

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

# **ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области сельского хозяйства в качестве  
учебно-методического пособия для студентов  
учреждений высшего образования,  
обучающихся по специальности 1-74 02 01 Агрономия*

Горки  
БГСХА  
2016

УДК 631.559:005.521(075.8)

ББК 41.47(я73)

П78

*Рекомендовано Научно-методическим советом БГСХА  
17.12.2015 (протокол № 3)  
и методической комиссией агрономического факультета  
24.09.2014 (протокол № 1)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, профессор *Д. И. Мельничук*;  
кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты  
*М. Н. Старовойтов, С. С. Камасин, П. И. Панасюга*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. И. Кочурко*;  
кандидат сельскохозяйственных наук *С. С. Небышинец*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Б. М. Шундалов*

**П78 Программирование урожаев сельскохозяйственных культур** : учебно-методическое пособие / Д. И. Мельничук [и др.]; под ред. Д. И. Мельничука. – Горки : БГСХА, 2016. – 176 с.

ISBN 978-985-467-561-9.

В соответствии с программой рассмотрены основные методы прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур и определения уровня программируемой урожайности, а также принципы разработки технологии возделывания рассматриваемой культуры, обеспечивающей при ее реализации программируемый уровень урожайности; методика расчета норм удобрений, необходимых для получения программируемого урожая.

Для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 02 01 Агрономия.

УДК 631.559:005.521(075.8)

ББК 41.47(я73)

ISBN 978-985-467-561-9

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2016

## ВВЕДЕНИЕ

Урожай сельскохозяйственных растений как живых организмов формируется по генетической программе в результате аккумуляции факторов жизни. Основными факторами жизни растений являются свет и тепло (солнечная радиация), вода, воздух, элементы почвенного питания. Потребность в факторах жизни у каждого вида растений неодинакова. Определенным образом меняется она также по мере роста и развития растений. Чем выше степень соответствия биологической потребности растений в факторах жизни и возможностей среды обитания обеспечить их этими факторами, тем в большей степени реализуется генетический потенциал культуры.

Благодаря целенаправленным исследованиям в области таких наук, как физиология растений, агрохимия, почвоведение, агрометеорология и агромелиорация, растениеводство и других были установлены количественные связи и зависимости между степенью обеспеченности растений факторами жизни и их урожайностью. Следовательно, располагая числовой информацией о потребности растений в факторах жизни, с одной стороны, и фактически предоставляемых окружающей средой в распоряжение сельскохозяйственных культур ресурсов света, тепла, влаги, элементов почвенного питания – с другой, можно заблаговременно в границах нормы реакции растений определить возможную в каждом конкретном условиях величину урожая.

Недостающее количество того или иного фактора может быть компенсировано соответствующими приемами агротехники. Иными словами, агротехническими приемами можно ослабить или усилить влияние факторов жизни на рост, развитие растений и формирование урожая.

Однако нельзя односторонне ориентироваться только на биологическую сторону вопроса. В самом деле, урожай формируется, создается также в результате хозяйственной деятельности человека. Но она несет в себе не всегда только позитив. Урожай, как конечный продукт такой деятельности, аккумулирует все – и удачные решения, и просчеты. Поэтому попытка прогноза, т. е. попытка как бы «заглянуть» в будущее требует достоверной и достаточно объемной информационной базы о результатах такой деятельности, прежде всего об урожаях прошлых лет. Современная статистика располагает методиками, позволяющими при наличии соответствующей

информационной базы осуществлять прогнозные расчеты, основанные на многолетних статистических материалах.

Таким образом, основу метода программирования урожаев сельскохозяйственных культур составляют: прогноз возможной в конкретных условиях урожайности, а также разработка и реализация на практике технологии возделывания культуры, в наибольшей степени отвечающей ее биологическим особенностям и учитывающей накопленный технологический опыт.

Итак, реализация метода программирования урожаев предполагает сбор и накопление достаточно большого объема информации о количественных характеристиках потребности растений в факторах жизни и действительном (фактическом) их уровне, необходимой для выполнения соответствующих расчетов. Наряду с этой информацией необходим базовый статистический материал о фактической урожайности последних лет, материально-техническом и технологическом обеспечении возделывания рассматриваемой сельскохозяйственной культуры.

В предлагаемом учебно-методическом пособии рассматриваются способы прогнозирования урожайности различных уровней с использованием статистических приемов, уравнений элементарного баланса, а также приводится обширный справочный материал, необходимый для выполнения таких расчетов. Пособие может быть использовано как при выполнении лабораторно-практических работ по курсу «Программирование урожаев сельскохозяйственных культур», так и по курсу «Растениеводство», а также при подготовке курсовых и дипломных работ по этой дисциплине.

Программирование урожаев сельскохозяйственных культур как учебная дисциплина предполагает разностороннюю подготовленность и осведомленность студентов по целому ряду учебных дисциплин – физиологии растений, агрохимии, почвоведению, защите растений, агрометеорологии, математической статистике, не говоря уже о растениеводстве, земледелии и других дисциплинах агрономического профиля. Учитывая сложность учебного материала, авторы в соответствующих местах дают необходимые разъяснения, стремясь излагать материал в пособии предельно просто, в доступной форме, разбирая основные положения на конкретных примерах. Материал подобран и приводится в такой последовательности и таким образом, что является основой для выполнения лабораторно-практических работ, также предназначен для самостоятельной работы и подготовки (осмысления, усвоения) к последующей работе в аудитории. Только

заблаговременно подготовившись к работе, вникнув в содержание, ее можно осмысленно и с пользой выполнить.

Иными словами, методика выполнения лабораторно-практических работ по курсу «Программирование урожаев сельскохозяйственных культур» предполагает непрерывность работы студента в аудитории и самостоятельно во внеурочное время. Этого требует специфика курса: только предварительно разобравшись в сути рассматриваемого вопроса, его можно успешно обсуждать на лабораторно-практических занятиях.

