте парные коэффициенты корреляции.

2.1. Выполните команду *Сервис, Анализ данных*, щелкнув поочередно левой кнопкой мыши.

2.2. В диалоговом окне *Анализ данных* с помощью левой кнопки мыши установите: Инструменты анализа <Корреляция> (рис.3)

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ хозяйства	Урожайность картофеля с 1 га, ц	Высажено картофеля на 1 га. ц	Внесено органических удобрений на 1 га. т	Внесено минеральных удобрений на 1 га. ц	Удельный вес минеральных удобрений, внесенных в подкормку. %	Доля посадок картофеля, размещенных по лучшим предшественникам, %
2		Y	x1	x2	x3	x4	x5
3	1	214	26.7	34	4.8	34	100
4	2	144	29,1 ,5	17	3.2	25	76
38	36	162	25,5	18	3,6	26	52

Рисунок.2– Вид окна при вводе исходных данных

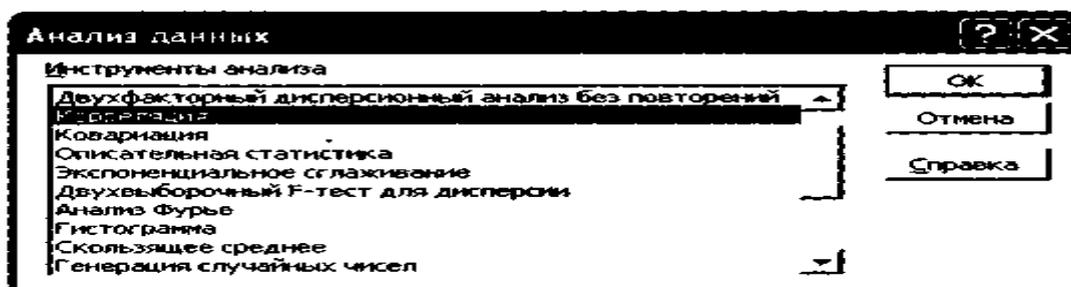


Рисунок 3 – Вид окна при выполнении команды 2.2

2.3. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.4. На вкладке *Корреляция* установите параметры в соответствии с рис.4.

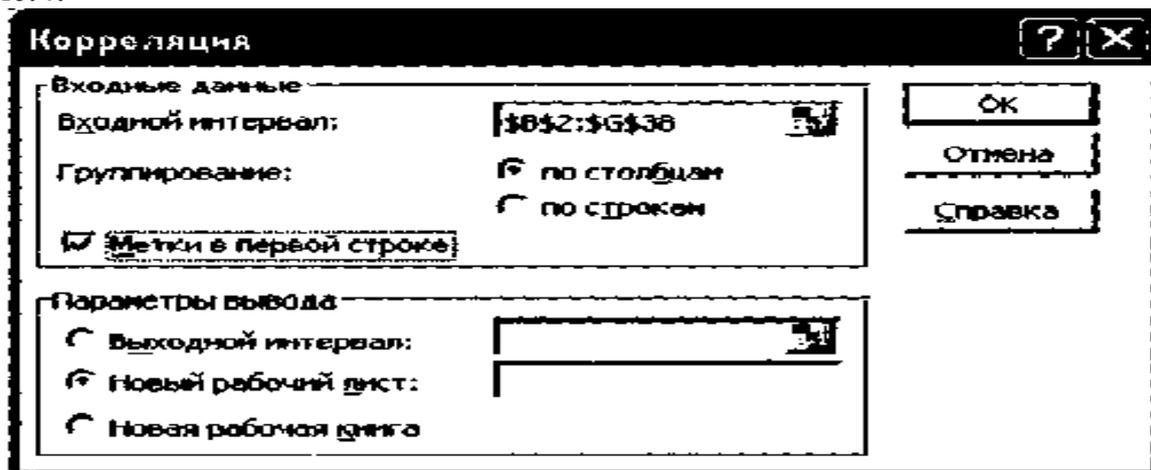


Рисунок 4–Вид окна после выполнения команды 2.4

2.5. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>. Результаты решения выводятся на экран дисплея в следующем виде (рис. 5).

	A	B	C	D	E	F	G
1		У	x1	x2	x3	x4	X5
2	У	1					
3	x1	0,381852	1				
4	x2	0,966149	0,408659	1			
5	x3	0,92316	0,367781	0,866706	1		
6	x4	0,78559	0,293992	0,758022	0,780524	1	
7	x5	0,550256	0,067833	0,463292	0,496282	0,475992	1

Рисунок 5– Вид окна после выполнения команды 2.5

Анализ парных коэффициентов корреляции показывает, что все факторные признаки имеют тесную связь с результативным. Наибольшая сила связи у второго и третьего факторов (парные коэффициенты корреляции 0,966 и 0,923! соответственно). При этом, однако, наблюдается и высокая мультиколлинеарность: большинство факторов имеет достоверную связь друг с другом. Однако сравнение парных коэффициентов корреляции покрывает, что только между первым и вторым факторами зависимость (0,409) выше, чем зависимость между первым фактором и результативным показателем (0,382). Поэтому первый фактор необходимо исключить из уравнения регрессии.

3. Удалите столбец C, содержащий фактор x1.

3.1. Выделите столбец C.

3.2. Установите курсор на выделенный столбец, щелкните правой

кнопкой мыши, в появившемся контекстном меню выберите команду *Удалить* и щелкните левой или правой кнопкой мыши.

Новые исходные данные будут иметь следующий вид (рис. 6).

	A	B	C	D	E	F
	№ хозяйства	Урожайность картофеля с 1га, ц	Внесено органических удобрений на 1 га. т	Внесено минеральных удобрений на 1 га, ц	Удельный вес минеральных удобрений, внесенных в подкормку, %	Доля посадок картофеля, размещенных по лучшим предшественникам, %
1						
2		Y	x2	x3	x4	x5
3	1	214	34	4,8	34	100
4	2	144	17	32	25	76
38	36	162	18	3.6	26	52

Рисунок 6 – Вид окна после выполнения действий по пункту 3.2

4. Рассчитайте параметры уравнения множественной регрессии.

4.1. Выполните команду *Сервис, Анализ данных*, щелкнув поочередно левой кнопкой мыши.

4.2. В диалоговом окне *Анализ данных* с помощью левой кнопки мыши установите: Инструменты анализа -> <Регрессия> (рис. 7).

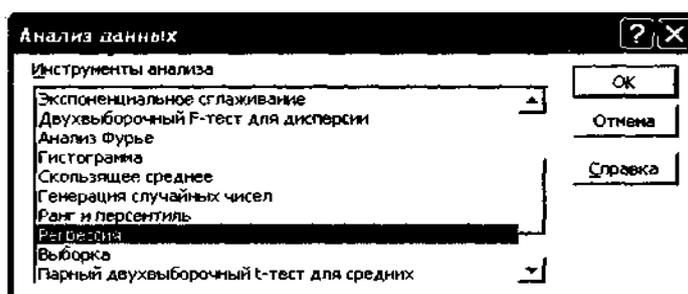


Рисунок 7– Вид окна после выполнения действий по пункту 4.2

4.3. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

4.4. На вкладке *Регрессия* установите параметры в соответствии с рис. 8.

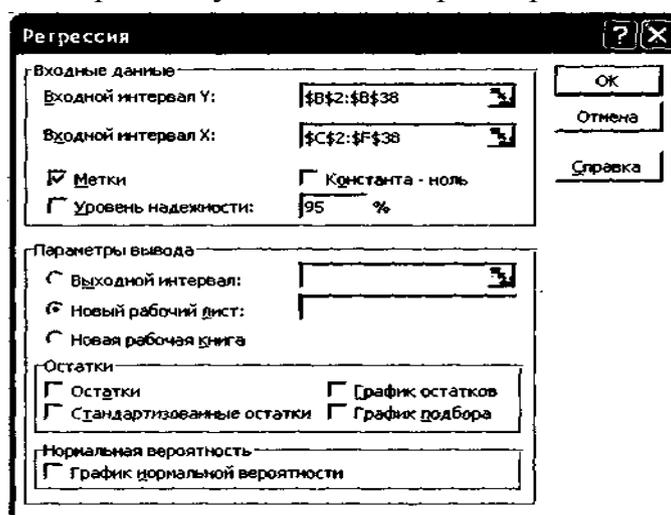


Рисунок 8 – Вид окна после выполнения действий по пункту 4.4

4.5. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

Результаты решения выводятся на экран дисплея в следующем виде (рис.9).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ВЫВОД ИТОГОВ								
2	Регрессион статистика								
3	Множественный R	0,98467892							
4	R-квадрат	0,96959257							
5	Нормированный R-	0,96566903							
6	Стандартная ошибка	5,62530718							
7	Наблюдения	36							
8	Дисперсионный анализ								
9		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
10	Регрессия	4	31279,7835	7819,94587	247,121916	4,91 E-23			
11	Остаток	31	980,966506	31,644808					
12	Итого	35	32260,75						
13		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
14	Y-пересечение	63,822291	5,6243621	11,347472	1,4409E-1	52,351323	75,2932603	52,3513203	75,293260
15	x2	2,5934570	0,25895	10,01515	3,0909E-1	2,065317	3,121596	2,065317	3,121596
16	x3	10,219268	2,2995013	4,4441236	0,0001049	5,5294019	14,9091359	5,5294019	14,909135
17	x4	0,0592870	0,3289165	0,1802493	0,8581299	-0,611543	0,7301171	-0,611543	0,7301171
18	x5	0,1655895	0,0655618	2,5255995	0,0168726	0,0318751	0,2993038	0,0318751	0,2993038

Рисунок 9 – Вид окна после выполнения действий по пункту 4.5

Оценим значимость коэффициентов регрессии с помощью *f*-критерия. Наименьшее фактическое его значение имеет коэффициент регрессии при факторе x_4 (0,18). Табличное значение критерия при уровне значимости 0,05 и при $\nu = n - ft = 36 - 5 = 31$ составляет 2,04. Следовательно, коэффициент регрессии при факторе x_4 является несущественным, и его следует исключить из уравнения.

Это означает, что доля минеральных удобрений, внесенных в подкормку, не оказывает существенного влияния на урожайность картофеля. В то же время коэффициент парной связи данного фактора с урожайностью довольно высокий ($r = 0,786$). Эта связь фактически отражает влияние не только данного признака, но и всех остальных. При множественной корреляции часть влияния неучтенных факторов снимается факторами, включенными в уравнение регрессии.

После исключения фактора x_4 получим окончательный результат (рис. 10; методика расчетов изложена выше в пунктах 3 и 4).

Теперь коэффициенты регрессии при всех факторах являются существенными, поскольку фактическое значение t-критерия превышает табличное (при уровне значимости 0,05 $V=N-K = 36-4 = 32$ оно составляет менее 2,04). Следовательно, факторы x_2 , x_3 и x_5 можно включить в множественное уравнение регрессии

$$\hat{y}_x = 64,39 + 2,61x_2 + 10,36x_3 + 0,17x_5.$$

Уравнение регрессии значимо, поскольку фактическое значения F-критерия 339,76 превышает табличное ($F_{табл.} = 2,9$ при уровне значимости 0,05, $V_1 = k - 1 = 4 - 1 = 3$, $V_2 = n - k = 36 - 4 = 32$). Связь между признаками очень высокая, коэффициент множественной корреляции $R = 0,985$. Коэффициент детерминации $k = 0,97$ показывает, что 97 % колеблемости урожайности картофеля объясняется включенными в уравнение факторами.

	В	С	D	Е	F	G	Н	I	
1	ВЫВОД ИТОГОВ								
2	Регрессионная статистика								
3	Множественный R	0.98466273							
4	R-квадрат	0.9695607							
5	Нормированный R-квадрат	0.96670702				——			
6	Стандартная ошибка	5.53961477							
7	Наблюдения	36							
8	Дисперсионный анализ								
9		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
10	Регрессия	3	31278,7554	10426.2518	339,757522	2.4725E-24			
11	Остаток	32	981,994617	30,6873318					
12	Итого -	35	32260,75						
13									
14		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
15	Y-пересечение	64,3920225	4,58131826	14,055348	3.0535E-15	55,0601905	73.7238545	55,06019	73,72385
16	x_2	2,6052711	0.2467050	10,560266	5.8748E-	2,1027497	3.1077924	2,10275	3,107792
17	x_3	10.364185	2.12155546	4,88518222	2.7737E-05	6,04272161	14.6856484	6,042722	14.68565
18	x_5	0.1673490	0.0638434	2.6212410	0.0132950	0	0:2973937	0 037304	0297394

Рисунок 10– Вид окна после после исключения фактора X_4

На урожайность картофеля существенное влияние оказывает количество вносимых органических и минеральных удобрений, а также размещение

посадок по лучшим предшественникам. Так, рост внесения органических удобрений на 1 т/га позволяет повысить урожайность картофеля на 2,61 ц/га, а увеличение дозы внесения минеральных удобрений на 1 ц/га дает прибавку урожайности в размере 10,36 ц/га. Повышение доли посадок картофеля по лучшим предшественникам на 1 % приводит к росту урожайности культуры на 0,17 ц/га.

Полученное уравнение регрессии позволяет также прогнозировать урожайность картофеля, если известны факторы, ее определяющие. При этом, однако, перечисленные факторы должны находиться в пределах колебаний, наблюдаемых в исходной выборочной совокупности.

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности построения программных средств для планирования урожая сельскохозяйственных культур

2. Какие преимущества дает использование блочно-модульной конфигурации в программных средствах по планированию урожая

3. Какие программные средства вам известны в области программирования урожаев и какие задачи в земледелии позволяют они решать

4. Каковы особенности современных программных модулей, используемых в агрономии

5. Как организовывается сбор информации по оценке факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур

6. Для чего используется линейное программирование в планировании урожаев сельскохозяйственных культур

7. В чем особенность использования множественной корреляции для выявления факторов, влияющих на уровень урожайности сельскохозяйственных культур

8. Как выполняется оценка влияния факторов на уровень урожайности при построении регрессионно-корреляционного уравнения

9. Как оцениваются весовые коэффициенты при построении оптимизационной модели урожайности сельскохозяйственных культур

ЛЕКЦИЯ 3

Тема: Агрометеорологические и агрохимические основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур

Цель: научиться использованию агрометеорологических и агрохимических условий при планировании урожаев

Задачи: изучить влияние агрометеорологических и агрохимических условий на уровень запланированного урожая

Для нормального функционирования агроценозов полевых культур необходимо четыре основных жизненно важных фактора – свет, тепло, влага и питательные вещества. Каждый фактор имеет свои экологические

оптимумы и пределы, позволяющие той или иной культуре проявить свою продуктивность, или, влияя отрицательно, снижает урожай до такого уровня, при котором еще возможно сельскохозяйственное производство.

Сельскохозяйственные растения произрастают в непрерывно изменяющихся условиях внешней среды - суточные и сезонные колебания освещенности, температуры, влажности почвы и воздуха, а также колебания плодородия почвы и др.

На рост, развитие растений, урожай и его качество влияет комплекс факторов внешней среды. Все факторы, определяющие рост, развитие растений, урожай и его качество условно разделены на нерегулируемые, частично регулируемые и регулируемые. К нерегулируемым факторам относятся: продолжительность безморозного периода, весенне-летний возврат заморозков, напряженность инсоляции по месяцам, водная и ветровая эрозии, сумма активных температур, скорость ветра, сумма осадков, распределенность осадков по месяцам, интенсивность осадков, зимняя температура воздуха, толщина снежного покрова и продолжительность, когда земля покрыта снегом. То есть все перечисленные факторы относятся к агрометеорологическим. Влияние агроклиматического ресурса было оценено в трудах многих ученых.

М. Давидович обнаружил «урожайные» и «неурожайные» четырехлетия зерновых культур, во многом объясняющиеся метеорологическими циклами [11, с. 290].

Ряд ученых связывает циклы урожайности с циклами солнечной активности. Так, М. Семенов на основе 110-летних данных об урожайности зерновых культур, выделил годы с максимумом и минимумом солнечных пятен, вычислил отклонения от средней урожайности за 100 лет. В результате анализа он пришел к выводу: «В периоды большого числа солнечных пятен урожаи чаще бывают выше среднего, в периоды же малого цикла пятен урожаи чаще бывают ниже среднего».

М. Х. Байдал установил, что «...повторяемость лет с урожайностью как ниже 60 % нормы (средней урожайности за период), так и ниже 75 % нормы наибольшая в год минимума солнечной активности и в предшествующие ему три года. Накануне минимума солнечного цикла вероятность уровня (в среднем для 10 областей Казахстана) ниже 60 % нормы составляет 43 %, а ниже 75 % даже 56% тогда, как в первый год после минимума низкие урожаи имеют соответственно вероятность 15 и 22 %. В третий год после минимума солнечной активности вероятность пониженных урожаев снова не-сколько возрастает и составляет 23–26%».

Цикличность в колебаниях урожайности в зависимости от агрометеорологических факторов нужно использовать при разработке методологических положений краткосрочного и среднесрочного прогнозирования, а изменение природно-климатических условий ученые рекомендуют делать ставку на культуры, более приспособленные к климатическим условиям.

Исследования, проведенные КубГАУ показали, что наиболее приемлемой длиной базисного периода является период в 11–20 лет, а модель прогнозируемой урожайности зерновых культур, представляет собой математическое выражение:

$$U_{\text{пр}} = U_{\text{ф}} + \sum_{k=1}^4 \Delta U + E y,$$

где $U_{\text{пр}}$ – прогнозируемая урожайность, ц/га;

$U_{\text{ф}}$ – фактическая урожайность в среднем за три года, взятые в последовательности через четыре года от прогнозного года, ц/га;

$\sum_{k=1}^4 \Delta U$ – прирост урожайности от внедрения инноваций, достижений в передовых хозяйствах, повышения уровня интенсивности производства за 4 года, предшествующих прогнозируемому году, ц/га;

$E y$ – стохастическая (случайная) компонента, среднее квадратическое отклонение, ц/га.

При формировании структуры пашни необходимо учесть влияние погодных условий, с тем, чтобы выбирать соответствующий сорт и площадь, под культуру, для обеспечения заданного количества урожая.

Эффективным методом корректировки структуры посевных площадей зерновых культур является ее оптимизация с использованием математических методов. Элементарной моделью оптимизации структуры посевных площадей зерновых культур может быть модель:

$$Z = \sum_{k=1}^n X_i P_i \text{ -max}$$

при выполнении условия:

$$\sum_{k=1}^n (P_i + H_i) - \sum_1^n S_i = E$$

где X_i – прогнозируемая урожайность, ц с 1 га

P_i – площадь посева культуры, га

H_i – заданный шаг изменения площади от минимально допустимой к максимально возможной или наоборот;

S_i – максимальная допустимая площадь посева культуры, га;

E – заданная точность расчета.

Определение максимально допустимой площади посева озимой пшеницы является принципиально важным моментом оптимизации структуры посевных площадей зерновых культур. Это объясняется ее биологическими особенностями: перенасыщение полевых севооборотов озимой пшеницей приводит к интенсивному развитию корневых гнилей, поражению также листовой поверхности спорами ржавчины, серой гнили, а в годы аномального увлажнения почвы к поражению колоса фузариозом на полях, использованных в качестве предшественника больше одного года по колосовым зерновым культурам, что резко снижает урожай зерна, ухудшает его качество, формирует ядовитое зерно, непригодное для употребления даже животным.

Агрохимические основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур

Агрохимические принципы программирования урожаев предусматривают:

– обоснование экономически оправданных доз удобрений для посевов заданной продуктивности с учетом агрохимических свойств почв, выноса

питательных веществ урожаями, коэффициентов использования элементов питания из почвы и удобрений;

– получения продукции высокого качества при одновременном повышении плодородия почв, а также применение диагностики для контроля за питанием растений в агрофитоценозах.

В основе определения урожайности с использованием доз внесения удобрений положены 2 подхода:

– балансовый метод программирования урожайности, позволяет учитывать комплексное влияние на растение основных факторов жизни. Он основывается на применении более простых физико-статистических моделей продукционного процесса.

Формула для расчета - $Y = d + aX + bX^2$,

где Y – урожай или какой-либо другой результат функционирования агрофитоценоза;

X – допустим, доза внесенного азотного удобрения, X^2 – фосфорного и т.д.;

d, a, b – статистические коэффициенты.

Расчет с помощью балансового метода также выполняются с учетом знания содержания питательных элементов в почве, выноса с определенной урожайностью этих питательных элементов, внесению и проценту использования действующего вещества с внесением удобрения и остатка в почве, в том числе за счет пожнивных остатков;

– методу, разработанный в Белорусском НИИ почвоведения и агрохимии, позволяет прогнозировать возможную величину урожая ($Ув$) с учетом эффективного плодородия почвы по комплексным показателям – баллу бонитета почвы ($Бп$) и цены балла пашни ($Цб$) по уравнению

$$Ув = (Бп * Цб * 100) / (100 - Пуд)$$

Пуд – прибавка урожая от удобрений.

Цена балла пашни для зерновых культур равна в среднем 37 кг зерна, для картофеля – 281 кг, для льна: волокно – 11,4 кг, семена – 9,1 кг. Этот показатель – величина непостоянная и меняется в зависимости от почвенной разности, агрохимических свойств почвы.

Для учета агрохимических свойств почвы применяются поправочные коэффициенты к цене балла пашни. Произведение показателя балла пашни и цены балла дает уровень урожая, который может быть получен за счет эффективного плодородия почвы без применения удобрений на фоне высокого уровня агротехники.

Однако для практического применения данного уравнения необходимо разработать интегральную модель оптимальных свойств почв по содержанию различных питательных веществ, что позволяет прогнозировать изменение во времени исходного состояния свойств почв под воздействием факторов интенсификации. На ее основе возможно плановое управление процессами расширенного воспроизводства плодородия почв. Среди показателей почвы необходимо выполнить оценку следующих ее значений: мощность пахотного горизонта; содержание доступных форм макроэлементов (в мг/100 г почвы) – азота, фосфатов, обменного калия, магния; микроэлементов (мг/кг почвы): меди, кобальта, молибдена, бора, цинка; реакция почвенного раствора –

pH_{KCl} , pH_{H_2O} , подвижного алюминия, гидролитической кислотности (мг*экв/100г почвы), сумму поглощенных оснований (мг*экв /100 г почвы), степени насыщенности основаниями почвенного поглощающего комплекса (%); объемную массу (г/см³); порозность общую (%), воздухоемкость (%); активность почвенных ферментов: инвертазы (мг глюкозы), полифенолоксидазы (мг пурпургалина), каталазы (мл кислорода); активность пероксидазы и нитрификационную способность, эродированность и завалуненность; запас продуктивной влаги в слое 0-50 см к началу вегетации (мм), коэффициент использования годовых осадков – 0,6-0,7 и установить нормативы затрат на изменение свойств почвы.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под агрометеорологическими и агрохимическими особенностями получения запланированного урожая
2. Какие виды агрометеорологических условий встречаются в вашем регионе, имеющие существенное влияние на уровень урожайности и какова примерная периодичность их повторения
3. Какие используются приемы для выявления влияния на уровень урожайности агрометеорологических условий
4. Что понимается под агрохимическим показателем программирования урожайности (перечислить и указать примерное их содержание для черноземов выщелоченных)
5. В чем особенность использования балансовых моделей при учете агрохимических особенностей почвы в планировании урожайности сельскохозяйственных культур.

Практическая работа №2

Тема: Использование агрометеорологических особенностей в планировании урожая

Цель: Научится использовать методы расчета ФАР и влажности в планировании урожая

Задачи: Определить ФАР и влажность почвы и их влияние на урожайность культур

К основным факторам оценки влияния агрометеорологических факторов относятся учет влияния погодных условий и особенностей их повторяемости на урожайность сельскохозяйственных культур (засуха, суховеи, гололед и т.д.).

В этой ситуации необходимо вести наблюдения за периодичностью повторения погодных условий и оценить уровень влияния этих показателей на урожайность сельхозкультур. Следовательно, предстоит решать сложные задачи совершенствования системы ведения хозяйства, размещения сельскохозяйственного производства, организации территории, разработки севооборотов, технологий с учетом, как проявления засух, пыльных бурь, так и усиления переувлажнения земель.

Задание 1. Расчет потенциальной урожайности по приходу фотосинтетически активной радиации (ФАР).

Задание 2. Расчет действительно возможной урожайности (ДВУ) по влагообеспеченности посевов.

Задание 3. Определение действительно возможной урожайности по биогидротермическому показателю продуктивности.

Исходную информацию следует взять из таблиц.

Самостоятельная работа предполагает изучение литературы по комплексу метеорологических факторов, определяющих состояние и продуктивность культур, фото, фильмов, электронных материалов.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1. Расчет потенциальной урожайности по приходу фотосинтетически активной радиации (ФАР).

При программировании урожайности полевых культур рассматривают три ее уровня:

1. Потенциальная урожайность – ПУ;
2. Действительно возможная урожайность – ДВУ;
3. Урожайность в производстве – УП.

1. Расчет потенциальной урожайности по приходу фотосинтетически активной радиации (ФАР)

Величину потенциальной урожайности (ПУ) можно рассчитать по формуле Ничипоровича А. А.:

$$\text{где } Y_{\text{биол.}} = \frac{Q \times K}{100 \times q},$$

$Y_{\text{биол.}}$ – урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га;

Q – приход ФАР за вегетацию культуры, млрд. ккал./га;

K – коэффициент использования ФАР посевами;

q – калорийность единицы органического вещества, ккал./кг.

Расчет прихода ФАР(Q) за вегетацию культуры сделать по форме:

Месяцы – апрель – май – июнь – июль – август-сентябрь – октябрь =
ВП – дней

Приход ФАР – Q ккал/см²= млрд. ккал/га

Для перехода от урожайности абсолютно сухой биомассы к величине урожайности основной продукции при стандартной влажности используют формулу:

$$Y_{\text{станд.}} = \frac{100 \times Y_{\text{биол.}}}{(100 - C) \times a},$$

$Y_{\text{станд.}}$ – урожайность основной продукции при стандартной влажности, ц/га;

C – стандартная влажность по ГОСТу, %;

a – соотношение основной и побочной продукции в общем урожае биомассы.

Пользуясь данными таблиц 1,2,3, определяем потенциальную урожайность различных сельскохозяйственных культур по приходу ФАР.

Задание 2. Расчет действительно возможной урожайности (ДВУ) по влагообеспеченности посевов.

Величину ДВУ, в связи с неравномерным количеством выпадающих осадков, следует определять для каждого хозяйства и даже поля по формуле:

$$Y_{\text{биол.}} = \frac{100 \times W}{K_B}, \quad \text{где}$$

$Y_{\text{биол.}}$ – урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га

W – запасы продуктивной влаги за вегетацию, мм;

K_B – коэффициент водопотребления.

Продуктивная влага определяется как сумма запасов доступной для растений влаги в момент посева яровых, отрастания озимых культур и многолетних трав и эффективных осадков за период вегетации.

Запасы продуктивной влаги опрелеляются по формуле:

$$W = W_0 + (d \times O_B),$$

W – запасы продуктивной влаги за вегетацию, мм;

W_0 – запасы продуктивной влаги в 0-100 см слое, мм;

d – коэффициент использования осадков;

O_B – осадки за вегетацию культуры, мм.

Расчет суммы осадков (O_B) за вегетацию культуры сделать по форме:

Месяцы – апрель – май – июнь – июль – август – сентябрь – октябрь =

ВП – дней

Осадки – O_B , мм

Пользуясь данными приложений 4, 5 и 6 определяем действительно возможную урожайность различных сельскохозяйственных культур с учетом влагообеспеченности посевов и выпадающих осадков.

Для перехода от урожайности абсолютно сухой биомассы к величине урожайности основной продукции при стандартной влажности используют формулу:

$$Y_{\text{станд.}} = \frac{100 \times Y_{\text{биол.}}}{(100 - C) \times a},$$

$Y_{\text{станд.}}$ – урожайность основной продукции при стандартной влажности, ц/га;

C – стандартная влажность по ГОСТу, %;

a – соотношение основной и побочной продукции в общем урожае биомассы.

Таблица 1 – Суммарная фотосинтетически активная радиация (ФАР), ккал./см² (по Барашковой Е. П.)

Месяц	Актинометрическая станция	
	г. Черкесск	Колхоз Дружба
Январь	1.7	1.5
Февраль	2.4	2.5
Март	3.2	4.5
Апрель	4.9	5.7
Май	6.9	7.9
Июнь	7.9	8.2
Июль	8.0	8.2
Август	7.2	7.2
Сентябрь	5.0	5.4
Октябрь	3.3	3.4
Ноябрь	1.9	1.8

Декабрь	1,4	1,2
За год	53,8	57,4
За период t 10°C	43,2	41,1
За период t 5°C	50,6	46,5

Таблица 2 – Калорийность единицы абсолютно сухого органического вещества сельскохозяйственных культур, ккал/кг (по Чернавскому Н. П. и Каюмову М. К.)

Культура	Целое растение	Основная продукция	Побочная продукция
Пшеница озимая	4450	4550	4300
Кукуруза на зерно	4100	4200	4000
Подсолнечник	4450	4630	4330
Соя	4800	4900	4600
Свекла сахарная	4230	4340	4210
Свекла кормовая	3850	3900	3700
Люцерна на сено	4500	4500	4500

Таблица 3 – Стандартная влажность и соотношение основной и побочной продукции сельскохозяйственных культур

Культура	Стандартная влажность, %	Соотношение основной и побочной продукции, частей
Пшеница озимая	14	1 : 1,5
Кукуруза на зерно	14	1 : 1,5
Подсолнечник	12	1 : 1,2
Соя	14	1 : 1,2
Свекла сахарная	80	1 : 0,5
Свекла кормовая	80	1 : 0,4
Люцерна на сено	17	-

Таблица 4 – Средние многолетние осадки, по зонам КЧР, мм

Месяц	Агроклиматический район	
	Черкесск	Зеленчук
Январь	38	42
Февраль	35	37
Март	33	42
Апрель	34	37
Май	39	48
Июнь	60	65
Июль	58	49
Август	34	41
Сентябрь	29	32
Октябрь	37	42
Ноябрь	40	47
Декабрь	42	49
За год	479	531

Территория КЧР по условиям увлажнения делится на 3 зоны.

Таблица 5 – Влагообеспеченность культур по зонам КЧР в период посева яровых и отрастания озимых

Культура	Запас продуктивной влаги, мм			
	1 Степная	Черкесск	Нагорная	Горная
Пшеница озимая	120-132	160-218	204-220	-

Кукуруза на зерно	116-120	176-216	170-189	-
Подсолнечник	120-132	171-223	-	-
Соя	116-120	176-216	170-189	-
Свекла сахарная	121-127	180-195	-	-
Свекла кормовая	121-127	180-195	-	-
Люцерна на сено	121-127	180-195	-	-

Таблица 6 – Коэффициенты водопотребления сельскохозяйственных культур (по Джулай А.П.)

Культура	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	
	на высоком агрофоне	на низком агрофоне
Пшеница озимая	450	600
Кукуруза на зерно	550	700
Подсолнечник	400	570
Соя	400	700
Свекла сахарная	110	150
Свекла кормовая	90	110
Люцерна на сено	500	700

Задание 3. Определение действительно возможной урожайности по биогидротермическому показателю продуктивности.

Основную роль в формировании урожайности сельскохозяйственных культур играет комплекс факторов (приход ФАР за вегетацию культуры, наличие тепла и влаги), математическое выражение которого объединено в формуле А. М. Рябчикова, что позволяет определить урожайность фитомассы.

$$\text{где } K_p = \frac{W \times TB}{36 \times R}$$

K_p – биогидротермический потенциал, балл;

W – запасы продуктивной влаги за вегетацию, мм

TB – период вегетации, декад;

36 – число декад в году;

R – приход интегральной радиации за период вегетации культуры, ккал./см².

(2,55 млрд. ккал./га соответствует 25,5 ккал./см²) Величину урожайности абсолютно сухой биомассы определяют по формуле:

$$Y_{\text{биол.}} = B \times K_p,$$

$Y_{\text{биол.}}$ – урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га;

B – коэффициент, равный 20 ц/га сухой биомассы;

K_p – биогидротермический потенциал, балл.

Для перехода от урожайности абсолютно сухой биомассы к величине урожайности основной продукции при стандартной влажности используют формулу:

$$Y_{\text{станд.}} = \frac{100 \times Y_{\text{биол.}}}{(100 - C) \times a'}$$

$Y_{\text{станд.}}$ – урожайность основной продукции при стандартной влажности, ц/га;

C – стандартная влажность по ГОСТу,

а – соотношение основной и побочной продукции в общем урожае биомассы.

Задание 2. Фотосинтетическая активная радиация (ФАР), ее роль в формировании урожая. Методы расчета и обеспеченность ФАР основных сельскохозяйственных культур с учетом зональных особенностей

Определение показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах

Задание 1. Построение графика формирования листовой поверхности посевов сельскохозяйственных культур.

Задание 2. Расчет величины фотосинтетического потенциала.

Задание 3. Определение показателя чистой продуктивности фотосинтеза.

Исходная информация

Таблица 1 – Динамика нарастания площади листьев сельскохозяйственных культур, тыс. м² / га

Вариант	Дата определения							
	01.06	15.06	01.07	15.07	01.08	15.08	01.09	15.09
Кукуруза на зерно								
1.	1,4	6,4	16,9	21,7	19,5	16,2	11,3	–
2.	1,8	9,0	20,6	27,1	24,5	21,1	14,9	–
3.	2,1	9,7	23,5	29,4	26,1	22,2	16,2	–
4.	2,0	9,8	22,7	28,9	25,5	21,9	15,9	–
5.	2,0	8,9	21,6	28,3	24,9	21,2	14,9	–
6.	2,3	12,7	26,3	33,1	30,7	26,6	20,5	–
7.	2,2	12,6	24,9	31,8	30,2	26,0	20,1	–
8.	2,3	12,2	25,3	31,3	28,3	25,5	19,0	–
Соя								
9.	–	21,2	28,8	50,1	56,7	51,3	–	–
10.	–	20,6	26,5	46,3	57,5	54,8	–	–
11.	–	23,2	30,1	52,1	58,9	56,7	–	–
12.	–	25,3	24,1	43,2	56,3	53,9	–	–
13.	–	22,7	23,8	42,5	56,2	54,9	–	–
Свекла сахарная								
14.	10,8	15,9	25,8	32,6	31,2	21,6	13,8	12,1
15.	13,4	23,2	32,6	51,3	47,5	41,2	19,3	15,9
16.	16,2	29,3	40,4	53,9	49,5	43,0	22,4	19,7
17.	17,9	29,5	38,6	52,6	48,2	44,0	20,2	19,1
18.	19,3	25,9	43,1	51,2	45,5	38,8	21,9	18,5
19.	20,1	31,9	47,1	59,9	56,2	46,2	26,4	25,2
20.	20,5	32,0	46,7	56,8	55,4	45,7	24,8	22,7
21.	21,5	30,6	43,5	53,0	52,6	40,5	22,1	21,3
Свекла кормовая (семенни ки)								
22.	0,7	–	3,9	–	3,2	–	1,4	–

Таблица 2 – Динамика накопления абсолютно сухого вещества сельскохозяйственных культур, г га 1 растение

Вариант	Дата определения							
	01.06	15.06	01.07	15.07	01.08	15.08	01.09	15.09
Кукуруза на зерно								
1.	1,8	13,7	72,9	117,1	182,7	200,9	257,5	–
2.	1,5	15,2	89,6	152,2	266,8	355,7	402,1	–
3.	1,9	18,5	96,4	173,0	282,1	369,8	434,5	–

4.	1,9	16,7	92,2	179,9	313,3	376,2	432,1	–
5.	2,0	19,9	94,3	173,7	290,0	370,0	404,0	–
6.	1,8	23,0	110,8	188,3	338,3	398,2	491,5	
7.	1,8	21,7	112,8	201,7	308,5	410,0	473,1	–
8.	1,6	26,8	111,5	190,0	336,4	402,5	465,4	–
Соя								
9.	–	2,6	4,7	5,1	5,9	6,1	–	–
10.	–	2,0	4,5	5,4	5,7	7,0	–	–
11.	–	2,0	4,4	5,0	5,5	7,9	–	–
12.	–	2,0	3,7	4,1	5,0	6,2	–	–
13.	–	2,2	5,7	6,1	7,5	8,1	–	–
Свекла сахарная								
14.	5,8	20,6	54,1	96,4	118,5	125,6	114,8	112,9
15.	14,6	30,6	69,3	123,6	172,7	180,8	165,9	158,2
16.	18,8	34,8	88,6	148,8	192,0	218,8	177,8	171,4
17.	19,2	32,5	88,7	158,8	194,9	210,3	171,8	169,2
18.	19,5	36,3	86,2	144,5	181,2	207,4	165,1	163,5
19.	21,2	41,0	112,5	165,2	203,8	247,5	219,5	202,6
20.	21,0	40,6	107,1	159,1	208,3	252,0	206,5	197,6
21.	18,6	33,4	102,2	156,3	202,2	231,4	194,1	185,1
Свекла кормовая (семенники)								
22.	21,7		31,8		47,0		63,3	
Вариант	Конец осенней вегетации		Начало весенней вегетации		Фаза колошения		Фаза молочной спелости	
Озимая пшеница								
23.	0,10		0,35		2,98		4,34	
24.	0,10		0,32		2,49		3,58	
25.	0,10		0,28		2,28		3,25	
26.	0,09		0,29		2,40		3,43	
27.	0,09		0,28		2,25		3,19	

Самостоятельная работа предполагает изучение литературы по фотосинтетической деятельности посевов, фото, фильмов, электронных материалов.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1. Построение графика формирования листовой поверхности посевов сельскохозяйственных культур.

Формирование высокого урожая может быть достигнуто только при оптимальной площади листовой поверхности. Учет площади листьев проводят по основным фазам вегетации или с интервалами через 5-15 дней.

Динамика формирования площади листовой поверхности посевов приведена в таблице 1 задания 2. На основании приведенных данных построить график нарастания площади листьев:

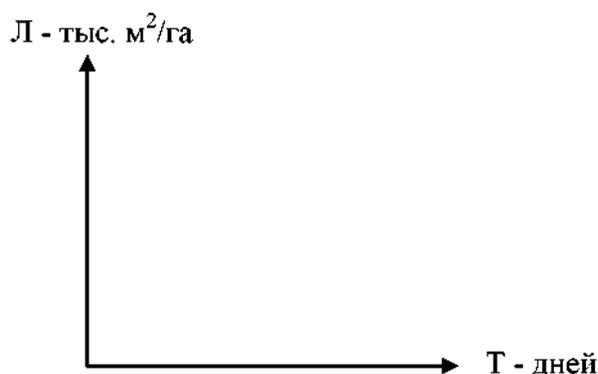


Рисунок 1 – Динамика нарастания площади листьев

ЛЕКЦИЯ 4

Тема: Биологические факторы получения запланированного урожая

Цель. Изучить методы оптимизации процессов фотосинтеза и структуру посевов планируемой урожайности

1. Оптимизация процессов фотосинтеза

Урожай любой сельскохозяйственной культуры формируется в процессе фотосинтеза. Для получения высоких урожаев необходимо создать посеvy оптимальной структуры, наиболее полно поглощающие и использующие солнечную радиацию. Основными органами поглощения солнечной энергии являются листья. Поэтому необходимо создавать посеvy с оптимальной площадью листьев. Как при недостаточной, так и при излишне развитой площади листьев наблюдается снижение использования солнечной энергии.

Это дало основание сделать вывод, что оптимальной структурой обладают те посеvy, в которых площадь листьев быстро возрастает до 40 тыс. м²/га и по возможности долго сохраняется на этом уровне в активном состоянии; в конце вегетации значительно уменьшается или полностью отмирает, отдавая накопленные пластические вещества репродуктивным органам, т. е. хозяйственно ценной части урожая.

Многими исследованиями показано, что урожай биомассы находится в прямой зависимости от площади листьев. Но иметь значительные размеры площади листьев еще недостаточно, нужно, чтобы листовая поверхность формировалась быстро и возможно долго активно функционировала, т.е. фотосинтетический потенциал должен быть высоким.

Фотосинтетический потенциал (ФП) характеризует возможность использования для фотосинтеза солнечной радиации посевами сельскохозяйственных культур в течении вегетации и выражается интегральной площадью листовой поверхности растений (м²/га) в продолжение периода активной работы листьев. Он объединяет два показателя: площадь листьев и время их работы. Рассчитывают фотосинтетический потенциал по формуле:

$$\Phi\Pi = \frac{(L_1 + L_2) \cdot T}{2 \cdot 1000}$$

где $\Phi\Pi$ – фотосинтетический потенциал, тыс. м²/(га · дн.);
 L_1, L_2 – площадь листьев в начале и конце учетного периода, тыс. м²/га;
 T – продолжительность периода между учетами, дн.;
 1000 – коэффициент перевода.

Фотосинтетический потенциал является обобщающим показателем, характеризующим эффективность действия всех приемов технологии возделывания сельскохозяйственной культуры. ФП может быть различным у культур и сортов разной скороспелости. Чтобы перейти к определению возможного урожая при определенном ФП, необходимо знать чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). ЧПФ – количество абсолютно сухого вещества, синтезируемого 1 м² листовой поверхности за сутки.

Чистую продуктивность фотосинтеза определяют по формуле:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{(1/2(L_1 + L_2)) \cdot T}$$

где ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза, г·м²/сут.;
 B_1, B_2 – абсолютно сухая масса урожая в начале и конце учетного периода, г.

Площадь листовой поверхности и ФП зависят от числа растений и размеров площади листьев каждого из них, поэтому суммарная площадь листьев определяется густотой стояния растений и степенью их развития. Запланированных урожаев сельскохозяйственных культур можно достичь лишь при формировании оптимальной площади листьев, максимальном и эффективном использовании растениями солнечной радиации. Для увеличения урожайности растений необходимо повышать их фотосинтетическую активность и коэффициент использования продуктов фотосинтеза для создания хозяйственно ценной части урожая.

2. Структура посевов планируемой урожайности

Биологической моделью будущего урожая любой сельскохозяйственной культуры является структурная формула. Структура урожая показывает, из каких элементов он складывается, при какой доле их участия формируется высокий урожай.

Для планирования заданной урожайности необходимо определить оптимальные показатели основных элементов структуры урожая, формирование которых должно быть обеспечено комплексом агротехнических мероприятий. Элементы структуры урожая зерновых культур (и их производные) по характеру воздействия на формирование урожая условно сгруппированы в шесть групп.

1. Основные элементы, из которых складывается любой урожай: число растений на единице площади при уборке урожая; продуктивная кустистость; число колосков в колосе; число зерен в колоске и колосе (метелке); масса 1000 зерен при стандартной влажности.

Эти элементы непосредственно влияют на биологическую урожайность, которую можно определить по формуле:

$$Y = PKPA / 100000$$

где, Y – биологическая урожайность зерна, т/га;

P – количество растений при уборке урожая, шт./м²;

K – коэффициент продуктивной кустистости;

P – число зерен в колосе (произведение числа колосков в колосе на число зерен в колоске), шт.;

A – масса 1000 зерен, г;

100000 – для перевода урожая в т/га.

2. Элементы, формирующие число растений на единице площади при уборке урожая: норма высева; полевая всхожесть семян; число перезимовавших растений (для озимых культур); число сохранившихся растений к уборке; общая выживаемость растений.

Полевая всхожесть – число растений в фазе полных всходов, выраженное в процентах к количеству высеянных всхожих семян.

Сохраниваемость растений – число растений к уборке, выраженное в процентах от числа полных всходов на единице площади.

Выживаемость растений – число растений, сохранившихся к уборке урожая, выраженное в процентах к числу высеянных всхожих семян.

3. Элементы, определяющие продуктивный стеблестой на единице площади при уборке урожая: число растений на разных этапах их роста и развития и при уборке урожая; общая кустистость; продуктивная кустистость; выживаемость продуктивных стеблей; густота продуктивного стеблестоя.

4. Элементы продуктивности колоса (метелки): число колосков в колосе (развитых и недоразвитых); число зерен в колоске; масса зерна в колосе (метелке).

5. Элементы и их производные, необходимые для определения биологического урожая зерна: число колосьев (метелок) на единице площади при уборке урожая; масса зерна в колосе (метелке).

Биологическую урожайность можно определить по формуле:

$$Y = \frac{CB}{100}$$

где Y – биологическая урожайность зерна, т/га.

C – число продуктивных (колосоносных) стеблей на 1 м² при уборке урожая, шт./м²;

B – масса зерна в колосе, г;

100 – для перевода урожая в т/га.

6. Элементы и их производные, определяющие выход зерна: фактическая урожайность, т/га; урожайность соломы, т/га; процент выхода зерна в общей массе урожая; потери зерна при уборке урожая (разница между биологическим и фактическим урожаем).

Контрольные вопросы

1. Что дает оптимизация процессов фотосинтеза

2. Формула расчета фотосинтетического потенциала (ФП)

3. Как определяется площадь листовой поверхности

4. Какие выводы позволяет сделать анализ структуры урожая
5. На сколько групп можно сгруппировать элементы структуры урожая зерновых культур (и их производные) по характеру воздействия на его формирование
6. Какие элементы структуры урожая позволяют определять биологическую и фактическую урожайности?

Практическая работа 3

Тема: Биологические факторы получения запланированной урожайности

Цель: Научится выполнять расчеты по определению площадей листьев, ФП и ЧПФ

1. Методы определения площади листовой поверхности

Определение площади листьев является достаточно сложным приемом, так как их форма и размер изменяется в течение всего вегетационного периода. Кроме того, форма листовых пластинок весьма разнообразна и трудно поддается измерению.

Площадь листового аппарата можно определить несколькими способами. Наиболее широко используют способ высечек, контурный способ, расчетный способ.

Способ высечек. С 10-15 модельных растений отбирают и взвешивают пробу листьев. Складывают листья стопками и при помощи ручного сверла, имеющего вид металлической трубки определенного диаметра (от 5 до 25 мм) с заостренными краями, делают высечки по 5–10 штук с одного листа. Высечки берут так, чтобы в пробу попали и пластинки листа, и центральные жилки. После взвешивания высечек среднюю площадь одного листа в пробе (см²) рассчитывают по формуле

$$П = \frac{М \times П_1 \times К}{М_1 \times N}$$

где М – масса листьев в пробе, г;

П₁ – площадь одной высечки, см²;

К – число высечек;

М₁ – масса высечек, г;

N – количество листьев в пробе.

Недостатком данного метода является то, что жилки листа, попадающие в высечки, могут увеличивать их массу. Кроме этого, масса высечек, взятых в разных местах листа, будет неодинаковой из-за различной их толщины у основания и верхушки.

Пример. В пробе из 120 листьев яблони сорта Фуджи было сделано 700 высечек буром диаметром 20 мм. Определить среднюю площадь листа яблони, если масса всей пробы составила 39,37 г, масса высечек -0,42 г.

Решение.

1. Определяем площадь одной высечки:

$$П_1 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,2^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,04}{4} = \frac{0,126}{4} = 0,032$$

2. Определяем среднюю площадь листа:

$$П = \frac{M \times П_1 \times K}{M_1 \times N} = \frac{39,37 \times 0,032 \times 700}{0,42 \times 120} = \frac{881,89}{50,4} = 17,50 \text{ см}^2$$

Таким образом средняя площадь 1 листа яблони сорта Фуджи составляет 17,5 см².

Контурный способ. Контурные разложенных на бумаге листьев с пробных растений обводят карандашом, затем их площадь измеряют планиметром и выводят общую площадь учетных листьев. При отсутствии планиметра контуры листьев на бумаге вырезают и взвешивают. Одновременно взвешивают расчерченную на квадратики площадью 1 см² такую же бумагу определенной площади. По отношению массы расчерченной бумаги к ее площади рассчитывают массу 1 см² бумаги. Разделив массу вырезанных из бумаги контуров листьев на массу 1 см² бумаги, определяют площадь листьев в пробе. Дальнейшие расчеты ведут по методике способа высечек.

Расчетный способ. Измеряют длину и наибольшую ширину листа и, используя переводные коэффициенты (0,67 – для культур с линейной, продолговатой формой листьев и 0,74 – для культур с овальными листьями), рассчитывают площадь одного отдельного листа (см²) по формуле

где Д и Ш – соответственно длина и ширина листа, см; К – переводной коэффициент (0,67 или 0,74).

Преимуществом этого способа является то, что его можно использовать и при изучении динамики нарастания листовой пластинки на учетных растениях, т. е. определять площадь листьев на растении несколько раз за вегетацию, не срезая их; недостатком – снижение точности определения площади листового аппарата.

Пример. Определить среднюю площадь листа лука сорта Халцедон, если длина и ширина (мм) 10 листьев составила:

Длина	130	198	231	184	201	153	168	207	213	163
Ширина	9	10	13	11	14	10	9	14	10	8

Решение

1. Определяем среднюю длину листьев

$$Д = \frac{\sum X}{n} = \frac{13,0 + 19,8 + 23,1 + 18,4 + 20,1 + 15,3 + 16,8 + 20,7 + 21,3 + 16,3}{10} = \frac{184,8}{10} = 18,48 \text{ см}$$

2. Определяем среднюю ширину листьев

$$\begin{aligned} \text{Ш} &= \frac{\sum X}{n} = \frac{0,9+1,0+1,3+1,1+1,4+1,0+0,9+1,4+1,0+0,8}{10} = \\ &= \frac{10,8}{10} = 1,08 \text{ см} \end{aligned}$$

3. Определяем среднюю площадь одного листа:

Т.к. листья лука имеют близкую линейной форму, применяем коэффициент **0,67**

Таким образом средняя площадь 1 листа лука сорта Халцедон составляет 13,37 см².

$$П = Д \times Ш \times К = 18,48 \times 1,08 \times 0,67 = 13,37 \text{ см}^2$$

Более точным является расчетный способ определения площади листьев с использованием **уравнения регрессии**. Уравнения регрессии рассчитываются для конкретного сорта. Так для определения площади листа моркови сорта Нантская используют уравнение $Y = -23+0,391X$ (где X – длина жилки); огурца (вне зависимости от сорта) $-Y = -9,8+0,676X$ (где $X = Д \times Ш$), лука сорта Каба - $Y = 10,4+0,611X$ (где $X = Д \times Ш$), свеклы сорта Бордо - $Y = 16+0,624X$ (где $X = Д \times Ш$), томата сорта Алпатьева 905-А - $Y = -17,2+0,364X$ (где X - квадрат длины листа).

Пример. Определить расчетным методом среднюю площадь листа огурца сорта Родничок, если длина и ширина (мм) 10 листьев составила:

Длина	85	123	137	97	98	112	94	118	105	91
Ширина	110	127	135	101	107	125	112	121	118	104

Решение

1. Определяем среднюю длину листьев

$$\begin{aligned} Д &= \frac{\sum X}{n} = \frac{8,5+12,3+13,7+9,7+9,8+11,2+9,4+11,8+10,5+9,1}{10} = \\ &= \frac{106,0}{10} = 10,6 \text{ см} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ш} &= \frac{\sum X}{n} = \frac{11,0+12,7+13,5+10,1+10,7+12,5+11,2+12,1+11,8+10,4}{10} = \\ &= \frac{116,0}{10} = 11,6 \text{ см} \end{aligned}$$

3. Определяем среднюю площадь одного листа:

$$Y = -9,8+0,676X = -9,8+0,676 \times 10,6 \times 11,6 = -9,8+82,38 = 72,58 \text{ см}$$

Таким образом средняя площадь 1 листа огурца сорта Родничок составляет 72,58 см².

Метод сканирования - новый метод определения площади листьев растений с использованием компьютерной технологии с помощью специальных программ.

Задание. Согласно N задания определить среднюю площадь 1 листа.

Задание 1.

Пример 1. В пробе из 150 листьев винограда сорта Сурученский белый было сделано 1200 высечек буром диаметром 25 мм. Определить среднюю

площадь листа винограда, если масса всей пробы составила 274,41 г, масса высечек – 0,88 г.

Пример 2. Определить расчетным способом среднюю площадь листа перца сорта Богатырь, если длина и ширина (мм) 10 листьев составила:

Длина	142	134	125	85	127	99	92	110	77	82
Ширина	80	73	78	37	64	55	46	56	40	36

Задание 2.

Пример 1. В пробе из 250 листьев яблони сорта Мелба было сделано 1400 высечек буром диаметром 25 мм. Определить среднюю площадь листа яблони, если масса всей пробы составила 75,19 г, масса высечек - 1,48 г.

Пример 2. Определить расчетным способом среднюю площадь листа огурца сорта Струмок, если длина и ширина (мм) 10 листьев составила:

Длина	92	114	124	88	114	109	89	121	107	117
Ширина	104	139	131	103	121	117	106	132	112	124

Задание 3.

Пример 1. В пробе из 130 листьев винограда сорта Бианка было сделано 800 высечек буром диаметром 25 мм. Определить среднюю площадь листа винограда, если масса всей пробы составила 212,68 г, масса высечек -0,55 г.

Пример 2. Определить расчетным способом среднюю площадь листа перца сорта Подарок Молдовы, если длина и ширина (мм) 10 листьев составила:

Длина	122	104	111	79	107	89	102	98	77	82
Ширина	60	53	62	34	51	50	44	46	40	36

Задание 4.

Пример 1. В пробе из 140 листьев абрикоса сорта Краснощекий было сделано 800 высечек буром диаметром 20 мм. Определить среднюю площадь листа абрикоса, если масса всей пробы составила 94,18 г, масса высечек -0,53 г.

Пример 2. Определить расчетным способом среднюю площадь листа вишни сорта Молдавская черная, если длина и ширина (мм) 10 листьев составила:

Длина	94	82	88	92	99	86	84	93	90	92
Ширина	47	43	45	49	51	42	37	52	48	54

Задание 5.

Пример 1. В пробе из 200 листьев винограда сорта Молдова было сделано 1500 высечек буром диаметром 25 мм. Определить среднюю площадь листа винограда, если масса всей пробы составила 419,32 г, масса высечек - 1,18 г.

Пример 2. Определить расчетным способом среднюю площадь листа черешни сорта Рекорд, если длина и ширина (мм) 10 листьев составила:

Длина	104	102	94	98	109	104	108	113	112	110
Ширина	58	61	55	57	62	61	58	57	61	55

Задание 6.

Пример 1. В пробе из 170 листьев яблони сорта Голден делишес было сделано 900 высечек буром диаметром 25 мм. Определить среднюю площадь листа яблони, если масса всей пробы составила 64,52 г, масса высечек – 1,1 г.

Пример 2. Определить расчетным способом с применением уравнения регрессии среднюю площадь листа моркови сорта Нантская, если длина жилки (мм) 10 листьев составила: 213, 227, 210, 207, 184, 192, 188, 201, 179, 187

Задание 7.

Пример 1. В пробе из 200 листьев абрикоса сорта Краснощекий было сделано 1200 высечек буром диаметром 20 м. Определить среднюю площадь листа абрикоса, если масса всей пробы составила 134,8 г, масса высечек - 0,78 г.

Пример 2. Определить расчетным способом с применением уравнения регрессии среднюю площадь листа огурца гибрида Зубренок, если длина и ширина (мм) 10 листьев составила:

Длина	99	104	112	98	119	109	99	124	105	119
Ширина	114	109	121	107	131	118	108	130	117	126

Задание 8.

Пример 1. В пробе из 160 листьев винограда сорта Мускат было сделано 750 высечек буром диаметром 25 мм. Определить среднюю площадь листа винограда, если масса всей пробы составила 226,79 г, масса высечек - 0,58 г.

Пример 2. Определить расчетным способом среднюю площадь листа лука сорта Кармен, если длина и ширина (мм) 10 листьев составила:

Длина	153	188	201	174	219	163	152	211	193	153
Шири	11	10	12	12	11	11	9	13	8	7

Задание 9.

Пример 1. В пробе из 190 листьев яблони сорта Монтуанское было сделано 600 высечек буром диаметром 20 мм. Определить среднюю площадь листа яблони, если масса всей пробы составила 66,82 г, масса высечек – 0,53 г.

Длина	143	128	164	142	169	153	122	171	133	154
Ширина	9	7	11	11	10	9	7	10	6	8

Пример 2. Определить расчетным методом с использованием уравнения регрессии среднюю площадь листа лука сорта Каба, если длина и ширина (мм) 10 листьев составила:

Длина	143	128	164	142	169	153	122	171	133	154
Ширина	9	7	11	11	10	9	7	10	6	8

Задание 10.

Пример 1. В пробе из 170 листьев абрикоса сорта Кишиневский ранний было сделано 600 высечек буром диаметром 20 мм. Определить среднюю площадь листа абрикоса, если масса всей пробы составила 117,6 г, масса высечек – 0,41 г.

Пример 2. Определить расчетным методом с использованием уравнения регрессии среднюю площадь листа томата сорта Алпатьева 905-А,

если длина (мм) 10 листьев составила: 273, 289, 310, 256, 214, 318, 267, 252, 281, 275

2. Расчет величины фотосинтетического потенциала

Фотосинтетическая деятельность растений характеризуется не только площадью листьев и ее изменением в течение вегетации, но и фотосинтетическим потенциалом.

Фотосинтетический потенциал – это число рабочих дней площади листьев. Он как бы объединяет 2 измерения: площадь фотосинтезирующей поверхности растений и время, на протяжении которого эта поверхность работает.

Для определения фотосинтетического потенциала среднюю площадь листовой поверхности посевов (Л) умножают на длину вегетационного периода (Т).

$$\text{ФП} = \text{Л} \times \text{Т},$$

где ФП – фотосинтетический потенциал посева, тыс. м²/га/дней;

Л – средняя площадь листьев, тыс. м²/га;

Т – продолжительность периода, дней.

$\text{ФП} = (\text{Л}_1 + \text{Л}_2 \times \text{T}_1 + \text{Л}_2 + \text{Л}_3 \times \text{T}_2 + (\text{Л}_3 + \text{Л}_4 \times \text{T}_3 + \dots) / 2$, где Л₁ и Л₂ – площадь листьев в предыдущую и последующую дату определения, тыс. м²/га

На основании расчетных данных построить график изменения фотосинтетического потенциала в течение вегетации культуры:

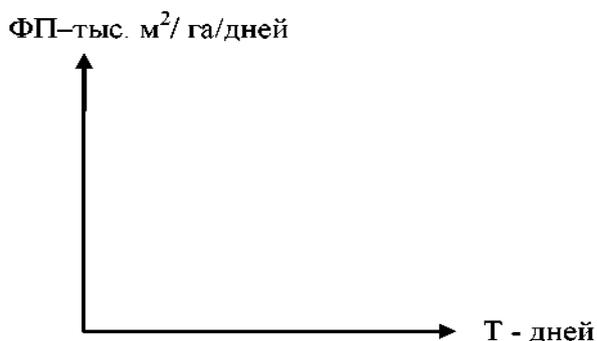


Рисунок 2 – Динамика изменения ФП в течение вегетации

Задание 3. Определение показателя чистой продуктивности фотосинтеза.

Исходные данные

Таблица 1 – Динамика нарастания площади листьев сельскохозяйственных культур, тыс. м²/га

Вариант	Дата определения							
	01.06	15.06	01.07	15.07	01.08	15.08	01.09	15.09
	Кукуруза на зерно							
1.	1,4	6,4	16,9	21,7	19,5	16,2	11,3	–
2.	1,8	9,0	20,6	27,1	24,5	21,1	14,9	–
3.	2,1	9,7	23,5	29,4	26,1	22,2	16,2	–
4.	2,0	9,8	22,7	28,9	25,5	21,9	15,9	–
5.	2,0	8,9	21,6	28,3	24,9	21,2	14,9	–
6.	2,3	12,7	26,3	33,1	30,7	26,6	20,5	–
7.	2,2	12,6	24,9	31,8	30,2	26,0	20,1	–
8.	2,3	12,2	25,3	31,3	28,3	25,5	19,0	–

	Соя							
9.	–	21,2	28,8	50,1	56,7	51,3	–	–
10.	–	20,6	26,5	46,3	57,5	54,8	–	–
11.	–	23,2	30,1	52,1	58,9	56,7	–	–
12.	–	25,3	24,1	43,2	56,3	53,9	–	–
13.	–	22,7	23,8	42,5	56,2	54,9	–	–
	Свекла сахарная							
14.	10,8	15,9	25,8	32,6	31,2	21,6	13,8	12,1
15.	13,4	23,2	32,6	51,3	47,5	41,2	19,3	15,9
16.	16,2	29,3	40,4	53,9	49,5	43,0	22,4	19,7
17.	17,9	29,5	38,6	52,6	48,2	44,0	20,2	19,1
18.	19,3	25,9	43,1	51,2	45,5	38,8	21,9	18,5
19.	20,1	31,9	47,1	59,9	56,2	46,2	26,4	25,2
20.	20,5	32,0	46,7	56,8	55,4	45,7	24,8	22,7
21.	21,5	30,6	43,5	53,0	52,6	40,5	22,1	21,3
	Свекла кормовая (семенни ки)							
22.	0,7	–	3,9	–	3,2	–	1,4	–

Таблица 2 – Динамика накопления абсолютно сухого вещества сельскохозяйственных культур, г га 1 растение

Вариант	Дата определения							
	01.06	15.06	01.07	15.07	01.08	15.08	01.09	15.09
Кукуруза на зерно								
1.	1,8	13,7	72,9	117,1	182,7	200,9	257,5	–
2.	1,5	15,2	89,6	152,2	266,8	355,7	402,1	–
3.	1,9	18,5	96,4	173,0	282,1	369,8	434,5	–
4.	1,9	16,7	92,2	179,9	313,3	376,2	432,1	–
5.	2,0	19,9	94,3	173,7	290,0	370,0	404,0	–
6.	1,8	23,0	110,8	188,3	338,3	398,2	491,5	–
7.	1,8	21,7	112,8	201,7	308,5	410,0	473,1	–
8.	1,6	26,8	111,5	190,0	336,4	402,5	465,4	–
	Соя							
9.	–	2,6	4,7	5,1	5,9	6,1	–	–
10.	–	2,0	4,5	5,4	5,7	7,0	–	–
11.	–	2,0	4,4	5,0	5,5	7,9	–	–
12.	–	2,0	3,7	4,1	5,0	6,2	–	–
13.	–	2,2	5,7	6,1	7,5	8,1	–	–
	Свекла сахарная							
14.	5,8	20,6	54,1	96,4	118,5	125,6	114,8	112,9
15.	14,6	30,6	69,3	123,6	172,7	180,8	165,9	158,2
16.	18,8	34,8	88,6	148,8	192,0	218,8	177,8	171,4
17.	19,2	32,5	88,7	158,8	194,9	210,3	171,8	169,2
18.	19,5	36,3	86,2	144,5	181,2	207,4	165,1	163,5
19.	21,2	41,0	112,5	165,2	203,8	247,5	219,5	202,6
20.	21,0	40,6	107,1	159,1	208,3	252,0	206,5	197,6
21.	18,6	33,4	102,2	156,3	202,2	231,4	194,1	185,1
	Свекла кормовая (семенники)							
22.	21,7		31,8		47,0		63,3	

Озимая пшеница				
23.	0,10	0,35	2,98	4,34
24.	0,10	0,32	2,49	3,58
25.	0,10	0,28	2,28	3,25
26.	0,09	0,29	2,40	3,43
27.	0,09	0,28	2,25	3,19

Чистая продуктивность фотосинтеза – это количество сухого вещества, синтезируемое 1 м² зеленой части растения (в основном листьев) за сутки.

Зная величину фотосинтетического потенциала (ФП) и урожайность абсолютно сухой биомассы можно рассчитать показатель чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) по формуле:

$$\text{ЧПФ} = \frac{y}{\text{ФП}}$$

где ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза, г/м²×сутки;

У – урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га ФП – фотосинтетический потенциал, тыс. м²/га×дней.

$$\text{ЧПФ}_1 = \frac{2(B_2 - B_1)}{(Л_1 + Л_2) \times T_1}, \quad \text{ЧПФ}_2 = \frac{2(B_3 - B_2)}{(Л_2 + Л_3) \times T_2}, \quad \text{ЧПФ}_3 =$$

где В₁ и В₂ – величина абсолютно сухой биомассы в предыдущую и последующую дату определения, кг/га;

Л₁ и Л₂ – площадь листьев в предыдущую и последующую дату определения, тыс. м²/га.

На основании расчетных данных построить график изменения чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) в течение вегетации культуры:



Рисунок 3 – Динамика изменения чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) в течение вегетации культуры

Контрольные вопросы

1. Как рассчитывают площади листьев
2. Как рассчитывают ФП
3. Как рассчитывают ЧПФ
4. Как влияют биологические условия на урожайность.

ЛЕКЦИЯ 5

Тема: Агротехнические и технологические основы получения программируемых урожаев

Цель: изучение влияния на урожайность агротехнических и технологических условий его формирования

Агротехнические условия получения планируемой урожайности. Агротехническое обоснование уровня урожайности для каждого поля севооборота является первой частью программы по созданию посевов высокой продуктивности, имеющих оптимальное сочетание всех факторов жизнедеятельности растений. Программирование урожая требует своевременного выполнения всего комплекса работ согласно технологической карте от подготовки почвы и семян до уборки урожая.

Обработка почвы должна обеспечить улучшение ее агрофизических свойств, накопление влаги и действенную борьбу с сорняками, болезнями и вредителями. Предпосевное выравнивание и прикатывание полей способствует равномерности заделки семян и сокращает испарение воды.

Определение оптимальных сроков и способов внесения удобрений (органических, минеральных и извести) имеет особое значение при программированном выращивании урожая. Внесение удобрений требует соблюдения следующих правил: оптимальная глубина заделки, оптимальное пространственное размещение относительно корневой системы и равномерное распределение по полю. Локальное (внутрипочвенное) внесение удобрений имеет преимущество перед другими способами. В этом случае ленточным способом лучше вносить потребные нормы азота, фосфора и калия одновременно. Например, ленточное внесение основного минерального удобрения под картофель проводится одновременно с посадкой и удобрения располагаются одной лентой на 3-5 см ниже клубня или на той же глубине двумя лентами по сторонам от рядка клубней на расстоянии около 5 см от центра.

Сроки сева – также важный элемент технологии программирования урожая. Здесь имеет значение время начала посева к его продолжительности. Технологическая карта должна содержать все, включая и общеизвестные, но не всегда используемые агроприемы.

Технология программированного выращивания урожая полевых культур по обобщенным почвенно-климатическим показателям предусматривает:

1. Определение продуктивности и уровня возможного урожая по лимитирующему фактору с учетом окультуренности и плодородия конкретного поля.

2. Расчет нормы внесения органических и минеральных удобрений с учетом выноса питательных веществ урожаем, использования их из почвы и удобрений, а также расширенного воспроизводства плодородия почвы.

3. Составление технологической карты, включающей обязательные агротехнические приемы, способы и сроки их выполнения, а также затраты труда и средств и себестоимость продукции.

4. Оперативную корректировку технологии или приемов управления формированием урожая с учетом реально складывающихся и прогнозируемых погодных условий для поддержания в оптимальном режиме основных факторов, определяющих продуктивность посева.

5. Систематическую регистрацию условий выращивания урожая и изменений свойств почвы для последующего уточнения расчетов и совершенствования теории и методов получения высоких урожаев с одновременным улучшением плодородия почвы и охраны окружающей среды.

Метод программирования урожая требует высокой культуры земледелия и строгой производственной дисциплины, как и любая другая технология, основанная на точном расчете.

В настоящее время накоплен обширный экспериментальный материал, характеризующий ход поступления питательных веществ у различных видов растений. Известно и количество питательных веществ, необходимое на единицу хозяйственной части урожая. Например, в условиях Подмосковья доступные для растений формы фосфора используются примерно на 5-7%, калия – на 100-12%, легкогидролизуемого азота – на 20% от их количества в почве. Учитывая эти данные, легко рассчитать количество удобрений для запланированного урожая.

Ведущая роль в управлении процессом формирования урожая принадлежит водообеспечению (орошению) и удобрению полевых культур. Коэффициент водопотребления (расход продуктивной влаги в м³/ц продукции) – величина непостоянная: он увеличивается или уменьшается в зависимости от всего комплекса агротехники.

Для получения запланированного урожая сельскохозяйственных культур важно иметь сорта, которые способны создать то количество органической массы, которое рассчитано по влагообеспеченности и питанию растений. Вопросы уплотнения каждого гектара пашни во времени (выращивание двух-трех урожаев в год на единице площади) и в пространстве (совместные посевы культур с разным уровнем расположения листьев) имеют важное агротехническое значение. Самые совершенные модели программируемых урожаев сельскохозяйственных культур имеют практическое значение в том случае, если весь процесс формирования урожая будет реально управляем.

Технологические основы программирования урожая

Технологические основы программирования урожаев требуют четкого осуществления в заданной последовательности специально разработанного комплекса технологических операций, необходимых для достижения на каждом этапе формирования урожая заранее рассчитанных количественных и качественных показателей роста, развития и продуктивности растений в агрофитоценозе. Технология получения программируемых урожаев основана на точном расчете и требует строгой производственной дисциплины при выполнении всех без исключения операций. Только в этом случае удастся осуществлять эффективное управление формированием заданного урожая сельскохозяйственных культур в соответствии с составленной программой.

В программированной технологии все основные приемы направлены прежде всего на решение главной задачи – использование заданного по программе количества ФАР на формирование урожая.

Исследования по разработке технологии программированного возделывания культуры начинаются с определения ее потенциальной продуктивности в конкретных экологических условиях. При этом ставится задача наиболее полного использования генетического потенциала сорта или гибрида.

Программированное возделывание сельскохозяйственных культур требует четкого осуществления в заданной последовательности специально разработанного комплекса технологических операций, необходимых для достижения на каждом этапе формирования урожая заранее рассчитанных количественных и качественных *показателей роста, развития и продуктивности растений*. Следовательно, речь идет о принципиально новой технологии выращивания урожая, при которой определяющее значение наряду с общей оптимизацией основных регулирующих факторов жизни растений приобретает фактор времени – точное соблюдение временных параметров проведения технологических операций: сроков посева, поливов, внесения удобрений, обработки почвы, уборки и других приемов.

В связи с тем, что технология программированного выращивания урожая, обеспечивающая резкое повышение урожайности, требует некоторых дополнительных материально-технических затрат и привлечения дополнительных трудовых ресурсов, возможности широкого внедрения нового метода в хозяйствах могут различаться и определяться уровнем материально-технической базы хозяйства. Следовательно, на данном этапе развития земледелия (богарного и орошаемого) целесообразно вести по каждой культуре разработку не нескольких типовых технологий, рассчитанных на получение разных уровней урожайности (от средней до максимальной экономически оправданной). Наличие таких технологий позволит внедрить программированное выращивание урожая практически в любом хозяйстве и существенно увеличить валовые сборы зерна и кормов.

Важным этапом программирования является составление обоснованной технологической карты получения запрограммированного урожая. *Технологическая карта* – это технический проект урожая. В нем закладываются детальный план мероприятий, отражающий последовательность, сроки, количество и качество всех работ от подготовки семян к посеву до завершения уборки.

В технологической карте должны быть учтены общеизвестные, но не всегда используемые агроприемы:

- выбор наилучшего варианта размещения культуры в полях севооборота с учетом предшественника и состояния окультуренности контура;
- подбор высокоурожайного для данного хозяйства, устойчивого к полеганию и заболеваниям сорта;
- посев высококачественными семенами;
- предпосевная калибровка семян (клубней) с использованием на посев семян средней фракции, предпосевное прогревание семян;

- предпосевное протравливание семян всех культур;
- определение оптимальной нормы посева семян данной партии для программируемого урожая с учетом показателя массы 1000 семян и посевной годности;
- обеспечение более равномерного распределения семян по поверхности почвы за счет перекрестного или узкорядного посева зерновых, широкорядного посева многолетних трав на семена;
- борьба за сохранение и оптимальное использование почвенной влаги в весенний период;
- равномерное внесение органических и минеральных удобрений;
- шлейфование (выравнивание) поверхности почвы, совмещенное с предпосевной культивацией;
- предпосевное (в рядки) внесение сложных гранулированных удобрений;
- прикатывание посевов зерновых, многолетних трав, силосных культур;
- боронование посевов озимых и яровых при уплотнении почвы и образовании корки;
- использование гербицидов для подавления сорняков на посевах зерновых и многолетних трав в период кущения, на участках картофеля за 7–10 дней до всходов;
- использование ретардантов в целях предупреждения полегания зерновых, применение некорневых подкормок.

В практической работе по программированному возделыванию сельскохозяйственных культур возможны некоторые отклонения от указанной технологической карты, связанные с погодными условиями, ресурсами рабочей силы, техники и т. п. В этих условиях опыт и квалификация специалистов и механизаторов при творческом выполнении запланированных мероприятий являются важнейшими факторами обеспечения урожая.

При планировании урожая сельскохозяйственных культур и связанных с этим технологических и других операций важно знать сроки их проведения и условия, которые могут сложиться к этому моменту. С целью правильной регламентации всех работ рекомендуется использовать сетевые графики, описывающие последовательность событий и операций при возделывании любой культуры. Это позволяет правильно выбрать тип рабочего органа, ориентировочно назначить сроки готовности техники к выполнению запланированных работ.

Вся система агротехнических приемов при программировании урожая должна способствовать улучшению физических свойств почвы, регулированию теплового и водно-воздушного режимов, созданию наилучших условий для роста и развития растений.

Крайне необходима система учета и контроля за выполнением запланированных в технологической карте мероприятий по каждому полю с фиксацией в контрольном журнале отклонений по срокам, приемам и техническому обеспечению. Элементы программирования урожая в настоящее

время являются необходимой частью интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

3. Организационно-технические мероприятия, способствующие получению программируемой урожайности

В получении программируемых урожаев сельскохозяйственных культур большое значение имеет проведение организационно-технических мероприятий. Для этого в хозяйстве должны быть организованы специализированные бригады (звенья). За бригадой постоянно закрепляют определенную площадь пашни, культуры, не обходимую технику с учетом требований индустриальной технологии возделывания. Бригаде своевременно и в необходимом количестве выделяют семена, удобрения, пестициды и ретарданты.

Для более равномерного использования рабочей силы и техники за бригадой может быть закреплено несколько культур: озимые и яровые зерновые, картофель или корнеплоды, многолетние травы, которые значительно отличаются по срокам созревания. Это дает возможность снизить напряженность во время уборки.

На основании точных расчетов бригаде дается задание по получению программируемой урожайности сельскохозяйственных культур, выдаются технологические карты получения программируемых урожаев, календарные планы работы, графики хода формирования урожая и другие планы, связанные с получением программируемой урожайности.

Эффективность программирования урожайности сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от уровня организации труда, знаний членов бригады, оплаты труда, материального и морального стимулирования членов бригады в увеличении производства, улучшении качества продукции и снижении себестоимости.

Бригада заключает трудовое соглашение с администрацией хозяйства по получению планируемой урожайности и оплате труда.

Для более качественного выполнения работы из числа бригады могут быть созданы специализированные звенья (группы) по обработке почвы, внесению удобрений, уходу за посевами, защите растений, уборке урожая. Правильная организация производства способствует ликвидации обезлички, повышению ответственности членов бригады за использование земли, техники и других материальных ценностей, обеспечивает повышение заинтересованности членов бригады в конечных результатах производства.

Каждый член бригады должен точно знать агротехнические требования и качественные показатели выполняемой работы и четко представлять, что от него требуется и что он должен делать не только на следующий день или в определенный период вегетации, в течение года. Для этого с членами бригады проводят занятия по вопросам технологии возделывания культур, применения удобрений, гербицидов, пестицидов и охраны окружающей среды.

Бригада должна продолжительное время работать без существенного реформирования, тогда она более успешно справится со своими задачами по получению программируемых урожаев.

В течение всего вегетационного периода нужно проводить постоянный контроль за выполнением комплексных планов программирования и ходом формирования урожая, в случае расхождения с ранее намеченной программой вносить поправку (коррекцию) условий выращивания. Коррекционные или технологические поправки к программе могут быть вызваны изменением погодных условий или допущенными неточностями при составлении программы. Такой контроль за ходом формирования урожая сельскохозяйственных культур позволяет значительно усовершенствовать технологию возделывания сельскохозяйственных культур и на этой основе добиться высоких урожаев и значительно повысить эффективность материальных затрат.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные агротехнические приемы, обеспечивающие получение запланированного урожая
2. Каким образом следует составлять технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур для получения запланированного урожая
3. В чем суть организационно-технических мероприятий, способствующих получению программируемой урожайности

Практическая работа 4

Тема: Агротехнические и технологические основы получения программируемых урожаев

Цель: *Научится составлять технологические карты*

1. Разработка технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур

В практике сельхозпроизводства для обоснования агротехнических и технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур используются технологические карты. Технологические карты разрабатываются в расчете на 10, 100 га пахотных земель, указывается вид возделываемой культуры, предшественник и планируемая урожайность культуры. В ней также приводятся себестоимость единицы продукции. Важная часть работы, обоснование технического парка, привлекаемого для выполнения агрономических работ. Здесь исходят из наличия техники у предприятия, ее распределения по одновременно выполняемым работам.

Объем механизированных работ, необходимый для определения количественного состава МТП подразделения хозяйства, устанавливается с помощью технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур, которые составляют по всем возделываемым в подразделении культурам.

В растениеводстве сельскохозяйственного производства России возделывается свыше 100 с.-х. культур в разных регионах с различными почвенно-климатическими и природно-экономическими условиями.

Специалистами Минсельхозпрода России проделана большая работа по разработке системы Федерального регистра технологий производства

продукции растениеводства, а также технологических адаптеров – набора рекомендуемых и нормируемых способов выполнения отдельных операций, процессов, эффективных в конкретных условиях производства.

Технологические карты разрабатываются по 5...6 основным сельскохозяйственным культурам, возделываемым в подразделении хозяйства.

В таблице 1 приведена технологическая карта №1 возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии

Перечень работ в технологических картах принимается по перспективной технологии с учетом особенностей местных условий, достижений науки и передового опыта, обеспечивающих получение максимального урожая при наименьших затратах труда и средств.

Особое внимание должно быть уделено интенсивным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур.

Расшифровка граф технологической карты

Каждому виду работ присваивается порядковый номер-шифр (графа 1).

В графе 2 дается перечень всех работ, планируемых к выполнению в подразделении при возделывании данной сельскохозяйственной культуры.

В графу 3 по каждой работе заносятся основные агротехнические требования и другие показатели, определяющие качество её выполнения, например, глубина обработки почвы, норма высева семян, внесения удобрений и др.

Объем работ (U) в физических гектарах, тоннах, тонно-километрах по каждой работе заносится в графу 4. Он устанавливается в соответствии с площадью, занимаемой данной культурой, или принятыми показателями (урожайность основной и побочной продукции, нормы внесения материалов, расстояние перевозок и т.п.).

За календарные сроки выполнения работ D_k (графа 5) принимаются научно обоснованные оптимальные для района расположения подразделения сроки. Количество рабочих дней для выполнения каждой сельскохозяйственной работы D_p (графа 6) устанавливается на основании календарных сроков (графа 5) периода выполнения работы с учетом коэффициентов использования календарного времени и технической готовности по формуле:

$$D_p = D_k \cdot \alpha \cdot K_{т.г.}, \quad (1)$$

где D_k – количество календарных дней выполнения работ;

α – коэффициент использования календарного времени;

$K_{т.г.}$ – коэффициент технической готовности.

Коэффициент технической готовности МТП отражает простои агрегатов, связанные с проведением плановых технических обслуживания, устранением неисправностей и отказов, происходящих на рабочие дни. Его значение принимается равным 0,95 при $\alpha > 0,8$ и более 0,95 при $\alpha < 0,8$, так как в последнем случае возрастает вероятность совпадения простоев, связанных с техническим обслуживанием, ремонтом, с непогожими днями.

Полученное значение D_p округляется до целого числа. Продолжительность работы агрегата в течение суток T_c (графа 7)

устанавливается на основании принятого в хозяйстве рабочего дня на данный период с учетом характера выполняемой работы и календарного периода ее выполнения. Она может быть равна продолжительности смены – 7 часам при односменной работе, продолжительности светового дня – 10 часам (посев, междурядная культивация и др.) и 14 часам при двухсменной работе.

Количество смен за сутки – коэффициент сменности $\lambda_{см}$ (графа 8) определяется как частное от деления продолжительности рабочего времени суток T_c на продолжительность семичасовой смены $T_{см}$ ($\lambda_{см} = T_c / T_{см}$).

Состав машинно-тракторного агрегата (графы 9, 10, 11, и 12) для выполнения каждой работы подбирается с учетом обеспечения необходимого количества работы, высокой производительности и наименьших затрат труда и средств на единицу выполняемой работы в условиях данного подразделения.

Марки тракторов и сельскохозяйственных машин выбираются из таблицы 2.1. с таким расчетом, чтобы принятый состав агрегата наиболее полно удовлетворял предъявляемым выше требованиям.

Кроме того, нужно иметь в виду, что по каждой культуре в зависимости от принятой технологии должен подбираться комплекс машин, согласованных между собой по основным технологическим параметрам.

Количество машин в агрегате n_m (графа 12) принимается на основании рекомендаций с учетом конкретных условий подразделения так, чтобы обеспечить оптимальную загрузку трактора, максимальную производительность и экономичность при высоком качестве выполняемой работы.

Количество персонала, обслуживающего агрегат в течение одной смены m_m и m_b (графы 13 и 14), устанавливается в соответствии с выбранными машинами агрегата (прицепные, навесные) и принятой схемой его обслуживания.

Норма выработки агрегата за семичасовую смену $W_{см}$ (графа 15) принимается по данным хозяйства или нормативным справочникам («Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы и сельском хозяйстве», ч. 1...3) с учетом удельного сопротивления при пахоте и длины гона.

Если норма выработки на данную работу не установлена, она подсчитывается по известным из учебников формулам.

Выработка агрегата за сутки W_c (графа 16) подсчитывается по выражению:

$$W_c = W_{см} \cdot \lambda_{см}, \text{ или } W_c = \frac{W_{см} \cdot T_c}{T_{см}}, \quad (2)$$

где $T_{см}$ - продолжительность смены (7 часов).

Выработка агрегата за агросрок W_a (графа 17):

$$W_a = W_c \cdot D_p$$

Норма расхода топлива g_H (графа 18) принимается по данным хозяйства в зависимости от марки машины и вида выполняемой работы или по нормативным справочникам.

Таблица 1- Технологическая карта возделывания пшеницы. Площадь 1000 га.
Урожайность и валовый сбор: основной продукции 4т/га – 4000 т, побочной продукции 4 т/га – 4000т.