## Р а з д е л 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

По определению академика И. С. Шатилова, *программирование урожаев* – это разработка научно обоснованного комплекса взаимосвязанных расчетных, организационных, агротехнических, агрохимических, защитных и других мероприятий, своевременное и высококачественное выполнение которых обеспечивает получение предельно возможной запланированной урожайности сельскохозяйственных культур заданного качества. При этом предполагается обеспечение экологической безопасности и повышение плодородия почв, а, собственно, процесс формирования урожая осуществляется в соответствии с разработанной программой, учитывающей биологические особенности растений и почвенно-климатические условия региона.

В основу метода программирования урожаев положен системный подход. Уже само по себе растение, итоговым продуктом жизнедеятельности которого является создание органического вещества в виде урожая, представляет собой сложную саморегулирующуюся биологическую систему: в растениях, осуществляя их жизнедеятельность, одновременно протекает множество разнообразных взаимоувязанных и взаимодополняющих друг друга физиологических процессов, биохимических реакций, функционирует система органов. Вместе с тем сообщество возделываемых растений – агрофитоценоз – представляет собой систему экологическую, индивиды которой находятся в ценотической взаимосвязи и во взаимозависимости между собой, с факторами их жизни, подвержены воздействию агроприемов и проявляют соответствующую ответную реакцию на них.

Высокая эффективность и стоимость компонентов, составляющих и обеспечивающих современные технологии (машины, макро- и микроудобрения, пестициды, регуляторы роста и др.) предполагают

строгий подход к их назначению, применению и дозированию, в целом возделыванию полевых культур, управлению урожаем и его качеством. Традиционный полевой эксперимент дает очень многое для решения стоящих задач, однако многосложность, многоплановость и многокомпонентность системы ограничивают его (эксперимента) возможности. В определенной мере дополнение, а в определенной – и альтернативу прямому эксперименту при разработке современных технологий для конкретных полей и участков может составить моделирование процессов. Применение моделирования предполагает рассмотрение в качестве сложной системы не только само растение и их сообщество, но и технологию возделывания полевых культур, в которой сочетаются взаимосвязанные между собой приемы и операции, в свою очередь четко привязанные к определенным календарным срокам, физическому состоянию почвы, погодным условиям, фазам роста и развития растений.

Таким образом, внедрение метода программирования урожая сельскохозяйственных культур, не нарушая традиционной логики технологий, значительно повышает их наукоемкость, четче дозирует назначение отдельных ее элементов, предполагает предсказуемость результата.

Системный подход, составляющий основу метода программирования урожая, отражает десять принципов, сформулированных академиком И. С. Шатиловым.

### **1.1. Принципы программирования урожая**

*Первый принцип* состоит в определении биогидротермических показателей продуктивности фитомассы по приходу солнечной радиации, обеспеченности продуктивной влагой, сумме температур и продолжительности вегетации для конкретной географической зоны, региона или даже поля. Так, во влажных тропиках урожайность биомассы достигает около 500 ц/га, а в арктическом климате – всего 2–3 ц/га. Такая разница уровней урожайности и определена различиями гидротермических показателей среды.

*Второй принцип* учитывается при определении потенциальной урожайности сельскохозяйственных растений и основан на зависимости урожайности от прихода фотосинтетически активной радиации (ФАР) и коэффициента ее использования растениями.

**Третий принцип** предусматривает определение потенциальных возможностей культуры и отбор для возделывания в конкретных природных условиях сортов по их потенциальным возможностям.

**Четвертый принцип** заключается во взаимосвязи урожайности со сформированным в агрофитоценозе фотосинтетическим потенциалом (ФП) и предполагает формирование такого фотосинтетического потенциала, который обеспечивает получение высокого урожая.

**Пятый принцип** предполагает обязательное и правильное применение основных законов научного земледелия и растениеводства.

**Шестой принцип** состоит в разработке системы удобрений, учитывающей эффективное плодородие почвы, а также потребность растений в питательных веществах, необходимых для выращивания программированного урожая высокого качества.

**Седьмой принцип** состоит в разработке и применении комплекса агротехнических мероприятий, учитывающего требования культуры (сорта) к условиям произрастания, а также условия агрометеорологической обстановки. Четкая реализация разработанного комплекса агротехнических мероприятий должна обеспечить получение программированного экономически выгодного урожая.

**Восьмой принцип** предусматривает обеспечение растений влагой в оптимальных количествах; в неорошаемых условиях – определение и поддержание уровня урожайности, исходя из климатических условий и особенностей зоны.

**Девятый принцип** – принцип обязательной защиты растений от вредителей, болезней, сорняков, обеспечивающей выращивание здоровых растений.

**Десятый принцип** предусматривает создание банка данных о биологических особенностях полевых культур, условиях их произрастания, возделываемых сортах (гибридах), экспериментальных материалах, оценивающих различные агротехнические приемы и операции, использование современной вычислительной техники и соответствующих компьютерных программ.

## **1.2. Уровни урожайности, принятые в методе программирования**

В методе программирования урожайности принято вести расчеты и ориентироваться на следующие ее уровни:

1. **Потенциальная урожайность (ПУ)** – предельно возможный уровень урожайности; лимитируется приходом ФАР, ее КПД и биологическими особенностями возделываемых культур и их сортов.

2. **Климатически обеспеченная урожайность (КОУ)** – урожайность, которая может быть получена в конкретных климатических условиях при оптимизации всех остальных факторов жизни растений. Лимитируется КОУ элементами климата, погодой.

3. **Действительно возможная урожайность (ДВУ)** – максимальная урожайность, которая может быть получена на конкретном поле с его реальным плодородием в складывающихся метеорологических условиях. Лимитируется ДВУ плодородием почвы.

4. **Программируемая (ресурсо- и технологически обеспеченная) урожайность (ПрУ)** – это урожайность, которую планируют получить на конкретном поле в соответствии с комплексом разработанных агротехнических мероприятий. Уровень ПрУ определяется через величину КОУ и ДВУ путем оптимизации питательного режима почвы и совершенствования приемов возделывания выращиваемой культуры.

5. **Урожайность в производстве (УП)** – это фактически достигнутый уровень урожайности в конкретном хозяйстве.