Шифр работы	Наименование с.-х. работы	основные агротехнические требования	Объем работы, га, т, т-км, U	Агротехнический срок		Продолжительность работы, ч- Т _c	Количество смен за сутки – λ _{см}	Состав агрегата						Кол-во обслуживающего персонала		Норма наработки агрегата за 7- часовую смену – W _{см}	Выработка агрегата за сутки – W _c	Выработка агрегата за агропериод – W _a	Норма расхода топлива, кг на сд. работы (га, т, т-км)	Требуется для выполнения всего объема работ						Выполнено нормосмен- Ксм	Эталонная выработка, W, трактора за 7 –час смену	Количество условных га – U _i	Технологический адаптер
				календарный – D _к	Количество рабочих дней- D _p			Марка трактора, самоходного шасси или автомобиля	Марка с.-х. машины	Марка сцепки	Количество машин в агрегате - n _м	Механизаторов – n _м	Вспомогательных рабочих – n _в	тракторов-х _т	Сцепок - с					с.-х. машин – n _{схм}	трактористов-машинистов – n _{тм}	вспомогательных рабочих – n _в	топлива, кг - G _t						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
1.1	Лущение стерни	0,05-0,07м	1000	0,5...10-07	5	14	2	ДТ-175С	ЛДГ-15	-	1	1	-	52	104	520	2,2	2	-	2	4	-	2200	19,2	11,5	221	АТ-1		
1.2.	Подготовка мин. удобрений	0,5 т/га	500	15...25-07	10	7	1	МТЗ-80	АИР-20	-	1	1	1	140	140	1400	0,42	1	-	1	1	1	220	4,3	4,9	21	АТ-2		
1.3.	Транспортировка мин. удобрений	0,5 т/га	500	15...25-07	10	7	1	ГАЗ-САЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	АТ-2		
1.4.	Внесение мин. удобрений	0,5 т/га	1000	15...25-07	10	7	1	МТЗ-80	МВУ-5	-	1	1	-	33	33	330	1,7	3	-	3	3	-	1700	0,59	4,9	2,88	АТ-2		
1.5.	Вспашка полупара	0,20-0,22м	600	15...25-07	10	14	2	ДТ-175С	ППН-6-40	-	1	1	-	10,5	21	210	13,2	3	-	3	6	-	7920	57,1	11,5	657,2	АТ-1		
1.6.	Дискование пахоты с прикатыванием	0,08-0,10 м	600	15...25-07	10	14	2	ДТ-175С	ПДТ-7,0+ЗККШ-6	-	1/1	1	-	23	46	460	5,1	2	-	2	4	-	3060	26,1	11,5	300	АТ-1		
1.7.	Культивация с боронованием	0,06-0,08 м	600	15...20-08	5	14	2	ДТ-175С	КШУ-12	-	1	1	-	56	112	560	2,3	1	-	1	2	-	1380	10,7	11,5	123,2	АТ-1		
1.8.	Обработка почвы после кукурузы на силос	0,08-0,16 м	400	15...30-08	15	14	2	ДТ-175С	АКП-3,0	-	1	1	-	14	28	420	11,5	1	-	1	2	-	4800	28,6	11,5	328,6	АТ-1		
1.9.	Предпосевная культивация	0,05-0,06 м	1000	15...30-09	15	14	2	ДТ-175С	КШУ-12	-	1	1	-	56	112	1680	2,3	1	-	1	2	-	2300	17,4	11,5	205,4	АТ-1		
1.10.	Транспортировка семян, удобрений	0,2 т/га 0,05т/га	20050	15...30-09	15	14	2	ЗИЛ-ММЗ-554	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	АТ-2		
1.11.	Посев озимой пшеницы с техн. кол.	0,25 т/га	1000	15...30-09	15	14	2	ДТ-175С	СЗУ-12	-	1	1	1	70	140	2100	2,6	1	-	1	2	2	2600	14,3	11,5	164,3	АТП-1,2		
1.12.	Прикатывание посевов	1 след	1000	15...30-09	7	14	2	ДТ-175С	ЗКК-6-6А	ЗГ-21	11/1	1	-	84	168	1176	1,3	1	1	11	2	-	1300	11,9	11,5	136,9	АТ-1		
1.13.	Транспортировка мин. удобрений	0,11 т/га	110	25...29-02	4	7	1	ЗИЛ-ММЗ-554	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	АТ-2		
1.14	Подкормка озимых	0,11 т/га	1000	25...29-02	4	7	1	МТЗ-80	ПШ-21.6	-	1	1	-	70	70	280	0,9	4	-	4	4	-	900	11,9	4,9	58,3	АТ-2		
1.15.	Транспортировка раствора пестицидов	0,1 т/га	100	05...09-04	4	7	1	МТЗ-80	ЗЖВ-3,2	-	1	1	-	24,5	24,5	98	2,2	1	-	1	1	-	220	4,1	4,9	20	АТ-3		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1.16.	Опрыскивание посевов	0,1 т/га	1000	05...09-04	4	7	1	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	-	1	1	-	70	70	280	0,6	4	-	4	4	-	600	11,9	4,9	58,3	АТ-3
1.17.	Опрыскивание посевов ультрамалообъемное	0,02 т/га	1000	11...15-04	4	7	1	МТЗ-80	УМО-10,8	-	1	1	-	56	56	216	0,7	5	-	5	5	-	700	17,9	4,9	87,5	АТ-3
1.18.	Приготовление р-ра мочевины	0,1 т/га	100	5...10-05	4	7	1	МТЗ-80	АПЖ-12	-	1	1	1	56	56	216	0,8	1	-	1	1	1	800	1,7	4,9	87,5	АТ-2
1.19.	Подкормка посевов	0,1 т/га	1000	5...10-05	4	7	1	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	-	1	1	-	70	70	280	0,6	4	-	4	4	-	600	11,9	4,9	58,3	АТ-2
1.20.	Опрыскивание посевов	0,02 т/га	1000	20...24-05	4	7	1	МТЗ-80	УМО-10,8	-	1	1	-	56	56	216	0,7	5	-	5	5	-	700	17,9	4,9	87,5	АТ-3
1.21.	Приготовление раствора	0,1 т/га	100	05...10-06	4	7	1	МТЗ-80	АПЖ-12	-	1	1	1	56	56	224	0,8	1	-	1	1	1	80	1,79	4,9	8,75	АТ-3
1.22.	Опрыскивание посевов	0,1 т/га	1000	05... 10-06	4	7	1	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	-	1	1	-	70	70	280	0,6	4	-	4	4	-	600	14,3	4,9	70	АТ-3
1.23.	Скашивание в валки	Высота среза до	500	01...10-07	4	14	2	МТЗ-80	ЖВП-6	-	1	1	-	21	42	168	2,4	3	-	3	6	-	1200	23,8	4,9	116,7	АТП -1,3
1.24.	Подбор и обмолот валков	4 т/га	500	04...09-07	5	14	2	ДОН-1500	ПППТ-1,6	-	1	1	1	14	23	140	11,6	-	-	4	8	-	5.800	-	-	-	АТП -1,3
1.25.	Транспортировка зерна	4 т/га	2000	04...09-07	5	14	2	ЗИЛ-ММЗ-554	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	АТП -1,3
1.26.	Транспортировка половы	0,08 т/га	80	04...09-07	5	14	2	МТЗ-80	ПТС-45	-	1	1	-	15,4	30,8	154	3,0	1	-	1	2	-	240	5,2	4,9	25,5	АТП -1,3
1.27.	Скирдование половы	0,08 т/га	80	04...09-07	5	14	2	МТЗ-80	ПКУ-0,8	-	1	1	-	23	46	230	2,2	1	-	1	2	-	176	3,5	4,9	17	АТП -1,3
1.28.	Прямое комбайнирование	4 т/га	500	04...09-07	5	14	2	ДОН-1500	-	-	1	1	1	11,2	22,4	112	15,6	-	-	5	10	-	7.800	-	-	-	АТП -1,3
1.29.	Прессование соломы	4 т/га	200	06...16-07	10	14	2	МТЗ-80	ПРП-1,6	-	1	1	-	28	56	560	6,3	1	-	1	2	-	1260	7,1	4,9	35	АТП -1,3
1.30.	Погрузка рулонов	4 т/га	800	06...16-07	10	14	2	МТЗ-80	ПКУ-0,8	-	1	1	-	40	80	800	1,5	1	-	1	2	-	1200	20	4,9	98	АТП -1,3
1.31.	Транспортировка рулонов	4 т/га	800	06...16-07	10	14	2	МТЗ-80	ПТС-45	-	1	1	-	17,5	35	350	2,2	3	-	3	6	-	1.760	45,7	4,9	224	АТП -1,3
1.32.	Штабелевание рулонов	4 т/га	800	06...16-07	10	14	2	МТЗ-80	ПКУ-0,8	-	1	1	1	45,5	91	910	1,1	1	-	1	2	-	880	17,6	4,9	86,2	АТП -1,3
1.33.	Стягивание соломы	4 т/га	550	05...15-07	10	14	2	ДТ-175С	ВИК-11	-	1	1	-	56	112	1120	2,5	1	-	1	2	-	1375	9,8	11,5	112,9	АТП -1,3
1.34.	Скирдование соломы	4 т/га	2200	05...15-07	15	14	2	МТЗ-80	ПФ-0,5	-	1	1	3	45,5	91	1350	1	2	-	2	4	6	2420	24,2	4,9	237	АТП -1,3

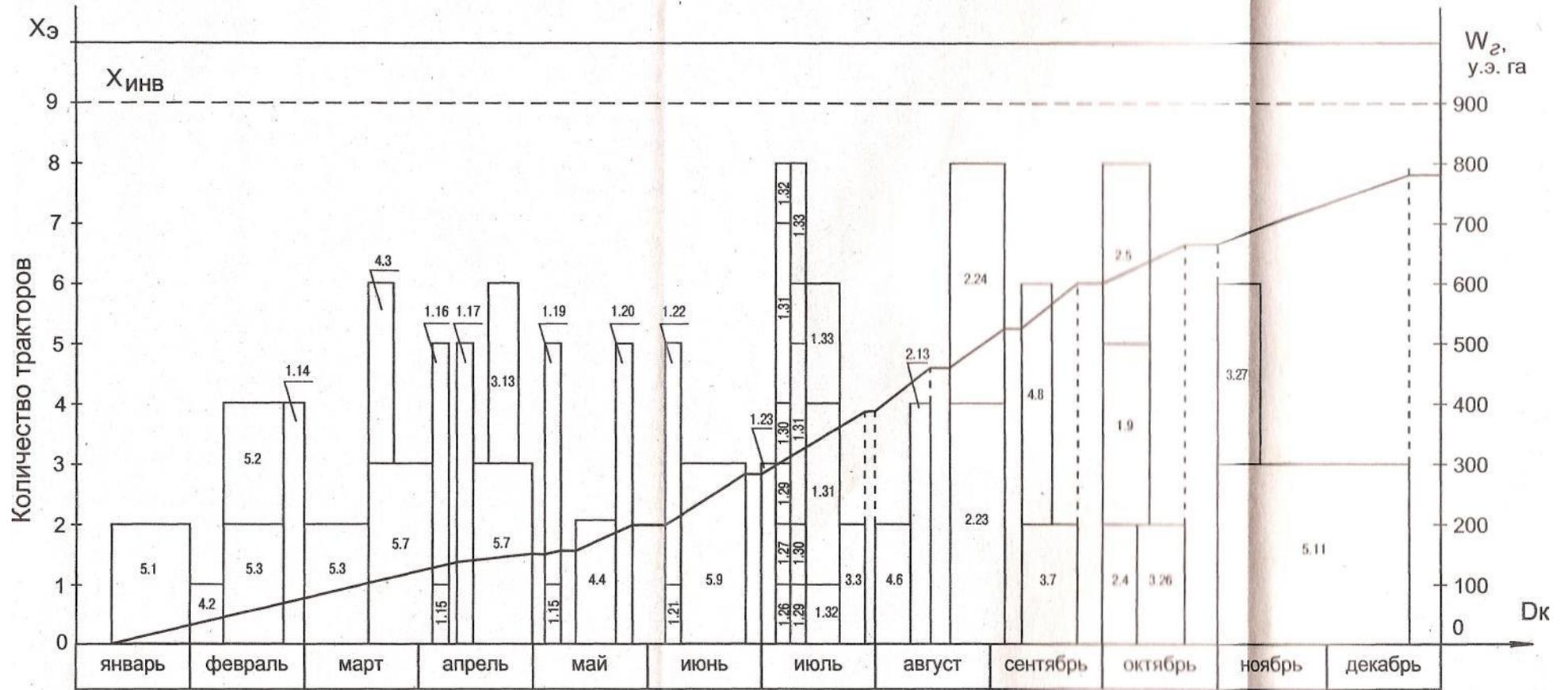


Рисунок1 – График загрузки тракторов МТЗ-80

Количество тракторов (агрегатов) X_3 (графа 19), необходимых для выполнения с.-х. операции, определяется по формуле:

$$X_3 = \frac{U}{W_a} \quad (4)$$

Если в агрегате с трактором для присоединения сельскохозяйственных машин используется сцепка, то количество сцепок C (графа 20) равно количеству тракторов X_3 .

Количество необходимых с.-х. машин для выполнения сельскохозяйственных операций $n_{схм}$ (графа 21) определяется умножением количества тракторов X_3 на количество машин в агрегате n_m :

$$n_{схм} = X_3 \cdot n_m \quad (5)$$

Количество трактористов-машинистов t_m (графа 22), необходимое для выполнения рассматриваемой с.-х. операции, определяется умножением количества агрегатов, занятых на данной работе, на количество полных рабочих смен за сутки:

$$t_m = X_3 \cdot \lambda_{см} \quad (6)$$

Аналогично определяется количество прицепщиков и вспомогательных рабочих m_a (графа 23):

$$m_a = X_3 \cdot \lambda_{см} \cdot m'_в, \quad (7)$$

где $m'_в$ - количество прицепщиков и вспомогательных рабочих на одном агрегате.

Потребное количество топлива (графа 24) определяется умножением объема работы U (графа 4) на норму расхода топлива g_n (графа 18) и записывается в графу марки трактора, выполнявшего эту работу.

В графу 25 записывается количество выполненных на данной сельскохозяйственной операции нормосмен $K_{см}$, определяемое как частное от деления запланированного объема работы U (графа 4) на норму выработки агрегата за 7-часовую смену $W_{см}$ (графа 15).

В графе 26 проставляется эталонная выработка W_3 трактора, выполняющего данную работу за 7-часовую смену.

Количество условных эталонных гектаров при выполнении данной с.-х. работы U_3 (графа 27) определяется как произведение граф 25 и 26, то есть:

$$U_3 = K_{см} \cdot W_3 \quad (8)$$

В графе 28 приведены технологические адаптеры на выполнение конкретных сельскохозяйственных работ, перечисленных в технологической карте (табл. 2.2.).

В данной технологической карте возделывания озимой пшеницы используется две марки тракторов – ДТ-175С и МТЗ-80, которые используются и при возделывании озимого ячменя, кукурузы на зерно и на силос, подсолнечника. Если в подразделении хозяйства возделывается сахарная свекла, в состав парка тракторов необходимо ввести третью марку – пропашной трактор Т-70С.

Расчет потребности в тракторах

С помощью технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур невозможно установить минимально необходимое количество тракторов для выполнения запланированных в подразделении работ. Этот вопрос может быть решен путем построения графиков загрузки тракторов, которые не только наглядно отражают загрузку тракторов по периодам года, но и обеспечивают четкое согласование выполняемых работ.

Наиболее рационально выполнять построение графиков загрузки по маркам тракторов, причем эти графики строятся по данным технологических карт в прямоугольных осях координат (рис.1).

По оси абсцисс графика откладывается время года в календарных днях D_k , а по оси ординат – количество тракторов данной марки X_3 .

Потребное количество тракторов X_3 (гр.19, табл. 1.) для выполнения каждой сельскохозяйственной операции определяется по формуле:

$$X_3 = \frac{U}{D_p \cdot W_c} = \frac{U}{W_a}, \quad (9)$$

где U – объем работ в физических га, т, т-км (гр. 4, табл. 1);

D_p – число рабочих дней в пределах агросрока (гр. 6, табл. 1);

W_c -суточная производительность агрегата, га/сутки (гр.16, табл. 1);

$W_a = W_c \cdot D_p$ – производительность агрегата за агросрок, га/период (гр. 17, табл. 1).

Например.

Работа 1.1 по технологической карте № 1 (табл. 1) – лущение стерни. Объем работы $U = 1000$ га. Число рабочих дней в пределах агросрока - $D_p = 5$, суточная производительность агрегата $W_c = 104$ га/сут.

Потребное количество тракторов для выполнения этой работы (формула 2.9) составит:

$$X_3 = \frac{1000}{5 \cdot 104} = 2 \quad (\text{гр. 19, табл.1})$$

Аналогично выполняются расчеты по всем остальным сельскохозяйственным работам технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур.

Построение графиков загрузки тракторов желательно выполнять на миллиметровой бумаге формата А1(594x841) или А2(420x594).

Строится график загрузки по данным граф 6 и 19 технологических карт.

Для каждой работы, выполненной тракторами данной марки, в принятой системе координат строится прямоугольник, сторона которого по оси ординат равна количеству тракторов X_3 , занятых на выполнении данной работы, а по оси абсцисс - количеству рабочих дней ее выполнения D_p в пределах обоснованного календарного срока. Площадь прямоугольника, полученного на графике загрузки, выражает количество тракторо-дней, необходимых для выполнения данного объема работы.

Прямоугольники отдельных работ, совпадающие по срокам выполнения, строят один над другим; общая высота прямоугольников определяет количество тракторов, необходимых в каждый период работ.

Для удобства пользования графиком загрузки каждому прямоугольнику, соответствующему определенной работе, присваивается шифр, например, лущение стерни 1.1, подготовка минеральных удобрений 1.2 и т.д., где первая цифра обозначает номер технологической карты, а вторая - порядковый номер работы в данной технологической карте.

Построенные таким образом графики загрузки обычно имеют большую неравномерность в использовании тракторов.

В таких случаях они подвергаются корректировке, цель которой улучшить использование тракторов и уменьшить в них потребность в наиболее напряженные периоды сельскохозяйственных работ, не допуская, наряду с этим, нарушения агротехнических требований по срокам их выполнения.

Корректировка графиков загрузки тракторов может быть выполнена следующими способами:

1) изменением сроков выполнения отдельных работ в пределах оптимальных, установленных агротребованиями;

2) уменьшением количества дней работы агрегата за счет увеличения продолжительности рабочего дня (двух-трехсменная работа), если это не ухудшает качества работы;

3) частичным перераспределением объема работ между тракторами различных марок, передачи части работ на самоходные машины, автотранспорт, специализированным подразделениям (пахотные, транспортные, плодородия и другие отряды);

4) изменением количества тракторов, выделяемых для данной работы в отдельные периоды общего времени ее выполнения.

Все изменения, связанные с корректировкой графиков загрузки тракторов, должны быть внесены в технологические карты.

Количество тракторов, соответствующее наибольшим ординатам на графиках загрузки после корректировки, определяет эксплуатационный парк, т.е. парк, занятый непосредственно на выполнении механизированных работ.

Списочное (инвентарное) или действительно необходимое количество тракторов должно быть несколько больше в связи с неизбежностью их простоя на плановых технических обслуживаниях (ТО) и ремонтах.

Инвентарный парк тракторов $X_{и}$ определяется по формуле:

$$X_{и} = \frac{X_{э}}{K_{тр}} \quad (10)$$

где $X_{и}$ - инвентарный парк тракторов;

$X_{э}$ - эксплуатационный парк;

$K_{тр}$ - коэффициент технической готовности.

Коэффициент технической готовности при определении инвентарного парка принимать не ниже 0,9.

Из графика загрузки тракторов МТЗ-80 (рис. 1) эксплуатационный парк $X_{э} = 8$ тракторов, тогда инвентарный парк составит:

$$X_{и} = \frac{8}{0,9} = 9 \text{ тракторов.}$$

Критерием правильности загрузки тракторов каждой марки является

годовая наработка в у.э.га, выполняемая каждым трактором. Она должна быть не ниже достигнутой в хозяйстве. Для построения интегральной кривой суммарной наработки в условных эталонных гектарах с правой стороны графика (рис. 1) по оси ординат в выбранном масштабе строится шкала суммарной годовой наработки трактора данной марки $W_{г.у.э.га}$.

Если на графике загрузки работы выполняются без разрыва во времени, например, на рис. 1. работы 5.1...1.16, то выработка на всех этих работах суммируется и от оси абсцисс в конце работы 1.16 в масштабе откладывается ордината значения суммарной наработки и начало работы 5.1 (нулевая точка) соединяется прямой линией с ординатой суммарной наработки в конце работы 1.16.

Если между сельскохозяйственными работами имеются разрывы (работы не выполняются), то в этих промежутках отрезки интегральной кривой будут идти параллельно оси абсцисс. После последних работ графика загрузки тракторов МТЗ-80 (рис. 1.) 3.27 и 5.11 интегральная кривая показывает значение суммарной годовой наработки $W_{г}$ в у.э.га. Графики загрузки тракторов ДТ-175С и МТЗ-80 (график загрузки тракторов ДТ-175С строится аналогично графику загрузки тракторов МТЗ-80, поэтому в данной разработке не приводится) строятся по пяти технологическим картам: карта №1 – озимая пшеница, карта №2 – озимый ячмень, карта №3 – кукуруза на зерно, карта №4 – кукуруза на силос, карта №5 – подсолнечник.

Построение интегральной кривой расхода топлива производится аналогично интегральной кривой наработки. Результаты по определению количества тракторов подразделения приводятся в виде таблицы 2.

Рассчитанный парк тракторов необходимо сопоставить с фактическим парком тракторов подразделения и дать соответствующие рекомендации. Коэффициенты перевода физических тракторов в условные приведены в табл. 2.

Таблица 2- Проектируемый и фактический парк тракторов подразделения

Марка трактора	Требуется тракторов по проекту		Фактически имеется тракторов в подразделении	
	физических	условных	физических	условных
ДТ-175С	6	9,9	3	4,95
МТЗ-80	9	6,3	6	4,2
и т.д.				

Расчет потребности в сельскохозяйственных машинах

Количество сельскохозяйственных машин, необходимых для выполнения запланированного объема работ, определяется из граф 20 и 21 технологических карт, а также из графиков загрузки тракторов.

Для этого по технологическим картам и по графикам загрузки устанавливаем периоды наибольшей потребности (пиковой нагрузки) по каждой марке сельскохозяйственной машины и потребное подразделению хозяйства количество машин в этот период.

Например, зерновые сеялки используют на посеве ранних колосовых, трав, зернобобовых и озимых культур в разные периоды года, поэтому потребность в них принимается по тому периоду, в который будет требоваться их максимальное количество.

Потребное количество машин, применяемых только на одном виде работ и в один период, определяется непосредственно из граф 20 и 21 технологических карт и графиков загрузки.

При определении потребности в сельскохозяйственных машинах не следует забывать, что машины одних и тех же марок используются в разные периоды года, и, чтобы не допустить ошибок, необходимо очень внимательно находить период наибольшей потребности в них.

При формировании парка машин необходимо также учитывать природно-климатические и другие условия подразделения.

Поэтому все тракторы класса 20кН и выше должны быть снабжены плугами, а класса 30кН и выше, кроме того – сцепками.

Отдельные машины большой производительности, используемые в подразделении короткий срок (например, погрузчики минеральных, органических удобрений и т.п.), нецелесообразно иметь в составе парка машин подразделения, а лучше временно привлекать для выполнения работы из состава МТП хозяйства.

Потребность подразделения в сельскохозяйственных машинах всех марок представляется в виде таблицы 3.

Таблица 3- Потребность подразделения в сельскохозяйственных машинах

Наименование с.-х машин	Марка	Количество, шт.				марка
		Имеется в подразделении	Требуется по проекту	требуется		
				списать	приобрести	
1.Луцильник дисковый	ЛДГ-10	4	5	-	1	ЛДГ-15
2.Плуг навесной	ПЛН-5-35	2	3	-	1	ПЛН-5-35
3.Плуг навесной	ПЛН-4-35	3	3	-	-	-
4.Сцепка универсальная	СП-16	4	6	-	2	СП-16А
5.Сеялка зерновая	СЗ-3,6	6	7	1	2	СЗУ-12
и т.д.						

На основании данных таблицы 3 уточняется количество сельскохозяйственных машин, имеющих в подразделении хозяйства, сколько машин требуется по расчету, а также количество машин, подлежащих списанию с баланса подразделения и подаче в заявку на приобретение новой техники; намечаются также марки новейших сельскохозяйственных машин серийного производства, подлежащих завозу в хозяйство.

Таблица 3 может быть использована также для определения затрат труда на хранение, ТО и ремонт машин.

Расчет потребности в топливо-смазочных материалах

В данном подразделе расчетно-пояснительной записки курсового проекта определяется количество основного (дизельного) и пускового (бензина) топлива, а также смазочных материалов, потребных для работы тракторов и самоходных комбайнов подразделения на планируемый период. Потребность в основном топливе определяется суммированием показателей графы 24 технологических карт по маркам тракторов, а количество смазочных материалов и пускового бензина определяется в процентном отношении к расходу основного топлива (справочные данные).

Данные расчета потребности в ТСМ сводим в таблицу 4. В итоговой графе таблицы 4 представлен суммарный расход топлива и смазочных материалов (ц), необходимых подразделению для бесперебойной работы тракторов и самоходных комбайнов на планируемый период.

Таблица 4- Потребность подразделения в ТСМ

Наименование ТСМ	Потребность в ТСМ						Итого требуется, ц
	тракторов				Самоходных комбайнов ДОН-1500, СК-5 «Нива»		
	ДТ-175С		МТЗ-80				
	%	ц	%	ц	%	ц	
1. Дизельное топливо- всего	-		-		-		
2. Дизельное масло	4,5		3,5		5,0		
3. Автотракторное масло	0,27		1,9		3,7		
4. Солидол	0,1		0,06		0,5		
5. Трансмиссионное масло	0,2		1,1		0,8		
6. Пусковой бензин	1,0		1,0		1,0		

Расчет показателей использования тракторного парка

Для характеристики состава МТП и уровня его использования необходимо определить следующие основные показатели использования тракторов подразделения по данным проекта и сравнить их с фактически достигнутыми в подразделении (хозяйстве).

1. Общий объем механизированных работ U_3 в условных гектарах определяется суммированием объемов механизированных работ, выполненных всеми марками тракторов по графе 27 технологических карт. Объем работ по маркам тракторов U_{3i} определяется суммированием объемов работ в у.э.га (графа 27), выполненных тракторами данной марки.

2. Общее количество условных эталонных тракторов:

$$X_v = X_1 \cdot \lambda_1 + X_2 \cdot \lambda_2 + \dots + X_i \cdot \lambda_i \quad (11)$$

где X_1, X_2, X_i ; - число физических тракторов по маркам, шт.;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_i$ - коэффициенты перевода физических тракторов в условные (справочные данные).

3. Использование тракторов во времени.

Для удобства расчета этих показателей на основании граф 6, 7, 8, 27 технологических карт и графиков загрузки тракторов составляется таблица 5, в которую заносятся сводные показатели использования тракторов по маркам.

Таблица 5 – Сводные показатели использования тракторов

Марка трактора	Количество физических тракторов - X_i	Выполнено по маркам тракторов				Израсходовано топлива, кг G_T
		Смен, $\lambda_{см}$	Часов, T_c	Дней, D_p	Наработка, у.э.га	
1.ДТ-174С						
2.МТЗ-80						

Среднее число часов работы трактора за год определяется по формуле:

$$T_{ср.i} = \frac{\sum D_p \cdot T_c}{X_i}, \quad (12)$$

где D_p – число рабочих дней в году;

T_c – продолжительность смены, ч;

X_i – количество физических тракторов данной марки, шт.

Среднее число смен работы трактора за год:

$$K_{см.i} = \frac{T_{ср.i}}{7}, \quad (13)$$

Среднее число дней работы трактора за год:

$$D_{ср.i} = \frac{D_{pi}}{X_i} \quad (14)$$

где D_{pi} – количество дней работы тракторов данной марки.

Коэффициент сменности по маркам тракторов определяется по формуле:

$$\lambda_{см} = \frac{K_{см.i}}{D_{ср.i}}, \quad (15)$$

4. Удельная наработка в условных эталонных гектарах:

– на физический трактор за год:

$$W_{гi} = \frac{U_{эi}}{X_i} \quad (16)$$

– на условный эталонный трактор за год:

$$W_{г.у} = \frac{U_{эi}}{X_y} \quad (17)$$

– на физический трактор за смену:

$$W_{см.i} = \frac{U_{эi}}{K_{см.i}} \quad (18)$$

– на условный трактор за смену:

$$W_{\text{см.у}} = \frac{\sum \frac{U_{\text{э}i}}{\lambda_{\text{см}}}}{\sum K_{\text{см.}i}} \quad (19)$$

– на физический трактор за день:

$$W_{\text{д.ф.}} = \frac{U_{\text{э}i}}{D_{\text{ср.}i}} \quad (20)$$

– на условный трактор за день:

$$W_{\text{д.у}} = \frac{\sum \frac{U_{\text{э}i}}{\lambda_{\text{см}}}}{\sum D_{\text{ср.}i}} \quad (2.21)$$

5. Массовый расход топлива:

– на один у.э.га по маркам тракторов:

$$g_{W_i} = \frac{\sum G_{\text{т}i}}{U_{\text{э.}i}} \quad (22)$$

где

$G_{\text{т}i}$ – суммарный расход топлива тракторами i -й марки, кг;

– на один у.э.га по парку тракторов:

$$g_{W_{\text{п}}} = \frac{\sum G_{\text{т}}}{U_{\text{э.}}} \quad (23)$$

где $\sum G_{\text{т}}$ – суммарный массовый расход топлива всеми тракторами подразделения за год, кг.

6. Коэффициент использования тракторов:

$$\lambda_{\text{тг}} = \frac{\sum D_{\text{р}i}}{\sum D_{\text{к}i}} \quad (24)$$

где $\sum D_{\text{р}i}$ – суммарное количество дней работы тракторов данной марки;
 $\sum D_{\text{к}i}$ – календарное количество дней работы тракторов.

7. Коэффициент технической готовности:

$$\lambda_{\text{тг}} = \frac{\sum D_{\text{р}i} - \sum D_{\text{то}i}}{\sum D_{\text{к}i}} \quad (25)$$

где $D_{\text{то}i}$ – количество дней простоя тракторов на ТО, ремонтах и при устранении неисправностей и отказов.

8. Плотность механизированных работ:

$$m = \frac{U_{\text{э}i}}{\sum F} \quad (26)$$

где $\sum F$ – общая площадь пашни подразделения, га.

9. Энергообеспеченность:

$$N_{\text{га}} = \frac{\sum N_{\text{э}i}^{\text{н}} \cdot x_i}{\sum F} \quad (27)$$

где $N_{\text{га}}$ – энергообеспеченность, кВт/га;

$N_{\text{э}i}^{\text{н}}$ – номинальная эффективная мощность двигателей тракторов соответствующих марок, кВт.

10. Площадь пашни, приходящаяся на один условный трактор:

$$F_y = \frac{F}{x_y} \quad (28)$$

где F_y - площадь пашни, приходящаяся на один условный трактор, га.

11. Энерговооруженность труда механизатора:

$$\mathcal{E}_T = \frac{\Sigma N_c}{\Sigma t_m} \quad (29)$$

где \mathcal{E}_T - энерговооруженность труда механизатора, кВт/чел.;

ΣN_c – общая эффективная мощность тракторов, кВт;

Σt_m – среднегодовое число трактористов-машинистов, чел.

Результаты расчетов основных показателей по оценке уровня использования тракторного парка подразделения заносятся в таблицу 6.

Проанализируйте таблицу 6, сделайте выводы и дайте оценку работы планируемого парка тракторов, то есть экономическую целесообразность предлагаемой в проекте организации использования МТП подразделения хозяйства.

Таблица 6- Использование тракторного парка подразделения

Показатель	Значение показателя	
	по проекту	в хозяйстве
1.Количество тракторов: физических условных		
2.Наработка условного трактора, у.э.га: за год за смену за день		
3.Коэффициент сменности		
4.Коэффициент использования парка тракторов		
5.Коэффициент технической готовности парка		
6.Массовый расход топлива на, кг		
7.Плотность механизированных работ у.э.га,		
8.Площадь пашни, приходящейся на один условный трактор га		
9.Энерговооруженность труда механизатора, кВт/чел.		

Организация учета выполненных работ и оплаты труда

Задание. Исходные данные

- 1.С.-х. операция – обработка междурядий посевов сахарной свеклы.
- 2.Агрегат: трактор МТЗ-80, культиватор фрезерный КФ-5,4.
- 3.Удельное сопротивление машины – $K_m = 1,0$ кН/м.
- 4.Размеры поля (рабочего участка): длина $L = 1000$ м, ширина $C = 500$ м, площадь поля $S = 50$ га.
- 5.Уклон местности (рельеф) $i = 3\%$ (0,03).
- 6.Потребная мощность для привода машины $N_{\text{вoм}} = 25$ кВт.

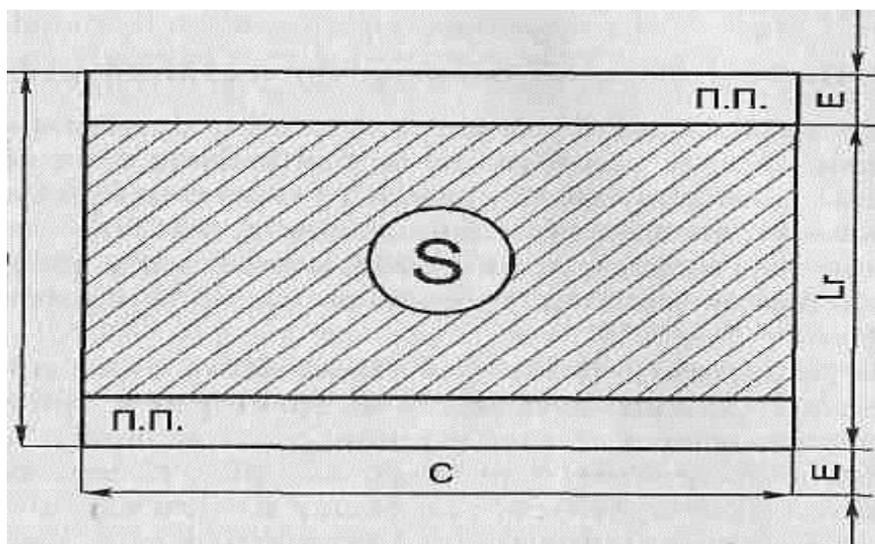


Рисунок 2 – Схема рабочего участка

Агротехнические требования к технологической операции

К каждой конкретной технологической операции (вспашка, культивация, посев и т.д.) предъявляются определенные агротребования с установлением агрономативов и технологических допусков, определяющих требуемое качество выполнения операции. Агротехнические требования включают показатели качества работы, как в виде общих требований, так и технологических параметров с допустимыми отклонениями. Например, глубина вспашки 25см, технологический допуск ± 1 см (25 ± 1 см).

Агротребования устанавливаются по следующим показателям: срок и продолжительность выполнения операции; технологические показатели, характеризующие качество работы; показатели, определяющие расход материалов (семян, удобрений и др.).

Для нашего примера агротехнические требования к междурядной обработке посевов сахарной свеклы следующие:

1. Работу выполнять при уплотнении почвы, а также появлении сорняков. Продолжительность работы - не более 6 дней.

2. Глубина обработки до 8см, отклонение от заданной глубины обработки не более ± 1 см.

3. Ширина защитной зоны 12 ... 16см.

4. Хорошее крошение почвы. Количество комьев диаметром более 2 см не должно превышать 20% от общего объема.

5. Количество неподрезанных сорняков не должно быть более 3 шт/м², а поврежденных растений свеклы - не более 4%.

Подробно агротехнические требования ко всем с.-х. операциям приводятся в литературных источниках.

Выбор, обоснование и расчет состава агрегата

Ниже приведена методика расчета основных видов МТА.

Состав рабочих машин и режим работы агрегата зависят от характера и условий выполнения технологической операции и показателей тяговых свойств трактора.

Эта задача решается по-разному в зависимости от вида и состава агрегата. Для тяговых агрегатов, состоящих из тракторов и прицепных машин, задача расчета заключается в определении рационального числа машин в агрегате, сцепки и скоростного режима, которые обеспечивают высокие показатели работы. Для агрегатов, состоящих из трактора и одной с.-х. машины, специально сконструированной для работы с ним, расчет сводится к определению основной передачи трактора.

У пахотных агрегатов определяется рациональное число корпусов плуга и основная передача трактора.

У тягово-приводных агрегатов часть мощности двигателя трактора используется для привода механизмов сельскохозяйственной машины, а другая часть – для перемещения машины при работе. Поэтому номинальная сила тяги трактора определяется с учетом передачи части мощности двигателя через ВОМ трактора. В дальнейшем вычисления производятся по методике расчета тяговых одномашинных агрегатов.

Состав агрегата и его скоростной режим считаются оптимальными, если при требуемом качестве выполнения работы агрегат имеет наибольшую производительность и экономичность.

Оценка правильности выбора основной передачи трактора и состава агрегата производится по значению коэффициента использования силы тяги трактора $\eta_{и}$, который рассчитывается как отношение тягового сопротивления прицепной части агрегата R_a к силе тяги на крюке трактора $P_{кр}$. У рационально скомплектованного агрегата значение $\eta_{и}$ всегда наиболее близко к оптимальному значению $\eta_{опт}$ (определенному по справочнику), но не превышает его, то есть $\eta_{и} \leq \eta_{опт}$. Превышение $\eta_{и}$ над $\eta_{опт}$ нежелательно, так как это в условиях переменных нагрузок приводит к работе двигателя с частыми значительными перегрузками, которые создают нестабильность работы двигателя, ведут к быстрому износу его деталей, приводят к снижению производительности агрегата за счет снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Машинно-тракторные агрегаты комплектуют с учетом следующих факторов:

- подбор машин - в соответствии с требованиями агротехники;
- предотвращение возможных потерь при посеве, внесении удобрений, уборке урожая с.-х. культур и т.д.;
- максимальная производительность агрегата при минимально возможном расходе топлива и эксплуатационных затрат;
- оснащение агрегата маркерами, средствами автоматизации, специальным оборудованием, обеспечивающим безопасные условия труда при работе агрегата и решение вопросов экологии.

Аналитический расчет по комплектованию любых МТА состоит из пяти общих начальных вопросов в следующей последовательности:

1. Установить тип с.-х. операции (вспашка, боронование, посев, уборка и т.д. – по заданию преподавателя) и агротехнические требования, предъявляемые к ней (глубину обработки, число следов при бороновании и др.).

2. Выбрать марку трактора, сельскохозяйственной машины и сцепки, которые обеспечат наивысшую производительность МТА на данной с.-х. операции:

3. Установить диапазон скоростей движения агрегата, рекомендуемых по требованиям агротехники на данной с.-х. операции (справочные данные по агрегату).

4. Для принятого диапазона скоростей определить передачи, на которых может работать трактор в выбранном диапазоне скоростей (справочные данные) и соответствующие им значения номинальной силы тяги на крюке трактора $P_{кр.н}$, а также значения теоретических скоростей движения на этих передачах V_T , и вес трактора G (справочные данные).

Расчет обычно выполняют для двух выбранных передач (например, III-ей и IV-ой).

5. Так как по заданию рабочий участок, как правило, имеет неровный рельеф (обычно подъем $i = 3\%$, $i = 5\%$), в значения $P_{кр.н}$ вносят поправки:

$$P_{кр.н.i} = P_{кр.н} - Gi / 100, \\ P_{кр.н.iIII} = P_{кр.н.III} - Gi / 100; \quad P_{кр.н.iIV} = P_{кр.н.IV} - Gi / 100; \quad (1)$$

где i - уклон местности, %;

$P_{кр.н.III}$, $P_{кр.н.IV}$ - номинальные тяговые усилия трактора на III и IV-й передачах, кН.

Далее расчет по комплектованию агрегатов производят с учетом особенностей расчета конкретных агрегатов (тяговых, тягово-приводных, пахотных, уборочных, транспортных), а пункты в каждом расчете будут идти кик продолжение – то есть 6, 7, 8 и т.д.

Расчет тягового агрегата

По первым пяти вопросам - см. выше.

6. Определить ориентировочное число машин в агрегате, на каждой из выбранных передач по формуле:

$$n_0 = \frac{P_{кр.н.i}}{bK_M + G_M \cdot i / 100} \quad (2)$$

где n_0 – ориентировочное число машин в агрегате;

$P_{кр.н.i}$ – номинальная сила тяги на крюке трактора с учетом поправки на рельеф, кН;

G – вес трактора, кН;

b – конструктивная ширина захвата одной машины, м (справочные данные);

K_M – удельное тяговое сопротивление машины, кН/м (справочные данные);

G_M – вес машины, кН (справочные данные).

Полученное значение n_0 округлить до ближайшего целого числа в сторону уменьшения.

7. Определить фронт сцепки, если по расчету получилось количество машин в агрегате больше одной, по формуле:

$$b_{сц} = b(n_0 - 1), \quad (3)$$

где $b_{сц}$ – фронт сцепки, м.

8. Подобрать марку сцепки по величине необходимого фронта $b_{сц}$ и определить ее тяговое сопротивление.

Фронт выбранной сцепки не должен превышать расчетный, но иметь возможно близкое к нему значение (справочные данные). Рабочие скорости движения агрегата на выбранных передачах не должны превышать допустимые для сцепки (справочные данные).

Определить тяговое сопротивление сцепки по формуле:

$$R_{сц} = G_{сц}(f_{сц} + 1/100), \quad (3.4)$$

где $R_{сц}$ - тяговое сопротивление сцепки, кН;

$G_{сц}$ - вес сцепки, кН (табл. П. 1.4);

$f_{сц}$ - коэффициент сопротивления перекачиванию сцепки (справочные данные).

9. С учетом тягового сопротивления сцепки определить уточненное число машин в агрегате:

$$n_o = \frac{P_{кр.и.i} - R_{сц}}{bK_M + G_M \cdot i / 100} \quad (5)$$

где n_M - число машин в агрегате.

Полученное значение n_M округлить до целого числа в сторону уменьшения. Этим обеспечивается резерв силы тяги, необходимый для преодоления возможного временного увеличения сопротивления.

10. После уточнения количества машин в агрегате на выбранных передачах необходимо определить тяговое сопротивление агрегата:

$$R_a = (bK_M + G_M \cdot i / 100)n_M + R_{сц}, \quad (6)$$

R_a - тяговое сопротивление агрегата, кН.

11. Получив значение тягового сопротивления агрегата на выбранных передачах, определить величину коэффициента использования тягового усилия трактора:

$$\eta_{и} = \frac{R_a}{P_{кр.и.i}} \leq [\eta_{и}] \quad (7)$$

где $\eta_{и}$ - коэффициент использования тягового усилия трактора на принятых передачах;

$[\eta_{и}]$ - оптимальные значения коэффициента на различных работах (справочные данные),

Полученные при расчетах значения коэффициентов $\eta_{и}$ - необходимо сравнить с оптимальным значением $[\eta_{и}]$ и выбрать рациональную по зарулке передачу. У рационально скомплектованного агрегата значение $\eta_{и}$ - всегда наиболее близко к $[\eta_{и}]$, но не превышает его.

Чем ближе значение $\eta_{и}$ к $[\eta_{и}]$, тем выше производительность и экономичность работы агрегата.

Расчет агрегатов с известным числом машин в агрегате

Для агрегатов с заранее известной шириной захвата (например, трактор Т-150 и луцильник ЛДГ-15, трактор Т-70С и культиватор УСМК-5,4 или МТЗ-80 с сеялкой СУПН-8 и другие подобные) после установления значений $P_{кр.и.i}$ по выбранным передачам можно сразу определить тяговое сопротивление агрегата (при $n_M = 1$) по формуле:

$$R_a = b \cdot K_m + G_m \cdot i / 100, \quad (8)$$

После определения тягового сопротивления агрегата установить рабочую передачу по величине коэффициента использования тягового усилия фактора, определяемого по формуле (7).

Расчет тягово-приводного агрегата

Особенность расчета тягово-приводных агрегатов заключается только и том, что сила тяги на крюке трактора на выбранных в диапазоне скоростей передачах не будет приниматься по справочным данным в связи с передачей двигателем трактора части мощности на привод механизмов с.-х. машины.

В этом случае значение силы $P_{кр}$ определяется из сравнения значения силы $P_{кр.зг}$ тяги трактора при рациональной загрузке двигателя и значение силы $P_{кр.μ}$ допустимой по сцеплению движителей трактора с почвой:

$$\begin{aligned} P_{кр.зг} \leq P_{кр.μ} &\Rightarrow P_{кр.} = P_{кр.зг}. \\ P_{кр.зг} > P_{кр.μ} &\Rightarrow P_{кр.} = P_{кр.μ}. \end{aligned} \quad (9)$$

где $P_{кр.зг}$ – сила тяги трактора на горизонтальном участке поля при условии рациональной загрузки двигателя, кН;

$P_{кр.μ}$ – сила тяги трактора на горизонтальном участке поля, значение которой допустимо по сцеплению движителей с почвой, кН (табл. П. 1.3);

$P_{кр}$ – сила тяги на крюке трактора, кН.,

Значение силы $P_{кр.зг}$ определяется по формуле:

$$P_{кр.зг} = \frac{0,159(N_{ен} - N_{вом} / \eta_{вом}) i_T \eta_{мг}}{n_n \cdot r_k} - G(f + i) \quad (10)$$

где $P_{кр.зг}$ – сила тяги на крюке трактора на рабочих передачах с учетом мощности, потребляемой приводной машиной, кН;

$N_{ен}$ – номинальная эффективная мощность двигателя трактора, кВт (справочные данные);

$N_{вом}$ – мощность, потребляемая на привод механизмов с.-х. машин, кВт;

$\eta_{вом}$ – КПД вала отбора мощности ($\eta_{вом} = 0,95$);

i_T – общее передаточное число трансмиссии трактора на данной передаче (справочные данные);

$\eta_{мг}$ – механический КПД трансмиссии трактора:

для колесных тракторов $\eta_{мг} = 0,91 \dots 0,92$; для гусеничных – $\eta_{мг} = 0,86 \dots 0,88$.

n_n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, s^{-1} (табл. П. 1.1);

r_k – радиус качения ведущего колеса трактора, м;

G – эксплуатационный вес трактора, кН (справочные данные);

F – коэффициент сопротивления качению трактора (справочные данные);

i – величина подъема в сотых долях.

Значение силы $P_{кр.зг}$ можно определить по упрощенной формуле, используя данные табл. П. 1.3.

$$P_{кр.зг} = P_k' - K_{NP} \cdot N_{вом} - P_f - P_a, \quad (11)$$

где P_k' – касательная сила тяги без учета передачи части мощности двигателя трактора через ВОМ, кН (справочные данные);

K_{NP} – коэффициент пропорциональности между силой тяги $P_{пр}$ утраченной трактором за счет передачи части мощности двигателя через ВОМ (справочные данные);

$N_{ВОМ}$ – потребная мощность для привода механизмов с.-х. машин, кВт;

P_i – сила сопротивления качению трактора, кН (справочные данные);

P_α – сила сопротивления движению трактора на подъем.

Сравнить соответствующие значения $P_{кр.зг}$ и $P_{кр.м}$, выбрать из каждой сравниваемой пары меньшее значение, которое и будет $P_{кр}$ для соответствующей передачи.

Определить тяговое сопротивление машины:

$$R_M = K_M \cdot b + G_M \cdot i/100, \quad (12)$$

где R_M – тяговое сопротивление машины, кН;

K_M – удельное тяговое сопротивление машины, кН/м (справочные данные);

b – конструктивная ширина захвата машины, м (справочные данные);

G_M – вес машины, кН (справочные данные);

i – уклон местности, %.

Особенность расчета транспортного агрегата

Тракторные

Пример. Трактор МТЗ-80 с прицепом 2ПТС-4М-785А работает на перевозке силосной массы от комбайнов КСС-2,6А к траншее. Определить значение номинального тягового усилия трактора $P_{кр.н}$ и достаточность силы сцепления трактора с почвой F_{max} на выбранной передаче; $i = 2\%$.

Решение.

Вес прицепа $G_{пр} = 15,2$ кН (справочные данные).

Вес груза, кН, определяем по формуле:

$$G_{гр} = 10^{-3} V \cdot \rho \cdot \lambda,$$

где V – объем кузова, равен $6,1 \text{ м}^3$ (справочные данные);

ρ – плотность перевозимого груза равна 450 кг/м^3 (справочные данные);

λ – коэффициент использования вместимости кузова, равный $0,8$.

$$G_{гр} = 10^{-3} \cdot 6,1 \cdot 450 \cdot 0,8 = 21,96 \approx 22 \text{ кН.}$$

$$G_{пр} + G_{гр} = 15,2 + 22 = 37,2 \text{ кН.}$$

$f_{пр} = 0,08$; $f = 0,07$, (справочные данные);

$a_{пр} = 2,12$; $a_{пр} = 1,87$, (справочные данные); $G = 31,5 \text{ кН}$ (справочные данные)

Подставив числовые значения в формулу ($P_{кр.н} \geq (G_{пр} + G_{гр})(f_{пр} - a_{пр} + i/100) + G[f(a_{пр} - 1) + i/100]$), получим:

$$P_{кр.н} \geq 37,2(0,08 \cdot 1,87 + 0,02) + 31,5[0,07(2,12 - 1,0) + 0,02] = 9,42 \text{ кН.}$$

Определим передачу трактора при трогании с места - это будет 6-я передача (справочные данные), так как на этой передаче $P_{кр.н} = 10,7$ кН, что несколько больше полученного по расчету значения.

Проверим достаточность силы сцепления трактора с почвой на выбранной передаче по формуле:

$$F_{\max} - G(f a_{\text{гр}} + i/100) \geq G_{\text{гр}}(f_{\text{гр}} \cdot a_{\text{гр}} + i/100),$$

где F_{\max} - максимальная сила сцепления движителей трактора с почвой, кН.

$$F_{\max} = G_{\text{сц}} \cdot \mu,$$

где $G_{\text{сц}}$ – сцепной вес трактора, кН;

μ - коэффициент сцепления (справочные данные); $\mu = 0,8$.

Для колесных тракторов с одной ведущей осью $G_{\text{сц}} = \frac{2}{3}G$, или:

$$G_{\text{сц}} = \frac{2}{3} \cdot 31,5 = 21 \text{ кН}; \quad F_{\max} = 21 \cdot 0,8 = 16,8 \text{ кН}:$$

Тогда:

$$16,8 - 31,5(0,07 \cdot 2,12 + 0,02) \geq 37,2(0,08 \cdot 1,87 + 0,02);$$

$$11,5 > 6,4.$$

Таким образом, сцепление движителей трактора с почвой достаточное и хорошее. По рассчитанному значению $R_{\text{кр.н.}}$ необходимо определить дополнительную передачу трактора, используя данные табл. П. 1.2.

Дополнительной передачей будет 5-я передача, для которой $R_{\text{кр.н.5}} = 11,5 \text{ кН}$. Табличное значение $R_{\text{кр.н.}}$ должно превышать рассчитанное, но быть возможно близким к ней.

Выбор и обоснование способа движения агрегата на загоне, подготовка поля и агрегата к работе

В этом подразделе расчетно-пояснительной записки курсового проекта необходимо:

- выбрать и обосновать способ движения агрегата на загоне;
- начертить схему поля с указанием способа движения МТА и схему подготовки рабочего участка к работе;
- рассчитать ширину поворотной полосы и размеры загонов;
- рассчитать и указать на схеме поля места технологических остановок агрегата для заправки сеялок семенами, удобрениями, разгрузки комбайнов;
- описать порядок подготовки поля и основного агрегата к работе;
- начертить схему скомплектованного МТА с указанием на ней и обозначением значений рабочей ширины захвата b , кинематической длины l_k , кинематической длины трактора l_t , колеи трактора B .

При выборе способа движения МТА необходимо учитывать тип с.-х. операции, форму поля, длину гона. Выбранный способ движения должен обеспечивать получение наивысшей производительности и эффективности работы агрегата, а также обязательное соблюдение требований агротехники и передовой технологии механизированных работ. Способы движения МТА подразделяются на гоновые, круговые и диагональные (схемы этих способов движения представлены в учебных пособиях).

Расчет ширины поворотной полосы (E)

Размер поворотной полосы зависит от состава агрегата и вида поворота. Прежде всего, необходимо выяснить, какой совершается поворот: петлевой или беспетлевой. Если $B_p < 2R$, то агрегат совершает петлевой поворот, если $B_p > 2R$, то беспетлевой.

Минимальная ширина E_{\min} поворотной полосы определяется следующим образом:

– при беспетлевых поворотах:

$$E_{\min} = 1,5R + e,$$

– при петлевых поворотах (грушевидном или восьмеркообразном):

$$E_{\min} = 3R + e,$$

где E_{\min} – минимальная ширина поворотной полосы, м;

R – радиус поворота агрегата, м;

e – длина выезда агрегата, м.

Радиус поворота агрегата определяется по формуле;

$$R = K_R \cdot B,$$

где R – радиус поворота агрегата, м;

K_R – коэффициент для оценки радиуса поворота (справочные данные);

B – конструктивная ширина захвата агрегата, м.

Ширина захвата разбрасывателей удобрений и опыливателей ядохимикатами значительно превышает их кинематическую ширину, поэтому для таких агрегатов радиус поворота определяется по соотношению:

$$R = 3d_K,$$

где $b_M = d_K$ – кинематическая ширина агрегата, т.е. расстояние от продольной оси агрегата, проходящей через кинематический центр, до наиболее удаленных от нее точек агрегата, м.

Рассчитанный радиус R поворота агрегата сравнить с минимальным радиусом R_{\min} поворота колесного трактора и выбрать из них большее значение.

Определить длину выезда агрегата e .

Для случаев, когда во время разворота агрегата рабочие органы машины не переводятся в нерабочее положение (например, при бороновании, прикатывании, дисковом лущении и т.д.), значение длины выезда агрегата определится из выражения:

$$e = 0,5 I_K,$$

где I_K – кинематическая длина агрегата, м.

В остальных случаях начало поворота агрегата возможно только при отключенных рабочих органах и после того, как задний рабочий орган последней машины агрегата пересечет контрольную линию, разделяющую рабочий участок и поворотную полосу.

$$\text{Тогда } e = I_K.$$

Определить кинематическую длину I_K агрегата:

$$I_K = I_T + I_M + I_{\text{сц}},$$

где I_T , I_M , $I_{\text{сц}}$ – кинематическая длина, соответственно:

трактора, сельхозмашины, сцепки, м (справочные данные).

Определить рабочую ширину захвата агрегата:

$$B_p = B \cdot \beta,$$

где β – коэффициент использования конструктивной ширины захвата (справочные данные).

Ширина E поворотной полосы выбирается такой, чтобы ее значение было бы не менее E_{\min} и кратным рабочей ширине B_p захвата того агрегата, который будет осуществлять обработку поворотной полосы. Поэтому полученное значение E_{\min} необходимо разделить на значение рабочей ширины B_p захвата агрегата и полученный результат округлить до целого числа в сторону увеличения. Тогда:

$$E = n_{\text{п}} B_p$$

где E – уточненная ширина поворотной полосы, м;
 $n_{\text{п}}$ – минимальное число проходов агрегата, необходимое для обработки поворотной полосы.

Определить среднюю рабочую длину гона.

Для гоновых способов движения:

$$L_p = L - 2E,$$

где L_p – рабочая длина гона, м;

L – длина участка (гона), м.

Для диагональных способов движения средняя рабочая длина гона определяется по формуле:

$$L_p = \sqrt{C^2 + L^2} / 2,$$

где C – ширина участка, поля, м (принять $C = L$). Для круговых способов движения:

$$L_p = L/2,$$

Расчет оптимальной ширины загонов

Определить ширину загона (для диагонального и челночного способов движения этот пункт не рассчитывать).

Сначала рассчитывается значение оптимальной ширины загона $C_{\text{опт}}$.

Действительное (уточненное) значение ширины C загона должно быть не меньше $C_{\text{опт}}$ и кратно двойной ширине прохода агрегата, поэтому полученное при расчете значение $C_{\text{опт}}$ необходимо разделить на значение удвоенной рабочей ширины захвата $2B_p$ агрегата и результат округлить до целого числа в сторону увеличения. Тогда:

$$C = n_{\text{кр}} \cdot 2B_p,$$

где C – уточненная ширина загона, м;

$n_{\text{кр}}$ – число двойных проходов агрегата (кругов), необходимое для обработки загона шириной C .

Определить среднюю длину холостого хода ℓ_x ,

Определить коэффициент рабочих ходов:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \ell_x}$$

где φ – коэффициент рабочих ходов.

Расчет эксплуатационных затрат при работе МТА

Работа сельскохозяйственных машинных агрегатов сопровождается эксплуатационными затратами труда (трактористов-машинистов и

вспомогательного персонала), механической энергии (двигателей тракторов, самоходных и стационарных машин), эксплуатационных материалов (топливо-смазочных материалов, вспомогательных материалов), а также денежных средств.

Расчет удельных эксплуатационных (денежных) затрат на использование машинных агрегатов, отнесенных к единице выполненной работы, произведен в экономической части курсового проекта, а методика расчета остальных показателей приведена ниже.

1. Затраты труда на единицу выполненной работы $H_{га}$ (чел.-ч/га, чел.-ч/т, чел.-ч/т·км) представляют собой отношение числа m_p рабочих (механизаторов и вспомогательного персонала), обслуживающих агрегат, к часовой производительности агрегата W , то есть:

$$H_{га} = \frac{m_p}{W}$$

где m_p – число механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих агрегат, чел.;

W – часовая техническая производительность агрегата, га/ч.

Затраты труда на 1т произведенной с.-х. продукции:

$$H_T = \frac{m_p}{W \cdot U}$$

где H_T – затраты труда на 1т произведенной с.-х. продукции, чел.-ч/т;

U – урожайность с.-х. культур, т/га.

2. Затраты механической энергии на единицу выполненной работы A_o (кВт-ч/га) представляют собой отношение крюковой мощности трактора на рабочей передаче $N_{кр.}$ (кВт) к часовой производительности агрегата W (га/ч), то есть:

$$A_o = \frac{N_{кр.}}{W}$$

3. Норма расхода топлива на единицу выполненной агрегатом работы $g_{га}$ (кг/га, кг/т, кг/т·км) представляет собой отношение количества израсходованного за смену работы агрегата топлива $G_{т.см.}$ (кг/см) к сменной производительности агрегата $W_{см}$, то есть:

$$g_{см} = \frac{G_{т.см.}}{W_{см}} = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_o T_o}{W_{см}}$$

где G_p, G_x, G_o – значения часового расхода топлива, соответственно при рабочем ходе, на холостых поворотах и во время остановок агрегата с работающим двигателем, кг/ч (табл. П. 1.26);

T_p, T_x, T_o – соответственно за смену рабочее время, общее время на холостые повороты агрегата и время на остановки агрегата, ч.

Зная погектарный расход топлива $g_{га}$ (кг/га), можно определить расход топлива на весь объем работ $G_s = g_{га} \cdot S$ (кг), а также общий расход топлива,

потребного для обработки всего участка с учетом холостых переездов, $G_o = G_s + 0,05 G_s$ (кг).

Расход смазочных масел и пускового бензина принимается в процентном отношении к расходу основного топлива G_o .

Так как все эксплуатационные затраты относятся на единицу выполненной МТА работы, то, прежде чем определить величину этих затрат, необходимо определить показатели использования основного МТА – часовую и сменную техническую производительность агрегата.

Ниже приводится методика расчета эксплуатационных затрат по агрегату для обработки междурядий посевов сахарной свеклы.

Техническая часовая производительность агрегата рассчитывается по формуле:

$$W = 0,1B_p \cdot V_p \cdot \tau,$$

где τ – коэффициент использования времени смены, который можно рассчитывать или принять для определенных условий работы (табл. П. 1.24).

Техническая сменная производительность агрегата определяется по формуле:

$$W_{см} = W \cdot T_{см},$$

где $T_{см}$ – нормативное время смены, ч; $T_{см} = 7$ ч.

Коэффициент использования времени смены определяется по формуле:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{см,д}}$$

где T_p – чистое рабочее время смены, ч.

Определяем время цикла, т.е. продолжительности времени на совершение агрегатом двух рабочих ходов и двух поворотов:

$$t_{ц} = \frac{2L_p}{V_p} + \frac{2L_x}{V_x}$$

где $t_{ц}$ – время цикла, ч;

V_p – рабочая скорость движения агрегата, км/ч;

V_x – скорость движения агрегата при поворотах, км/ч.

Трактор МТЗ-80 на четвертой передаче движется со скоростью $V_p = 7,64$ км/ч. Значение $V_x = 6,0$ км/ч, так как трактор работает с навесной машиной. Тогда:

$$t_{ц} = \frac{2 \cdot 0,957}{7,64} + \frac{2 \cdot 0,035}{6,0} = 0,26 \text{ч.}$$

Определяем число циклов за смену по формуле:

$$n_{ц} = (T_{см} - T_{пз} - T_{отл} - T_{пер} - T_{то}) / t_{ц},$$

где $n_{ц}$ – число циклов работы агрегата за смену;

$T_{см}$ – нормативная продолжительность смены, ч;

$T_{пз}$ – затраты времени на выполнение подготовительно-заключительных работ, ч;

$T_{отл}$ – затраты времени на перерывы на отдых и личные надобности, ч;

$T_{пер}$ – затраты времени на внутрисменные переезды, ч;

$T_{то}$ – продолжительность простоя агрегата в течение смены при технологическом обслуживании, ч.

Принимаем $T_{см} = 7$ ч; $T_{пер} = 0$; $T_{отл} = 0,5$ ч.

$$T_{из} = 0,55 + T_{ето},$$

где 0,55 – нормативные суммарные затраты времени на переезды в начале и в конце смены, получение наряда и сдачу работы, ч;

$T_{ето}$ – затраты времени на проведение ежесменного технического обслуживания трактора и культиватора, ч.

Значение $T_{ето}$ для трактора составляет 0,30ч, культиватора 0,23ч.

Тогда:

$$T_{ето} = 0,55 + 0,30 + 0,23 = 1,08 \text{ч.}$$

Значение $T_{то}$ определяется из выражения:

$$T_{то} = T_{см} \cdot t_0,$$

где t_0 – продолжительность остановок, приходящаяся на один час смены, ч.

Принимаем значение $t_0 = 0,1$ ч. Тогда:

$$T_{то} = 7 \cdot 0,1 = 0,7 \text{ч.}$$

$$n_{ц} = \frac{7 - 1,8 - 0,5 - 0,7}{0,26} = 18,15 \approx 18.$$

Определяем действительную продолжительность смены:

$$T_{см.л} = t_{ц} \cdot n_{ц} + T_{пз} + T_{отл} + T_{пер} + T_{то}$$

где $T_{см.л}$ – действительная продолжительность смены, ч.

$$T_{см.л} = 0,26 \cdot 18 + 1,08 + 0,5 + 0,7 = 6,96 \text{ч.}$$

Определяем затраты времени на совершение агрегатом холостых поворотов в течение смены:

$$T_x = \frac{2L_x}{V_x} \cdot n_{ц}$$

где T_x – затраты времени, на совершение агрегатом холостых поворотов в течение смены, ч.

$$T_x = \frac{2 \cdot 0,035}{6,0} \cdot 18 = 0,21 \text{ч.}$$

Определяем продолжительность рабочего времени агрегата за смену:

$$T_p = \frac{2L_p}{V_p} \cdot n_{ц}$$

где T_p – продолжительность рабочего времени агрегата за смену, ч.

$$T_p = \frac{2 \cdot 0,957}{7,64} \cdot 18 = 4,51 \text{ч.}$$

Определяем коэффициент использования времени смены:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{см.л}};$$
$$\tau = \frac{4,51}{6,96} = 0,65;$$

Определяем часовую техническую производительность агрегата:

$$W = 0,1B_p V_p \cdot \tau;$$
$$W = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,64 \cdot 0,65 = 2,68 \text{ га/ч.}$$

Определяем сменную техническую производительность агрегата:

$$W_{\text{см}} = W \cdot T_{\text{см}} ;$$
$$W_{\text{см}} = 2,68 \cdot 7 = 18,8 \text{ га/см.}$$

Определяем затраты труда:

$$H_{\text{га}} = \frac{m_p}{W};$$
$$H_{\text{га}} = \frac{1}{2,68} = 0,37 \frac{\text{чел.-ч}}{\text{га}} ;$$

Определяем затраты механической энергии:

$$A_o = \frac{N_{\text{кр}}}{W};$$
$$A_o = \frac{11,4}{2,68} = 4,25 \frac{\text{кВт-ч}}{\text{га}} ;$$
$$N_{\text{кр4}} = \frac{P_{\text{кр4}} \cdot V_{\text{р4}}}{3,6} = \frac{5,38 \cdot 7,64}{3,6} = 11,4 \text{ кВт}$$

Определяем массовый расход топлива на единицу выполненной агрегатом работы (погектарный расход)

$$g_{\text{га}} = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_o T_o}{W_{\text{см}}}$$

Значения $G_p = 11,0$ кг/ч; $G_x = 8,0$ кг/ч; $G_o = 1,4$ кг/ч.

Значение T_o определится по формуле:

$$T_o = 0,5T_{\text{ето}} + T_{\text{отл}} + T_{\text{то}},$$
$$T_o = 0,5 \cdot 0,53 + 0,50 + 0,70 = 1,46 \text{ ч.}$$
$$g_{\text{га}} = \frac{11 \cdot 4,51 + 8 \cdot 0,21 + 1,4 \cdot 1,46}{18,8} = 2,84 \text{ га}$$

Определяем расход топлива на весь объем работ:

$$G_s = g_{\text{га}} \cdot S;$$
$$G_s = 2,84 \cdot 50 = 142 \text{ кг.}$$

Расход топлива с учетом холостых переездов:

$$G_o = G_s + 0,05G_s;$$
$$G_o = 142 + 0,05 \cdot 142 \approx 150 \text{ кг.}$$

Определяем расход смазочных масел и пускового бензина для обработки всего поля (справочники по маслам для тракторов):

а) дизельное масло:

$$G_{\text{дм}} = 150 \cdot 0,05 = 7,5 \text{ кг.}$$

б) автотракторное масло:

$$G_{\text{авт}} = 150 \cdot 0,019 = 2,85 \text{ кг.}$$

в) солидол:

$$G_c = 150 \cdot 0,0025 = 0,37 \text{ кг.}$$

г) пусковой бензин:

$$G_{\text{п.б.}} = 150 \cdot 0,01 = 1,5 \text{ кг.}$$

Контроль качества выполнения технологической операции

Контроль качества работы производит обычно сам механизатор и агроном производственного подразделения.

Замеры глубины обработки следует выполнять на предварительно выравненной поверхности почвы с помощью линейки на трех-четырёх площадках по диагонали поля. Длина площадки составляет 10...20м вдоль рядков свеклы, а ширина 5,4м. Замеры необходимо выполнить за каждой секцией культиватора в трехкратной повторности.

Фактическую ширину защитной зоны следует замерять линейкой в 5 местах на 12 рядках свеклы по диагонали поля.

Качество крошения почвы и подрезания сорняков в междурядьях определять визуально, осмотром поля по диагонали.

Наличие поврежденных растений свеклы устанавливают путем осмотра поля по диагонали в трех местах на двухметровых отрезках в 12 рядках.

Различают текущий и приемочный контроль.

Текущий контроль производится в начале и во время смены трактористом-машинистом, агрономом и он является основным и обязательным видом контроля, так как легче предупредить, чем устранить брак в работе. Приемочный контроль выполняет агроном или бригадир после окончания смены и при этом учитываются результаты текущего контроля.

Сейчас принята разработанная Всесоюзным институтом механизации (ВИМ) девятибалльная система оценки качества работ:

8... 9 – отлично,

6... 7 – хорошо,

4...5 – удовлетворительно,

менее 4 – неудовлетворительно.

Результаты балльной оценки вносят в учетный лист тракториста машиниста, что в дальнейшем влияет на его оплату за выполненную работу.

При коллективном, арендном, семейном подрядах, в фермерских хозяйствах качество работы оценивает сам исполнитель, осуществляя текущий контроль.

В настоящее время в хозяйствах применяются в основном визуальные методы оценки работы или с помощью простейших приборов (линейка, бороздомер, весы и т.д.).

Сейчас разрабатываются и уже внедряются в производство приборы, осуществляющие в производственных условиях контроль, а при необходимости и автоматическое регулирование глубины хода рабочих органов, ширины захвата и прямолинейности движения, заполнения и опорожнения емкостей.

Они фиксируют забивание, засорение и залипание рабочих органов и предназначены для постоянной установки на агрегатах. В операционно-технологической карте в краткой форме необходимо указать перечень показателей, их номинальное значение и допустимые отклонения, метод и повторность замеров, исполнителей.

Экономическая часть

Определение себестоимости 1 га выполненной работы

Удельные эксплуатационные (денежные) затраты S_o на использование машинных агрегатов, отнесенные к единице выполненной работы, включают сумму амортизационных отчислений по всем элементам агрегата ΣS_a , сумму затрат на текущий ремонт и техническое обслуживание (включая хранение) по всем элементам агрегата $\Sigma S_{р\text{тх}}$, затраты на основное и пусковое топливо и смазочные материалы $S_{т\text{см}}$, затраты на заработную плату механизаторам и вспомогательным рабочим, обслуживающим агрегат $S_{зп}$, затраты на вспомогательные работы (подвоз топлива, воды, семян, отвоз урожая и массы от комбайнов и др.) S_b . Таким образом:

$$S_o = \Sigma S_a + \Sigma S_{р\text{тх}} + S_{т\text{см}} + S_{зп} + S_b, \quad (1)$$

Ниже дана методика расчета эксплуатационных затрат на примере сельскохозяйственной операции - обработки междурядий посевов сахарной свеклы.

Исходные данные. Обработка междурядий посевов сахарной свеклы на площади $S = 50$ га, состав агрегата - трактор МТЗ-80, культиватор фрезерный КФ-5,4. Норма выработки $W_{\text{см}} = 18,8$ га/см, норма расхода топлива $g = 2,84$ кг/га.

Работу выполняет тракторист-машинист второго класса.

Место работы: хозяйство в КЧР.

Расчет амортизационных отчислений по агрегату

Амортизационные отчисления по агрегату ΣS_a на реновацию и капитальный ремонт (стоимость агрегата, переносимая на готовый продукт) определяется как сумма:

$$\Sigma S_a = S_{ат} + S_{асц} + S_{ам} \cdot n_m, \quad (2)$$

где $S_{ат}$, $S_{асц}$, $S_{ам}$ - амортизационные отчисления (руб./га) трактора, сцепки, сельскохозяйственной машины;

n_m - количество машин в агрегате, шт.

Агрегат состоит из трактора и одной с.-х. машины, сцепка отсутствует и тогда формула (4.2) приобретает вид:

$$\Sigma S_a = S_{ат} + S_{ам}$$

Амортизационные отчисления на реновацию и капитальный ремонт трактора определяются по формуле:

$$S_{ат} = \frac{(a' + a'') C_{ет}}{100 T_r \cdot W_q}, \quad (3)$$

где a' , a'' - нормы годовых амортизационных отчислений, соответственно, на реновацию и капитальный ремонт трактора (справочные данные);

$C_{\text{ет}}$ – условная цена трактора с НДС с учетом предпродажной наценки (5%), руб. ;

$T_{\text{г}}$ – количество часов работы трактора в течение года (справочные данные);

$W_{\text{ч}}$ – часовая техническая производительность агрегата, га/ч. Выбираем данные из таблиц приложений.

$$a' = 10; a'' = 5,0; C_{\text{ет}} = 305000 \cdot 1,05 = 320250 \text{руб.};$$

$$T_{\text{г}} = 1200 \text{ч}; W_{\text{ч}} = 2,68 \text{га/ч.}$$

Тогда:

$$S_{\text{ат}} = \frac{(10 + 5) \cdot 320250}{100 \cdot 1200 \cdot 2,68} = 14,94 \text{руб./га,}$$

Амортизационные отчисления на реновацию культиватора КФ-5,4 определяется по формуле:

$$S_{\text{ам}} = \frac{a' \cdot C_{\text{ем}}}{100 \cdot T_{\text{г}} \cdot W_{\text{ч}}} \quad (4)$$

где a' – норма годовых амортизационных отчислений на реновацию с.-х. машин (табл. П. 1.30);

$C_{\text{ем}}$ – условная цена культиватора КФ-5,4 с НДС с учетом предпродажной наценки (5%), руб.;

$T_{\text{г}}$ – нормативная годовая загрузка культиватора, ч.

Выбираем данные из таблиц приложений:

$$a' = 14,2; C_{\text{ем}} = 204000 \cdot 1,05 = 214200 \text{руб.}; T_{\text{г}} = 210 \text{ч}; W_{\text{ч}} = 2,68 \text{га/ч.}$$

Тогда:

$$S_{\text{ам}} = \frac{14,2 \cdot 214200}{100 \cdot 210 \cdot 2,68} = 54 \text{руб./га,}$$

Амортизационные затраты по агрегату составят:

$$\Sigma S_{\text{а}} = 14,94 + 54 = 69 \text{руб./га.}$$

Расчет затрат на текущий ремонт и ТО по агрегату

Удельные затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание, включая хранение, по всем элементам агрегата $\Sigma S_{\text{ртр}}$ определяются как сумма:

$$\Sigma S_{\text{ртр}} = S_{\text{ртр.т}} + S_{\text{ртр.сц}} + S_{\text{ртр.м}} \cdot n_{\text{м}}, \quad (5)$$

где $S_{\text{ртр.т}}$, $S_{\text{ртр.сц}}$, $S_{\text{ртр.м}}$ – расходы (руб./га) соответственно на текущий ремонт и ТО трактора, сцепки, одной с.-х. машины агрегата;

$n_{\text{м}}$ – количество машин в агрегате, шт.

Для данного агрегата формула (4.5) примет вид:

$$\Sigma S_{\text{ртр}} = S_{\text{ртр.т}} + S_{\text{ртр.м}}$$

Расходы на текущий ремонт и ТО трактора определяются по формуле:

$$S_{\text{ртр.т}} = \frac{(a_{\text{р}} + a_{\text{то}}) \cdot C_{\text{ет}}}{100 \cdot T_{\text{г}} \cdot W_{\text{ч}}} \quad (6)$$

где $a_{\text{р}}$, $a_{\text{то}}$ – нормы годовых отчислений на текущий ремонт и ТО фактора (табл. П. 1.28).

Тогда для трактора МТЗ-80:

$$S_{\text{р.т.т}} = \frac{22 \cdot 320250}{100 \cdot 120 \cdot 2,68} = 21,9 \text{ руб./га.}$$

Расходы на текущий ремонт и ТО культиватора КФ-5,4 определяются по формуле:

$$S_{\text{р.т.т}} = \frac{(a_{\text{р}} + a_{\text{то}}) \cdot Ц_{\text{ег}}}{100 T_{\text{г}} \cdot W_{\text{ч}}} \quad (7)$$

где $a_{\text{р}}$, $a_{\text{то}}$, – нормы годовых отчислений на текущий ремонт и ТО с.-х. машины (табл. П. 1.30).

Тогда:

$$S_{\text{р.т.т}} = \frac{16 \cdot 214200}{100 \cdot 120 \cdot 2,68} = 60,9 \text{ руб./га.}$$

Затраты на текущий ремонт и ТО, включая хранение по агрегату, составят:

$$\Sigma S_{\text{р.т.т.}} = 21,9 + 60,9 = 82,8 \text{ руб/га.}$$

Расчет затрат на топливо и смазочные материалы

Удельные затраты $S_{\text{тсм}}$ на топливо и смазочные материалы определяют по формуле:

$$S_{\text{тсм}} = g_{\text{га}} \cdot Ц_{\text{т}}^{\text{к}} \quad (8)$$

где $g_{\text{га}} = 2,84$ кг/га – погектарный расход топлива на данной работе (табл. 2.8).

$Ц_{\text{т}}^{\text{к}} = 12$ руб./кг – комплексная цена 1кг топлива для хозяйства, расположенного в Краснодарском крае (1пояс), эта цена включает расходы на основное и пусковое топливо, а также на смазочные материалы и дифференцируется по зонам (поясам) и маркам тракторов.

Тогда:

$$S_{\text{тсм}} = 2,84 \cdot 12 = 34 \text{ руб/га.}$$

Расчет затрат на заработную плату персоналу, обслуживающему МТА

Удельные затраты $S_{\text{зп}}$ на заработную плату персонала, обслуживающего агрегат, определяются по формуле:

$$S_{\text{зп}} = \frac{(S_{\text{оз}} + S_{\text{доп}}) \cdot \delta}{W_{\text{см}}} \quad (9)$$

где $S_{\text{оз}}$ – основная заработная плата трактористу-машинисту за сменную норму.

$$S_{\text{оз}} = n_1 \cdot f_1,$$

где n_1 – число рабочих, обслуживающих МТА, чел.

Обслуживает агрегат один механизатор, т.е. $n_1 = 1$ чел.

f_1 – дневная тарифная ставка за сменную норму, руб.

Данная работа относится к 4-му тарифному разряду ставок II группы, оплата для сдельщиков по которой составляет 22руб. 73 коп. за норму (справочные данные);

$S_{\text{доп}}$ – надбавки (доплаты) за классность тракториста-машиниста, своевременность и высокое качество выполнения работ, стаж работы и

другое в среднем составляют до 40% от $S_{оз}$. Стимулирование качества выполнения полевых механизированных работ имеет большое значение, поэтому рекомендуется применять в хозяйствах РФ дополнительную оплату в размерах 15...30% к основной при хорошей оценке качества полевых работ и 30...50% - при отличной оценке;

δ - единый социальный налог, учитывающий начисления на заработную плату (в соцстрах и др.); $\delta = 1,385$.

Тогда:

$$S_{зп} = \frac{(22,73 + 0,4 \cdot 22,73) \cdot 1,385}{18,8} = 2,34 \text{ руб./га}$$

На данной с.-х. операции затрат на вспомогательные работы S_v нет, тогда удельные эксплуатационные затраты денежных средств на единицу выполненной работы составят:

$$S_o = 69 + 82,8 + 34 + 2,34 = 188 \text{ руб/га} .$$

Если в хозяйстве один и тот же вид работы можно выполнять различными по составу МТА, то, выполнив аналогичные расчеты путем сравнения полученных результатов, можно установить наиболее экономичный агрегат.

Задание: Разработать технологическую карту на производство озимых зерновых. Сорт Адель. Планируемая урожайность 55ц/га, предшественник – кукуруза на силос. Агрономические требования: глубина вспашки 25см, без гребней и перелогов, одинаковый размер пласта, плотное прилегание пластов друг к другу, полная заделка навоза, растительных и пожнивных остатков, строго выдержанная прямолинейность борозд, горизонтальность борозд. Выбор техники и технологии возделывания – свободный.

ЛЕКЦИЯ 6

Тема: Планирование урожайности основных сельскохозяйственных культур

Цель: Ознакомиться с методологией программирования урожайности основных сельскохозяйственных культур

Перспективные объемы производства продукции растениеводства необходимо определить исходя из имеющейся площади земли, возможной урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности земельных угодий.

При этом следует исходить из урожайности, достигнутой в хозяйстве за последние годы, ее уровня в передовых хозяйствах района и области, работающих в аналогичных природно-климатических условиях. Необходимо также учитывать качество земли, количество вносимых удобрений и средств защиты растений, качество посевного и посадочного материала и другие факторы. С учетом всего этого плановая урожайность сельскохозяйственных

культур по хозяйству должна как минимум обеспечивать выполнение заказа на поставку продукции и удовлетворение собственных потребностей.

Обоснование плановой урожайности зерновых может проводиться различными способами.

Первый основывается на определении потенциального плодородия почв по их балльной оценке и возможной прибавки от минеральных и органических удобрений.

Расчет удобнее вести по формуле:

$$Y_{п} = (B_{п} \cdot Ц_{б} + D_{мy} \cdot O_{мy} + D_{оy} \cdot O_{оy}) : 100,$$

где $Y_{п}$ – плановая урожайность, ц/га;

$B_{п}$ – балл пашни;

$Ц_{б}$ – цена 1 балла, кг зерна;

$D_{мy}$ – доза минеральных удобрений, кг д.в. / га;

$O_{мy}$ – окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений, кг зерна;

$D_{оy}$ – доза органических удобрений, т / га;

$O_{оy}$ – окупаемость 1 т органических удобрений, кг зерна;

100 – коэффициент перевода килограммов в центнеры.

Данные по окупаемости удобрений и цене 1 балла см. в таблицах А, примерные дозы органических и минеральных удобрений представлены в таблицу Б.

Таблица А - Нормативы цены балла пашни и окупаемость удобрений

Культура	Вид продукции	Цена балла почв, кг продукции	Окупаемость, кг продукции		
			1 кг NPK при технологии		1 т органических удобрений
			обычной	интенсивной	
Зерновые целом	зерно	54	5,2	6,8	20
Картофель	клубни	332	21	27	106
Сахарная свекла	корни	438	30	39	125
Кормовые корнеплоды	корни	883	56	73	168
Кукуруза	зеленая масса	469	66	86	193

Таблица А – Прибавка урожая от применения химических СЗР, ц/га

Культура	Прибавка от применения СЗР	Прибавка от применения нового сорта
Озимая пшеница	1,0 - 2,2	до 7,5
Озимая рожь	1,7 - 2,6	до 7,5
Ячмень	1,5 – 2,5	до 7,0
Овес	1,2 - 2,3	до 7,0
Картофель	12,0 - 37,5	до 17,0
Сахарная свекла	24,0 - 63,0	до 25,0
Рапс	3,6 - 6,3	до 6,0
Кукуруза на зерно	5,0 – 7,4	до 10,4

Таблица А – Нормы высева семян основных полевых культур, ц/га

Культура	Норма высева
Зерновые, зернобобовые	1,7 – 2,3
Однолетние кормовые культуры	1,7 – 1,8
Кукуруза на силос, зерно	0,5 – 0,6
Многолетние травы	0,06 – 0,08
Картофель	30 – 40
Рапс	0,05-0,08

Таблица Б – Примерные дозы минеральных (кг д. в. / га) и органических (т / га) удобрений под основные сельскохозяйственные культуры

Культура	Планируемая урожайность, ц/га	Дозы удобрений			
		Органически е	N	P	K
Озимые	23 – 30	20 – 30	40 – 60	20 – 70	30 – 80
	31 – 40	20 – 30	60 – 80	30 – 90	40 – 100
	41 – 50	20 – 30	80 – 90	40 – 110	50 – 120
	51 – 60	20 – 30	90 – 100	50 – 120	60 – 140
Яровые	20 – 30	50 – 60	50 – 60	20 – 60	30 – 90
	31 – 40	50 – 60	60 – 70	30 – 80	40 – 100
	41 – 50	50 – 60	70 – 80	40 – 100	50 – 130
	51 – 60	50 – 60	80 – 90	50 – 110	60 – 150
Картофель	150 – 200	50 – 60	50 – 70	40 – 80	30 – 90
	201 – 250	50 – 60	70 – 80	50 – 90	40 – 100
	251 – 300	50 – 60	80 – 90	70 – 110	50 – 120
	301 – 450	50 – 60	90 – 120	90 – 140	60 – 160
Сахарная свекла	200 – 300	60	60 – 90	50 – 110	60 – 120
	301 – 400	60	90 – 110	60 – 130	80 – 130
	401 – 500	60	110 – 130	70 – 150	100 – 150
	501 – 600	60	130 – 150	80 – 180	120 – 170
Кормовые корнеплоды	200 – 300	50 – 60	40 – 60	30 – 70	20 – 100
	301 – 500	50 – 60	60 – 110	50 – 120	50 – 200
	501 – 700	50 – 60	110 – 160	70 – 160	80 – 270
	701 – 900	50 – 60	160 – 200	90 – 200	110 – 340
Кукуруза на силос	200 – 300	50 – 60	60 – 100	30 – 70	50 – 120
	301 – 400	50 – 60	100 – 130	50 – 90	80 – 160
	401 – 500	50 – 60	130 – 160	60 – 100	110 – 200
	501 – 600	50 – 60	160 – 190	70 – 120	130 – 220
Лен (волокно)	3 – 5	-	15 – 20	30 – 70	50 – 90
	5 – 7	-	20 – 25	50 – 90	70 – 110
	7 – 9	-	25 – 30	60 – 100	90 – 130
	9 – 11	-	30 – 35	70 – 120	110 – 150
Однолетние травы (зеленая масса)	100 – 200	-	30 – 50	20 – 50	50 – 110
	201 – 300	-	50 – 70	30 – 70	70 – 150
	301 – 400	-	70 – 80	40 – 90	90 – 180
	401 – 500	-	80 – 90	50 – 110	110 – 220
Многолетние травы (сено)	30 – 40	-	40 – 50	40 – 80	80 – 120
	41 – 60	-	50 – 60	50 – 100	120 – 150
	61 – 80	-	60 – 70	60 – 120	140 – 170
	81 – 100	-	70 – 90	70 – 140	160 – 200

Например:

Балл пашни в исследуемом хозяйстве составляет 50, окупаемость 1 балла пашни зерном по данным НИИ аграрной экономики – 54 кг, предполагаемая доза минеральных удобрений должна составить 290 кг д.в. / га, органических 20 т / га, а их окупаемость соответственно 6,2 и 20,0 кг (Таблица А).

Подставим все вышеприведенные значения в данную формулу и получим величину плановой урожайности зерновых в целом:

$$У_{п} = (50 \cdot 54 + 290 \cdot 6,2 + 20 \cdot 20) : 100 = (2700 + 1798 + 400) : 100 = 49,0 \text{ ц / га}$$

Второй способ основан на учете таких урожаеобразующих элементов, как плодородие почв, доза удобрений, средств защиты растений, сорта, качества семян и т.д. При этом сразу определяют средневзвешенную урожайность за последние три года.

$$У_{\text{средневзв.}} = (S_1 \cdot Y_1 + S_2 \cdot Y_2 + S_3 \cdot Y_3) / \sum S_{\text{за 3 года}},$$

где $У_{\text{средневзв.}}$ – средневзвешенная урожайность за три последних года, ц/га;

S_1, S_2, S_3 – площадь культуры за три исследуемых года, га;

Y_1, Y_2, Y_3 – урожайность культуры за три исследуемых года, ц/га

К ней добавляются прибавки за счет основных урожаеобразующих элементов. Их величины берут на основании нормативов. Расчет удобнее вести по формуле:

$$У_{п} = У_{\text{средневзв.}} + П_{\text{оу}} + П_{\text{му}} + П_{\text{с}} + \dots + П_{\text{п}},$$

где $У_{п}$ – плановая урожайность, ц/га;

$У_{\text{средневзв.}}$ – средневзвешенная урожайность за три последних года, ц/га;

$П_{\text{оу}}$ – прибавка урожая от внесения органических удобрений, ц/га;

$П_{\text{му}}$ – прибавка урожая от внесения минеральных удобрений, ц/га;

$П_{\text{с}}$ – прибавка урожая от внедрения новых сортов, ц/га и т.д.

Данные по прибавкам урожая от различных факторов приведены в приложении Б.

Например:

Средневзвешенная урожайность зерновых в данном хозяйстве за последних 3 года составила 30,1 ц / га при внесении 200 кг д.в. минеральных удобрений и 10 т органики на 1 га. В предстоящем году планируется увеличить дозу минеральных удобрений до 260 кг д.в. / га и органических – до 15 т / га. Тогда согласно нормативов прибавка зерна от применения минеральных и органических удобрений (приложение Б) составит 4,7 ц/га $[(6,2 \text{ кг} \cdot 60 \text{ кг д.в.} + 20 \text{ кг} \cdot 5 \text{ т}) : 100]$.

Кроме того, за счет применения на севе новых высокоурожайных сортов есть возможность увеличить урожайность зерна на 2,0 ц / га и за счет применения химических средств защиты растений – 2,7 ц / га (приложении Б).

Таким образом, плановая урожайность зерновых на перспективу составит 39,5 ц / га $(30,1 + 4,7 + 2,0 + 2,7)$.

Третий способ определения плановой урожайности зерновых связан с расчетом среднепрогрессивного ее значения по формуле:

$$Y_{cp} = \frac{Y_{cb} + Y_n}{2},$$

где Y_{cp} – среднепрогрессивная урожайность, ц / га;

Y_{cb} – средневзвешенная урожайность за последние 3 года, ц / га;

Y_n – наивысшая урожайность в последние 3 года, ц / га.