### **1.3. Этапы и последовательность выполнения работ по программированию урожайности**

Как следует из изложенного выше, применение метода программирования урожая при возделывании сельскохозяйственных культур предусматривает четкую логику последовательности выполнения организационных процессов, технологических приемов и операций. Последовательность и содержание работ, составляющих сущность метода программирования, можно представить следующим образом.

1. Сбор и накопление информации об объекте программирования (культура, сорт), а также о количественных параметрах условий выращивания (факторах жизни).

2. Анализ достигнутой в предприятии урожайности возделываемой культуры и определение (прогнозирование) уровней возможной урожайности в перспективе.

3. Разработка модели прогнозируемого урожая по элементам структуры и фитометрическим показателям.

4. Разработка технологии возделывания культуры (агротехническая модель), реализация которой должна обеспечить получение урожая, величина которого рассчитана при его прогнозировании.

5. Воплощение на практике разработанной технологии.

6. Разработка программы и осуществление контроля за формированием урожая возделываемой культуры (агрономический и биологический контроль) и контроля за реализацией и выполнением технологической карты. В случае необходимости – внесение соответствующих корректив в принятую технологию.

7. Уборка и учет урожая. Определение фактических элементов его структуры. Анализ полученных при учете урожая данных. Оценка степени соответствия фактических показателей прогнозным. Формулирование выводов на перспективу.

## **Р а з д е л 2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАКТОРОВ ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ (УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ) И ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Руководствуясь приведенной выше схемой последовательности выполнения работ по программированию урожайности полевых культур, на частных примерах рассмотрим сущность и методику реализации основных этапов.

### **2.1. Условия выращивания возделываемой культуры и ее биологические особенности**

В реальных условиях сельскохозяйственного производства источниками информации служат: годовые отчеты сельхозпредприятия; перспективные планы его развития; материалы статистической отчетности; текущие и среднемноголетние данные агрометеорологических станций; Государственные реестры сортов и древесно-кустарниковых пород, издаваемые ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых и технических культур, опубликованные в виде сборников отраслевых регламентов Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; различные справочники.

В учебной работе основными источниками информации будут служить задания, выдаваемые преподавателем, отчеты студентов о прохождении производственной практики, приложения к настоящему пособию, справочники, а также Государственные реестры сортов, отраслевые регламенты, учебная литература.

Сведения, полученные из указанных источников информации и представляющие собой исходные данные для работы, систематизируются и заносятся в рабочую тетрадь студента. При этом в качестве примерных могут быть использованы формы записей и таблиц, предлагаемые ниже.

### **2.1.1. Почвенные условия и факторы жизни растений, их соответствие биологическим требованиям возделываемых сельскохозяйственных культур**

#### **Исходные данные Место, общая характеристика поля**

Район, область \_\_\_\_\_  
 Сельхозпредприятие \_\_\_\_\_  
 Севооборот \_\_\_\_\_ Поле \_\_\_\_\_ Площадь \_\_\_\_\_ га  
 Рельеф и конфигурация поля \_\_\_\_\_  
 Предшественник \_\_\_\_\_ предпредшественник \_\_\_\_\_  
 Удобрения, внесенные под предшественник \_\_\_\_\_  
 Гербициды, использованные при возделывании предшественника \_\_\_\_\_

Почвенно-географический и агроклиматический регион. Его характеристика \_\_\_\_\_

#### **Агрохимическая и агрофизическая характеристика почвы поля**

**Т а б л и ц а 1. Биологические, агрофизические и агрохимические факторы плодородия почвы и их оптимальные значения (технологическая модель плодородия почвы)**

Тип почвы, факторы плодородия	Значение фактора	
	фактическое	оптимальное
Генетический тип и подтип почвы		
Тип почвы по гранулометрическому составу		
Подстилаяющая порода		
Мощность гумусового горизонта, см		
Содержание гумуса, %		
Мощность пахотного слоя, см		
Водопрочность макроструктуры, %		

Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>		
Порозность общая, %		
Капиллярная влагоемкость, %		
Кислотность почвы pH солевой вытяжки		
Гидролитическая кислотность Нг, мг/экв на 100 г почвы		
Степень насыщенности основаниями V, %		
Сумма поглощенных оснований S, мг/экв на 100 г почвы		
Подвижный фосфор P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы		
Подвижный калий K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы		
Микробиологическая активность почвы		
Балл бонитета почвы поля		
Другие особенности почвы (закаменность, окультуренность, обеспеченность микроэлементами и др.)		

На основании данных табл. 1 составляется заключение, представляющее собой качественную оценку почвы поля, на котором планируется возделывание культуры с использованием метода программирования урожайности. Иными словами, почве дается агрономическая оценка, определяющая:

- позитивные и негативные показатели в характеристике почвы;
- класс почв по обеспеченности подвижными формами фосфора и калия, кислотности и потребности в известковании;
- индекс плодородия и окультуренности;
- степень пригодности оцениваемой почвы для выращивания рассматриваемой культуры.

Оценивая данные табл. 1, следует указать, по каким параметрам почва может обеспечить максимальную продуктивность растений, а по каким требуется улучшение и какими приемами. Материалы, позволяющие провести такую оценку данных табл. 1, приведены в прил. 1.

Важным фактором, оказывающим влияние на урожайность и характеризующим один из биологических параметров, определяющих урожайный потенциал поля, являются его фитопатологические показатели. Видовой состав вредных организмов, присущих для поля и возделываемой культуры, может быть позаимствован из отчетов студентов о прохождении практики либо выдан преподавателем в форме задания. Пороги вредоносности наиболее распространенных вредителей, болезней, сорных растений, разработанных Белорусским НИИ защиты растений, приводятся в прил. 2.

### **Фитопатологические показатели**

Наиболее распространенные вредители \_\_\_\_\_

Порог вредоносности \_\_\_\_\_

Основные болезни \_\_\_\_\_

Порог вредоносности \_\_\_\_\_

Преобладающие виды сорняков \_\_\_\_\_

Максимально допустимое количество на 1 м<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

Сравнение фактических показателей, характеризующих фитосанитарное состояние посевов, с примерными критериями их оценки и порогами вредоносности, дает основание для вывода о здоровье почвы и растений возделываемой культуры, а также основание для разработки соответствующих защитных агромероприятий.

### **2.1.2. Агрометеорологические условия региона и обеспеченность возделываемых культур климатическими факторами**

Основными факторами жизни растений, определяемыми особенностями климата региона, являются солнечная радиация, термический фактор, влагообеспеченность. Источником информации о количественных характеристиках названных факторов служат прежде всего агроклиматические справочники, а также текущие данные ближайших агрометеостанций. Данных, которые приведены в прил. 3, достаточно для оценки региона по основным показателям климата и последующих расчетов потенциальной и климатически обеспеченной урожайности.

Нужные метеоданные в виде заполненных граф, заносятся в рабочие тетради (табл. 2–5).

#### **Радиационный режим**

Т а б л и ц а 2. Приход солнечной радиации

Месяц	Приход суммарной солнечной радиации, ккал/см <sup>2</sup> (кДж/см <sup>2</sup> )	Приход ФАР, ккал/см <sup>2</sup> (кДж/см <sup>2</sup> )	% ФАР
Январь			
Февраль			

Март			
Апрель			
Май			
Июнь			
Июль			
Август			
Сентябрь			
Октябрь			
Ноябрь			
Декабрь			

Приход ФАР за вегетационный период оцениваемого региона  
\_\_\_\_\_ ккал/см<sup>2</sup> (кДж/см<sup>2</sup>)

\_\_\_\_\_ ккал/м<sup>2</sup> (кДж/м<sup>2</sup>)

\_\_\_\_\_ ккал/га (кДж/га)

### Температурный режим

Т а б л и ц а 3. Средняя температура воздуха по декадам

Декада	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1												
2												
3												
Среднемесячная												

Т а б л и ц а 4. Даты наступления средних суточных температур воздуха выше определенных пределов и число дней с температурой, превышающей эти пределы

Показатель	0°	5°	10°	15°	Безморозный период, дн.
Начало периода, дата					
Конец периода, дата					
Продолжительность периода, дн.					

### Водный режим

Т а б л и ц а 5. Сумма осадков по декадам, мм

Декада	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1													x
2													x
3													x
Σ													

Годовая сумма осадков \_\_\_\_\_ мм, сумма осадков за вегетационный период \_\_\_\_\_ мм.

Почвенные влагозапасы:

весной (время возобновления весенней вегетации озимых или на дату посева яровых культур) в метровом слое почвы \_\_\_\_\_; уровень залегания грунтовых вод, м \_\_\_\_\_.

Фактические данные, приведенные при заполнении табл. 2–5, дают основание для агрономической оценки климатических ресурсов региона в целом. Эта оценка включает определение продолжительности вегетационного периода, степени обеспеченности полевых культур в границах его продолжительности солнечной радиацией, теплом, влагой. Важным положением в оценке климатических ресурсов региона является заключение о крайних точках проявления факторов, их варьировании и возможном сочетании.

### **2.1.3. Биологические особенности возделываемой культуры. Степень соответствия их почвенно-климатическим условиям**

На основании данных учебной и научной литературы описываются биологические особенности возделываемой культуры. В этой части работы внимание акцентируется на особенностях ее роста и развития, реакции на факторы жизни (почва, элементы почвенного питания, солнечная радиация, тепло, влага), потребности в них.

После заполнения табл. 2–5 и описания биологических особенностей рассматриваемой культуры делается вывод о степени соответствия почвенно-климатических условий региона, количественных характеристик и параметров факторов жизни растений их биологическим требованиям.

Далее, завершая биологическую характеристику культуры и предваряя информацию для последующих расчетов, составляется таблица, материалы которой характеризуют структуру,

продолжительность межфазных периодов и общую продолжительность вегетационного периода рассматриваемого вида и сорта растений. (Приведенная таблица отвечает специфике озимых культур). Унифицировать же, учитывая разнообразие полевых растений и разнообразие их особенностей, данную таблицу, естественно, невозможно. Для культур с другим характером роста и развития фенофазы записываются соответственно их особенностям.

### **Вегетационный период возделываемой культуры и даты наступления фенофаз**

Т а б л и ц а 6. Даты наступления фенофаз и продолжительность межфазных периодов \_\_\_\_\_

(культура)

Фенофазы и межфазные периоды	Дата начала периода	Дата окончания периода	Продолжительность межфазных периодов, дн.
Посев	х		
Всходы			
3-й лист			
Кушение			
Прекращение осенней вегетации			
Возобновление весенней вегетации			
Кушение			
Выход в трубку			
Колошение			
Цветение			
Молочная спелость			
Восковая спелость			
Полная спелость			
Уборка			
Продолжительность вегетационного периода			

Для наглядности данные, приведенные в табл. 6, целесообразно представить в виде рисунка (графика). Используя материал табл. 2–6, прил. 3, 4, составляют заключение, в котором рассматриваемая

культура характеризуется посредством оценки особенностей роста и развития, а также посредством реакции на факторы жизни.

### **Р а з д е л 3. ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОЙ УРОЖАЙНОСТИ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

#### **3.1. Общие положения**

Чаще всего фактически достигнутый уровень урожайности оценивается путем сравнения с урожайностью предыдущего года, средней урожайностью ряда лет, с уровнем урожайности в предприятиях, которые расположены в сходных условиях или при возделывании той или иной культуры с применением различных технологий и др. Сравнимые величины выражают как в натуральных показателях (килограммы, центнеры, тонны), так и в относительных (проценты, соотношения, разы). Например, урожайность ячменя в сельхозпредприятиях Могилевской области в 2012 г. составила 38,9 ц/га, в 2011 г. – 33,9 ц/га. Необходимо сравнить данные урожайности по годам исследований (табл. 7).