Например, за последние 3 года средневзвешенная урожайность зерновых составила 45,5 ц / га, а наивысшая 52,1 ц / га. Подставив эти значения в формулу, получим уровень плановой урожайности $\frac{45,5 + 52,1}{2} = 48,8$ ц / га.

Четвертый метод основан на применении способа наименьших квадратов. В этом случае в приведенную ниже таблицу 2 помещается информация по урожайности за последние 5 лет и делается расчет предусмотренных методикой показателей.

Полученные в таблице цифровые значения подставляются в уравнение 1 и 2.

Таблица 1- Исходная информация для расчета плановой урожайности по методу наименьших квадратов

Годы	Номер года по порядку	Фактическая урожайность, ц/га	Расчетные величины	
n	x	y	x ²	xy
2008	1	25,0	1	25,0
2009	2	27,0	4	54,0
2010	3	32,9	9	98,7
2011	4	32,1	16	128,4
2012	5	25,4	25	127,0
n = 5	$\Sigma x = 15$	$\Sigma y = 142,4$	$\Sigma x^2 = 55$	$\Sigma xy = 433,1$

$$an + b \Sigma x = \Sigma y \quad (1)$$

$$a \Sigma x + b \Sigma x^2 = \Sigma xy \quad (2)$$

$$5a + 15b = 142,4 \quad (1)$$

$$15a + 55b = 433,1 \quad (2)$$

Затем первое и второе уравнения делятся на соответствующие коэффициенты при «а»:

$$a + 3b = 28,5 \quad (1)$$

$$a + 3,7b = 28,9 \quad (2)$$

Далее со второго уравнения вычитаем первое:

$$- a + 3,7b = 28,9 \quad (2)$$

$$\underline{a + 3b = 28,5} \quad (1)$$

$$0,7b = 0,4$$

Отсюда $b = 0,4: 0,7 = 0,6$.

Подставив значение «в» в первое уравнение, находим значение «а»:

$$a + 3 \times 0,6 = 28,5$$

$$a = 28,5 - 1,8 = 26,7$$

Полученный коэффициент «а» определяет начальный уровень урожайности, полученный в 2007 г., а коэффициент «в» показывает среднюю

ежегодную величину прибавки. Полученные значения коэффициентов подставляются в уравнение $y = a + vx$ и находится уровень урожайности расчетного ряда. Для 2008 г. (при $x = 1$) он будет равен:

$$y = 26,7 + 0,6 \times 1 = 27,3 \text{ ц / га}$$

Для планируемого 2013 г. нормативная урожайность составит:

$$y = 26,7 + 0,6 \times 6 = 30,3 \text{ ц / га}$$

Однако, при любом выбранном способе расчета плановая урожайность зерновых должна быть несколько выше фактической за последний год.

Урожайность всех остальных культур можно запланировать с учетом ее достигнутого уровня за последние 2 - 3 года, фактического соотношений между высотой урожайности этих культур и урожайностью зерновых.

Расчеты урожайности удобнее представить в табличной форме (таблица 2).

Таблица 2 – Расчет плановой урожайности сельскохозяйственных культур

Наименование культур и угодий	Средневзвешенная урожайность за 20__-20__ гг., ц/га	Соотношение урожайности		Плановая урожайность, ц/га		Нормы естественной убыли, выходы продукции, %
		фактическое	принятое для расчетов	общая	выход готовой продукции	
Зерновые						
Кукуруза на зерно						
Сахарная свекла						
Рапс						
Многолетние травы: -на сено						
- на зеленый корм						
и т.д.						

Заполнение таблицы осуществляется следующим образом:

1. графа «Средневзвешенная урожайность» заполняется на основании данных, полученных по хозяйству, где проходили производственную практику (годовой отчет экономиста по разделу растениеводство) за последние 3 года;

2. графа «Фактическое соотношение» рассчитывается путем деления средневзвешенной урожайности каждой культуры на средневзвешенную урожайность зерновых;

3. графа «Соотношение принятое для расчетов» может определяться по одному из вариантов:

а. на уровне фактического соотношения,

б. немного больше фактического соотношения (на 0,01-0,2 в зависимости от культуры и фактической урожайности),

4. графа «Общая плановая урожайность» определяется следующим образом:

- по зерновым – это урожайность, запланированная выше по одному из указанных способов планирования,

- по остальным культурам – путем умножения общей плановой урожайности зерновых на соотношение принятое для расчетов по соответствующей культуре.

5. графа «Выход готовой продукции» рассчитывается как графа «Общая плановая урожайность» за вычетом неиспользуемых отходов, усушки и т.д. В качестве норм естественной убыли могут быть приняты следующие: зерновые, рапс, многолетние и однолетние травы на семена – 8-12%, сено сенокосов и многолетних трав – 1%, картофель, корнеплоды – 3-5%, кукуруза на зерно – 25-30%. На те виды продукции, которые сразу сдаются на перерабатывающие предприятия (сахарная свекла, овощи и т.п.), нормы убыли не распространяются.

Как правило, плановая урожайность получается несколько выше фактической за последние годы.

Также необходимо запланировать выход различных кормов: сенажа 50%, сена – 25% (если отсутствуют многолетние травы на сено), травяной муки – 20% от урожая многолетних трав на зеленую массу. Выход силоса 70% от урожайности кукурузы на зеленую массу.

Контрольные вопросы

1. Методы прогнозирования урожаев
2. Понятие балла пашни и методы ее определения
3. Особенности использования метода наименьших квадратов при прогнозировании урожаев.
4. Алгоритм планирования урожаев с использованием прогнозных показателей

Практическое занятие 5

Тема: *Расчет компонент прогнозируемой урожайности сельскохозяйственных культур*

Цель: Научится рассчитывать компоненты прогнозируемой урожайности сельскохозяйственных культур

Практические задания по расчету компонент прогнозируемой урожайности сельскохозяйственных культур

Задание 1. Ознакомьтесь с методикой прогнозирования урожайности озимой пшеницы на 2010-2017 гг. Освойте методические основы расчета: средней (y) урожайности; среднеквадратического отклонения; средней скользящей урожайности; прироста (снижения) скользящей урожайности; прогнозируемой урожайности.

Общую величину прироста урожайности для прогнозного года определите по приросту за предшествующее четырехлетие. Так, прирост урожайности на 2010 год по данным таблицы 17 определите как сумму прироста урожайности за 2006–2009 гг., т. е. $2,3 + 3,3 = 5,6$ ц/га.

Знак среднеквадратического отклонения урожайности (случайной компоненты) определите по правилам синусоиды, с учетом тенденции

фактической урожайности за годы, взятые для расчета средней (y) урожайности – для прогнозирования на 2010 г. взята урожайность за 1998, 2002, 2006 гг. (см. расчеты).

Таблица 1 – Расчет среднескользящей урожайности и прироста (снижения) урожайности озимой пшеницы в четырехлетнем периоде

Год	Фак- тиче- ская урожай- ность, ц/га	Годы	Фактическая урожайность за четырёхлетие, ц\га	Сумма урожа с 1 га площад и, ц	Средня я урожа йность за 4 года, ц/га	Измене- ние (\pm) в послед- ующее четырёх- летие по сравне- нию с преды- дущим перио- дом, ц/га
1997	34,6					
1998	30,3					
1999	37,8					
2000	40,2	1997–2000	34,6 + 30,3 + 37,8 + 40,2	142,9	35,7	–
2001	45,6	1998–2001	30,3 + 37,8 + 40,2 + 45,6	153,9	38,5	2,8
2002	48,7	1999–2002	37,8 + 40,2 + 45,6 + 48,7	172,3	43,1	4,6
2003	33,6	2000–2003	40,2 + 45,6 + 48,7 + 33,6	168,1	42,0	–1,1
2004	44,2	2001–2004	45,6 + 48,7 + 33,6 + 44,2	172,1	43,0	1,0
2005	48,2	2002–2005	48,7 + 33,6 + 44,2 + 48,2	174,7	43,7	0,7
2006	43,7	2003–2006	33,6 + 44,2 + 48,2 + 43,7	169,7	42,4	–1,3
2007	46,5	2004–2007	44,2 + 48,2 + 43,7 + 46,5	182,6	45,7	2,3
2008	57,4	2005–2008	48,2 + 43,7 + 46,5 + 57,4	195,8	49,0	3,3
2009	47,0	2006–2009	43,7 + 46,5 + 57,4 + 47,0	194,6	48,7	–0,3
2010	51,1	2007–2010	46,5 + 57,4 + 47,0 + 51,1	202,0	50,5	1,8
2011	55,9	2008–2011	57,4 + 47,0 + 51,1 + 55,9	211,4	52,9	2,4
2012	39,9	2009–2012	47,0 + 51,1 + 55,9 + 39,9	193,9	48,5	–4,4
2013	51,3	2010–2013	51,1 + 55,9 + 39,9 + 51,3	198,2	49,6	1,1
2014	55,5	2011–2014	55,9 + 39,9 + 51,3 + 55,5	202,6	50,7	1,1
2015	58,9	2012–2015	39,9 + 51,3 + 55,5 + 58,9	205,6	51,4	0,7
2016	54,7 пр.	2013–2016	51,3 + 55,5 + 58,9 + 54,7	220,4	55,1	3,7
2017	53,2 пр.					

Из данных таблицы 1 видно, что прирост для прогнозируемой урожайности в ц/га равен на: 2017 г. – 6,6; 2016 г. – 2,9; 2015 г. – 4,6; 2014 г. – 5,3; 2013 г. – 4,2; 2012 г. – 7,5; 2011 г. – 7,4; 2010 г. – 5,6; 2009 г. – 6,3; 2008 г. – 4,0; 2007 г. – 1,7; 2006 г. – 6,3; 2005 г. – 8,4; 2004 г. – 7,4.

Таблица 2 – Прогнозирование средней урожайности озимой пшеницы на 2010г по исследуемому хозяйству

Год	Фактическая, ц/га	Средняя, ц/га	Отклонение от средней, ц/га	Квадрат отклонения
2006	43,7	40,9	2,8	7,84
2002	48,7	40,9	7,8	60,84
1998	30,3	40,9	-10,6	112,36
Итого в среднем	122,7	40,9	0	181,04

Подкоренное выражение среднеквадратического отклонения: $181,04 \div 2 = 90,52$. Среднеквадратическое отклонение равно: корню квадратному из $90,52 = (\pm 9,51)$; для прогнозируемой урожайности берем 4,75 ц (то есть половинное значение среднеквадратического отклонения вследствие существенной колеблемости фактической урожайности в годы, взятые для прогноза: отклонение от средней в 1998 г. и 2002 г. равно 25,9 % и 19,1 % ($-10,6 \div 40,9 \times 100 \%$; $7,8 \div 40,9 \times 100 \%$)).

Прирост урожайности на 2010 год равен 5,6 ц/га (см. таблицу 17).

Прогнозируемая урожайность на 2010 г. равна согласно формуле 3: $40,9 + 5,6 + 4,8 = 51,3$ ц/га.

Фактическая урожайность в 2010 г. равна 51,1 ц/га, отклонение от прогнозируемой урожайности равно $-0,2$ ц/га или 0,4 % ($-0,2 \div 51,3 \times 100 \%$).

Таблица 3 – Прогнозирование урожайности на 2011 г.

Год	Фактическая, ц/га	Средняя, ц/га	Отклонение от средней, ц/га	Квадрат отклонения
2007	46,5	39,3	7,2	51,84
2003	33,6	39,3	-5,7	32,49
1999	37,8	39,3	-1,5	2,25
Итого и в среднем	117,9	39,3	0	86,58

Подкоренное выражение среднеквадратического отклонения: $86,58 \div 2 = 43,29$

Среднеквадратическое отклонение равно: корню квадратному из $43,29 = (\pm 6,6)$

Прирост урожайности на 2011 г. равен 7,4 ц/га.

Прогнозируемая урожайность на 2011 год равна: $39,3 + 7,4 + 6,6 = 53,3$ ц/га.

Отклонение фактической урожайности от прогнозируемой на 2011 г. равно 2,6 ц/га или 4,9 %.

Таблица 4 – Прогнозирование урожайности на 2012 г.

Год	Фактическая, ц/га	Средняя, ц/га	Отклонение от средней, ц/га	Квадрат отклонения
2008	57,4	47,3	10,1	102,01
2004	44,2	47,3	-3,1	9,61
2000	40,2	47,3	-7,1	50,41
Итого и в среднем	141,8	47,3	0	162,03

Подкоренное выражение среднеквадратического отклонения: $162,03 \div 2 =$

81,02; среднеквадратическое отклонение равно:

$$\sqrt{81,2} = (\pm 9,0); \text{ для прогнозируемой урожайности берем } 4,5 \text{ ц/га.}$$

Прирост урожайности на 2012 г. равен 7,5 ц/га; прогнозируемая урожайность на 2012 г.: $47,3 + 7,5 - 4,5 = 50,3$ ц/га

Если же не уменьшать среднеквадратическое отклонение, учитывая максимальную урожайность в предшествующем 2011 г., после которого почва истощилась (потеряла питательные элементы), то прогнозируемая урожайность примет значение: $47,3 + 7,5 - 9,0 = 45,8$ ц/га. Отклонение фактической урожайности от прогнозируемой равно $(-5,9)$ ц/га или 12,9 %.

Таблица 5 – Прогнозирование урожайности на 2013 г.

Год	Фактическая, ц/га	Средняя, ц/га	Отклонение от средней, ц/га	Квадрат отклонения
2009	47,0	46,9	0,1	0,01
2005	48,2	46,9	1,3	1,69
2001	45,6	46,9	-1,3	1,69
Итого и в среднем	140,8	46,9	0	3,39

Подкоренное выражение среднеквадратического отклонения: $3,39 \div 2 = 1,695$; среднеквадратическое отклонение равно

$$\sqrt{1,695} = (\pm 1,3)$$

Прирост урожайности на 2013 г. равен 4,2 ц/га. Прогнозируемая урожайность на 2013 г. равна: $46,9 + 4,2 + 1,3 = 52,4$ ц/га.

Отклонение фактической урожайности от прогнозируемой равно минус 1,1 ц/га или 2,1 %.

Практическая работа 6

Тема: *Расчет потребности основных элементов питания на запланированный урожай*

Цель: *научится выполнять расчеты по внесению доз удобрений на запланированный урожай*

При обосновании доз удобрений на запланированный урожай на всех типах почв необходимо учитывать следующие показатели:

1. Уровень планируемой урожайности;
2. Химический состав основной и побочной продукции;
3. Вынос основных элементов питания единицей урожая с учетом основной и побочной продукции;
4. Обеспеченность почв доступным для растений азотом, фосфором и калием;
5. Коэффициенты использования основных элементов питания полевыми культурами из почвы, органических и минеральных удобрений;
6. Сроки и способы внесения удобрений;
7. Окупаемость удобрений;
8. Урожайность за последние 5 лет на поле без внесения удобрений.

Существуют различные методы расчета доз удобрений:

Задание 1. Расчет доз удобрений на планируемую прибавку

урожайности с использованием минеральных удобрений.

Задание 2. Расчет доз удобрений на планируемую прибавку урожайности с использованием органических и минеральных удобрений.

Задание 3. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность с учетом эффективного плодородия почвы и использования минеральных удобрений.

Задание 4. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность с учетом эффективного плодородия почвы и использования органических и минеральных удобрений.

Задание 5. Расчет доз удобрений по бальной оценке почв.

Задание 6. Расчет баланса питательных веществ в посевах.

Исходная информация приведена

Таблица Б 1 – Вынос азота, фосфора и калия 1ц основной с соответствующим количеством побочной продукции полевыми культурами (В), кг

Культура	Азот	Фосфор	Калий	Сумма НРК на 1 ц урожая, кг
Пшеница озимая	3,0-4,0	1,3-1,5	2,5-3,0	6,40
Кукуруза на зерно	2,2-3,6	0,6-1,2	2,4-3,7	7,18
Подсолнечник	5,0-6,0	2,2-2,6	10,0-15,0	27,2
Соя	7,24	1,41	1,93	10,58
Свекла сахарная	0,45-0,59	0,15-0,18	0,63-0,75	1,52
Свекла кормовая	0,24-0,40	0,10-0,13	0,25-0,46	0,99
Люцерна на сено	2,6	0,65	1,5	4,75

Таблица Б 2 – Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из минеральных удобрений в 1-й год (K_v),% (по Лапченкову Г. Я.)

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Пшеница озимая	50-85	15-45	55-95
Кукуруза на зерно	65-85	25-45	75-95
Подсолнечник	55-75	25-35	65-95
Соя	50-75	25-40	65-80
Свекла сахарная	60-85	25-45	70-95
Свекла кормовая	65-90	30-45	80-95
Люцерна на сено	80-95	30-45	80-95

Таблица Б 3 – Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из почвы (K_n), % (по Лапченкову Г. Я.)

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Пшеница озимая	20-35	5-10	8-15
Кукуруза на зерно	25-40	6-13	8-18
Подсолнечник	30-45	7-17	8-24
Соя	30-45	9-14	6-12
Свекла сахарная	25-50	6-15	7-40
Свекла кормовая	25-45	5-12	6-25
Люцерна на сено	35-70	7-20	8-25

Таблица Б 4 – Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из органических удобрений в 1-й год (K_o),% (по Лапченкову Г. Я.)

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Пшеница озимая	20-35	30-50	50-70
Кукуруза на зерно	35-40	45-50	65-75
Подсолнечник	20-30	30-50	50-70

Соя	20-30	30-50	50-70
Свекла сахарная	15-40	20-50	60-70
Свекла кормовая	30-40	45-50	60-70
Люцерна на сено	20-30	30-50	50-70

Таблица Б5 – Содержание основных элементов питания в почвах КЧР, мг на 100г почвы (по Симакину А. И.)

Тип почвы	Азот	Фосфор	Калий
Обыкновенный чернозем	очень низкое -меньше 0,5	низкое – 1,0	очень низкое -10
	низкое – 0,5– 0,8	среднее – 1,0-2,5	низкое – 10-20
	среднее – 0,8-1,5	высокое – 2,3-3,5	среднее – 20-30
	повышенное – 1,5-3,0		повышенное – 30-40
	высокое – 6,0		высокое – 40-60
	очень высокое – больше 6,0		
Выщелоченный чернозем	очень низкое -меньше 0,5	очень низкое -5	очень низкое -3
Слитой чернозем	низкое – 0,5– 0,8	низкое – 5–10	низкое – 3–6
	среднее – 0,8-1,5	среднее – 10-15	среднее – 6-9
	повышенное – 1,5-3,0	повышенное – 15-25	повышенное – 9-12
	высокое – 6,0	высокое – 25-35	высокое – 12-18
	очень высокое – больше 6,0	очень высокое – больше 35	

Таблица Б 6 – Коэффициенты перевода из мг/100 г почвы питательного вещества в кг/га (K_n)

Слой почвы, см	Переводной коэффициент
0-20	30
0-25	34
0-28	38
0-30	41
0-32	44
0-35	48

Таблица Б7 – Химический состав подстилочного навоза (по В.Т. Куркаеву)

Вид навоза	Содержание в 1 т, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
КРС	5,4	0,28	0,60
Свиней	8,4	0,58	0,62
Конский	5,9	0,26	0,59
Овечий	8,6	0,47	0,88

Таблица Б 8 – Содержание питательных веществ минеральных удобрений

Удобрение	Содержание д. в., %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Аммиачная селитра	34-35		
Мочевина	45-46		

Сульфат аммония	20-21		
Суперфосфат простой		18-21	
Суперфосфат двойной		45-48	
Хлористый калий			60
Калийная соль			40-42
Сульфат калия			48

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1. Расчет доз удобрений на планируемую прибавку урожайности с использованием минеральных удобрений.

Культура _____

Планируемая урожайность, ц/га _____

Возможная урожайность без внесения удобрений, ц/га _____

Планируемая прибавка за счет питательных веществ вносимых удобрений, ц/га _____

Таблица 1 – Расчет доз минеральных удобрений

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос 1 ц зерна (корнеплодов) и соответствующим количеством побочной			
2	Общий вынос на заданную прибавку урожайности, кг/га			
3	Коэффициент использования NPK из минеральных удобрений, %			
4	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га			
5	Действующее вещество минерального удобрения,			
6	Требуется внести туков, ц/га			

Логическую схему расчета доз NPK на прибавку урожайности при внесении только минеральных удобрений можно заменить формулой:

$$Д д. в. пр. = \frac{(100 \times Вп)}{K_v \times C}, \quad \text{где}$$

Д д.в. пр. – планируемая прибавка урожайности, ц/га;

Вп – вынос питательного вещества прибавкой урожая, кг/га;

С – содержание питательных веществ в минеральном удобрении, %;

K_v – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %.

Задание 2. Расчет доз удобрений на планируемую прибавку урожайности с использованием органических и минеральных удобрений.

Культура _____

Планируемая урожайность, ц/га _____

Возможная урожайность без внесения удобрений, ц/га _____

Планируемая прибавка за счет питательных веществ, вносимых удобрений, ц/га _____

Таблица 2 – Расчет доз органических и минеральных удобрений

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос 1 ц зерна (корнеплодов) и соответствующим количеством побочной продукции, кг			
2	Общий вынос на заданную прибавку урожайности, кг/га			
3	Содержится NPK в 1 т навоза, кг			
4	Будет внесено NPK с _____ т навоза, кг			
5	Коэффициент использования NPK из органического удобрения, %			
6	Будет усвоено NPK из навоза, кг/га			
7	Требуется довести минеральных удобрений, кг/га			
8	Коэффициент использования NPK из минеральных удобрений, %			
9	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га			
10	Действующее вещество минерального удобрения, %			
11	Требуется внести туков, ц/га			

При совместном использовании навоза и минеральных удобрений применяют следующую формулу:

$$Д д. в. пр. = \frac{(100 \times Вп) - (До \times Со \times Ко)}{Ку \times С},$$

где

Д д.в. пр. – планируемая прибавка урожайности, ц/га;

Вп – вынос питательного вещества прибавкой урожая, кг/га;

Ку – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %;

С – содержание питательных веществ в минеральном удобрении, %;

До – доза органического удобрения, т/га;

Со – содержание питательных веществ в 1 т навоза, кг

Ко – коэффициент использования питательных веществ органического удобрения, %.

Задание 3. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность с учетом эффективного плодородия почвы и использования минеральных удобрений.

Культура _____

Планируемая урожайность, ц/га _____

Таблица 3 – Расчет доз органических и минеральных удобрений

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос 1 ц зерна (корнеплодов) и соответствующим количеством побочной продукции, кг			
2	Общий вынос на заданный урожай, кг/га			

3	Содержится в почве: а) мг/100 г почвы б) кг/га (K_n)			
4	Коэффициент использования NPK из почвы, %			
5	Будет усвоено из почвы, кг/га			
6	Требуется довести минеральных удобрений, кг/га			
7	Коэффициент использования NPK из минеральных удобрений, %			
8	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га			
9	Действующее вещество минерального удобрения, %			
10	Требуется внести туков, ц/га			

Логическую схему расчета доз NPK можно заменить формулой:

$$Д \text{ д. в. пр.} = \frac{(100 \times B_n) - (P \times K_n)}{K_u \times C},$$

Д д.в. – доза NPK на планируемый урожай, кг/га;

B_n – вынос питательного вещества урожаем, кг/га;

P – содержание доступных питательных веществ в почве, кг/га;

K_n – коэффициент использования питательных веществ из почвы, %;

K_u – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %;

C – содержание питательных веществ в минеральном удобрении, %.

Задание 4. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность с учетом эффективного плодородия почвы и использования органических и минеральных удобрений.

Культура _____

Планируемая урожайность, ц/га _____

Таблица 4 – Расчет доз органических и минеральных удобрений

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P_2O_5	K_2O
1	Вынос 1 ц зерна (корнеплодов) и соответствующим количеством побочной продукции, кг			
2	Общий вынос на заданный урожай, кг/га			
3	Содержится в почве: а) мг/100 г почвы б) кг/га (K_n)			
4	Коэффициент использования NPK из почвы, %			
5	Будет усвоено из почвы, кг/га			
6	Не достает до полной потребности, кг/га			
7	Содержится NPK в 1 т навоза, кг			
8	Будет внесено NPK с _____ т навоза, кг			
9	Коэффициент использования NPK из органического удобрения, %			

10	Будет усвоено из навоза, кг/га			
11	Требуется довести минеральных удобрений, кг/га			
12	Коэффициент использования NPK из минеральных удобрений, %			
13	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га			
14	Действующее вещество минерального удобрения, %			
15	Требуется внести туков, ц/га			

Логическую: схему расчета доз NPK можно заменить формулой

$$Д \text{ д. в. пр.} = \frac{(100 \times Вп) - (П \times Кп) - (До \times Со \times Ко)}{Ку \times С},$$

Д д.в. – доза NPK на планируемый урожай, кг/га;
 Вп – вынос питательного вещества урожаем, кг/га;
 П – содержание доступных питательных веществ в почве, кг/га;
 Кп – коэффициент использования питательных веществ из почвы, %;
 Ку – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %;
 С – содержание питательных веществ в минеральном удобрении, %;
 До – доза органического удобрения, т/га;
 Со – содержание питательных веществ в 1 т навоза, кг
 Ко – коэффициент использования питательных веществ органического удобрения, %.

Задание 5. Расчет доз удобрений по балльной оценке почв.

Бонитировка почв (доброкачественность) – это сравнительная оценка качества почв, их производительной способности.

На основе корреляционной связи между почвами и урожайностью составляют оценочную шкалу для определения предварительного бонитета почв.

Принята 100 балльная оценочная шкала, где средней по качеству почве присваивается 100 баллов.

Для установления предварительного бонитета различных почв необходимо знать название почв, мощность гумусового горизонта, запасы гумуса, механический состав и урожайность культур.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

1. По рабочей оценочной шкале определяется бонитет каждой почвенной разновидности в баллах.

A+B=100 см. Находим по шкале, что балл при такой мощности равен 133 баллам.

2. Находим запасы гумуса в горизонтах (A+B) почвенных разновидностей поля по формуле:

$$H = \frac{a \times 10000 \times об \times с}{100},$$

где

H – запасы гумуса, т/га;

a – мощность определяемого слоя, м;

v – объемная масса определяемого слоя, г/см³;
 c – содержание гумуса в определяемом слое, %.
 Например:

В мощном выщелоченном малогумусном глинистом черноземе мощность горизонтов $A+B=100$ см, гумуса в слое 0-20 см – 4,5 %, в слое 20-40 см – 4 %, 40-60 см – 3 %, в слое 60-80 см и 80-100 см – 2 %. Объемная масса в слое 0-20, 20-40, 40-60 см равен 1,2 г/см³, в слое 60-80 и 80-100 см – 1,3 г/см³.

$$N_{0-20} = \frac{0,2 \times 10000 \times 1,2 \times 4,5}{100} = 108 \text{ т/га}$$

$$N_{20-40} = \frac{0,2 \times 10000 \times 1,2 \times 4}{100} = 96 \text{ т/га}$$

$$N_{40-60} = \frac{0,2 \times 10000 \times 1,2 \times 3}{100} = 72 \text{ т/га}$$

$$N_{60-80} = \frac{0,2 \times 10000 \times 1,2 \times 2}{100} = 52 \text{ т/га}$$

$$N_{80-100} = \frac{0,2 \times 10000 \times 1,2 \times 2}{100} = 52 \text{ т/га}$$

Таким образом, запас гумуса в горизонте мощностью 100 см равен:

$$N_{0-100 \text{ см}} = 108 + 96 + 72 + 52 + 52 = 380 \text{ т/га}$$

Но в таблице приведена сумма баллов для запасов гумуса 375 т/га – 88 б.

$380 - 375 = 5$ т/га. Надо найти, сколько баллов приходится на 5 т/га и к 88 баллам (оценка 375 т/га) прибавить недостающие баллы. Проводим расчет и находим цену 1 тонны гумуса в баллах: $375 \text{ т/га} = 88 \text{ баллов}$ $400 \text{ т/га} = 94 \text{ балла}$ $400 - 375 = 25 \text{ т/га}$; $94 - 88 = 6 \text{ баллов}$, отсюда 6 баллов: $25 \text{ т/га гумуса} = 0,24 \text{ балла}$ приходится на 1 т/га.

Поскольку разность составляет 5 т/га, следовательно, $0,24 \times 5 = 1,2$ балла, значит $380 \text{ т/га} = 88 + 1,2 = 89,2$ балла.

В общем по мощности горизонтов $A+B$ и запасам гумуса средний бонитет почвы равен $(133 + 89,2) : 2 = 111,1$ балла.

Вводим поправочный коэффициент по механическому составу.

Находим средний бонитет почвы по природным признакам – $111,1 \times 0,8 = 88,9$ балла.

Поправочный коэффициент по механическому составу равен: для глинистых разновидностей – 0,8; для легкосуглинистых – 0,9; для тяжелосуглинистых – 0,9; для суглинистых – 1,0; для супесчаных – 0,7; для песчаных – 0,5.

Вычисляем средний бонитет почвенной разновидности с учетом полученного балла по природным признакам (88,9) и балл по урожайности, который находится по шкалам.

Предположим, что урожайность равна 32 ц/га, а сумма баллов для такого уровня урожайности равна 160 баллам.

Поэтому средний бонитет почвы равен $(88,9 \text{ б.} + 160 \text{ б.}) : 2 = 124,5$ балла.

Рассмотрим методику расчета доз удобрений на запланированный урожай. Предположим, что мы планируем получить урожай озимой пшеницы 70 ц/га зерна. B_n (средний бонитет почвы) – 124,5.

Цена балла по озимой пшенице 0,50.

Поправочный коэффициент на агрохимические свойства почвы -1,0.

Определяем величину урожая, которую можно получить за счет эффективного плодородия почвы по формуле:

$$Y = B_{\text{п}} * C_{\text{бп}} * K = 124,5 * 0,50 * 1,0 = 62,3 \text{ ц/га}$$

Планируемый урожай озимой пшеницы - 70 ц/га. Следовательно, при внесении удобрений прибавка зерна составит (70 - 62,3=7,7 ц/га).

Расчет доз удобрений на планируемую прибавку 7,7 ц/га заносим в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет доз внесения минеральных удобрений на планируемую прибавку урожая озимой пшеницы

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Планируемая прибавка	7,7 ц/га		
2	Выносятся на 1 ц зерна, кг	3,0	1,5	3,0
3	Общий вынос на прибавку, кг/га	23,1	11,6	23,1
4	Коэффициент использования из минеральных удобрений, %	50	40	90
5	Требуется внести, кг/га	46,2	29,0	25,6
6	Действующего вещества в минеральном удобрении, %	20	46	40
7	Требуется внести туков, ц/га	2,3	0,6	0,6

Проверяем расчеты на прибавку урожая по логической схеме по формуле:

$$D_{\text{т}} = \frac{B_{\text{п}} \times 100}{K_{\text{у}} \times C}$$

где B_п – общий вынос на планируемую прибавку, кг/га;

K_у – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %;

C – действующего вещества в минеральном удобрении, %.

$$D_{\text{азота}} = \frac{23,1 \times 100}{50 \times 20} = 2,3 \text{ ц/га}$$

$$D_{\text{фосфора}} = \frac{11,6 \times 100}{40 \times 46} = 0,6 \text{ ц/га}$$

$$D_{\text{калия}} = \frac{23,1 \times 100}{90 \times 40} = 0,6 \text{ ц/га}$$

Показатель цены одного балла почвы динамичен, поэтому устанавливается только на определенный период. Цена балла пашни рассчитывается путем деления величины урожайности (ц/га), полученной без удобрений, на бонитет почвы по данной культуре.

Задание 6. Расчет баланса питательных веществ в посевах.

После уборки урожая для каждого поля севооборота рассчитывается баланс питательных веществ. Для этого необходимо рассчитать дозы удобрений на заданный урожай.

Таблица 6 – Расчет доз удобрений под озимую пшеницу

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Заданный уровень урожая		50ц/га	
2	Вынос 1 ц зерна и соответствующим количеством соломы, кг	3,2	1,5	2,3
3	Общий вынос заданным урожаем, кг/га	160	75	115
4	Содержится в почве: а) мг/100 г почвы б) кг/га (0,8х30=24 кг/га) (K _п)	0,8 24	1,0 30	20 600
5	Коэффициент использования NPK из почвы, %	25	8	10
6	Будет усвоено из почвы, кг/га (24х25:100=6 кг/га)	6	2,4	60
7	Требуется довести минеральных удобрений, кг/га	154	72,6	55
8	Коэффициент использования NPK из минеральных удобрений, %	60	25	65
9	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га	256,7	290,4	84,6

Предположим, что расчет сделан на получение 50 ц/га зерна озимой пшеницы, фактический урожай составил 52 ц/га.

Таким количеством зерна и побочной продукции из почвы выносятся:

- а) азота 166,4 кг (52×3,2=166,4);
- б) фосфора 78,0 кг (52×1,5=78,0);
- в) калия 119,6 кг (52×2,3= 119,6).

Доля участия питательных веществ почвы в общем выносе определяется по формуле:

$$N_{п} (N) = \frac{Вп \times 100}{Воб.} = \frac{6,0 \times 100}{166,4} = 3,6 \%$$

$$N_{п} (P_2O_5) = \frac{Вп \times 100}{Воб.} = \frac{2,4 \times 100}{78,0} = 30,8 \%,$$

$$N_{п} (K_2O) = \frac{Вп \times 100}{Воб.} = \frac{60 \times 100}{119,6} = 50,2 \%,$$

где

N_п – доля питательного вещества в общем выносе, %;

Вп – вынос питательного вещества из почвы, кг/га;

Воб.– общий вынос питательного вещества фактическим урожаем, кг/га.

Следовательно, в общем выносе на долю азота, усвоенного из почвы, приходится 3,6 %; фосфора – 30,8 % и калия – 50,2 %.

Таблица 7 – Определение баланса элементов питания под посевами озимой пшеницы

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Внесено под озимую пшеницу, кг/га	256,7	290,4	84,6
2	Фактическая урожайность на данном поле, ц/га 52			
3	Вынесено с урожаем, кг/га	166,4	78	119,6
	В том числе: а) из почвы б) из удобрений (по P ₂ O ₅ – 78-2,4= 75,6)	6 160,4	2,4 75,6	60 59,6
	Усвоено из внесенных минеральных удобрений, %	62,5	26,0	70,4
5	Осталось в почве удобрений, кг/га (по азоту – 256,7-160,4	96,3	214,8	25,0

Доля участия питательных веществ из минеральных удобрений рассчитывается по формуле:

$$\begin{aligned}
 \text{Н}_y (\text{N}) &= \frac{\text{В}_y \times 100}{\text{В}_{\text{об.}}} = \frac{160,4 \times 100}{166,4} = 96,4 \% \\
 \text{Н}_y (\text{P}_2\text{O}_5) &= \frac{\text{В}_y \times 100}{\text{В}_{\text{об.}}} = \frac{75,6 \times 100}{78,0} = 96,9 \% \\
 \text{Н}_y (\text{K}_2\text{O}) &= \frac{\text{В}_y \times 100}{\text{В}_{\text{об.}}} = \frac{59,6 \times 100}{119,6} = 49,8 \%
 \end{aligned}$$

Где Н_y – доля питательного вещества удобрений в общем выносе, %;

В_y – вынос питательного вещества из удобрений, кг/га;

$\text{В}_{\text{об.}}$ – общий вынос питательного вещества фактическим урожаем, кг/га.

Для более точного баланса элементов питания необходимо в статье прихода учесть поступление NPK с посевным материалом, пожнивными и корневыми остатками, накопление биологического азота, а также приход элементов питания с атмосферными осадками. Это дает возможность при бездефицитном балансе значительно сократить потребление NPK на планируемый урожай.

Проведем расчет доз азота, фосфора и калия с учетом последействия минеральных удобрений.

При внесении высоких доз удобрений под предшествующую культуру, последующей за ней значительная часть урожая формируется за счет остаточных элементов питания.

Это количество азота, фосфора и калия должно быть исключено из общей потребности.

Таблица 8 – Расчет доз удобрений на заданный урожай озимого ячменя с учетом последействия удобрений, внесенных под предшественник - озимая пшеница

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Заданный урожай, ц/га	50		
2	Вынос 1 ц зерна и соответствующим количеством соломы, кг	2,5	1,1	2,0
3	Общий вынос заданным урожаем, кг/га	125	55	100
4	Содержится в почве:			
	а) мг/100 г почвы	0,8	1,0	20
	б) кг/га (0,8х30=24 кг/га) (K _п)	24	30	600
5	Коэффициент использования NPK из почвы, %	20	7	8
6	Будет усвоено из почвы, кг/га	4,8	2,1	48
7	Доза NPK, не использованная предшественником, кг/га	96,3	214,8	25,0
8	Коэффициент использования NPK удобрений последействии, %	15	10	20
9	Может быть вынесено из уков последействии, кг/га	14,4	21,5	5,0
10	Необходимо довести недостающее количество, кг/га (п. 3 – п. 6 – п. 9)	105,8	31,4	47,0
11	Коэффициент использования туков в год внесения, %	85	25	60
12	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га	124,5	125,6	78,3

Следовательно, для получения 50 ц/га зерна озимого ячменя, с учетом последействия внесенных под озимую пшеницу туков, потребовалось: азота – 124,5 кг; фосфора – 125,6 кг и калия – 78,3 кг или в сумме 328,4 кг д. в.

Формула расчета доз удобрений, с учетом последействия ранее внесенных, имеет следующий вид:

$$D = ((100 \cdot V_{п}) - (П \cdot K_{п}) - (D_{ос} \cdot K_{ос})) / K_{у}$$

где: D – доза удобрений с учетом последействия, кг/га;

V_п – вынос питательного вещества урожаем, кг/га;

П – содержание доступных питательных веществ, кг/га;

K_п – коэффициент использования питательных веществ из почвы, %;

K_у – коэффициент использования питательных веществ из удобрений, %;

D_{ос} – остаточное количество питательных веществ, внесенных под предшествующую культуру, кг/га;

K_{ос} – коэффициент использования питательных веществ в последействии, %.

Пример расчета:

$$D = \frac{(100 \times 125) - (24 \times 20) - (96,3 \times 15)}{85} = 124,5 \text{ кг/га} \quad \text{бы внести}$$

$$D = \frac{(100 \times 125) - (24 \times 20)}{85} = 141,4 \text{ кг/га}$$

Задание: Самостоятельно выполнить расчет по определению доз внесения удобрений по вариантам таблицы

Таблица 9 – Варианты заданий по теме «Бальная оценка почв»

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Механический состав											
Мощность горизонта А+В	130	125	120	115	110	105	100	130	125	120	
0-20	С, %	5	5	5	4,5	4,5	4	4	5	5	5
	ОВ, г/см ³	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
20-40	С, %	5	5	4	4,5	4	4	4	4,5	5	4
	ОВ, г/см ³	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
40-60	С, %	4	3,5	4	3,5	3	3,5	4	4,5	3,5	4
	ОВ, г/см ³	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
60-80	С, %	3	3	3	3,5	2	2,5	2,5	3	3	3
	ОВ, г/см ³	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
80-100, 80-	С, %	2	2	3	2,5	2	2	2	2	2	3
	ОВ, г/см ³	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4
100-110,	С, %	1,5	2	2	1,5	1,5	-	-	1,5	2	2
	ОВ, г/см ³	1,3	1,4	1,4	1,2	1,3	-	-	1,3	1,4	1,4

Урожайность без внесения удобрений	31	30	29	28	27	26	25	31	30	29	
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Механический состав											
Мошность горизонта А+В	115	110	105	100	130	125	120	115	110	105	
0-20	С. %	4,5	4,5	4	4	5	5	5	4,5	4,5	4
	ОВ г/см ³	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
20-40	С. %	4,5	4	4	4	5	5	4	4,5	4	4
	ОВ г/см ³	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
40-60	С. %	3,5	3	3,5	4	4	3,5	4	3,5	3	3,5
	ОВ г/см ³	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3
60-80	С. %	3,5	2	2,5	2,5	3	3	3	3,5	2	2,2
	ОВ г/см ³	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
80-100, 80-105	С. %	2,5	2	2	2	2	2	3	2,5	2	2
	ОВ г/см ³	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3
100-110 100-115 100-120 100-125 100-130	С. %	1,5	1,5	-	-	1,5	2	2	1,5	1,5	-
	ОВ г/см ³	1,2	1,3	-	-	1,3	1,4	1,4	1,2	1,3	-
Урожайность без внесения удобрений	28	27	26	25	31	30	29	28	27	26	

Справочные данные по выполнению задания

Таблица 1 – Вынос азота, фосфора и калия 1ц основной с соответствующим количеством побочной продукции полевыми культурами (В), кг

Культура	Азот	Фосфор	Калий	Сумма NPK на 1 ц урожая, кг
Пшеница озимая	3,0-4,0	1,3-1,5	2,5-3,0	6,40
Кукуруза на зерно	2,2-3,6	0,6-1,2	2,4-3,7	7,18
Подсолнечник	5,0-6,0	2,2-2,6	10,0-15,0	27,2
Соя	7,24	1,41	1,93	10,58
Свекла сахарная	0,45-0,59	0,15-0,18	0,63-0,75	1,52
Свекла кормовая	0,24-0,40	0,10-0,13	0,25-0,46	0,99
Люцерна на сено	2,6	0,65	1,5	4,75

Таблица 2 – Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из минеральных удобрений в 1-й год (K_y),% (по Лапченкову Г. Я.)

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Пшеница озимая	50-85	15-45	55-95
Кукуруза на зерно	65-85	25-45	75-95
Подсолнечник	55-75	25-35	65-95
Соя	50-75	25-40	65-80
Свекла сахарная	60-85	25-45	70-95
Свекла кормовая	65-90	30-45	80-95
Люцерна на сено	80-95	30-45	80-95

Таблица 3 – Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из почвы (K_n), % (по Лапченкову Г. Я.)

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Пшеница озимая	20-35	5-10	8-15
Кукуруза на зерно	25-40	6-13	8-18
Подсолнечник	30-45	7-17	8-24
Соя	30-45	9-14	6-12
Свекла сахарная	25-50	6-15	7-40
Свекла кормовая	25-45	5-12	6-25
Люцерна на сено	35-70	7-20	8-25

Таблица 4 – Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из органических удобрений в 1-й год (K_o),% (по Лапченкову Г. Я.)

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Пшеница озимая	20-35	30-50	50-70
Кукуруза на зерно	35-40	45-50	65-75
Подсолнечник	20-30	30-50	50-70
Соя	20-30	30-50	50-70
Свекла сахарная	15-40	20-50	60-70
Свекла кормовая	30-40	45-50	60-70
Люцерна на сено	20-30	30-50	50-70

Таблица 5 – Содержание основных элементов питания в почвах Краснодарского края, мг на 100г почвы (по Симакину А. И.)