**Т а б л и ц а 7. Сравнительная урожайность ячменя в сельхозпредприятиях Могилевской области в 2011 и 2012 гг.**

Год	Урожайность, ц/га	Изменение урожайности	
		± ц/га	± %
2011	33,9	–	–
2012	38,9	+5,0	+14,8

Еще нагляднее выглядит иллюстрация в виде графиков, диаграмм и др. Однако приведенные фактические данные требуют профессионального комментария: за счет каких факторов получен дополнительный урожай. То ли более благоприятно сложились погодные условия, то ли посевы получили большее количество питательных веществ в виде удобрений, то ли проявили себя организационные факторы? Начали возделывать новый, более урожайный сорт.

В научном эксперименте достоверность величины прибавки (снижения) урожайности под влиянием изучаемого фактора (факторов) определяется с помощью математической обработки данных и установления существенности различий. Чаще всего при анализе

данных полевых экспериментов в растениеводстве применяют дисперсионный, корреляционный, регрессионный, факторный и другие методы анализа. Некоторые из этих методов с успехом могут быть использованы и при анализе урожайности в сельхозпредприятиях.

Для оценки фактического уровня урожайности в том или ином сельхозпредприятии располагать информацией о ней за один-два года, естественно, недостаточно. Необходимо владеть данными, характеризующими урожайность и факторы, ее определяющие, за 10–15 лет. В таком случае можно построить вариационные ряды, оценить степень варьирования данных (прежде всего самой урожайности) по годам, установить зависимости и тенденции в динамике.

Осуществляя агрономический анализ достигнутого уровня урожайности, очень важно установить зависимость между ней и качественными характеристиками (прежде всего плодородием) почв. Важным элементом агрономического анализа является установление зависимостей между урожайностью и применяемыми технологическими приемами, качеством и своевременностью их выполнения. Глубоко научную оценку достигнутому уровню урожайности дает анализ по элементам структуры урожая, по уровню использования солнечной радиации.

В методе программирования урожаев применяют ряд специальных методик, позволяющих, прогнозируя уровень возможных урожаев, оценить не только сам факт роста (снижения) урожайности, но и дать количественную биологическую оценку вклада в урожай каждого из основных факторов жизни растений. Иначе говоря, методы расчетов, с помощью которых прогнозируются уровни возможных урожаев по степени обеспеченности тем или иным фактором, одновременно могут быть использованы и для оценки и анализа фактической урожайности.

Путем сравнения фактического уровня урожайности с возможным уровнем, установленным с помощью различных расчетных методов, определяется ресурс ее роста, а также целесообразность дополнительных затрат, без которых повышение и рост урожайности мало вероятны.

Как отмечалось ранее, одним из этапов осуществления метода программирования урожаев является этап, задача которого – прогнозирование урожайности. А это значит определение и установление того уровня урожайности, для достижения которого

будет разрабатываться и реализовываться технология возделывания рассматриваемой культуры. Совершенно очевидно, что прогнозирование урожайности, как всякая попытка прогнозирования событий, предполагает предварительную оценку и взвешивание множества фактов и факторов.

А отсюда и то многообразие подходов, которое имеет место при осуществлении прогнозирования как определенного действия. Для прогнозирования урожайности используют целый ряд методов. Чаще всего прибегают к методам *экспертных оценок, аналогий, математико-статистических моделей*, методам, основанным на *использовании обобщенных агроклиматических и почвенных показателей, показателей элементов структуры урожая*.

В основе метода экспертных оценок лежит профессионализм, опыт, видение явления специалистами. Существенный недостаток метода – неизбежное проявление субъективизма. Впрочем, к методу экспертных оценок приходится прибегать в любом случае на заключительном этапе прогнозирования.

Метод аналогий реализуется путем сравнительного анализа и оценки определенных явлений и событий, например: проведение аналогий между возможностями сходных полей, участков, урожайностью, полученной в сходные по метеоусловиям годы.

### **3.2. Анализ достигнутой и прогнозирование возможной урожайности на основе математико-статистических методов**

Прогнозирование, так же как и созвучное прогнозированию планирование урожайности, предполагает, во-первых, своего рода шаг (взгляд) в будущее, а во-вторых, для того чтобы осуществить этот шаг, требуется оценка отправной для этого шага величины, т. е. оценка и анализ достигнутого уровня урожайности.

Подход к оценке достигнутой урожайности не зависит от объемов и масштабов оцениваемого – то ли это ряд лет для одного предприятия, то ли сравниваются в одном и том же году уровни урожайности, достигнутые в отдельных сельхозпредприятиях района или структурных подразделениях хозяйства. В принципе во всех случаях изначальный подход одинаков.

Наиболее объективным показателем достигнутого уровня фактической урожайности, аккумулировавшим в себя влияние на урожайность и погодных факторов, и позитивных моментов, и

просчетов в технологии возделывания, является средняя урожайность за ряд лет (средняя многолетняя). Рассчитывается она как средняя арифметическая величина, получаемая в виде частного от деления суммы, полученной в результате сложения величин урожайности рассматриваемых лет, на их число.

Например, средняя урожайность ячменя в РУП «Учхоз БГСХА» за 2001–2013 гг. составила 52,6 ц/га (табл. 8).

Т а б л и ц а 8. Урожайность ячменя в РУП «Учхоз БГСХА» за 2001–2013 гг.

Год													Σ	Среднее за 2001–2013 гг.
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
42,9	49,9	60,0	57,2	51,7	45,5	56,4	59,1	56,9	45,9	46,0	58,7	53,2	683,4	52,6
Отклонение (±) от средней многолетней														
-9,7	-2,7	+7,4	+4,6	-0,9	-7,1	+3,8	+6,5	+4,3	-6,7	-6,6	+6,1	+0,6	-	-

Однако в ряде случаев такого рода механическое сложение и деление может дать необъективный результат. Например, в сельхозпредприятии сахарную свеклу выращивали на двух участках. Площадь первого 100 га, второго – 30 га. На первом участке собрали по 400 ц с каждого гектара, на втором – по 600. В данном случае, чтобы определить среднюю урожайность сахарной свеклы по хозяйству, следует рассчитывать не среднеарифметическую, а средневзвешенную величину урожайности:

$$400 \text{ ц/га} \cdot 100 \text{ га} = 40\ 000 \text{ ц}$$

$$600 \text{ ц/га} \cdot 30 \text{ га} = 18\ 000 \text{ ц}$$

$$40\ 000 \text{ ц} + 18\ 000 \text{ ц} = 58\ 000 \text{ ц}$$

$$58\ 000 \text{ ц} : 130 \text{ га} = 446,2 \text{ ц/га, но не}$$

$$400 \text{ ц/га} + 600 \text{ ц/га} = 1000 \text{ ц}$$

$$1000 \text{ ц} : 2 = 500 \text{ ц/га.}$$

Оценивая любой объект (в том числе, естественно, урожайность), прежде всего руководствуются критериями «много-мало», «хорошо-плохо». Однако эти эпитеты не несут количественной характеристики в форме того или иного измерения. Существуют специальные методы таких оценок. Следует ориентироваться на те методы расчетов,

которые позволяют одновременно с оценкой, анализом уровня достигнутой урожайности прогнозировать ее возможную величину.