Тип почвы	Азот	Фосфор	Калий
Обыкновенный чернозем	очень низкое -меньше 0,5	низкое – 1,0	очень низкое -10
	низкое – 0,5– 0,8	среднее – 1,0-2,5	низкое – 10-20
	среднее – 0,8-1,5	высокое – 2,3-3,5	среднее – 20-30
	повышенное – 1,5-3,0		повышенное –30-40
	высокое – 6,0		высокое – 40-60
	очень высокое – больше 6 0		
Выщелоченный чернозем	очень низкое -меньше 0 5	очень низкое -5	очень низкое -3
Слитой чернозем	низкое – 0,5– 0,8	низкое – 5–10	низкое – 3–6
	среднее – 0,8-1,5	среднее – 10-15	среднее – 6-9
	повышенное – 1,5-3,0	повышенное – 15-25	повышенное – 9-12
	высокое – 6,0	высокое – 25-35	высокое – 12-18
	очень высокое – больше 6,0	очень высокое – больше 35	

Таблица 6 – Коэффициенты перевода из мг/100 г почвы питательного вещества в кг/га (K_n)

Слой почвы, см	Переводной коэффициент
0-20	30
0-25	34
0-28	38
0-30	41
0-32	44
0-35	48

Таблица 7 – Химический состав подстилочного навоза (по В.Т. Куркаеву)

Вид навоза	Содержание в 1 т, кг		
	N	P_2O_5	K_2O
КРС	5,4	0,28	0,60
Свиный	8,4	0,58	0,62
Конский	5,9	0,26	0,59
Овечий	8,6	0,47	0,88

Таблица 8 – Содержание питательных веществ минеральных удобрений

Удобрение	Содержание д. в. %		
	N	P_2O_5	K_2O
Аммиачная селитра	34-35		
Мочевина	45-46		
Сульфат аммония	20-21		
Суперфосфат простой		18-21	
Суперфосфат двойной		45-48	
Хлористый калий			60
Калийная соль			40-42
Сульфат калия			48

Таблица 9 – Рабочая оценочная шкала для определения бонитета почв (по Ф. Я. Гаврилюк)

Почва	A+B, см	Баллы	Гумус, т/га	Баллы	Урожайность, ц/га	Баллы
	140	-	-	-	33	165
	135	-	-	-	32	160
	130	173	700	165	31	155
	125	166	675	159	30	150
	120	160	650	153	29	145
Предкавказские	115	153	625	147	28	140
	110	146	600	141	27	135
	105	140	575	135	26	130
	100	133	550	130	25	125
Североприазовские черноземы	95	127	525	124	24	120
	90	120	500	118	23	115
	85	113	475	112	22	110
	80	107	450	106	21	105
Обыкновенные черноземы	75	100	425	100	20	100
	70	93	400	94	19	95
Южные черноземы	65	86	375	88	18	90

Таблица 10 –Цена одного балла пашни основных сельскохозяйственных культур

№№ п.п.	Культура	Цена балла пашни
1	Зерновые	0,39
2	Озимая пшеница	0,42
3	Кукуруза на зерно	0,57
4	Подсолнечник	0,29
5	Соя	0,25
6	Свекла сахарная	3,80
7	Свекла кормовая	4,55
8	Люцерна на сено	1,20

Практическая работа 6

Тема: Проектирование систем удобрений в севообороте

Цель: *Научиться эффективным методам планирования систем удобрений в севообороте*

Выполнение практической работы осуществляется привязыванием к определенной местности, предприятию, на землях которых и по данным хозяйства выполняются необходимые проекты по системе удобрений в севообороте.

I. Общие сведения о хозяйстве

КЧР, Прикубанский район, с. Дружба, ООО «Хаммер». Крупный сельскохозяйственный район КЧР – расположен на Кавказе под 42 северной широты и 40 восточной долготы. Оно занимает южную окраину Ставропольского плато достигающего здесь высоты до 320 метров над уровнем моря.

Специализация хозяйства – Зерно-животноводческая.

Тип, разновидность почвы. Встречаются обыкновенные мицелярно-карбонатные, южные мицелярно-карбонатные и солонцеватые чернозёмы, но преобладающими являются темно – каштановые карбонатные и чернозёмы южные. По ботанической классификации тёмно – каштановые почвы оценены в 50 и чернозёмы южные – в 60 баллов.

Таблица 1 – Состав и структура земельных угодий

Показатели	Площадь	
	га	%
Общая земельная площадь:	18756	100
Из них: пашня	14330	76,4
пары	4207	22,4
Многолетние травы :	219	1,2
В т.ч. эспарцет	32	0,1
Люцерна	187	0,9
Смесь злаково-бобовых трав.	83	0,2

В т.ч. озимые всего:	11580	61,74
Оз. пшеница	9375	49,98
Оз. ячмень	2210	11,78
Яровые всего:	327	1,74
Горох	195	1,04
Овес	72	0,38
Кукуруза н/з	60	0,32
Итого зерновых и зернобобовых	11912	63,51
Технические всего:	2116	11,28
В т.ч. Подсолнечник	520	2,77
Оз. рапс	1596	8,51

Климатические условия. Одним из решающих факторов формирования является водный режим, который зависит от количества и интенсивности выпадения осадков в течение года и вегетационного периода.

Согласно агроклиматическому районированию КЧР, Прикубанский район входит в состав степной зоны (Агроклиматические ресурсы КЧР, 1971).

Для климата характерны засушливость, умеренно жаркое лето, умеренно мягкая зима, нерезкие смены времен года, длительный вегетационный период. Для характеристики климата использованы многолетние наблюдения метеостанции города Черкесск.

Таблица 2 – Среднегодовое количество осадков и температура по данным метеостанции г. Черкесск

показатели	Месяцы												Сум- ма
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Осадки, мм	28	22	24	35	53	70	51	45	37	32	27	25	449
Температура, °С	-0,1	-4,1	-3,2	2,3	9,7	16,7	21,0	23,7	22,9	17,4	10,9	4,1	120,4
ГТК	x	x	x	x	x							x	0,8

Гидротермический коэффициент Селянинова рассчитывается по формуле: $ГТК = Я \times 10 / \Sigma t$, где Я – сумма осадков в миллиметрах за период с температурами выше 10°C, Σt – сумма среднесуточных температур в градусах за то же время, 10 – условный коэффициент.

Таким образом, гидротермический коэффициент составляет 0,7-0,9.

Среднегодовая температура воздуха составляет 10,2°C. Максимальная температура воздуха в июле-августе может достигать 41°-43°C, минимальная в январе до -35°C.

Такие температуры при малоснежных зимах может привести, особенно после оттепелей, к вымерзанию озимых культур, поэтому необходимы мероприятия по снегозадержанию, оптимальные сроки сева с тем, чтобы к наступлению морозов растения окрепли. Самым теплым месяцем является июль - со среднемесячной температурой +24,6°C, а в августе +23,5°C.

В растениеводстве важным моментом при определении сроков или необходимости проведения разных полевых работ являются даты перехода среднесуточных температур через 0°C, +5°C, +10°C. Приведенные в таблице 3

сведения следует учитывать при планировании полевых работ. Сумма положительных температур за вегетационный период составляет от 320°С до 350°С и он длится от 180 до 190 дней. Вегетационный период начинается в среднем в середине апреля и заканчивается в середине ноября или в конце второй декады.

С термическим режимом тесно связана относительная влажность воздуха, особенно влияющая на развитие растений в июле-августе, она составляет 40-45%. Число дней с относительной влажностью воздуха ниже 30% за вегетационный период достигает 56.

Таким образом, температурные условия территории района благоприятны для большинства районированных культур. Среднегодовое количество осадков составляет 450 мм.

Характер летних осадков ливневый, что нередко способствует явлениям водной эрозии. Большая часть осадков выпадает в теплый период – 323 мм, но, несмотря на это, растения нередко страдают от недостатка влаги. За май – июль, когда растения испытывают наибольшую потребность во влаге, выпадает 174,0 мм. Весенние осадки несколько преобладают над осенними, что благоприятно сказывается на вегетации сельскохозяйственных культур

Осадки холодного периода идут на пополнение запасов влаги в почвенном профиле. Снежный покров неустойчив, имеет мощность 6-16 см, появляется в начале декабря, сходит в конце второй декады марта. Число дней со снежным покровом – 59. Большое количество оттепелей (до 50) способствуют частому сходу снежного покрова на пашне, что влечет за собой опасность для озимых (преждевременное начало вегетации).

К началу вегетационного периода запасы продуктивной влаги в пахотном горизонте составляют 25-28 мм на пару, а на начало сева озимых 18-20 мм, соответствующие запасы в метровом слое 75-90 мм и 85-100 мм.

Самым благоприятным временем для начала полевых работ является обычно последняя декада марта и первая декада апреля, когда почва подсыхает до мягкопластичного состояния, но в разные годы эти сроки могут отклоняться.

Сильные ветры (более 15 м/с) за год составляют 56 дней, что в зимнее время приводит к сдуванию снега с полей в пониженные места. В теплый период они иногда могут являться причиной возникновения ветровой эрозии и пыльных бурь, что подтверждается наличием в лесополосах следов наметов мелкозема (Агроклиматические ресурсы Ставропольского края).

К положительным сторонам климата относятся: длительный вегетационный период, высокая сумма положительных температур, сравнительно мягкая зима, достаточное увлажнение. К отрицательным – зимние оттепели, часто ливневый характер дождей, наличие суховея. Лимитирующим фактором является недостаток влаги. В целом климат территории хозяйства благоприятен для возделывания всех районированных культур. Необходим комплекс агротехнических мероприятий по накоплению и сбережению влаги в почве и рациональному ее расходованию.

Урожайность зерновых культур. В условиях Юга России лимитирующим фактором в формировании урожайности сельскохозяйственных культур является влагообеспеченность растений. Уровень урожайности зависит не столько от суммы осадков за вегетационный период, сколько от их распределения по фазам роста растений, а урожайность в большей мере зависит от погодных условий, чем от удобрений. Поэтому расчет планируемой урожайности я провожу по формулам В.В. Агеева. (Агеев, 2004).

Уравнение для прогноза урожайности озимой пшеницы после занятого пара:

$$Y = 35,78 + 0,03X_2 + 0,15X_4.$$

$$Y = 35,78 + 0,03 \cdot 133 + 0,15 \cdot 96 = 35,78 + 3,93 + 14,4 = 54,11$$

Уравнение для прогноза урожайности озимой пшеницы после гороха:

$$Y = 20,21 + 0,15X_2 + 0,12X_4.$$

$$Y = 20,21 + 0,15 \cdot 133 + 0,12 \cdot 96 = 20,21 + 19,95 + 11,52 = 40,16$$

Для прогноза урожайности озимой пшеницы после колосовых:

$$Y = 20,56 + 0,062X_2 + 0,25X_4,$$

$$Y = 20,56 + 0,062 \cdot 133 + 0,25 \cdot 96 = 20,56 + 8,246 + 24 = 52,8$$

Где Y – урожайность, ц/га;

X_2 – осадки за допосевной период, мм;

X_4 – осадки за осенний период, мм.

Для прогноза урожайности гороха:

$$Y = 7,64 + 0,08X_2 + 2,5X_{10},$$

$$Y = 7,64 + 14,32 + 1,6 = 23,56$$

Где Y - урожайность гороха, ц/га;

X_2 - осадки за допосевной период, мм;

X_{10} - ГТК от цветения до уборки урожая.

Для прогноза урожайности маслосемян подсолнечника:

$$Y = 33,01 + 0,08X_3 - 0,05X_5 - 18,8X_7 + 3,3X_{10}.$$

$$Y = 33,01 + 0,08 \cdot 254 - 0,05 \cdot 183 - 18,8 \cdot 0,33 + 3,3 \cdot 0,17 = 53,33 - 15,35 + 0,6 = 38,52$$

Где Y – урожайность маслосемян подсолнечника, ц/га;

X_3 – осадки от посева до уборки, мм;

X_5 – осадки от цветения до уборки урожая, мм;

X_7 – ГТК за допосевной период;

X_{10} – ГТК от цветения до уборки урожая подсолнечника, мм.

Расчёт планируемой урожайности для люцерны первого года мы проводим путём увеличения на 15%.

$$Y = 183,5 + 15\% = 211$$

Расчёт планируемой урожайности для люцерны второго года мы проводим путём увеличения на 20%.

$$Y = 206,5 + 20\% = 247,8$$

Расчёт планируемой урожайности кукурузы на зерно мы проводим путём увеличения на 20%.

$$Y = 14,2 + 20\% = 17,04$$

Расчёт планируемой урожайности озимого рапса мы проводим путём увеличения на 20%.

$$У = 11,0 + 20\% = 13,2$$

Таблица 3 – Полевой севооборот и урожайность сельскохозяйственных культур

№ поля	Чередование культур	Площадь, га	Урожайность, ц/га				Планируемая на 2022
			Фактическая по годам				
			2019	2020	2021	средняя	
1	Люцерна	132	160,0	190,5	200,0	183,5	211
2	Люцерна	132	201,0	208,0	210,5	206,5	247,8
3	Озимая пшеница	132	27,7	29,1	33,7	30,2	54,11
4	Кукуруза на зерно	132	10,6	12,0	20,0	14,2	17,04
5	Горох	132	11,0	13,0	27,4	17,1	23,6
6	Озимая пшеница	132	26,3	28,5	32,6	29,1	40,16
7	Озимый рапс	132	9,0	10,0	14,0	11,0	13,2
8	Озимая пшеница	132	26,7	29,3	33,5	29,8	52,8
9	Подсолнечник	132	8,4	13,5	18,7	13,5	38,52

Из таблицы 3 видно, что происходят колебания урожайностей сельскохозяйственных растений по годам, что связано с климатическими условиями.

Агрохимическое обоснование применения удобрений и средств мелиорации. Состояние и перспективы применения удобрений.

Применение удобрений необходимо для устранения недостатка того или иного элемента питания растений. Внесение их возникает в случае, если биологическая потребность растений в питании не обеспечивается содержанием в почве доступных форм питательных веществ (Б.А. Ягодин, 1990). Азотные удобрения резко увеличивают рост и развитие растений. При внесении этих удобрений листья и стебли растений развиваются сильнее, становятся более мощными, благодаря чему значительно повышается урожай. (Материалы агрохимического обследования, 2001).

Долевое участие азота в формировании прибавки определяется культурой: в хлебных культурах она составляет 42,0-44,8 %, в культурах, выращиваемых ради получения углеводов, она снижается до 35,8-37,5%. Поздние внекорневые подкормки ведущей культуры – озимой пшеницы обеспечивают несущественные прибавки (0,5-1,2 ц/га), однако существенно – на 2,0-3,2% – повышают содержание клейковины и протеина на 0,5-1,4 %, что позволяет получать зерно более высокого качества. Таким образом, каждая тонна азота в минеральных удобрениях дает дополнительно: 10-15 т зерна, 30-40 т корнеплодов сахарной свеклы, 20-30 т сена. (В.В. Агеев, 2006)

Фосфорные удобрения существенно увеличивают урожайность и улучшают качество продукции – повышает содержание растительного масла с маслосеменах подсолнечника, накопление сахара в сахарной свекле. Фосфорные удобрения дают хороший эффект при достаточной

обеспеченности азотом – наиболее дефицитным элементом. Одностороннее их внесение дает низкую эффективность и может привести к снижению урожайности и качества с/х культур. Как правило, необходимо вносить фосфорно-азотные удобрения. Долевое участие фосфора в формировании прибавки урожая в среднем составляет 39,5%. (Б.А. Ягодин, 2002).

Почвы КЧР «богаты» калием. Эффективность калийных удобрений зависит от культуры, почвенных условий и условий увлажнения зоны (В.Ф. Вальков, 2002).

Положительно реагируют на калийные удобрения калиелюбивые культуры (кукуруза, сахарная свекла, картофель, сеяные травы). Слабая реакция всех с/х культур на низкие дозы калия, внесенного на фоне 300-600 мг К₂O/кг почвы, просто не ощущается. Повышенные дозы калия заметно увеличивают урожайность. Она не так велика, как от применения азотных и фосфорных, но расчеты показывают, что каждая тонна К₂O в калийных удобрениях обеспечивает дополнительно (т): зерна - 2-3, клубней картофеля – 20-33, сахарной свеклы - 35-45, сена, сеяных трав - 20 - 30. долевое участие калийных удобрений в формировании урожая колеблется от 0-27% (В.В. Агеев, 2006).

Возделываемые в настоящее время сорта озимой пшеницы интенсивного типа отличаются повышенными требованиями к условиям минерального питания, и только при удовлетворении их могут формировать высокие урожаи. Потребление в расчете на формирование 10 ц зерна с соответствующим количеством побочной продукции составляет: азота - 31-34, фосфора - 11-13, калия - 22-30 кг.

Высокая эффективность *фосфорных удобрений* под озимую пшеницу наблюдается в районах недостаточного увлажнения. Наиболее эффективны они на обыкновенных, южных и особенно карбонатных черноземах, отличающихся низким содержанием доступных форм фосфора, так как они способствуют интенсивному развитию корневой системы озимых, что ведет к получению более высокого урожая. Слабо озимые хлеба отзываются на калийные удобрения при возделывании их на обыкновенных и южных черноземах, которые, как правило, хорошо обеспечены этим элементом. Однако под озимую пшеницу калий необходимо вносить в небольших дозах, что способствует повышению зимостойкости растений (Груздева Г.С., 1987).

Так, внесение под озимую пшеницу минеральных удобрений в дозах N60P60K40 черноземах обеспечивает прибавку урожая от 6,8 до 9,3 ц/г зерна, при содержании в нем сырого белка 14,1-14,5%, сырой клейковины - 28,8-29,1% и стекловидность - 74-80%. Аналогичная продуктивность пшеницы была отмечена и при применении N60P60. Внесение калийных удобрений в дозе 40 кг/га на фоне азотных и фосфорных удобрений практически не влияло на урожай и качество зерна озимой пшеницы (В.В. Агеев, 2001).

Эффективность и состав допосевного удобрения предопределяются предшествующей культурой. После рано убираемых и бобовых предшественников в почве к моменту посева озимой пшеницы накапливается достаточное количество азота. В этом случае нет необходимости вводить азот

в состав удобрения, а можно ограничиться ^посторонним внесением фосфорного удобрения (30-60 кг/га P₂O₅). Азотно-фосфорное удобрение наиболее эффективно по занятым парам в равновеликих дозах (30-45 кг/га).

После непаровых предшественников необходимо вносить полное минеральное удобрение с преобладанием азота N₉₀ P₆₀ K₄₀. (В. Агеев, 1999).

Озимая пшеница хорошо отзывается на повышенное содержание фосфора в почве. Установлено, что рядковое внесение фосфора в дозе 10 кг/га увеличивает урожай зерна на каштановых почвах на 1,5 ц/га, на черноземах южных и обыкновенных – 2,1 ц/га. В среднем при некорневой подкормке увеличение содержания белка достигает 1,5-2,5%, клейковины – 6-8%. (В.В. Агеев, 2001)

На каштановых почвах при естественном содержании P₂O₅ 14 мг/кг почвы от применения P₂₀ в смеси с N₆₀ K₆₀ прирост зерна увеличивается на 6,5 ц/га, от P₆₀ -11,5 и P₉₀ – 13,1; при средней обеспеченности P₂O₅(19 мг/кг почвы)-5,2; 6,1 и 8,1 ц/га (В.В. Агеев, 1999).

В качестве основного (допосевного) удобрения и в подкормку в период вегетации растений применяют аммиачную селитру, аммофос, нитроаммофос, простой и двойной суперфосфаты (В.В. Агеев, 2006).

При рядковом удобрении преимущества имеют аммофос, нитроаммофос, нитроаммофоска, аммофоска по сравнению с суперфосфатами, что связано с недостаточной обеспеченностью азотной пищей после стерневых и поздноубираемых предшественников (В.В. Агеев, 1999).

Высокому урожаю озимого ячменя по непаровым предшественникам способствует полное минеральное удобрение (NPK), размещенное в почве орудиями поверхностной обработки почвы, позволяющими максимально сохранить влагу в посевном слое осенью.

Реакция озимого ячменя на азотные подкормки зависит от влажности и выпадающих осадков – при сухой почве они не оказывают положительного действия; ранняя подкормка аммиачной селитрой из расчета 30 кг/га на обыкновенном черноземе обеспечивает прибавку до 4 ц зерна с гектара. (В.В. Агеев, 1999).

Из элементов минерального питания горох наиболее требователен к наличию в почве фосфора. Размещение гороха на почвах с содержанием доступных форм фосфора и калия более 15 мг/100 г почвы обеспечивает получение хороших урожаев без внесения удобрений практически во всех зонах его возделывания. Фосфорные и калийные удобрения применяют в дозах, обеспечивающих получение планируемого урожая, а азотные – с учетом симбиотической фиксации азота воздуха, составляющего 50-70% общей потребности.

Система удобрения гороха включает основное и припосевное внесение туков.

Взаимодействие азотных удобрений с почвой.

Аммиачная селитра. Внесенная в почву, аммиачная селитра растворяется и вступает в обменную реакцию с находящейся в почве избытком Са. В результате обменного поглощения аммоний адсорбируется

коллоидами почвы, а NO_3 образует в растворе соли щелочных или щелочноземельных металлов. При недостатке в почве кальция на кислых подзолистых почвах внесение аммиачной селитры может вызвать некоторое подкисление почвенного раствора. На почвах, насыщенных основаниями черноземах и почвах каштанового комплекса даже при систематическом внесении высоких доз аммиачной селитры подкисления почвенного раствора не происходит (Б.А. Ягодин, 2002).

Аммонийная часть селитры может подвергаться нитрификации, что также временно подкисляет почву. Часть нитратного азота в результате денитрификации переходит в газообразное состояние (N_2 , N_2O , NO и др.) и теряется. В первый год азота из азотных удобрений используется 40-50%; 10-20% нитратного и 20-0% аммиачного азота превращается в органическую форму (иммобилизуется), не более 10-15% которой усваивается растениями на второй год (2-3% от внесенного с удобрениями). Особенно интенсивно процесс иммобилизации протекает при запашке в почву растительных остатков, содержащих мало азота и много углерода (соломы злаков, соломистого навоза и т.д.). Азот удобрений мобилизует азот почвы, который также усваивается растениями, что приводит к заметному уменьшению коэффициента его использования (В.Г. Минеев, 2004).

Из этого следует, что азот минеральных удобрений существенно увеличивает поглощение почвенного, и второе - азот удобрений в севообороте «никуда не исчезает» бесследно, а переходит из одной формы в другую, из под одной культуры под другую в севообороте и используется полностью из почвы, так и из минеральных удобрений (В.В. Агеев, 2006).

Сульфат аммония. Внесенный в почву сернокислый аммоний быстро растворяется в воде и немедленно вступает в обменные реакции с катионами твердой фазы почвы.

Значительная часть катионов NH_4 поглощается почвой, а в раствор переходит эквивалентное количество других катионов (в данном примере Ca^{2+}) (А.И. Подколзин, 1997).

Поглощенный аммоний хорошо усваивается растениями. В то же время, находясь в поглощенном состоянии, NH_4^+ становится менее подвижным, вследствие чего устраняется опасность вымывания азота сульфата аммония при внесении его в почву в увлажненных районах и при орошении в южнорусской степи. Вместе с этим, слабая подвижность NH_4^+ может сыграть и отрицательную роль: аммиачный азот локализуется в почве в очагах его внесения. Поэтому внесение $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в рядки при посеве и в подкормки без защитных зон нецелесообразно (В.В. Агеев, 2006).

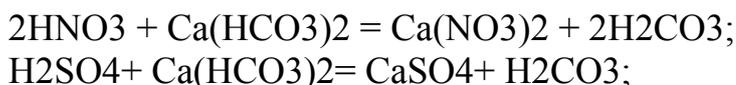
В условиях южнорусской степи применять сульфат аммония целесообразно в качестве основного удобрения на насыщенных кальцием почвах, особенно при опасности потери азота (В.Ф. Вальков, 2002).

Примененный в качестве основного удобрения сульфат аммония подвергается нитрификации, вследствие чего азот этого удобрения переходит в нитратную форму. Нитратный азот не поглощается коллоидами почвы, не образует нерастворимых соединений и концентрируется в почвенном

растворе, в результате создается наилучший контакт с деятельной корневой системой растений. Переход аммиачного азота в нитратный совершается с различной скоростью, в зависимости от температуры окружающей среды, влажности, аэрации и реакции почвенного раствора. Процесс биологического окисления азота сульфата аммония в почве (сульфофикация – нитрификация) проходит:



В почве эти кислоты нейтрализуются, вступая во взаимодействие с бикарбонатами почвенного раствора и катионами поглощающего комплекса почвы:



Нейтрализация минеральных кислот сопровождается разрушением бикарбонатов почвенного раствора и вытеснением оснований из поглощающего комплекса водородом. Это несколько ослабляет буферную способность почвы и ее кислотность. В связи с последним важно заметить, что повсеместное, за исключением увлажненных и избыточно увлажненных районов, подщелачивание почв, применение сернокислого аммония приостановит этот бурно развивающийся процесс (В.В. Агеев, 2006).

Для черноземов, обладающих высоким потенциальным плодородием и большой буферной способностью, слабое подкисление будет иметь положительное значение (А.Я. Антыков, 1970).

В почвах каштанового комплекса даже при более длительном, чем отмечено, применении сульфата аммония не наблюдается никаких негативных тенденций, поскольку кислотные остатки удобрения полностью нейтрализуются кальцием, с образованием бикарбонатов. (В.В. Агеев, 2006)

Взаимодействие фосфорных удобрений с почвой. Все типы (подтипы) почв южнорусской степи отличаются очень большой емкостью поглощения фосфат-ионов: 800-1200 мг P₂O₅/кг песчаные, до 3000-3200 мг/кг глинистые почвы (Антыков, 1970).

В начале XX в. К. К. Гедройц (1911) раскрыл механизм разложения фосфорита и почве. Изучая коллоиды почвы, он пришел к заключению о возможности обменного поглощения не только катионов кальция, натрия, алюминия, но и водорода.

В связи с тем, что фосфор представлен в почвах труднорастворимыми соединениями, а внесенные с удобрениями фосфаты прочно фиксируются твердой фазой почвы, создается впечатление о незначительной подвижности фосфора по профилю почвы. Многочисленные исследования показывают, что за год вымывание фосфора из пахотного горизонта в нижележащие слои в различных почвах составляет от 0,2 кг до нескольких килограммов. Так фосфор мигрирует по профилю почвы вплоть до материнской породы.

Миграцию *фосфора* по профили почвы определяет гранулометрический состав, физические способы воздействия на обрабатываемый слой почвы, рост корневой системы и распределение её в профиле, количество атмосферных осадков и глубина промачивания почвенного профиля.

В почвах миграция *фосфат-ионов* может происходить в связке с сульфат- ионами, а также минеральными комплексными соединениями (В.А. Агеев, 2006).

Поглощение фосфатов удобрений регулируется двумя параллельно идущими процессами – сорбцией и химическим осаждением. Соотношение этих процессов зависит от реакции почвенного раствора, содержания органического вещества, степени диспергированности и реакционной способности глинистых почвенных минералов, норм и состава удобрений, времени их взаимодействия с почвами (В.Г. Минеев, 2002).

Около 4-10% всего фосфора, содержащегося в почвах, связано адсорбционно. Путем ионного обмена фосфат-ионы могут переходить в почвенный раствор и поэтому составляют часть доступного растениям фосфора. Поглощение фосфат-ионов возможно вследствие того, что корни растений и микробиота почвы при дыхании выделяют CO_2 , который образует угольную кислоту, распадающуюся на H^+ и HCO_3^- . Анион HCO_3^- обменивается на поверхности коллоидов на H_2PO_4^- .

В труднорастворимые формы растворимые фосфаты удобрений превращаются в результате химического осаждения фосфатов из раствора, под влиянием химической поглотительной способности происходит ретроградация свежеснесенных фосфатов с удобрениями. (В.В. Агеев, 2006)

Суперфосфат простой. Качество суперфосфата оценивается по содержанию в них фосфорной кислоты, растворимой в воде и цитратном растворе (аммиачный раствор лимоннокислого аммония). Простой суперфосфат - хорошее удобрение для всех типов почв, особенно где растения хорошо отзываются еще и на серу, что удовлетворяется присутствием в нем гипса. Поэтому в нашей стране суперфосфат наиболее применяемое фосфорное удобрение. Однако низкое содержание фосфора снижает его транспортабельность, а следовательно, и экономическую эффективность.

Двойной суперфосфат. По своему действию двойной суперфосфат при равной дозе (по фосфору) мало отличается от простого суперфосфата. В нашей стране по наиболее перспективное фосфорное удобрение. Резко возрастает его производство и за рубежом. Однако следует учитывать, что при систематическом внесении двойного суперфосфата в районах со слабой обеспеченностью серой и под культуры с повышенной потребностью в ней (бобовые и крестоцветные) эффективность двойного суперфосфата может быть ниже простого, который содержит серу в составе гипса. В этих случаях применение двойного суперфосфата целесообразно сочетать с азотными удобрениями, содержащими серу, Например с сульфатом аммония или с калийными серосодержащими удобрениями (сульфат калия, сульфат калия-магния). (В.Г. Минеев, 2004)

Взаимодействие калийных удобрений с почвой. Неизбежным спутником иона калия в большинстве калийных удобрений являются хлор-ионы, а также катионы натрия или магния, реже ионы серной кислоты.

С внесением в почву хлористых солей подвижность почвенных катионов увеличивается, так как ни один из встречающихся в почке катионов не дает с ионом хлора нерастворимых солей. В этом состоит причина повышенного вымывания из почвы кальция при внесении калийных удобрений, богатых хлором (Б. А. Ягодин, 1990).

При значительном содержании в почве в поглощенном состоянии одновалентных катионов калия и натрия уменьшается прочность структуры, причем пептизирующая способность натрия по отношению к почвенным коллоидам выше, чем калия. Однако количество натрия, вносимого удобрениями, не настолько велико, чтобы оказать существенное влияние на структуру почвы и ее водопроходимость.

Хлорсодержащие калийные удобрения (хлористый калий). Все промышленные калийные удобрения легко растворимы в воде, поэтому при внесении в почву немедленно вступают к обменным реакциям с почвенно-поглощающим комплексом. Калий сильно и довольно быстро адсорбируется коллоидной частью почвы, что предотвращает передвижение его по почве и выщелачивание.

Почвенный раствор подкисляется с появлением в нем не только H^+ , но и Al^{3+} . Катионы калия, обменно поглощаясь почвой, одновременно вытесняют из слоя компенсирующих ионов ППК эквивалентное количество других катионов (H^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} и др.), что отражается на реакции почвенного раствора, а, следовательно, на условиях роста растений. По своему характеру хлорсодержащие калийные удобрения физиологически кислые: из почвенного раствора растения значительно интенсивнее поглощают K^+ , чем содержащиеся в удобрениях анионы Cl^- или SO_4^{2-} . Одновременно, в результате обменных реакций, в почвенном растворе образуются соляная или серная кислота, в зависимости от формы применяемых удобрений (хлоридных, сульфатных), а также дополнительной подкисление почвенного раствора происходит в результате гидролиза хлористого алюминия: $AlCl_3 + 3H_2O = Al(OH)_3 + 3HCl$. Для щелочных почв такое завершение реакций можно было бы рассматривать как положительное, поскольку подкисляющее действие калийных удобрений на почвенный раствор намного ниже аналогичного влияния аммиачно-нитратных и аммиачных удобрений, если бы в почве не образовывался $Al(OH)_3 \cdot H_2PO_4$, снижающий доступность ионов ортофосфорной кислоты для сельскохозяйственных культур.

Калийные удобрения необменно поглощаются почвой, и такое поглощение почвой заканчивается практически в течение суток после внесения туков и почти не зависит от времени их размещения - до сева (посадки) растений.

Бесхлорные калийные удобрения. Особенности их взаимодействия с почвой состоят в том, что они несут в своем составе несколько

макроэлементов, микроэлементов и других полезных примесей. Это легкорастворимые в воде соли или минералы, быстро вступающие во взаимодействие с почвенно-поглощающим комплексом:

Образование в почвенном растворе новых удобрений, слабое подкисление его улучшают питание, повышают урожайность чувствительных к хлору сельскохозяйственных культур и качество продукции. (В.В. Агеев, 2006)

Агрохимическая характеристика почвы полей севооборота (пахотный слой). Основными почвами хозяйства являются темно-каштановые и черноземы выщелоченные, которые характеризуются выраженной макроагрегатностью, что говорит о сравнительно хороших физических свойствах этих почв.

Черноземы выщелоченные по гранулометрическому составу тяжелосуглинистые и суглинистые, реже легкосуглинистые. Характерно высокое содержание в них фракций пыли, особенно крупной и средней.

На территории хозяйства преобладают в почвенном покрове черноземы выщелоченные. Они приурочены к слабоволнистой равнине и склонам разной крутизны и экспозиции. (А.Я. Антыков, 1970).

Темно-каштановые почвы, составляющие основной фонд почвенного покрова хозяйства, характеризуются признаками, переходными от почв каштанового типа к южным черноземам. Гранича с южными черноземами, они местами занимают среди последних более или менее значительные площади. По *гранулометрическому составу* темно-каштановые почвы разделяются на тяжелосуглинистые и суглинистые. Последние значительно преобладают. Кроме того, изредка встречаются легкосуглинистые и иногда супесчаные разновидности.

В хозяйстве применяются следующие виды удобрений: аммиачная селитра, аммофос, нитроаммофос, мочевина. При этом за последние 3 года наблюдается тенденция увеличения площади и дозы вносимых удобрений.

Таблица 4 - Агрохимическая характеристика почвы в полях севооборота

№ поля	рН солевой вытяжки	Содержание гумуса, %	Содержание, мг/кг			Запас кг/га		
			N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
1	7.8	2.8	14,4	22	260	34,6	53	624
2	8.0	3.3	17,2	21	350	41,3	50	840
3	8.0	3.4	17,7	19	245	42,4	46	588
4	7.9	2.8	14,4	20	335	34,6	46	804
5	8.5	3.6	18,8	15	245	45,1	36	588
6	8.0	3.3	17,2	18	342	41,3	43	821
7	8.1	2.9	15,1	12	312	36,2	29	749
8	8.3	2.2	11,6	17	208	27,8	41	499
9	7.9	3.3	17,2	13	230	41,3	31	552

Обоснование видов и форм удобрений, рекомендуемых для применения в хозяйстве. В хозяйстве ООО «Хаммер» первостепенное значение в получении высоких урожаев имеют такие элементы, как: азот, содержащийся в малодоступной для растений форме. Поэтому возделываемые

растения испытывают, особенно в начале весны, значительную потребность в азоте, что обуславливает высокую эффективность весенних подкормок азотными удобрениями озимых культур; фосфором, который также содержится в почве в недостаточном количестве (Материалы агрохимического обследования хозяйства, 2021).

Система удобрения озимой пшеницы складывается из трех приемов: основного, припосевного удобрения и подкормок, которые следует рассматривать, прежде всего, как приемы регулирования питания растений.

Допосевное удобрение обеспечивает питание растений на протяжении всего периода вегетации, особенно в период интенсивного роста и развития, а следовательно, и наибольшего потребления питательных элементов. Поэтому обычно этим способом вносится большая часть (70-80%) годовой нормы удобрений, предназначенной под данную культуру. Его вносят под основную обработку или предпосевную культивацию. В этом случае исключается возможность смыва их водой, сноса ветром и газообразных потерь азота.

Выбор срока внесения и приема размещения удобрений в почве определяется, прежде всего, свойствами самих удобрений. Так, фосфорные удобрения хорошо поглощаются почвой в местах их внесения, т. е. очень слабо мигрируют по профилю почвы. Опасности вымывания фосфатов не существует. В отличие от нитратов хорошо удерживается почвой и калий. Поэтому фосфорные и калийные удобрения целесообразно размещать глубоко.

На черноземах внесение фосфорных удобрений под пахоту обеспечивает дополнительно 5,7 ц/га зерна озимой пшеницы, а на почвах каштанового комплекса - 2,7 ц/га, что значительно выше по сравнению с другими сроками и приемами размещения их в почве.

Высокая подвижность азота диктует необходимость вносить его ближе ко времени потребления – под предпосевную культивацию и в подкормки. (В.В. Агеев, 1999).

Основное удобрение, его дозы и соотношение питательных веществ в нем во многом зависят от предшественников. При этом предшественники не только обуславливают пищевой режим, но и в значительной мере оказывают влияние на режим влажности почвы, что существенно влияет на развитие растений уже с осени. Основное внесение является важнейшим способом удобрения, обеспечивающим питательными веществами озимую пшеницу в течение всего периода вегетации.

Умеренное питание азотом с осени способствует нормализации энергетического обмена в растении, снижению интенсивности физиологических процессов в период перезимовки, растительные ткани поддерживаются в состоянии глубокого покоя. Это уменьшает отрицательное действие низких температур в зимний период, способствует повышению зимостойкости и урожайности озимой пшеницы. Применение азотных удобрений с осени должно проводиться с учетом содержания его минеральных форм в почве в допосевной период, а также предшественников озимой пшеницы (В.Г. Минеев, 2002)

При посеве по занятым парам, гороху и другим бобовым рекомендуется до посева ограничиться внесением только фосфорных и фосфорно-калийных удобрений. Так оптимальная доза основного удобрения составляет P30 60K30. После колосовых предшественников наблюдается потребность пшеницы также и в азотных удобрениях. Оптимальной дозой удобрения после таких предшественников является N30-40P30-60.

Допосевное внесение азотных удобрений в указанной дозе повышает содержание минерального азота в пахотном слое на 10- 12 мг/кг почвы и обеспечивает лучший рост и развитие растений - фаза кущения наступает на 7-12 дней раньше, повышается урожай зерна на 3-5 ц/га по сравнению с этой же дозой азота, внесенной и весенне-летний период. (В.В. Агеев,2001)

До посева под озимую пшеницу эффективно применение простого и гранулированного суперфосфата, аммофоса, жидких комплексных удобрений в дозе N21P60.

Важным приемом в системе удобрения озимой пшеницы является припосевное удобрение, обеспечивающее питание растения в критический период. Наиболее эффективно припосевное внесение гранулированного суперфосфата. Суперфосфат, внесенный в рядки при посеве, оказывает положительное действие как на почвах с низким содержанием подвижного фосфора, так и на достаточно обеспеченных усвояемой фосфорной кислотой. Внесение гранулированного суперфосфата в рядки при посеве на разных типах почв обеспечивает прибавку урожая зерна от 2,7 до 3,4 ц/га. Норма P2O5 при припосевном внесении колеблется от 10 до 25 кг/га. Слабое воздействие припосевного удобрения фосфором при размещении озимой пшеницы после стерневых поздноубираемых предшественников объясняется дефицитом азота. Поэтому после поздних предшественников при посеве рекомендуется применять аммофос, нитроаммофос и другие комплексные удобрения, включая ЖКУ.

Для подкормок в ранневесенний период наиболее эффективно применение аммиачной селитры, мочевины, КАС. (В.В.Агеев,2001)

Почвы хозяйства имеют низкое содержание серы (10,8 мг/кг). Содержание цинка, кобальта, марганца и меди на всей площади сельскохозяйственных угодий также низкое и составляет цинка – 0,5 мг/кг, кобальта – 0,04 мг/кг, меди – 0,13 мг/кг, марганца – 7,6 мг/кг. По содержанию бора все почвы вошли в группу высокой обеспеченности – 2,52 мг/кг (Материалы агрохимического обследования хозяйства,2001).

Микроудобрения следует применять дифференцированно с учетом почвенных условий и биологических особенностей растений.

При внесении микроудобрений в почву уделяется большое внимание тому, чтобы они как можно меньше вымывались и более длительное время оставались в доступной для растений формах. Так, применение сложных гранулированных удобрений уменьшает соприкосновение с почвой входящих в гранулы микроэлементов. При таком способе внесения микроэлементы меньше переходят в неусвояемые формы. Особенно эффективно использование гранулированных форм удобрений с микроэлементами в рядки

или при локальном их внесении. В технологии рационального использования микроэлементов важное место занимает предпосевная обработка семян (намачивание или опыливание). Лучше всего эту операцию проводить одновременно с централизованным протравливанием семенного материала. Только за счет обработки семян солями цинка на фоне оптимальных доз азотно-фосфорно-калийных удобрений можно получить дополнительно с 1 гектара озимой пшеницы 2,4 центнера, озимого ячменя – 1,8 ц (Анспок, 1990).

Серные удобрения. В качестве серосодержащих удобрений можно применять отход производства фосфорной кислоты – фосфогипс, а также гипс. Сера содержится также в ряде других удобрений, химических мелиорантах.

Серосодержащие удобрения применяются, в первую очередь, на почвах с низким и средним содержанием серы под крестоцветные, бобовые, зернобобовые (соя, горох, вика и др.). При очень высоких урожаях вследствие использования повышенных норм удобрений (NPK) потребность в сере испытывают все культуры, в том числе и малотребовательные к сере.

Серосодержащие удобрения следует вносить осенью под зяблевую вспашку или весной под предпосевную культивацию.

Для многолетних трав и озимых зерновых культур эффективным является поверхностное внесение весной с последующим боронованием.

При обнаружении острого дефицита рекомендуется подкормка растений в дозе 33-40 кг/га д.в. Сера активно вовлекается растениями в биологический круговорот и отчуждается урожаем.

Нормы серы зависят от биологических особенностей растений, плодородия почвы, ее механического состава и т.д. На легких почвах для большинства культур следует применять не менее 50-60 кг/га д.в., на суглинках и глинистых – 60-90 кг/га (А.Я. Антыков, 1970).

Под крестоцветные, бобовые и другие требовательные к сере культуры нормы серосодержащих удобрений следует увеличить на 10-15%. При высоких нормах азотных удобрений (90-120 кг/га и более) рассчитанную норму серы целесообразно увеличить на 20-30 кг/га д.в. Эффективность серы в серосодержащих удобрениях фосфогипсе и простом суперфосфате практически одинакова. (Материалы агрохимического обследования хозяйства, 2001)

Потребность почв в химической мелиорации. Известкование – внесение в почву кальция (и магния) в виде карбоната, окиси или гидроокиси для нейтрализации кислотности. Это приём химической мелиорации, направленный не только на нейтрализацию избыточной кислотности почвы, но и на улучшение её агрохимических, агрофизических и биологических свойств, обеспечение растений кальцием и магнием, мобилизацию и иммобилизацию макро- и микроэлементов в почве. Создание оптимальных физических, водно-физических, воздушных и других условий жизни культурных растений. (Минеев, 2004 г)

Обеспеченность хозяйства удобрениями (NPK, кг/га). Обеспеченность хозяйства минеральными удобрениями составляет 56 кг/га.

Расчёт накопления, хранения и применения органических

удобрений. Систематическое применение органических удобрений является одним из важнейших условий окультуривания почв, обеспечивающее более эффективное использование минеральных удобрений и получение высоких и устойчивых урожаев по годам.