Сравнивая среднюю многолетнюю величину урожайности ячменя со значениями отдельных лет, с одной стороны, наблюдают определенные частные отклонения ( $\pm$ ) по отношению к средней величине, с другой – прослеживается общая тенденция поступательного роста урожайности (см. табл. 8). Чтобы выяснить степень этого роста и воспользоваться этим в прикладных целях прогнозирования урожайности, рассмотрим несколько методов выравнивания динамических рядов.

### **3.2.1. Метод аналитического выравнивания динамических рядов урожайности**

Сущность метода выравнивания динамических рядов заключается в том, что, используя ту или иную методику расчета, находят условную базовую урожайность рассматриваемой культуры в некоем базовом отправном году, а также некую условную среднегодовую величину приростов урожайности в анализируемый отрезок времени. Прибавив изначально к условной базовой, а затем к каждой новой рассчитанной величине урожайности условную среднегодовую величину приростов урожайности, определяем выравненный динамический ряд. Прибавив к урожайности заключительного года анализируемого периода эту среднегодовую величину ее прироста, находим (прогнозируем) величину урожайности следующего (искомого) года.

В основу метода положен постулат об устойчивой тенденции повышения урожайности во времени за счет непрерывного совершенствования технологии возделывания сельскохозяйственных растений. Тенденция приростов урожайности в динамическом ряду выявляется в результате абстрагирования от возможных случайных изменений и колебаний. Постулат базируется на обобщенном совокупном результате хозяйственной деятельности предприятия. Частное влияние на величину урожайности конкретных факторов (дозы, формы и сроки внесения удобрений, сортовой состав культур и качество семенного материала, мероприятия по защите растений, система и приемы обработки почвы и т. д.) остается «за кадром». Во внимание принимается совокупное влияние всех факторов. Само выравнивание динамических рядов урожайности с их дальнейшей экстраполяцией может быть осуществлено несколькими способами.

**Выравнивание по среднему абсолютному приросту.** Это наиболее простой метод выравнивания динамического ряда. Сущность его выражается формулой

$$A = \frac{Y_n - Y_B}{n}, \quad (1)$$

где  $A$  – величина среднего абсолютного прироста;

$Y_n$  – урожайность в заключительном году рассматриваемого периода, ц/га;

$Y_B$  – урожайность в начальном (базовом) году рассматриваемого периода, ц/га;

$n$  – количество лет рассматриваемого периода или порядковый номер года.

Серьезным недостатком этого метода является то, что в расчет принимаются только уровни урожайности в начальном и заключительном годах рассматриваемого периода. Уровни же в середине ряда не учитываются. Поэтому, если крайние уровни были подвержены сильным случайным колебаниям, искомая тенденция будет искажена. Если прирост урожайности все годы происходил примерно равными темпами, то можно рассчитывать на объективность результата. Указанную выше величину среднегодового абсолютного прироста можно рассчитать по формуле

$$A = \frac{\Sigma A}{n},$$

где  $\Sigma A$  – сумма ежегодных приростов;

$n$  – число этих приростов (не лет!).

В случае, когда приросты урожайности носят более или менее выравненный характер, прибегают к выравниванию динамического ряда по среднему коэффициенту роста. Этот метод расчета является одним из наиболее распространенных.

**Выравнивание по среднему коэффициенту роста.** Средний коэффициент роста (среднегодовой темп роста) урожайности  $\bar{K}$  рассчитывается по формуле

$$\bar{K} = \sqrt[n-1]{\frac{Y_n}{Y_B}}, \quad (2)$$

где  $\bar{K}$  – искомый средний коэффициент роста;

$n$  – количество лет изучаемого периода;

$Y_n$  – урожайность в заключительном году анализируемого периода, ц/га;

$Y_0$  – урожайность в базовом году, ц/га.

Собственно, выравнивание урожайности по годам с последующей экстраполяцией производится с помощью уравнения

$$Y_x = Y_0 \cdot K, \quad (3)$$

где  $Y_x$  – урожайность в искомом году, ц/га;

$Y_0$  – урожайность в оцениваемом году, ц/га;

$K$  – средний коэффициент роста.

Выполним соответствующие расчеты с использованием рассмотренных выше методов выравнивания динамических рядов на примере оценки динамического ряда урожайности овса в РУП «Учхоз БГСХА» за период с 2005 по 2009 г. (прогнозирование урожайности на 2010 г.) (табл. 9).

Т а б л и ц а 9. Динамика урожайности овса в РУП «Учхоз БГСХА» за период с 2005 по 2009 г.

Год	Порядковый номер года	Фактическая урожайность овса, ц/га	Выравнивание	
			по среднему абсолютному приросту	по среднему коэффициенту роста
	$n$	$Y$	$Y_n = Y_0 + A_n$	$Y_n = Y_0 \cdot K_n$
2005	0	38,7	38,7	38,7
2006	1	39,4	42,9	42,4
2007	2	51,7	47,1	46,4
2008	3	52,9	51,3	50,8
2009	4	55,5	55,5	55,6

$Y_n$  – выравненное значение урожайности в динамическом ряду.

$$Y_n = Y_0 + A_n \quad Y_n = Y_0 \cdot K_n$$

Определяем средний абсолютный прирост:

$$A = \frac{Y_n - Y_0}{n} = \frac{55,5 - 38,7}{4} = \frac{16,8}{4} = 4,2 \text{ ц}$$

и средний коэффициент роста:

$$K = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_B}} = \sqrt[n-1]{\frac{55,5-38,7}{38,7}} = \sqrt[4]{1,4341} = 1,0943$$

Выравненный динамический ряд в первом случае составит:

38,7 + 4,2 = 42,9 ц; 42,9 + 4,2 = 47,1 ц;

47,1 + 4,2 = 51,3 ц; 51,3 + 4,2 = 55,5 ц;

во втором случае:

38,7 · 1,0943 = 42,4 ц; 42,4 · 1,0943 = 46,4 ц;

46,4 · 1,0943 = 50,8 ц; 50,8 · 1,0943 = 55,6 ц.

Коэффициент роста урожайности может быть выражен в процентах. Тогда темп роста урожайности овса в РУП «Учхоз БГСХА» за 2005–2009 гг. составил: 1,0943 · 100 = 109,43 %.

Основываясь на выполненных выше расчетах, прогнозировать урожайность овса в РУП «Учхоз БГСХА» в следующем календарном году можно на уровне:

1. 55,5 + 4,2 = 59,7 ц/га;

2. 55,6 · 1,0943 = 60,8 ц/га или

3.  $\frac{55,6 \cdot 109,43}{100} = 60,8$  ц/га.

Таким образом, урожайность овса составит 60 ц/га.

**Выравнивание по способу наименьших квадратов.** Выполняется с использованием различных видов математических уравнений, выбор которых определяется тенденциями проявления фактической урожайности в разные годы (поступательный динамический рост, его отсутствие или, наоборот, закономерное снижение урожайности в виде прямой линии, параболы или гиперболы и др.). Наиболее простым и чаще других используемым является решение с применением уравнения линейной регрессии (уравнение прямой линии):

$$Y_n = a_0 + v \cdot n, \quad (4)$$

где  $Y_n$  – выравненное значение урожайности, в том числе прогнозируемой, ц/га;

$a_0$  и  $v$  – параметры искомой прямой линии, которые характеризуют начальный уровень и средний ежегодный прирост;

$n$  – фактор времени, т. е. порядковый номер года.

Для решения уравнения вернемся к данным табл. 8 и проведем ряд подготовительных расчетов (табл. 10).

Таблица 10. Урожайность ячменя (фактическая и выравненная по уравнению прямой линии) в РУП «Учхоз БГСХА»

Год	Фактический уровень	Порядков	Квадраты номеров	Урожайность ×	Выравненный	Отклонения фактического уровня	Квадраты отклонений фактического
-----	---------------------	----------	------------------	---------------	-------------	--------------------------------	----------------------------------

	урожайности, ц/га	ый номер года	-ров лет	номер года	уровень урожайности, ц/га	урожайности от выравненного, ц/га	о уровня урожайности от выравненного
	У	п	п <sup>2</sup>	У · п	У <sub>п</sub>	У – У <sub>п</sub>	(У – У <sub>п</sub> ) <sup>2</sup>
2001	42,9	0	0	0	51,25	-8,35	69,72
2002	49,9	1	1	49,9	51,47	-1,57	2,47
2003	60,0	2	4	120,0	51,69	+8,31	89,06
2004	57,2	3	9	171,6	51,91	+5,29	28,00
2005	51,7	4	16	206,8	52,13	-0,43	6,19
2006	45,5	5	25	227,5	52,35	-6,85	46,92
2007	56,4	6	36	338,4	52,57	+3,83	14,67
2008	59,1	7	49	413,7	52,79	+6,31	39,82
2009	56,9	8	64	455,2	53,01	+3,89	15,13
2010	45,9	9	81	413,1	53,23	-7,33	53,73
2011	46,0	10	100	460,0	53,45	-7,45	55,50
2012	58,7	11	121	645,7	53,67	+5,03	25,30
2013	53,2	12	144	638,4	53,89	-0,69	0,48
Итого	683,4	78	650	4140,3	683,41	0,00	440,99
Среднее	52,57				—		
2014					54,11		

При выравнении по способу наименьших квадратов, т. е., по сути, при определении параметров уравнения, выдвигается требование о том, чтобы сумма квадратов отклонений выравненных уровней урожайности от фактических была минимальной:

$$\sum (Y - Y_n)^2 = \min,$$

где  $Y$  – значение уровней фактического ряда;

$Y_n$  – значение уровней на оцениваемой прямой линии.

Чтобы найти искомые параметры ( $a_0$  и  $b$ ) уравнения (4), необходимо решить систему нормальных уравнений с двумя неизвестными, удовлетворяющую названному выше требованию:

$$\begin{aligned} \sum Y &= n \cdot a_0 + b \cdot \sum n, \\ \sum Y_n &= a_0 \cdot \sum n + b \cdot \sum n^2, \end{aligned}$$

где  $Y$  – фактические уровни ряда динамики;

$n$  – порядковый номер года.

Для решения системы уравнений используем данные табл. 10:

$$683,4 = 13 \cdot a_0 + 78 \cdot b;$$

$$4140,3 = 78 \cdot a_0 + 650 \cdot b.$$

Разделим члены уравнений на коэффициенты при  $a_0$ :

$$683,4 : 13 = 52,57; \quad 78 : 13 = 6,00;$$

$$4140,3 : 78 = 53,08; \quad 650 : 78 = 8,33.$$

В результате система уравнений имеет следующий вид:

$$52,57 = a_0 + 6,00 \cdot b,$$

$$53,08 = a_0 + 8,33 \cdot v.$$

Вычитая из второго уравнения первое:

$$53,08 - 52,57 = a_0 - a_0 + (8,33 - 6,00) \cdot v,$$

$$\text{получаем: } 0,51 = 2,33 \cdot v; \quad v = 0,51 : 2,33 = 0,22.$$

Подставив в любое уравнение полученное значение  $v = 0,22$ , находим:

$$52,57 = a_0 + 6,00 \cdot 0,22$$

$$a_0 = 52,57 - 1,32 = 51,25;$$

$$53,08 = a_0 + 8,33 \cdot 0,22$$

$$a_0 = 53,08 - 1,83 = 51,25.$$

Таким образом, начальный выравненный уровень урожайности ячменя (2001 г.) в РУП «Учхоз БГСХА» составляет 51,25 ц/га. При этом средний ежегодный прирост урожайности – 0,22 ц/га и, следовательно, прогнозируемая на 2014 г. урожайность ячменя равна:

$$53,89 + 0,22 = 54,11 \text{ ц/га, на 2015 г.: } 54,11 + 0,22 = 54,33 \text{ ц/га. Фактическая урожайность ячменя в 2014 и 2015 гг. составила 56,6 и 50,1 ц/га соответственно.}$$