Ценность органических удобрений заключается в многократном использовании элементов питания; в значительном содержании в удобрениях азота, фосфора, калия, кальция. Магния, микроэлементов. С каждой тонной навоза в почву поступает 5 кг азота, 2,0-2,5 кг фосфора и более 6 кг калия; улучшается микробиологическая деятельность почвы, повышается концентрация углекислоты в надземном воздухе, улучшаются агрофизические свойства почвы. Внесение 30 т/га среднего по качеству навоза эквивалентно 4 ц аммиачной селитры, 4 ц простого суперфосфата и 3-4 ц калийных удобрений.

Навоз повышает урожай в течение нескольких лет. Последствие навоза зависит от его качества и почвенно-климатических условий. Слаборазложившийся навоз в 1-й год внесения повышает урожай менее значительно, чем в последующие. На чернозёмах и каштановых почвах прибавки урожая возрастают почти пропорционально увеличению дозы навоза. Здесь, при достаточном обеспечении влагой, растения полнее используют питательные вещества навоза.

Наибольший эффект от навоза достигается при внесении его под зяблевую вспашку, с немедленной заделкой в почву. Внесение навоза в зимнее время приводит к значительным потерям нитратного и аммиачного азота, а вследствие этого на 40-60% снижается эффект от внесения его.

Нормы органических удобрений в севообороте необходимо устанавливать с учётом повышения или поддержания содержания в почве гумуса на исходном уровне. Для этого в чернозёмной зоне насыщенность навозом 1 га севооборота должна составлять 5-6т, т.е. в 8 - 10-полном севообороте за его ротацию должно вноситься 40-60 т/га навоза. В многопольных севооборотах с несколькими пропашными культурами эффективность навоза возрастает, если его вносить под 2-3 культуры. Совместное применение органических и минеральных удобрений в севообороте обеспечивает более благоприятный режим питания растений и улучшает свойства почвы. (Агеев, Подколзин, 2001)

Расчёт накопления органических удобрений от животных, приходящихся на площадь севооборота. Перевод поголовья в условные головы КРС по выходу навоза: за условную голову КРС принимается одна голова старше 2-х лет. К одной условной голове КРС принимается приравнивается: 1,5 лошадей, 2 головы молодняка КРС старше одного года, 5 свиней, 10 овец.

В хозяйстве имеется 35 лошадей. Отсюда искомое равняется:

$$X = 35/1,5$$

$$X = 23,0$$

Где x – количество условных голов;

1,5 – коэффициент перевода лошадей в условные головы;

23,0 – наличие лошадей в хозяйстве.

В хозяйстве имеется 830 голов КРС старше 2-х лет. Отсюда искомое равняется:

$$X * 1,0 = 830$$

$$X = 830,0$$

Где x – количество условных голов;

1,0 – коэффициент перевода КРС старше 2-х лет в условные головы;

830 – наличие КРС старше 2-х лет в хозяйстве.

В хозяйстве имеется 444 головы КРС молодняка старше одного года.

Отсюда искомое равняется:

$$X * 2,0 = 444$$

$$X = 222,$$

Где x – количество условных голов;

2,0 – коэффициент перевода КРС молодняка старше одного года в условные головы;

444 – наличие КРС молодняка старше одного года в хозяйстве.

В хозяйстве имеется 1900 овец. Отсюда искомое равняется:

$$X * 10,0 = 1900$$

$$X = 190,$$

Где x – количество условных голов;

10,0 – коэффициент перевода овец в условные головы;

1900 – наличие овец в хозяйстве.

В хозяйстве имеется 420 свиней. Отсюда искомое равняется:

$$X * 5,0 = 420$$

$$X = 84,0$$

Где x – количество условных голов;

5,0 – коэффициент перевода свиней в условные головы;

420 – наличие свиней в хозяйстве.

За 120 дней стойлового периода от одной условной головы КРС накапливается 3,5 т навоза.

Тогда по условным головам имеем $(23+830+222+190+84)*3,5=4721,5т$

Птица – 13,5т

Перевод поголовья в условные головы КРС по выходу жижи: к одной условной голове КРС приравниваются 3 лошади, 3 головы молодняка КРС от 1 до 2-х лет, 5 свиней. Выход жижи на овце – товарных фермах не рассчитывается.

КРС взрослые:

$$X * 1,0 = 830$$

$$X = 830,$$

КРС молодняк:

$$X * 3,0 = 444$$

$$X = 148,$$

Свиньи:

$$X * 5,0 = 420$$

$$X = 84,$$

Лошади:

$$X * 3,0 = 35$$

$$X = 12,0$$

Выход жижи от одной условной головы КРС за 120 дней стойлового периода составляет 1 м³. Расчёт жижи от одной условной голов КРС за стойловый период $(830+12+84+148)*1=1074$ м³

Таким образом, выход навоза за стойловый период со всех животных хозяйства составляет $=4721,5+13,5=4735$ т, выход навозной жижи – 1074 м³.

Для увеличения количества органических удобрений необходимо применять нетрадиционные органические удобрения (солому, сидераты, дефикационную грязь, сапропель и др.) исходя из реальных возможностей хозяйства, с тем, чтобы обеспечить вместе с навозом насыщенность севооборота органическими удобрениями не менее 5 т/га.

Система применения удобрений в севообороте

Значение и задачи системы удобрений. Система удобрения – это долговременный план химизации земледелия, предусматривающий повышение плодородия почвы, урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества продукции, рост производительности труда на основе осуществления комплекса принципов и мероприятий по рациональному использованию средств химизации в земледелии.

Оптимальная система удобрения решает следующие задачи: выравнивание плодородия почвы в полях севооборота; сохранение повышение плодородия почвы в хозяйстве; повышение урожайности с хозяйственных культур и улучшение качества растениеводческой продукции; обеспечение роста производительности труда.

Система удобрения базируется на следующих основополагающих принципах: физиолого-биологические особенности или внутренние питания сельскохозяйственных культур; почвенно-климатические условия как внешние факторы питания растений; способы удобрений формы, дозы, сроки применения средств химизации; сочетание органических и минеральных удобрений; организационно-экономические и хозяйственные мероприятия.

Изложенные принципы сводятся к следующему: «...для роста и развития растений нужны не только питательные вещества, а и углекислота, вода, свет, тепло и воздух (вернее, кислород). Для получения урожая надлежащего качества необходимо, чтобы все факторы растений были представлены в определенных гармонических сочетаниях наиболее отвечающих потребностям растений в соответствующие периоды их роста и развития. Отсюда следует, что действие каждого фактора безусловно необходимых факторов жизни растений будет зависеть от количества и интенсивности других факторов и от их совместного действия на растение. Следовательно, и степень действия удобрений па урожай качество будут зависеть не только от природы растения, но и от почвенно-климатических условий, создающих определенный комплекс факторов жизни сельскохозяйственных растений» (Минеев В. Г., 2004 г.).

Определение потребности растений в элементах питания. Любая система удобрения пригодна для хозяйства только в том случае, если она

обеспечивает увеличение качества продукции и повышение плодородия почв. Достигается это на основе удовлетворения потребности растений в элементах питания по выносу планируемому урожаем за счёт использования почвенных запасов и из органических удобрений. Дефицит восполняется применением минеральных удобрений.

Вынос питательных веществ рассчитывается на основе коэффициентов выноса, определяющих потребность азота и зольных элементов для формирования 1 ц товарной и побочной продукции, и приводится в форме таблицы 5.

Таблица 5 - Вынос элементов питания планируемому урожаем сельскохозяйственных культур.

№ поля	Чередование культур в севообороте	Планируемая урожайность, ц/га	Вынос элементов питания, кг/га		
			N	P2O5	K2O
1	Люцерна	211	38,46	25,64	51,28
2	Люцерна	247,8	39,09	26,06	52,12
3	Озимая пшеница	54,11	187,6	53,6	107,2
4	Кукуруза на зерно	17,04	140,6	48,91	61,14
5	Горох	23,6	166,3	47,51	95,02
6	Озимая пшеница	40,16	151,8	57,6	99,5
7	Озимый рапс	13,2	67,18	31,35	44,79
8	Озимая пшеница	52,8	126,84	36,24	72,48
9	Подсолнечник	38,52	155,4	93,24	419,58
Всего за севооборот, кг			1073,27	420,15	1003,11
В среднем на 1 гектар, кг			119,25	46,7	111,4

Таким образом, в среднем на 1 га севооборота вынос N составляет 119,25, P2O5 -46,7 кг/га, K2O - 111,4 кг/га

Расчёт норм удобрений под планируемый урожай. Расчет норм под планируемый урожай проводим по формулам, предложенным В.В. Агеевым:

Определения нормы K2O проводим по формуле:

$$N_y = (V_y - V_y * K_n) / K_{iy} * 100$$

Где: N_y – норма K2O, кг/га

V_y – вынос K2O, с планируемому урожаем, кг/га

K_n – коэффициент использования K2O из почвы выносом с урожаем

K_{iy} – коэффициент использования питательных веществ из удобрений, %

Норма K2O под планируемый урожай люцерны 1 года посева:

$$N_y = (V_y - V_y * K_n) / K_{iy} * 100 = (51,28 - 51,28 * 0,82) / 60 * 100 = (51,28 - 42) / 60 * 100 = 1,2 / 60 * 100 = 2 \text{ кг/га}$$

Норма K2O под планируемый урожай для люцерны 2 года посева:

$$N_y = (V_y - V_y * K_n) / K_{iy} * 100 = (52,12 - 52,12 * 1,0) / 60 * 100 = 0 \text{ кг/га}$$

Норма K2O под планируемый урожай для озимой пшеницы, после занятого пара:

$$N_y = (B_y - B_y * K_n) / K_{iy} * 100 = (107,2 - 107,2 * 0,79) : 60 * 100 = (107,2 - 84,7) : 60 * 100 = 22,5 : 60 * 100 = 37,5 \text{ кг/га}$$

Норма К2О под планируемый урожай для кукурузы на зерно после озимой пшеницы :

$$N_y = (B_y - B_y * K_n) / K_{iy} * 100 = (61,14 - 61,14 * 0,97) : 60 * 100 = (61,14 - 59,3) : 60 * 100 = 1,84 : 60 * 100 = 3 \text{ кг/га}$$

Норма К2О под планируемый урожай для гороха после кукурузы на зерно:

$$N_y = (B_y - B_y * K_n) / K_{iy} * 100 = (95,02 - 95,02 * 0,79) : 60 * 100 = (95,02 - 75,1) : 60 * 100 = 19,92 : 60 * 100 = 33,2 \text{ кг/га}$$

Норма К2О под планируемый урожай для озимой пшеницы после гороха:

$$N_y = (B_y - B_y * K_n) / K_{iy} * 100 = (99,5 - 99,5 * 0,99) : 60 * 100 = (99,5 - 98,5) : 70 * 100 = 1,0 : 60 * 100 = 2 \text{ кг/га}$$

Норма К2О под планируемый урожай для озимого рапса после озимой пшеницы

$$N_y = (B_y - B_y * K_n) / K_{iy} * 100 = (44,79 - 44,79 * 0,92) : 60 * 100 = (44,79 - 41,2) : 60 * 100 = 3,59 : 60 * 100 = 6 \text{ кг/га}$$

Норма К2О под планируемый урожай для озимой пшеницы после озимого рапса

$$N_y = (B_y - B_y * K_n) / K_{iy} * 100 = (72,48 - 72,48 * 0,72) : 60 * 100 = (72,48 - 52,2) : 60 * 100 = 20,28 : 60 * 100 = 33,8 \text{ кг/га}$$

Норма К2О под планируемый урожай для подсолнечника после озимой пшеницы:

$$N_y = (B_y - B_y * K_n) / K_{iy} * 100 = (419,58 - 419,58 * 0,76) : 60 * 100 = (419,58 - 318,9) : 60 * 100 = 100,68 : 60 * 100 = 167,8 \text{ кг/га}$$

Определения нормы P2O5 проводим по формуле:

$$N_y = (B_y - B_y * K_n) / K_{iy} * 100$$

Где: N_y - норма P2O5, кг/га

B_y - вынос P2O5, с планируемым урожаем, кг/га

K_n - коэффициент использования P2O5 из почвы от выносом с урожаем

K_{iy} - коэффициент использования питательных веществ из удобрений, %

Норма P2O5 под планируемый урожай люцерны 1 года посева:

$$N_y = (B_y - B_y * K_n) / K_{iy} * 100 = (25,64 - 25,64 * 0,54) : 30 * 100 = (25,64 - 13,8) : 30 * 100 = 11,84 : 30 * 100 = 39,5 \text{ кг/га}$$

Норма P2O5 под планируемый урожай для люцерны 2 года посева:

$$N_y = (B_y - B_y \cdot K_n) / K_{iy} \cdot 100 = (26,06 - 26,26 \cdot 0,52) : 30 \cdot 100 = (26,06 - 13,7) : 30 \cdot 100 = 12,36 : 30 \cdot 100 = 41,2 \text{ кг/га}$$

Норма P2O5 под планируемый урожай для озимой пшеницы, после занятого пара:

$$N_y = (B_y - B_y \cdot K_n) / K_{iy} \cdot 100 = (53,6 - 53,6 \cdot 0,48) : 30 \cdot 100 = (53,6 - 25,7) : 30 \cdot 100 = 27,9 : 30 \cdot 100 = 93 \text{ кг/га}$$

Норма P2O5 под планируемый урожай для кукурузы на зерно после озимой пшеницы :

$$N_y = (B_y - B_y \cdot K_n) / K_{iy} \cdot 100 = (48,91 - 48,91 \cdot 0,50) : 30 \cdot 100 = (48,91 - 24,5) : 30 \cdot 100 = 24,41 : 30 \cdot 100 = 81,4 \text{ кг/га}$$

Норма P2O5 под планируемый урожай для гороха после кукурузы на зерно:

$$N_y = (B_y - B_y \cdot K_n) / K_{iy} \cdot 100 = (47,51 - 47,51 \cdot 0,40) : 35 \cdot 100 = (47,51 - 19,0) : 35 \cdot 100 = 28,51 : 35 \cdot 100 = 95 \text{ кг/га}$$

Норма P2O5 под планируемый урожай для озимой пшеницы после гороха:

$$N_y = (B_y - B_y \cdot K_n) / K_{iy} \cdot 100 = (57,6 - 57,6 \cdot 0,46) : 30 \cdot 100 = (57,6 - 26,5) : 30 \cdot 100 = 31,1 : 30 \cdot 100 = 103,7 \text{ кг/га}$$

Норма P2O5 под планируемый урожай для озимого рапса после озимой пшеницы:

$$N_y = (B_y - B_y \cdot K_n) / K_{iy} \cdot 100 = (31,35 - 31,35 \cdot 0,34) : 30 \cdot 100 = (31,35 - 10,7) : 30 \cdot 100 = 20,65 : 30 \cdot 100 = 68,8 \text{ кг/га}$$

Норма P2O5 под планируемый урожай для озимой пшеницы после озимого рапса:

$$N_y = (B_y - B_y \cdot K_n) / K_{iy} \cdot 100 = (36,14 - 36,24 \cdot 0,44) : 35 \cdot 100 = (36,24 - 15,9) : 35 \cdot 100 = 20,34 : 35 \cdot 100 = 58,1 \text{ кг/га}$$

9. Норма P2O5 под планируемый урожай для подсолнечника после озимой пшеницы :

$$N_y = (B_y - B_y \cdot K_n) / K_{iy} \cdot 100 = (93,24 - 93,24 \cdot 0,36) : 30 \cdot 100 = (93,24 - 33,6) : 30 \cdot 100 = 59,64 : 30 \cdot 100 = 198,8 \text{ кг/га}$$

Определения нормы N проводим по формуле:

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K)) / K_{iy} \cdot 100$$

Где: N_y – норма N, кг/га

B_y – вынос P_2O_5 , с планируемым урожаем, кг/га

K_n – коэффициент использования P_2O_5 из почвы от выносом с урожаем

K – вынос N с планируемым урожаем, деленный на вынос P_2O_5 с планируемым урожаем

$K_{иу}$ – коэффициент использования питательных веществ из удобрений, %

Норма N под планируемый урожай люцерны 1 года посева:

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K) : K_{иу} \cdot 100 = (38,46 - (25,64 \cdot 0,54) \cdot 1,5) / 65 \cdot 100 = (38,46 - 20,8) : 65 \cdot 100 = 17,66 : 65 \cdot 100 = 27,2 \text{ кг/га}$$

Норма N под планируемый урожай для люцерны 2 года посева:

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K) : K_{иу} \cdot 100 = (39,09 - (26,26 \cdot 0,52 \cdot 1,5) : 65 \cdot 100 = (39,09 - 20,55) : 65 \cdot 100 = 18,54 : 65 \cdot 100 = 28,5 \text{ кг/га}$$

Норма N под планируемый урожай для озимой пшеницы, после занятого пара:

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K) : K_{иу} \cdot 100 = (187,6 - (53,6 \cdot 0,48 \cdot 3,5) : 65 \cdot 100 = (187,6 - 90) : 65 \cdot 100 = 97,6 : 65 \cdot 100 = 150 \text{ кг/га}$$

Норма N под планируемый урожай для кукурузы на зерно после озимой пшеницы:

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K) : K_{иу} \cdot 100 = (140,6 - (48,91 \cdot 0,50 \cdot 2,9) : 65 \cdot 100 = (140,6 - 70,9) : 65 \cdot 100 = 69,7 : 65 \cdot 100 = 107,2 \text{ кг/га}$$

Норма N под планируемый урожай для гороха после кукурузы на зерно:

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K) : K_{иу} \cdot 100 = (166,3 - (47,51 \cdot 0,40 \cdot 3,5) : 65 \cdot 100 = (166,3 - 66,5) : 65 \cdot 100 = 99,8 : 65 \cdot 100 = 64,87 \text{ кг/га}$$

Норма N под планируемый урожай для озимой пшеницы после гороха:

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K) : K_{иу} \cdot 100 = (151,8 - (57,6 \cdot 0,46 \cdot 2,9) : 65 \cdot 100 = (151,8 - 76,8) : 65 \cdot 100 = 75 : 65 \cdot 100 = 115,4 \text{ кг/га}$$

Норма N под планируемый урожай для озимого рапса после озимой пшеницы:

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K) : K_{иу} \cdot 100 = (67,18 - (31,35 \cdot 0,34 \cdot 2,1) : 65 \cdot 100 = (67,18 - 22,4) : 65 \cdot 100 = 44,78 : 65 \cdot 100 = 68,9 \text{ кг/га}$$

Норма N под планируемый урожай для озимой пшеницы после озимого рапса:

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K) / K_{иу} \cdot 100 = (126,84 - (36,24 \cdot 0,44 \cdot 3,5) : 65 \cdot 100 = (126,84 - 55,8) : 65 \cdot 100 = 71,04 : 65 \cdot 100 = 109,3 \text{ кг/га}$$

Норма N под планируемый урожай для подсолнечника после озимой пшеницы:

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K) : K_{иу} \cdot 100 = (155,4 - (93,24 \cdot 0,36 \cdot 1,6) : 65 \cdot 100 = (155,4 - 53,7) : 65 \cdot 100 = 101,7 : 65 \cdot 100 = 156,5 \text{ кг/га}$$

Рекомендуемая система удобрения в полевом севообороте. Обеспеченность хозяйства в удобрениях равна 56 кг/га. Данная цифра

выводится делением имеющихся ресурсов из органических удобрений на площадь пашни.

Для корректировки доз удобрений и удовлетворения растений в питательных веществах следует учитывать:

– периодичность питания каждой культуры севооборота и обеспечение ее элементами в это время, т. е. рассматривая способы удобрения как приемы регулирования питания растений;

– сколько и в какие сроки потребляют растения питательные вещества;

– влияние предшественника на плодородие почвы и последствие удобрений, внесенных под него;

– принятую технологию выращивания сельскохозяйственных культур;

– количество и распределение осадков по периодам вегетации растений (А.Н. Есаулко, 2007).

Таблица 6 – Рекомендуемая система удобрений в севообороте

№ поля	Чередование культур в севообороте	Способы удобрения				
		Допосевное		Припосевное	Подкормка	
		название удобрения, доза, кг/га д. в.	срок внесения	название удобрения, доза, кг/га д. в.	название удобрения, доза,	срок внесения
1	Люцерна	-	-	-	-	-
2	Люцерна	-	-	-	-	-
3	Озимая пшеница	«Биосил»	Протравливание семенного материала	АФ(N10P45)	Nm 24	Колошение, налив зерна
4	Кукуруза на зерно	Навоз(N7P3,5K8,4)27 т/га	Под основную обработку	Pcr20	Naa 34	В фазу молочно-восковой спелости зерна
5	Горох	-	-	Pcr20	-	-
6	Озимая пшеница	«Альбит» 30	Обработка семян	АФ (N10P 45)	Nm 24	Ранневесенняя подкормка
7	Озимый рапс	Навозная жижа (N0,4P0,1K0,7) 7 м3/га, + Солома озимой пшеницы (N3.15 P1,4 K6.3)	Под основную обработку	НАФ(N23 P23)	Nm 24	Весеннее возобновление роста растений
8	Озимая пшеница	«Новосил»	Обработка семян	АФ (N10P 45)	Naa 34 Nm 24	Весеннее возобновление роста растений Колошение, налив зерна
9	Подсолнечник	Навоз (N18P9K22) 27т/га + Птичий помёт (N0.08P0.15K0.04) 0,1 т/га	Под основную обработку	Pcr20	Naa 34	Весеннее возобновление роста растений

Таблица 7 – Обоснование сроков и доз удобрений, рекомендуемых к применению в севообороте

№ поля	Культура	Обоснование и описание
1	Люцерна	
2	Люцерна	
3	Оз. Пшеница	При посеве по занятому пару можно ограничиться припосевным внесением удобрений и подкормкой, так как происходит накопление азота бобовым компонентом, злаковый компонент создает и оставляет в почве большую массу хорошо разветвленной корневой системы. И корни, и продукты их разложения положительно влияют на структуру почвы и ее гумусовый баланс, на азотный фонд почвы. Поэтому в качестве удобрений для припосевного внесения используем аммофос (N5P22) в дозе 50кг/га, вносим агрегатом СЗ-3,6. Важным приемом в системе удобрения озимой пшеницы являются подкормки в ранневесенний период и в фазу колошения налив зерна. В производственных условиях при ограниченной возможности применения авиации возможно смещение проведения поздних подкормок на период выхода озимой пшеницы в трубку. В нашем случае мы проводим позднюю обработку мочевиной Nm 24 в дозе 50кг/га с целью улучшения качества зерна.
4	Кукуруза на зерно	Под кукурузу на зерно вносят навоз(N7P3,5K8,4)27 т/га, под основную обработку. В период фазы молочно-восковой спелости зерна, проводят подкормку Naa 34.
5	Горох	При возделывании гороха необходимо вносить при посеве гранулированного суперфосфата Pcr20 в дозе 100 кг/га. Гранулированный суперфосфат вносят сеялками СЗ - 3,6.
6	Оз.пшеница	Горох является хорошим предшественником для посевов озимой пшеницы, так как сохраняет высокую чистоту полей от сорняков, почва сохраняет свое строение: меньше уплотняется и лучше сберегает влагу в верхних слоях. При помощи ризосферных микроорганизмов и корневых выделений переводятся труднорастворимые фосфаты почвы в доступные для растений формы. Поэтому внесение удобрений под основную обработку не производим, а применяем припосевное рядковое внесение аммофоса АФ(N10P45) в дозе 100кг/га. Высокая эффективность этого приема объясняется локальным размещением удобрений в пределах корнеобитаемого слоя почвы, коэффициент использования питательных веществ при этом резко возрастает. Вносят удобрение сеялками СЗ-3,6. припосевное удобрение суперфосфатом усиливается при сочетании его с подкормками. В нашем случае проводим ранневесеннюю подкормку аммиачной селитрой Nm 24, в дозе 100 кг/га, направленную на увеличение показателя качества зерна. Вносят по листу при помощи авиации.
7	Оз. Рапс	Растения озимого рапса в начальный период жизни не способны усваивать элементы питания из почвы, что вызывает необходимость локального внесения туков совместно с семенами при посеве. Рядковое внесение N12P12 в форме нитроаммофоса, она обеспечивает быстрое развитие растений в первоначальный период и способствует благоприятной перезимовке. Вносят в дозе 50кг/га агрегатом СЗ-3,6.
8	Оз. Пшеница	При посеве применяем рядковое внесение аммофоса N10P45, в дозе 100кг/га это связано с недостаточной обеспеченностью азотной пищей в данный период. Вносят сеялкой СЗ - 3,6. Так же целесообразно применение ранневесенней подкормки аммиачной селитры Naa 34 с целью увеличения урожая зерна, вносят в дозе 100 кг/га агрегатом СЗ-3,6. для увеличения качества зерна применяем внекорневую подкормку по листу мочевиной N24, вносим при помощи авиации, в период колошения, налива зерна.
9	Подсолнечник	Основное удобрение обеспечивает потребность растений подсолнечника в элементах питания в течении всего вегетационного периода. Под основную обработку в нашем севообороте будем применять органические удобрения: навоз и навозную жижу. Так как их ценность заключается в многократном повторном использовании элементов питания, улучшается микробиологическая деятельность почвы, повышается концентрация углекислоты в надземном воздухе, улучшаются агрофизические свойства почвы. Таким образом под основную обработку почвы вносим 27т/га.

Пути сочетания органических и минеральных удобрений в севообороте. Навоз и другие органические удобрения в севообороте целесообразно вносить под культуры с длительной вегетацией, пропашные, пары. Этим достигается значительное разложение навоза в год внесения и существенное накопление в почве элементов питания в доступных для растений формах.

Лучшие результаты получают при внесении полуперепревшего навоза. Свежий не подготовленный навоз не рекомендуется вносить в связи с тем, что в нем содержится большое количество сорняков, а также возбудителей болезней. Внесение в почву навоза с неразложившейся подстилкой может даже снизить урожай первой культуры. Это связано с тем, что микроорганизмы, разлагающие клетчатку свежего навоза, потребляют из почвы минеральный азот и растворимые формы фосфора в ущерб питанию растений. Особенно не рекомендуется вносить свежий навоз под сахарную свеклу, кукурузу и озимую пшеницу. Применение перепревшего навоза и перегноя неэффективно только с точки зрения потерь большого количества органических веществ, азота, фосфора в процессе хранения (В.Г. Минеев, 2004)

В свою очередь для большинства полевых культур критический период в отношении фосфора и азота – это первые две недели после появления всходов, когда корневая система молодых растений еще развита слабо, охватывает сравнительно небольшой объем почвы. Поэтому рядковое (припосевное) удобрение – неотъемлемое звено регулирования питания растений. Фосфор играет существенную роль в формировании корневой системы в критический период, поэтому применению фосфорных удобрений отдают особое предпочтение. При посеве технических культур эффективно также использование комплексных удобрений с наличием в их составе фосфора. Доза фосфора в это время составляет P10_20. Применение более высоких доз может привести к угнетению корневой системы и снижению эффекта от этого приема (В.В. Агеев, 2006)

Максимальное потребление питательных веществ, как правило, совпадает со временем интенсивного накопления биомассы. В это время сельскохозяйственные культуры потребляют большую часть питательных веществ. Удовлетворяет потребности растений в питательных веществах в этот период допосевное (основное), удобрение. До посева вносят 2/3--2/4 нормы удобрений. Под пропашные культуры с осени вносят фосфорные и калийные удобрения. Азотные – целесообразно вносить под одну из допосевных культивации (Г.Р. Дорожко, 2003).

Таким образом, навоз повышает урожай в течение нескольких лет. Последствие навоза зависит от его качества и почвенно-климатических условий. Слаборазложившийся навоз в 1-й год внесения повышает урожай менее значительно, чем в последующие. В засушливой и крайне засушливой зонах последствие превышает действие – здесь сказывается недостаток влаги. На черноземах и каштановых почвах прибавки урожая возрастают почти пропорционально увеличению дозы навоза. Здесь, при достаточном обеспечении влагой, растения полнее используют питательные вещества навоза. При продвижении на восток и юго-восток в условиях естественного

увлажнения эффективность навоза снижается.

Наибольший эффект от навоза достигается при внесении его под зяблевую вспашку, с немедленной заделкой в почву. Внесение навоза в зимнее время приводит к значительным потерям нитратного и аммиачного азота, а вследствие этого на 40-60% снижается эффект от внесения его. В 8-10-польном севообороте за его ротацию должно вноситься 40-60 т/га навоза. В многопольных севооборотах с несколькими пропашными культурами эффективность навоза возрастает, если его вносить под 2-3 культуры. Совместное применение органических и минеральных удобрений в севообороте обеспечивает более благоприятный режим питания растений и улучшает свойства почвы. (В.В. Агеев, 2001).

При внесении соломы злаковых культур в почву из-за небольшого содержания в ней азота необходимо учитывать закрепление его микробио-той, которое длится до тех пор, пока соотношение С:N в свежей соломе не снизится до 1:20. Если этот период по времени совпадает с периодом усвоения питательных веществ культурными растениями, то последние будут испытывать недостаток азота.

Норма внесения азотсодержащих удобрений зависит от свойств почвы, ее структуры, аэрации, пищевого режима, глубины и вида заделываемой в почву соломы. Солому зерновых колосовых культур перед запашкой следует «сдобрить» азотом, как сказано выше.

Минеральный азот для ускорения разложения соломы предпочтительно вносить в аммонийной форме, так как аммоний лучше, чем нитраты, поглощается микроорганизмами. При внесении соломы под озимые зерновые культуры лучше использовать КАС, аммиачную селитру, так как нитратная форма меньше поглощается микроорганизмами и в процессе разложения органического вещества может усваиваться растениями в начале вегетации.

В настоящее время имеется целый ряд исследований, показавших, что разложение стойких растительных веществ осуществляется, главным образом, грибами как базидиальными, так и сумчатыми. Чем больше лигнина содержит клеточная оболочка, тем медленнее разлагается клетчатка, а при увеличении пектина – наоборот. Через шесть месяцев разлагается примерно 65% лигнина и 95% целлюлозы (В.В. Агеев, 2006).

Расчет насыщенности 1 га севооборота удобрениями

Таблица 8 - Обеспеченность сельскохозяйственных культур элементами питания

№ поля	Чередование культур в севообороте	Внесено с удобрениями, кг/га								
		Органическими			Минеральными			Всего		
		N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
1	Люцерна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Люцерна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Оз. пшеница	-	-	-	34	45	-	34	45	-
4	Кукуруза на зерно	7	3,5	8,4	34	20	-	41	23,5	8,4
5	Горох	-	-	-	-	20	-	-	20	-
6	Оз. пшеница	-	-	-	34	45	-	34	45	-
7	Оз. рапс	3,55	1,4	7	81	23	-	84,5	24,4	7
8	Оз. пшеница	-	-	-	68	45	-	68	45	-

9	Подсолнечник	18,08	9,15	22,4	34	20	-	52,08	29,15	22,4
Всего за севооборот, кг		28,63	14,05	37,8	285	218	-	313,63	232,05	37,8
В среднем на 1 га, кг		3,2	1,6	4,2	31,7	24,2	-	34,8	25,8	4,2

Таким образом, сумма органических и минеральных удобрений = 583,48, следовательно обеспеченность 1 га равна 64,8 кг.

Расчет баланса элементов питания в севообороте

Таблица 9- Общий баланс питательных веществ в севообороте, кг/га

№ п/п	Статьи баланса	Элемент питания			
		N	P2O5	K2O	N P K
1	Расход				
1.1	Внос урожая в севообороте	119,25	46,7	111,4	277,35
2	Приход				
2.1	С органическими удобрениями	3,2	1,6	4,2	9
2.2	С минеральными удобрениями	31,7	24,2	-	55,9
2.3	Фиксация бобовыми культурами	26,7	-	-	26,7
3	Баланс	-57,65	-20,9	-107,2	-185,75
4	Интенсивность баланса, %	51,7	55,2	3,8	33

Таким образом, в хозяйстве наблюдается отрицательный баланс питательных веществ. Это говорит о том, что необходимо проводить мероприятия по дополнительному внесению минеральных и органических удобрений, микроэлементов:

- увеличить запашку соломы в качестве органического удобрения;
- увеличить внесение навоза, путем увеличения поголовья животных;
- увеличить дозы внесения минеральных удобрений;
- применять сидеральные удобрения.

Определение годовой потребности в удобрениях. Общая потребность в химических мелиорантах, минеральных и органических удобрениях определяется из рекомендуемой системы удобрения в севообороте. (В.В. Агеев, 2007)

Таблица 10 - Календарный план потребности в удобрениях (тонн)

№ п/п	Удобрения	Квартал года				За год
		I	II	III	IV	
1 2 3	Навоз			54		54
	Навозная жижа			7		7
	Солома			4,9		4,9
1 2	Азотные					
	Аммиачная селитра	13	51,9	13		77,9
	Мочевина		82,6			82,6
1	Фосфорные					
	Суперфосфат гранулированный	13,2	52,8			66
1 2	Комплексные удобрения					
	Аммофос			145		145
	Нитроаммофос			26,4		26,4

Экономическая эффективность удобрений при внесении под культуру

Таблица 11 – Экономическая эффективность удобрений при внесении под культуру

Показатели	Чередование культур								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Урожай за последние 3 года ц/га	183,5	206,5	30,2	14,2	17,1	29,1	11,0	29,7	13,5
2. Планируемая урожайность, ц/га	211	247,8	54,11	11,04	23,6	40,16	13,2	52,8	38,52
3. Внесено удобрений: NPK (кг/га) Органических (т/га)	--	--	N34P45 -	N34P20 27	P20 -	N34P45 -	N47 P23 11,9	N68P 45 -	N34P 20 27,1
4. Прибавка урожайности за счет удобрений, ц с 1 га	27,5	41,3	23,91	3,16	6,5	11,06	2,2	23,1	25,02
5. Цена 1 ц продукции, руб	30	30	450	600	500	500	1200	500	700
6. Стоимость дополнительного урожая, руб. с 1 га	825	1239	10760	1896	3250	5530	2640	11550	17514
7. Затраты на внесение удобрений, руб. на 1 га	-	-	1369	1220	1667	2185	832	2064	4450
8. Условно чистый доход, руб. с 1 га	825	1239	9391	676	1583	3345	1808	9486	13064
9. Окупаемость 1 кг д.в. удобрений растениеводческой продукции(кг)	-	-	30,2	5,9	32,5	14	3,1	20,4	46,3

Как видно из таблицы, использование минеральных удобрений дает высокий экономический эффект.

Севооборот с системой удобрения имеет важное организационно-экономическое значение. Судить об эффективности удобрений можно только с учетом агроэкономической их оценки. Реализовать в хозяйстве все приемы, связанные с химизацией земледелия, можно только при выполнении комплекса организационно-экономических и хозяйственных мероприятий и при наличии материально-технической базы по транспортировке, хранению, тукосмешению и внесению удобрений (Б.А. Ягодин, 1990).

Наиболее высокий чистый доход на 1 га посева из зерновых культур обеспечивает озимая пшеница после озимого рапса – 9486 руб., после люцерны 2 года – 9391, после гороха – 3345, из пропашных подсолнечник – 13064 руб., а также горох – 1583 руб., озимый рапс – 1808 руб., люцерна 1 года – 825 руб., люцерна 2 года – 1239 руб., наиболее низкий чистый доход на 1 га посева у кукурузы на зерно – 676.

Практическая работа 7

Тема: Определение эффективности предложенных вариантов программирования урожаев

Цель: *Научится определять эффективность программирования урожаев с использованием различных методов*

Согласно концепции, разработанной волгоградскими учеными, программирование урожая должно основываться на научно обоснованном прогнозировании поэтапного его формирования, предусматривать возможные приемы и средства оптимизации основных факторов жизни растений с целью управляющих воздействий на процессы формирования урожая на основе оперативной информации, обрабатываемой ЭВМ по специальным компьютерным программам. (Филин В.И., Программирование урожая: от идеи к теории и технологиям возделывания сельскохозяйственных культур / В.И. Филин// Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса. – 2014- № 3 (35) —С.1-11/URL: [programirovanie-urozhaya-ot-idei-k-teorii-i-tehnologiyam-vozdelyvaniya-selskohozyaustvennyh-kultur%20\(1\).pdf](http://programirovanie-urozhaya-ot-idei-k-teorii-i-tehnologiyam-vozdelyvaniya-selskohozyaustvennyh-kultur%20(1).pdf) (дата обращения 14.04.2023)

Основными факторами жизни растений являются – качество семян, теплообеспеченность, водообеспеченность, питание. При контролируемых наилучших условиях произрастания растений, для получения максимального урожая следует обеспечить и условия максимального потребления ФАР.

Реализация этой идеи на современном этапе земледелия осуществляется с применением компьютерных систем управления.

Чтобы осуществлять оптимальное управление ходом формирования урожая, необходимо своевременно получать и обрабатывать всю нужную для этого информацию о состоянии посева на данном поле. По своей сути и приемам управления методология программирования урожая близка к автоматизированным системам управления технологическими процессами (АСУ ТП). В качестве примера приведем одну из разработанных и апробированных схем управления программным выращиванием сельскохозяйственных культур: 1) информация о факторах, обуславливающих урожай, поступает к агроному-оператору, который после проверки данных вводит цифровой материал в компьютер; 2) компьютер по соответствующим программам обрабатывает поступившую информацию и выдает результаты агроному-технологу; 3) на основе полученных данных агроном-технолог принимает решение о проведении необходимого агротехнического, агрометеорологического приема или защитного мероприятия на конкретном поле и передает его непосредственным исполнителям, которые в указанные сроки приступают к нужному воздействию (проведению полива, внесению удобрений, рыхлению почвы, химической прополке и т.п.) [7].

Получение запрограммированного урожая обеспечивается согласованным взаимодействием прогностической, оперативно-текущей и корректирующей компьютерных программ. Прогностическая программа

просчитывает в динамике планируемое нарастание общей биомассы урожая (или его хозяйственно-ценной части) от даты всходов до созревания или достижения укосной спелости. Расчёты могут производиться по динамической (имитационной) модели с использованием самых разных производственных функций (линейных, квадратных, степенных, экспоненциально-степенных и др.), удовлетворительно описывающих закономерности нарастания биомассы растений в течение вегетационного периода в зависимости от математических ожиданий всех учитываемых факторов. Оперативно-текущая программа просчитывает то же самое уже по фактическим значениям всех факторов и отражает реальное нарастание биомассы растений в сложившихся условиях. В случае существенного расхождения на том или ином этапе данных по формированию урожая, предусмотренных прогностической программой и фактически полученных по оперативно-текущей программе применяется специальная программа коррекции. Её главная задача заключается в быстром определении минимально достаточного и максимально допустимого времени, требующегося для осуществления тех или иных воздействий на посев, и расчете нужных для коррекции численных значений регулируемых факторов.

По данным ученых Волгоградского сельскохозяйственного института, с применением таких технологий удастся увеличить урожайность сельхозкультур от 5-10 кратно по разным их видам. В оценке экономической эффективности здесь следует сравнивать соотношения эффективностей по технологии к предлагаемой. Во втором случае к затратам по предлагаемой, следует добавить амортизационные отчисления, приходящиеся на программное и технологическое (датчики, компьютеры) переоснащение.

Обычно, расчеты по определению эффективности программирования урожая выполняются с применением оценки агрономической и биоэнергетической эффективности применения удобрений.

Агрономическая эффективность – определяется по доле участия удобрений в формировании урожая и по окупаемости единицы действующего вещества удобрений дополнительно полученной продукции.

При определении энергетической эффективности используют нескольких показателей: выход продукции с единицы используемой земельной площади, производительность труда, себестоимость продукции, чистый доход, рентабельность продукции, окупаемость затрат на удобрения, стоимость прибавки урожая.

Определение агрономической эффективности применения удобрений. При определении агрономической эффективности действия удобрений, прежде всего, следует найти прибавку урожая, полученную за счет внесения удобрений. При этом следует учитывать тот уровень урожайности, при котором эффективность удобрения не высчитывается.

Для определения прибавки урожая от применения минеральных удобрений пользуются следующей формулой:

$$ПУ = (У * Д) / 100, \text{ где}$$

ПУ – прибавка урожайности, получена за счет применения удобрения, кг/га;

У – урожайность рассматриваемой сельскохозяйственной культуры, ц/га;

Д – доля урожая, полученного за счет удобрений, %.

Доля урожая, полученного за счет удобрений в полевых условиях зависит от дозы вносимых удобрений и может быть рассчитана по следующим формулам:

1) количество фактически внесенных удобрений меньше минимальной дозы удобрений. В этом случае расчет доли урожая, полученного за счет удобрений, производится по формуле:

$$Д = (Д1 / Н1) * Н,$$

Где:

Д – доля участия удобрений в формировании прибавки урожая, % ;

Н1 – первая опытная доза удобрений, кг д.в./га;

Д1 — доля урожая, полученная за счет первой опытной нормы удобрений, %;

Н – фактическая доза удобрений, кг д.в./га.

2) количество фактически внесенных удобрений находится в интервале между двумя опытными дозами. В этом случае расчет доли урожая, полученного за счет удобрений, проводится по формуле:

$$Д = Д1 + (Д2 - Д1 / (Н2 - Н1) * (Н - Н1),$$

Где:

Н2 – вторая опытная доза удобрений, кг д.в./га;

Д2 – доля урожая, полученного за счет второй опытной нормы, %.

3) количество фактически внесенных удобрений находится в интервале между второй и третьей опытными дозами, в этом случае расчет доли урожая, полученного за счет удобрений, проводится по формуле:

$$Д = Д2 + (Д3 - Д2) / (Н3 - Н2) * (Н - Н2), \%$$

Где:

Н3 – третья опытная доза удобрений, кг д.в./га;

Д3 – доля урожая, полученного за счет третьей опытной нормы, %.

4) количество фактически внесенных удобрений больше максимальной опытной дозы, в этом случае доля урожая, полученного за счет удобрений, принимается равной доле, соответствующей третьей (наибольшей) опытной норме удобрений.

После этого определяем фактическую окупаемость (оплату) удобрений урожаем (Оф) в килограммах продукции на 1 кг питательных веществ удобрений:

$$Оф = ПУ / Н, \text{ где:}$$

Оф – фактическая окупаемость удобрений, кг/кг;

ПУ – прибавка урожая, полученная за счет применения удобрений, кг/кг;

Н – норма внесенных под рассматриваемую культуру удобрений, кг/га.

В завершении определяем уровень эффективности удобрений:

$$К = (Оф / Он) * 100, \%$$

Где:

К – уровень эффективности удобрений, %;

Оф – фактическая окупаемость, кг/кг;

Он – нормативная окупаемость, кг/кг.

Нормативная окупаемость, соответствующая норме минеральных удобрений, внесенных под рассматриваемую сельскохозяйственную культуру в производственных условиях, рассчитывается аналогично выше описанным принципам определения доли урожая, полученной за счет применения удобрений.

Так как в предыдущих параграфах, нами были рассмотрены методы определения эффективности применения удобрений, то здесь больше внимания уделим определению энергетической эффективности.

Определение биоэнергетической эффективности применения удобрений

Интенсификация сельскохозяйственного производства, рост урожайности культур сопровождается все большими затратами не возобновляемой энергии, в том числе за счет применения удобрений. В перспективе экономически выгодным будет считаться такой вариант производства, при котором потребуется меньше затрат энергии на единицу продукции.

Энергия, накопленная в сельскохозяйственной продукции, оценивается в мДж и учитывается в хозяйственно ценной части урожая.

Количество энергии, накопленное в продукции, полученной от применения удобрений, может быть рассчитано по следующей формуле:

$$V_{f^0} = ПУ * R_E * E * 100$$

Где:

V_{f^0} – содержание энергии в основной продукции сельскохозяйственной культуры в мДж/га;

ПУ – прибавка урожая за счет внесения удобрений, ц/га;

R_E – коэффициент перевода;

E – содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества данной сельскохозяйственной культуры;

100 – поправочный коэффициент перевода ц в кг.

Расчет энергозатрат ведется по формуле:

$$A^0 = (H_N * a_N) + (H_P * a_P) + (H_K * a_K) + (H_{орг.} * a_{орг.})$$

Где:

A^0 – энергетические затраты на производство удобрений мДж,

H – дозы внесения минеральных удобрений кг д.в./га и органических удобрений в кг/га,

a – энергетические затраты для минеральных удобрений на 1 кг д.в. для органический на 1 кг физической массы мДж/кг.

Энергетическая эффективность (энергоотдача) КПД применения удобрений рассчитывается по следующей формуле:

$$n = \frac{V_f^0}{A^0}$$

Применение будет энергически эффективным при величине отдачи больше 1.

1) Биоэнергетическая эффективность применения удобрений под озимую пшеницу:

$$V_{f^0} = 10,85 * 0,86 * 19,3 * 1 * 100 = 17850,2 \text{ мДж/га};$$

$$A^0 = (80 * 86,8) + (40 * 17,4) + (50 * 8,8) + (60 * 0,054) = 8083,24 \text{ мДж};$$

$$n = \frac{17850,2}{8083,24} = 2,2$$

С энергетической точки зрения, применяемые дозы удобрений под озимую пшеницу эффективны, т.к. энергетическая эффективность больше единицы.

Аналогичным образом расчет ведется по всем культурам

Входной тестовый контроль

1. Зерновые мятликовые 1 группы прорастают:

- 1) одним корешком;
- 2) двумя корешками;
- 3) тремя – восемью корешками;
- 4) девятью – двенадцатью корешками.

2. Зерновые мятликовые 2 группы прорастают:

- 1) одним корешком;
- 2) двумя корешками;
- 3) тремя – восемью корешками;
- 4) девятью – двенадцатью корешками.

3. Какие из названных зерновых культур имеют озимый и яровой тип развития?

- 1) рис;
- 2) пшеница;
- 3) овес;
- 4) просо.

4. Назовите лучший предшественник озимой пшеницы в КЧР:

- 1) суданская трава;
- 2) горох;
- 3) черный пар;
- 4) бобово-злаковая смесь на сено.

5. Укажите минимальные критические температуры, которые переносит мягкая озимая пшеница в зимний период:

- 1) $-9-11^{\circ}\text{C}$;
- 2) $-16-18^{\circ}\text{C}$;
- 3) $-19-21^{\circ}\text{C}$;
- 4) $-12-14^{\circ}\text{C}$.

6. Укажите минимальные критические температуры, которые переносит озимый ячмень в зимний период:

- 1) $-9 - 11^{\circ}\text{C}$;
- 2) $-16 - 18^{\circ}\text{C}$;
- 3) $-19 - 21^{\circ}\text{C}$;
- 4) $-12 - 14^{\circ}\text{C}$.

7. Необходимо ли ранневесеннее боронование загущенных посевов озимой пшеницы? Если необходимо, то, какими орудиями?

- 1) необходимо; 1) БИГ-3;
- 2) нет; 2)
- 3) необходимо при высокой влажности; 3) БДТ-7;
- 4) необходимо при высокой засоренности; 4) БЗТС-1.

8. Из названных зерновых культур выберите ту, которая принадлежит к хлебам 1-й группы.

- 1) кукуруза;
- 2) сорго;

- 3) рожь;
- 4) просо.

9. Органы растений, образующиеся в генеративном периоде:

- A) Плоды
- B) Колосья
- C) Ветви
- D) Корни
- E) Листья

10. Согласно данному закону происходит чередование культур в пространстве и во времени:

- A) Закон неравноценности факторов среды
- B) Закон оптимума
- C) Закон плодосмена
- D) Закон минимума
- E) Закон равнозначности основных факторов среды

11. Виды агрометеорологических показателей:

- A) Региональные
- B) Метеорологические
- C) Химические
- D) Синоптические
- E) Биологические
- F) Физические

12. Согласно данному закону ни один из факторов среды (свет, воздух, влага и питательные вещества) не может быть исключен или заменен другим:

- A) Закон незаменимости
- B) Закон минимума
- C) Закон критических периодов
- D) Закон неравноценности факторов среды
- E) Закон оптимума
- F) Закон плодосмена

13. Основные процессы, протекающие в организме растений:

- A) Фотосинтез
- B) Термопериодизм
- C) Фотопериодизм
- D) Диссимиляция
- E) Транспирация

14. Растения в мезофильных клетках, которых формируются кислоты с тремя атомным углеродом:

- A) Кукуруза
- B) Просо
- C) Груша
- D) Рис
- E) Ячмень

15. Основные направления радиации, влияющие на развитие растений:

- A) Ослабленный эффект радиации
- B) Отраженный эффект радиации
- C) Фитобиологический эффект радиации
- D) Фотоморфогенетический эффект радиации
- E) Рассеянный эффект радиации
- F) Фотосинтетический эффект радиации

Тесты

Тест 1

1. Программирование урожая это -

а) разработка комплекса взаимосвязанных мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых обеспечивает получение рассчитанного уровня урожайности сельскохозяйственных культур заданного качества при одновременном повышении плодородия почвы и удовлетворении требований охраны окружающей среды.

б) определение продуктивности земли по почвенно-климатическим ресурсам и разработка интенсивных технологий возделывания, обеспечивающих наиболее полное использование генетического потенциала гибридов и сортов сельскохозяйственных культур.

2. Математическое программирование урожая это -

а) разработка комплекса взаимосвязанных мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых обеспечивает получение рассчитанного уровня урожайности сельскохозяйственных культур заданного качества при одновременном повышении плодородия почвы и удовлетворении требований охраны окружающей среды.

б) определение продуктивности земли по почвенно-климатическим ресурсам и разработка интенсивных технологий возделывания, обеспечивающих наиболее полное использование генетического потенциала гибридов и сортов сельскохозяйственных культур.

3. Первые целенаправленные опыты по получению заранее рассчитанных урожаев проведены

а) в 30-х годах прошлого века,

б) в 40-х годах прошлого века,

в) в 50-х годах прошлого века.

4. Структурную формулу урожая разработал

а) Г. Г. Лорх,

б) М. С. Савицкий,

в) И. С. Шатилов.

5. Координацию исследований по программированию урожаев в нашей стране осуществлял

а) И. С. Шатилов,

б) Д. Н. Прянишников,

в) Н. И. Вавилов.

6. И. С. Шатилов предложил следующее количество принципов программирования урожая

а) 6,

б) 8,

в) 10.

7. Гидротермический показатель это совокупность,

- а) двух метеофакторов,
- б) трех метеофакторов,
- в) четырех метеофакторов.

8. Блокчейн это

- а) выстроенная по определённым правилам непрерывная последовательная цепочка блоков содержащих информацию;
- б) технология повышающая урожайность культур ,
- в) прибор для определения расхода топлива в режиме онлайн,
- г) дискретная система, которая базируется на способах кодирования и трансляции информационных данных, позволяющих решать разнообразные задачи за относительно короткие отрезки времени .

9. Применение технологий ДЗЗ в сельском хозяйстве позволяет оперативно и точно решать следующие задачи:

- а) общий мониторинг сельскохозяйственных территорий,
- б) определение площади полей, занятых теми или иными культурами с.
- в) наблюдение за снежным покровом и оценка влагонакопления, температуры и влажности почвы, выявление участков деградации почвы
- г) контроль за состоянием роста различных сельскохозяйственных культур д. прогнозирование урожайности

10. Электронные карты полей бывают:

- а) растровые
- б) диффузные
- в) векторные
- г) системные

11. При программировании урожаев в большинстве случаев необходимо руководствоваться

- а) законами земледелия и растениеводства,
- б) законами химии,
- в) законами физики.

12. Цель цифровой трансформации сельского хозяйства

- а) повышение эффективности сельскохозяйственного производства
- б) повышение себестоимости производственных процессов, нацеленные на повышение урожайности культур
- в) снижения себестоимости производственных процессов, нацеленные на повышение урожайности культур

13. Что обеспечивает географическая информационная система (ГИС) для программирования урожаев

- а) обработка информации для принятия решений по проведению агротехнических мероприятий

- б) хранение данных
- в) обработку данных
- г) отображение и распространение пространственно-координированных данных
- д) оптимизацию процессов в точном земледелии

14. Географическая информационная система предназначены для решения....это аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координатных данных, интеграцию информации и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием, управлением окружающей средой и территориальной организацией общества.

15. Программирование урожаев ... это разработка комплекса взаимосвязанных агротехнических мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых обеспечивает получение высоких рассчитанных урожаев при одновременном повышении почвенного плодородия и удовлетворения требований охраны окружающей среды.

16. Задачи, решаемые с помощью беспилотников для получения запрограммированного уровня урожая

- а) оценка качества посевов и выявление факта повреждения или гибели культур.
- б) определение механического состава почвы +
- в) определение дефектов посева и проблемных участков
- г) анализ эффективности мероприятий, направленных на защиту растений
- д) выявление отклонений и нарушений, допущенных в процессе агротехнических работ
- е) анализ рельефа и создание карты вегетационных индексов PVI, NDVI

17. Группа агрономических знаний - «атрибутивные данные», необходимая для поддержания функционирования компьютерных систем программирования урожаев, -

- а) это количественные данные о конкретном производстве, для которого необходимо будет синтезировать технологии возделывания культур,
- б) эти знания описывают количественные расчеты, связанные с оценкой большого количества данных,
- в) это шаблоны (формулы), на основе которых формируются операции,
- г) это единица технологии, строящаяся на основе шаблона, связывающего атрибутивные и процедурные знания,
- д) выходная информация, строящаяся на наборе операций.

18. Пространственно-ориентированная карта урожайности убранных полей используется для:

- а) выявления проблемных зон и неравномерности урожая в пределах поля.
- б) определения количества почвенных проб при последующем агрохимическом обследовании.
- в) исключения повторных обработок соседних проходов
- г) исследования причин снижения урожайности

19. Группа агрономических знаний – «метаданные», необходимая для поддержания функционирования компьютерных систем программирования урожаев, -

- а) это количественные данные о конкретном производстве, для которого необходимо будет синтезировать технологии возделывания культур,
- б) эти знания описывают количественные расчеты, связанные с оценкой большого количества данных,
- в) это шаблоны (формулы), на основе которых формируются операции,
- г) это единица технологии, строящаяся на основе шаблона, связывающего атрибутивные и процедурные знания,
- д) выходная информация, строящаяся на наборе операций.

20. Группа агрономических знаний - «операции», необходимая для поддержания функционирования компьютерных систем программирования урожаев, -

- а) это количественные данные о конкретном производстве, для которого необходимо будет синтезировать технологии возделывания культур,
- б) эти знания описывают количественные расчеты, связанные с оценкой большого количества данных,
- в) это шаблоны (формулы), на основе которых формируются операции,
- г) это единица технологии, строящаяся на основе шаблона, связывающего атрибутивные и процедурные знания,
- д) выходная информация, строящаяся на наборе операций.

21. Группа агрономических знаний - «технологии», необходимая для поддержания функционирования компьютерных систем программирования урожаев, -

- а) это количественные данные о конкретном производстве, для которого необходимо будет синтезировать технологии возделывания культур,
- б) эти знания описывают количественные расчеты, связанные с оценкой большого количества данных,
- в) это шаблоны (формулы), на основе которых формируются операции,
- г) это единица технологии, строящаяся на основе шаблона, связывающего атрибутивные и процедурные знания,
- д) выходная информация, строящаяся на наборе операций.

Тест 2

18. Три уровня урожайности которые определяют при программировании урожая ?

.....(вписать)

19. Потенциальный урожай (ПУ) определяется

- а) по приходу фотосинтетически активной радиации,
- б) по биоклиматическим показателям и условиям влагообеспеченности,
- в) по уровню урожайности, получаемой в производстве.

20. Действительно возможный урожай (ДВУ) определяется

- а) по приходу фотосинтетически активной радиации,
- б) по биоклиматическим показателям и условиям влагообеспеченности,
- в) по уровню урожайности, получаемой в производстве.

21. Урожай в производстве (УП) определяется

- а) по приходу фотосинтетически активной радиации,
- б) по биоклиматическим показателям и условиям влагообеспеченности,
- в) по уровню урожайности, получаемой в производстве.

22. Потенциальный урожай (ПУ) -

а) это теоретически возможный максимальный урожай, который можно получить в идеальных метеорологических условиях (достаточно воды, тепла, света),

б) это максимальный урожай, который может быть получен при реальных среднесезонных климатических условиях,

в) значительно ниже действительно возможного урожая.

23. Действительно возможный урожай (ДВУ) -

а) это теоретически возможный максимальный урожай, который можно получить в идеальных метеорологических условиях (достаточно воды, тепла, света),

б) это максимальный урожай, который может быть получен при реальных среднесезонных климатических условиях,

в) значительно ниже действительно возможного урожая.

24. Урожай в производстве

а) это теоретически возможный максимальный урожай, который можно получить в идеальных метеорологических условиях (достаточно воды, тепла, света),

б) это максимальный урожай, который может быть получен при реальных среднесезонных климатических условиях,

в) значительно ниже действительно возможного урожая.

25. Основная задача программирования урожаев – приближение _____ потенциального урожая к действительно возможному урожаю и действительно возможный урожай к урожаю в производстве.

26. Эффективность программирования урожая выше, если _____ разница между действительно возможным урожаем и урожаем в производстве меньше

27. На формирование урожайности сельскохозяйственной культуры влияют _____, уровень плодородия почвы; система удобрений; система защиты растений; система основной обработки почвы.

28. Выбор технологии возделывания, обеспечивающий запланированную урожайность осуществляют по следующему алгоритму оценки

- а) МВУ-ПУ-ДВУ-УХ,
- б) ПУ-ДВУ-УХ- МВУ
- в) УХ- МВУ-ПУ-ДВУ

29. Поиск наиболее оптимальной технологии возделывания сельхозкультур выполняют с использованием

- а) экономико математических методов
- б) методов моделирования урожаев
- в) регрессионно-корреляционных методов
- г) верны а,б,в
- д) нет правильных ответов

30. АСУ ТП при выборе оптимальной технологии возделывания сельхозкультур по методу И.С. Шатилова и А.Ф. Чудновского включает

- а) агрометеорологический, агрофизический и агротехнический
- б) агрофизический и агротехнический,
- в) агрометеорологический, агрофизический
- с) нет правильных ответов,

31. Оценка эффективности различных технологий возделывания сельхозкультур выполняются с помощью методов _____ сопоставления затрат и прибыли по вариантам __предложенных технологий _____

32. На формирование урожайности сельскохозяйственных культур влияют следующие факторы _____

33. Как определить дозу удобрений на прибавку урожая _____ с учетом выноса элементов питания прибавкой урожая, эффективного плодородия почвы, коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений

39. Как оценить эффективность использования удобрений _____ прибавкой урожая и себестоимостью работ

40. Оценку влияния биологических факторов на урожайность выполняют с использованием ...экономических и статистических показателей

41. Эффективность новой технологии возделывания сельскохозяйственных культур определяют по показателям

- а). Экономической эффективности
- б) Энергетической эффективности
- в) Урожайности сельскохозяйственных культур
- г) верны а и б
- д) нет верных ответов

42. Выбор подходящей для данного хозяйства, климатической зоны, почвы технологии осуществляют по следующему алгоритму

- а) Выбор нескольких технологий, обеспечивающих запланированную урожайность, сравнение их по критериям оптимальности, анализ и оценка данной технологии к требованиям экологических аспектов
- б) Выбор нескольких технологий, обеспечивающих запланированную урожайность, сравнение их по критериям оптимальности
- в) Применении технологий, уже адаптированных к данной зоне без анализа

43. Обычно, проектируемые ИС «Программирование урожая» состоит из следующих подсистем

- а) управление почвенно-мелиоративными процессами, планирования экономки и контроля, учета и финансов;
- б) проектирование урожая, агрофизического блока, технологического блока
- в) агрометоблок, маттехснабжение, кадры
- г) верны б, в
- д) верны а, б, в

44. Агрохимические принципы программирования урожаев предусматривают

- а) внесение удобрений для получения урожая с высоким качеством продукции
- в) удовлетворение потребностей растений в элемент питания для получения заданного урожая и с учетом агрохимических показателей почв и проведенной диагностики
- с) проведение почвенной, визуальной, листовой, тканевой, морфо-биометрической диагностики

45. Агрофизические принципы программирования урожаев предусматривают

- а) проведение комплексной мелиорации
- в) проведение системы глубокой обработки почвы
- с) оптимизацию физических и физико-химическую свойств почвы

46. Агротехнические принципы программирования урожаев заключаются

- а) разработке правильных севооборотов
- в) в разработке и внедрении оптимальных технологии возделывания культуры
- с) в разработке оптимальных приемов ухода за посевами

47. Что такое оптимизация программирования

- а) выбор ресурсосберегающей технологии возделывания культуры
- в) оптимизация условий внешней среды для получения планируемой урожайности
- с) выбор выгодного варианта количественного и качественного сочетания факторов внешней среды и агротехнологии, когда обеспечивается наибольшая, экономически целесообразная урожайное возделываемых культур

48. Три этапа процесса получения запрограммированного урожая в производстве

- а) моделирование посева, расчет урожайности; расчет доз удобрений
- в) расчет урожайности; расчет доз удобрений, корректировка технологии
- с) расчет действительно возможного уровня урожайности; разработка научно-обоснованной программы получения расчетного урожая; практическая реализация разработанной программы производственных условиях

49. Приход ФАР определяют по формуле

- а) $\text{ФАР} = 0,42 S + 0,58 D$
- в) $\text{ФАР} = 0,58 S + 0,58 D$
- с) $\text{ФАР} = 0,58 S + 0,42 D$

50. КПД ФАР – это

- а) отношение запасенной в урожае энергии к количеству поступившей солнечной энергии
- в) отношение запасенной в урожае энергии к количеству поступившей ФАР
- с) коэффициент использования всей поступившей солнечной энергии

51. При какой pH вносят известь

- а) нейтральной pH (6,8-7,0)
- в) щелочной pH (более 7,1)
- с) кислой pH (4,0- 6,0)

52. Сортовые качества семян это

- а) энергия прорастания и полевая всхожесть
- в) сортовая чистота, репродукция, типичность
- с) способность формировать урожай

53. Сортосмена это

- а) новая репродукция семян
- в) замена семян возделываемого сорта, ухудшившего свои хозяйственные и биологические качества лучшими семенами
- с) замена возделываемых сортов новыми, более урожайными и ценными по качеству продукции

54. Посевная годность это

- а) процент чистых и всхожих семян
- б) процент жизнеспособных семян
- с) процент всхожих семян

55. Закон лимитирующего фактора

- а) урожай лимитируется фактором, находящимся в максимуме
- в) урожай лимитируется фактором, находящимся в минимуме
- с) недостаток (или избыток) одного фактора повышает положительное действие всех других

56. Способы расчета доз удобрений под планируемый урожай

- а) нормативные, балансовые,
- в) нормативные, балансовые, экспериментальные
- с) нормативные, балансовые, статистические

57. Нормативный метод расчета доз удобрений основан

- а) на использовании нормативов по внесению удобрений
- в) на использовании нормативов затрат удобрений на производство 1 т урожая основной продукции с учетом плодородия почвы
- с) на использовании коэффициентов усвоения элементов питания из почвы и удобрений

58. Дозу азотного удобрения по нормативному методу корректируют

- а) с учетом содержания азота в почве
- в) с учетом содержания фосфора в почве
- с) с учетом содержания фосфора и калия в почве

59. Дозу фосфорного удобрения по нормативному методу корректируют

- а) с учетом содержания фосфора в почве
- в) с учетом содержания фосфора и калия в почве
- с) с учетом содержания азота, фосфора и калия в почве

60. Балансовый метод базируется на расчете доз удобрений

- а) с учетом содержания фосфора и калия в почве
- в) с учетом выноса элементов питания запланированным урожаем, эффективного плодородия почвы,
- с) коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений на использовании коэффициентов усвоения элементов питания из почвы и удобрений

61. На чем основываются статистические методы определения норм удобрений

- а) на статистических данных по урожайности
- в) на многолетних экспериментальных данных по применению удобрений
- с) по элементарному балансу между выносом и поступлением элементов питания из почвы

62. Основные органические удобрения

- а) навоз, сидерат, солома, птичий помет
- в) зерноотходы, навоз, полова
- с) гумус, солома, зерно

Тест 3

63. Экономическая оценка эффективности выращивания сельхозкультур, выращенных для реализации выполняется по показателям

- а) прибыль в расчете на балло-гектар, тыс. руб.;
- б) урожайность, ц/га;
- в) выход товарной продукции (выручка от реализации)в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий, на одного работ-ника или 1 чел-ч (в центнерах или в стоимостном выра-жении);
- г) средняя цена реализация 1 ц (кг) произведенной продукции;
- д) сумма прибыли в расчете на 100 га, 1 ц продукции, 1 чел-ч;
- е) уровень рентабельности, %.
- ж) все ответы, представленные в пунктах верны
- з) среди представленных пунктов нет правильных ответов

64. Показатели экономической оценки, используемые для обобщения информации использования ресурсов организации это _____ фондоемкость, _____ фондоотдача, _____ фоновооруженность, _____ фондообеспеченность, прибыль

65. Экономическую оценку новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, если при новой технологии урожайность не увеличивается, выполняют по формуле

- а) $\mathcal{E} = F \cdot (Z_{бт} - Z_{нт})$,
 - б) $\mathcal{E} = Q_n (Z_{бт} - Z_{нт})$,
- где \mathcal{E} – экономический эффект, F - площадь посева сельскохозяйственной культуры при использовании новой технологии; $Z_{бт}$ и $Z_{нт}$ — затраты трудовых и материальных ресурсов на единицу площади соответственно по базовой и новой технологии, Q_n — объем производства продукции по новой технологии, ц

66. Экономическую оценку новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, если при новой технологии возделывания культуры приводит к увеличению ее урожайности, выполняют по формуле

а) $\Delta = F \cdot (Z_{бт} - Z_{нт})$,

а) $\Delta = Q_n (Z_{бт} - Z_{нт})$,

где Δ – экономический эффект, F – площадь посева сельскохозяйственной культуры при использовании новой технологии; $Z_{бт}$ и $Z_{нт}$ – затраты трудовых и материальных ресурсов на единицу площади соответственно по базовой и новой технологии, Q_n – объем производства продукции по новой технологии, ц

67. В себестоимость продукции растениеводства включает _____ все затраты на производство и сбыт данной продукции, выраженные в денежной форме

68. Оценку затрат на производство продукции растениеводства по технологической карте выполняют

а) на 1 га выращиваемой продукции

б) на 100 га

в) на 1 ц продукции

г) на валовой сбор,

д) на основную продукцию

е) на побочную продукцию

69. Под плановую себестоимость понимают..... усредненный показатель предполагаемых затрат на выполнение работ, услуг или производство продукции на определенный запланированный период.

70. Плановую себестоимость планируютисходя из существующих средних нормативов расходов ресурсов (топлива, энергии, материалов, сырья, трудовых затрат и т.д.) и определенных, установленных норм расходов по общепроизводственным и общехозяйственным расходам

71. Под полной себестоимостью понимают сумму всех фактически произведенных затрат на производство и реализацию конкретного вида продукции

72. Оценку экономической эффективности производства продукции растениеводства с применением бало – гектара позволяет рассчитать

а) количество собранной и учтенной продукции с единицы площади

б) комплексно отражает использование материальных, трудовых и денежных ресурсов, природных богатств, определяется как отношение прибыли к себестоимости реализованной продукции

в) это де-нежные средства, полученные организацией от реализации продукции, работ, услуг с 1 гектара

Вопросы и задачи для оценки знаний

1. История развития науки – «Математическое программирование урожая».
2. Понятие – «Программирование» и «Математическое программирование урожаев».
3. Основные цели и задачи дисциплины «Математическое программирование урожаев».
4. Предпосылки для создания «Математического программирования урожаев».
5. Основные факторы, которые легли в основу создания первых пяти принципов программирования урожая.
6. Принципы программирования урожаев сельскохозяйственных культур.
7. Основные законы земледелия и растениеводства, которые используются при программировании урожаев.
8. Понятие планирования, прогнозирования и программирования урожая.
9. Методы программирования урожая сельскохозяйственных культур.
10. Уровень урожайности при программировании (потенциальный, действительно возможный урожай и урожай в производстве).
11. Основы программирования урожая (физиологические, биологические и другие принципы программирования урожаев).
12. Методология проектирования компьютерных систем при программировании урожаев сельскохозяйственных культур.
13. Комплекс метеорологических факторов, определяющих состояние и продуктивность сельскохозяйственных культур.
14. Вероятность неблагоприятных явлений в районах интенсивного земледелия и учет их при программировании урожая.
15. Фотосинтетическая активная радиация (ФАР), ее роль в формировании урожая.
16. Методы расчета и обеспеченность ФАР основных сельскохозяйственных культур с учетом зональных особенностей.
17. Определение урожайности по фотосинтетическому потенциалу листьев.
18. Использование прогнозов погоды для программирования урожаев и корректировки программы в процессе ее осуществления.
19. Агрохимические основы программирования урожая.
20. Определение понятия модели. Классификация моделей.
21. Использование оптимизационных моделей при программировании урожаев.
22. Прогнозирование и программирование урожая на основе балансовых моделей.
23. Моделирование плодородия почвы.
24. Определение понятия плодородия почвы и количественная оценка уровня почвенного плодородия.
25. Основные показатели плодородия почвы.
26. Факторы, способствующие деградации почвенного плодородия.
27. Оценка плодородия при использовании шкалы бонитировки почв.
28. Моделирование содержания гумуса в почве.

29. Прогнозирование азотного режима почвы.
30. Прогнозирование фосфатного потенциала почвы.
31. Прогнозирование калийного потенциала почвы.
32. Прогнозирование реакции почвенного раствора.
33. Определение оптимальных доз удобрений на планируемую урожайность.
34. Определение норм удобрений при использовании способа, основанного на прямом использовании результатов полевых опытов с удобрениями.
35. Математико-статистические методы с выполнением расчетов на ЭВМ.
36. Определение норм удобрений при использовании способа нормативного баланса.
37. Температурный режим воздуха и почвы, оценка их влияния на величину и качество урожая сельскохозяйственных культур.
38. Проектирование систем удобрений в севообороте.
39. Научно-обоснованная система применения удобрений - значение, задачи, принципы построения.
40. Выбор метода определения норм удобрений для программирования урожаев сельскохозяйственных культур.
41. Разработка научно-обоснованных систем применения удобрений в севооборотах для получения программированных урожаев сельскохозяйственных культур.
42. Определение места, норм и сроков внесения органических удобрений и компостов в севооборотах.
43. Применение и распределение минеральных удобрений в севообороте.
44. Требования к балансу питательных элементов в севооборотах в зависимости от типа и плодородия почв.
45. Пути повышения эффективности удобрений при программировании урожаев (локальное и дробное внесение макроудобрений, применение микроудобрений и др.).
46. Комплексное и оптимальное применение удобрений и пестицидов - необходимое условие индустриальной технологии и охраны окружающей среды.
47. Разработка оптимальной системы обработки почвы для получения программированного урожая (приемы по накоплению и сохранению влаги, созданию оптимальной плотности почвы).
48. Роль сорта или гибрида при программировании урожаев.
49. Выбор сортов, соответствующих почвенно-климатическим условиям зоны, устойчивых к комплексу неблагоприятных условий (засухоустойчивость, холодоустойчивость, морозоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям, устойчивость к полеганию).
50. Выбор оптимальной густоты стояния растений в посевах с учетом полевой всхожести семян, выпада растений в течение вегетационного периода, способа посева, обеспечивающего аккумуляцию заданного уровня солнечной энергии, формирование хозяйственно полезной части урожая.

51. Планирование мероприятий по уходу за посевами и корректировка их по результатам контроля фактического хода формирования урожая (боронование, культивации, подкормки, орошение и др.).
52. Агротехнические условия получения планируемой урожайности.
53. Технологические основы программирования урожаяев.
54. Организационно-технические мероприятия, способствующие получению программированной урожайности.
55. Биологические факторы получения запланированной урожайности.
56. Использование агротехнических приемов в период вегетации, повышающих качество сельскохозяйственной продукции (внекорневые подкормки, ретарданты, десиканты, дефолианты).
57. Выбор оптимальных сроков и способов уборки как необходимое условие сохранения качества и предотвращения потерь урожая.
58. Программирование урожайности ведущих в зоне сельско-хозяйственных культур в системе удобрения севооборота и общей продуктивности севооборота.
59. Программирование урожаяев озимой пшеницы.
60. Программирование урожаяев озимого ячменя.
61. Программирование урожаяев ярового ячменя.
62. Программирование урожаяев овса.
63. Программирование урожаяев кукурузы на зерно.
64. Программирование урожаяев кукурузы на силос.
65. Программирование урожаяев проса.
66. Программирование урожаяев гречихи.
67. Программирование урожаяев сорго.
68. Программирование урожаяев гороха.
69. Программирование урожаяев горохо-овсяной смеси.
70. Программирование урожаяев сахарной свеклы.
71. Программирование урожаяев картофеля.
72. Программирование урожаяев подсолнечника.
73. Программирование урожаяев озимого рапса.
74. Программирование урожаяев суданской травы.
75. Программирование урожаяев горчицы сарептской
76. Математико-статистические методы программирования (регрессионные модели количественных связей урожая с факторами, обеспечивающими его).

Задачи

Задание 1.

Расчет потенциальной урожайности по приходу фотосинтетически активной радиации и по заданному коэффициенту ее использования. Определение фактического КПД ФАР.

Задание 2. Рассчитать потенциальную урожайность основных сельскохозяйственных культур при 3% значении КПД ФАР для КЧР. Данные занести в таблицу 1.

Выполнение задания: В среде MicrosoftExcel создать электронную таблицу по форме таблицы 1.

Таблица 1. Потенциальные урожаи полевых культур при 3% КПД ФАР в КЧР

Культура	ΣR , ккал/см ²	Н, КПД ФАР, %	Кх	Д, ккал/кг	Уп, ц/га
Озимая пшеница					
Озимый ячмень					
Овес					
Яровой ячмень					
Кукуруза зерновая					
Рис					
Просо поживное					
Сорго					
Гречиха					
Соя					
Горох					
Подсолнечник					
Озимый рапс					
Горчица					
Кукуруза силос					
Однолетние травы					
Многолетние травы					

Задание 3. Рассчитать фактические КПД ФАР на среднюю урожайность культур и на максимально достигнутую урожайность сельскохозяйственных культур в КЧР. Данные занести в таблицу 2.

Дать оценку использования климатических ресурсов региона.

Таблица 2. Расчет КПД ФАР по фактической урожайности сельскохозяйственных культур в КЧР и оценка использования приходящей ФАР

Культура	У факт, ср, Ц/га	КПД ФАР, Средн, %	У факт мах, ц/га	КПД ФАР мах, %	У факт, У потен

Напишите ответы на следующие вопросы по данному разделу в тетради:

1. Что понимается под программированием урожаев? Какие науки объединяет программирование урожаев? Чем достигается выполнение программы?

2. Что такое ФАР? Как определить потенциальную урожайность по приходу ФАР и заданному КПД ее использования?

3. Дать определение КПД ФАР по А. А. Ничипоровичу. Как рассчитать коэффициент хозяйственной эффективности?

4. Как оценить использование климатических ресурсов по фактической и потенциальной продуктивности с. – х. культур?

Задание 4. Расчет возможной урожайности по тепловым ресурсам агроклиматических районов КЧР.

Таблица 3. Расчет возможной урожайности по ГТП и БКП в степном агроклиматическом районе

Культура	$W, \text{мм}$	$\Sigma T, \text{°C}$	$TV, \text{Декады}$	$B, \%$	$U_{\text{гип}}$	$U_{\text{бкп}}$

Таблица 4. Расчет возможной урожайности в предгорном агроклиматическом районе по ГТП и БКП.

Культура	$W, \text{мм}$	$\Sigma T, \text{°C}$	$TV, \text{декады}$	$B, \%$	$U_{\text{гип}}$	$U_{\text{бкп}}$

Аналогичные расчёты проводятся и для горного агроклиматического района КЧР.

Задание 5. Расчет действительно возможного урожая по влагообеспеченности посевов.

Задание 6: Рассчитать ресурсы продуктивной влаги за период вегетации с. – х. культур по средней многолетней водообеспеченности и по климатически оптимальной стратегии. Определить фактические коэффициенты водопотребления. Запрограммировать урожайности сельскохозяйственных культур по агроклиматическим районам на основании стратегии нормы и климатически оптимальной стратегии. Для выполнения задания необходимо составить ряд вспомогательных таблиц, используя агроклиматический справочник и годовые агрометеобюллетени.

В таблицу 5 заносят средние многолетние осадки за последние три года для степного агроклиматического района по метеостанции Черкесска, для предгорной зоны по метеостанции г. Усть-Джегута, для горного – метеостанции г. Карачаевск.

Таблица 5. Количество осадков, выпадающих по агроклиматическим районам КЧР, мм.

Месяцы	Степной район			Предгорный			Горный		
	200...			200...			200...		
Январь									
Февраль									
Декабрь									
Среднее за 3 года									

Данные заносим в таблицу 6 по каждому агроклиматическому району. КЧР

Таблица 6. Ресурсы продуктивной влаги основных сельскохозяйственных культур в степном агроклиматическом районе КЧР

Культура	(Название культуры)									
	годы	WПр, мм	Уф, ц/га	Квпт, мм/ц	WПр, мм	Уф, ц/га	Квпт, мм/ц	WПр, мм	Уф, ц/га	Квпт, мм/ц
20..										
20..										
20..										
средние за 3 года										
Культура	(Название культуры)									
	годы	WПр, мм	Уф, ц/га	Квпт, мм/ц	WПр, мм	Уф, ц/га	Квпт, мм/ц	WПр, мм	Уф, ц/га	Квпт, мм/ц
20..										
20..										
20..										
средние за 3 года										
...

Для облегчения расчетов используем ПК в режиме электронных таблиц.

Для расчета действительно возможной урожайности по климатически оптимальной стратегии необходимо определить соответствующие ей ресурсы продуктивной влаги. Они находятся, исходя из среднеквадратичного отклонения водообеспеченности D и коэффициента $I O$. Сложность расчетов и ограниченное время проведения занятий делают необходимым осуществлять вычисления с применением персонального компьютера. Результаты расчётов занести в таблицу 7.

Таблица 7. Действительно возможная урожайность сельскохозяйственных культур, соответствующая климатически оптимальной стратегии по агроклиматическим районам КЧР

(Название агроклиматического района КЧР)			
Культура	WКо, мм	D, мм	Удвко, ц/га

Напишите ответы на следующие вопросы по данному разделу в тетради:

1. Что такое суммарное водопотребление, его составляющие и методы определения?
2. Водообеспеченность почв и растений и реальный урожай. Методы определения.
3. Коэффициенты водопотребления (фазовый, биологически, товарный).
4. Тепловые ресурсы и реальный урожай полевых культур. Формула связи

Задание 6. Определение уровня программируемого урожая.

На основании рассчитанных урожайностей определить уровень действительно возможной урожайности в каждом агроклиматическом регионе КЧР. В пояснительной записке обосновать выбор и дать разъяснения о возможности достижения указанной урожайности по сельскохозяйственным культурам.

Таблица 8. Расчетные уровни урожаев по агроклиматическим районам КЧРа, ц/га

Культура	Название агроклиматического района				
	Уп при 3% КПД ФАР	Убкп	Угтп,	Удв ср	Убкп
	Название агроклиматического района				
	Уп при 3% КПД ФАР	Убкп	Угтп,	Удв ср	Убкп

Напишите ответы на следующие вопросы по данному разделу в тетради:

1. Понятия о потенциальной (ПУ) и реальной урожайности. Их сравнение с фактической урожайностью. Пути преодоления несоответствия между ними.

2. Понятие о программировании и прогнозировании урожайности.

3. Реальный урожай и его определение.

Задание 7. Расчет норм удобрений под программируемый урожай.

Таблица 10. (Справочный материал) Обеспеченность почв элементами питания

Обеспеченность	Содержание в почве мг/100г		
N, гидролизуемый	P ₂ O ₅ по Кирсанову		K ₂ O
	Низкая	4-5	2-5
Средняя	9-12	7-9	12-14
Высокая	13-20	10-20	22-30

Задание 8. Рассчитать дозы NPK на программируемый урожай при низкой, средней и высокой обеспеченности почв по агроклиматическим районам.

Расчет осуществляется по вышеуказанным формулам на урожайность, определенную как программируемая. Данные заносятся в таблицу 11.

Таблица 11. Расчет доз удобрений кг/га д. в. на программируемую урожайность при различной обеспеченности почв элементами питания в степном агроклиматическом районе КЧР

Культура	У нрз, ц/га	Низкая			Средняя			Высокая			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	

Напишите ответы на следующие вопросы по данному разделу в тетради:

1. Агрохимические основы программирования урожаев.

2. Методы определения норм NPK под запрограммированный урожай.

3. Логическая схема расчета норм удобрений.

4. Расчет норм NPK при совместном внесении органики. Формула.

5. Роль баланса питательных веществ при оптимизации системы удобрений.

Задание 9.

Программирование урожаев при орошении и расчет оросительной нормы.

Задачи углубленной сложности

Задания. 1. Написать в тетради комплекс метеорологических факторов, определяющих состояние и продуктивность сельскохозяйственных культур. 2. На основе ретроспективного анализа, определить влияние различных метеорологических факторов на уровень урожайности с/х культур и выполнить анализ. 3. Рассчитать, величину планируемого урожая по приходу ФАР пользуясь формулой А. А. Ничипоровича. 4. Определение урожайности по фотосинтетическому потенциалу листьев

Задание 2. Определение возможных урожаев по влагообеспеченности посевов.

Задание 3. Составление уравнений для прогноза урожайности маслосемян подсолнечника:

$$Y = 26,58 + 0,05x_3 - 0,07x_5 - 0,13x_8,$$

где Y - урожайность маслосемян подсолнечника, ц/га; x_3 - осадки от посева до уборки, мм; x_5 - осадки от цветения до уборки урожая, мм; x_8 - осадки в период цветения, мм.

Задание 4. Составление уравнения регрессии для прогноза урожайности кукурузы на силос:

Задание 5. Составление уравнения регрессии для прогноза урожайности масло-семян ярового рапса после колосовых:

Задание 6. Использование прогнозов погоды для программирования урожаев и корректировки программы в процессе ее осуществления

Задание 7. Расчет возможной урожайности по тепловым ресурсам

Задание 8. Расчет возможных урожаев по величине биоклиматического потенциала

Задание 9. Прогнозирование урожая по фотосинтетическому потенциалу.

Задание 10. Для планирования заданной урожайности определить оптимальные показатели основных элементов структуры урожая,.

1. По продуктивной кустистость;
2. Элементам продуктивности колоса: числу колосьев (метелок) на единице площади при уборке урожая и масса зерна в колосе (метелке).

Задания. 11. Изучение потенциальной продуктивности семян озимого ячменя в условиях степной зоны КЧР.

2. Определение последовательности выполнения технологических приемов по возделыванию озимого ячменя с учетом особенностей ФАР в условиях степного района КЧР.

3. Разработка методологии использования сетевых графиков для оптимальной организации полевых работ по возделыванию ярового ячменя

Задание. 12. С использованием методов нормативного, дифференцированного и элементарного балансов рассчитать количество необходимого неорганического удобрения под программируемый урожай для картофеля в условиях предгорной зоны КЧР,

Задание 13. Программирование урожайности полевых культур по ДВУ озимой пшеницы и ячменя зернобобовых культур, кукурузы, подсолнечника и других 9 по выбору обучающегося)

Задание 14. Программирование урожая на основе математико-статистических методов

Задания 15. Определение места и сроков применения в севообороте органических удобрений и компостов. Применение и распределение минеральных удобрений в севообороте

Рекомендуемая для изучения дисциплины литература

1. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур: учебное пособие / Е. А. Устименко, Е. В. Голосной, А. Н. Есаулко [и др.]. – Ставрополь: АГРУС, 2021. – 222 с. – ISBN 978-5-9596-1806-3. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/121752.html> (дата обращения: 01.02.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Соловьев, А. В. Программирование урожаев крупяных культур: учебное пособие / А. В. Соловьев. – Москва: Российский государственный аграрный заочный университет, 2010. – 116 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/20657.html> (дата обращения: 01.02.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Дорохова Т.Ю. Алгоритмизация и программирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дорохова Т.Ю., Ильина И.Е.– Электрон. текстовые данные.— М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 136 с.– Режим доступа: <https://iprbookshop.ru/122425>.– IPR SMART, по паролю. – DOI: <https://doi.org/10.23682/122425>
4. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение [Электронный ресурс] / В.И. Кирюшин. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Квадро, 2016. – 680 с. – 978-5-906371-02-7. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60213.html>
5. Личко, К.Л. Прогнозирование и планирование развития АПК [Текст]: учебник/ К.Л. Личко.- М.: КолосС, 2007. – 286 с.
6. Системы защиты основных полевых культур юга России [Электронный ресурс]: справочное и учебное пособие для студентов агрономического факультета и факультета защиты растений/. – Электрон. текстовые данные. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2013. – 184 с. – 978-5-904939-61-8. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47352.html>
7. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: учебное пособие / Устименко, Е.А., Есаулко А.Н., Голосной Е.В. и др. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2019. – 178с.
8. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур : метод. рекомендации / сост. В. С. Ульянов, Т. В. Князева. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 50 с.
9. Основы программирования урожайности полевых культур и их сортовой агротехники. Краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство» профиля подготовки – Растениеводство / В.Б. Нарушев // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2014. – 34 с.

АРОВА Октябрина Залимхановна
ШЕВХУЖЕВА Любовь Абдуловна

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

для обучающихся направления подготовки 35.03.04 Агрономия

Корректор Чагова О.Х.
Редактор Чагова О.Х.

Сдано в набор 01.08.2023 г.
Формат 60x84/16
Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Усл. печ. л. 9,99
Заказ № 4750
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен
в Библиотечно-издательском центре СКГА
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36