Приведенные расчеты раскрывают последовательность и логику их выполнения, однако без определенных навыков и подготовки могут вызвать некоторые затруднения в их осуществлении. Ниже приводится решение той же задачи более простым способом.

Используя данные табл. 8, заполняем исходные графы табл. 11 и выполняем предварительные расчеты для заполнения остальных граф в таблице. Для выравнивания значений урожайности и расположения их в виде выравненного динамического ряда производим заключительные расчеты с помощью уравнения (4).

Значения  $a_0$  и  $v$  находим по следующим формулам:

$$a_0 = \frac{\Sigma Y}{n}, \quad (5)$$

$$v = \frac{\Sigma (Y \cdot t)}{\Sigma t^2}. \quad (6)$$

Таблица 11. Выравнивание динамического ряда урожайности ячменя в РУП «Учхоз БГСХА» за 2001–2013 гг.

Год	Фактическая	Порядковый номер	Отклонение	Квадрат отклонения	Произведение	Выравненная
-----	-------------	------------------	------------	--------------------	--------------	-------------

	урожай- ность ячменя, ц/га	уровней	порядков ого номера уровней от среднего номера	ния	значений	урожайно сть, ц/га
	У	(n)	(t)	(t <sup>2</sup> )	(У · t)	У
2001	42,9	1	-6	36	-257,4	51,19
2002	49,4	2	-5	25	-247,0	51,42
2003	60,0	3	-4	16	-240,0	51,65
2004	57,2	4	-3	9	-171,6	51,88
2005	51,7	5	-2	4	-103,4	52,11
2006	45,5	6	-1	1	-45,5	52,34
2007	56,4	7	0	0	0	52,57
2008	59,1	8	1	1	59,1	52,80
2009	56,9	9	2	4	113,8	53,03
2010	45,9	10	3	9	137,7	53,26
2011	46,0	11	4	16	184,0	53,49
2012	58,7	12	5	25	293,5	53,72
2013	53,2	13	6	36	319,2	53,95
Итого	683,4	-	0	182	42,4	-
Среднее	52,57					
Прогноз на 2014 г.						54,18

Отсюда

$$a_0 = \frac{\sum Y}{n} = \frac{683,4}{13} = 52,57 \text{ ц,}$$

$$b = \frac{\sum (Y \cdot t)}{\sum t^2} = \frac{42,4}{182} = 0,23 \text{ ц.}$$

Подставив полученные данные в формулу (4), которой придадим вид  $Y_n = a_0 + b \cdot t$ , получим:

$$Y_1 = 52,57 + 0,23 \cdot (-6) = 51,19$$

$$Y_2 = 52,57 + 0,23 \cdot (-5) = 51,42$$

$$Y_3 = 52,57 + 0,23 \cdot (-4) = 51,65$$

$$Y_4 = 52,57 + 0,23 \cdot (-3) = 51,88$$

$$Y_5 = 52,57 + 0,23 \cdot (-2) = 52,11$$

$$Y_6 = 52,57 + 0,23 \cdot (-1) = 52,34$$

$$Y_7 = 52,57 + 0 = 52,57$$

$$Y_8 = 52,57 + 0,23 \cdot 1 = 52,80$$

$$\begin{aligned}
 Y_9 &= 52,57 + 0,23 \cdot 2 = 53,03 \\
 Y_{10} &= 52,57 + 0,23 \cdot 3 = 53,26 \\
 Y_{11} &= 52,57 + 0,23 \cdot 4 = 53,49 \\
 Y_{12} &= 52,57 + 0,23 \cdot 5 = 53,72 \\
 Y_{13} &= 52,57 + 0,23 \cdot 6 = 53,95 \\
 Y_{14} &= 52,57 + 0,23 \cdot 7 = 54,18
 \end{aligned}$$

Таким образом, получили расчетную величину возможной в 2014 г. урожайности, практически эквивалентную той, которая была получена в предыдущем расчете.

Итак, руководствуясь для выравнивания динамического ряда урожайности ячменя уравнением прямой линии, находим, что прогнозируемая на 2014 г. урожайность ячменя в РУП «Учхоз БГСХА» составит 54,11–54,18 ц/га. Однако с учетом реалий фактической урожайности (экспертная оценка) прогнозируемую урожайность логичнее всего определить в границах 54–55 ц с 1 га.

### **3.3. Анализ достигнутой и прогнозирование возможной урожайности по степени обеспеченности растений естественными факторами жизни**

#### **3.3.1. Определение потенциальной урожайности (ПУ)**

Как отмечалось выше, в методе программирования урожаев потенциальной принято считать максимально возможную урожайность, которую способен сформировать высокоурожайный сорт рассматриваемой культуры. При этом подразумевается, что растения оцениваемой культуры (сорта) обеспечены всеми факторами жизни в оптимальных количествах и соотношениях.

В основе прогнозирования ПУ лежит определение соотношения между количеством энергии приходящей фотосинтетически активной радиации и количеством энергии, аккумулированной в биомассе урожая.

Методика расчета ПУ по приходу ФАР и коэффициенту ее использования предложена профессором А. А. Ничипоровичем:

$$\text{ПУ} = \frac{\sum Q_{\text{фар}} \cdot K_{\text{фар}}}{}, \quad (7)$$

$$10^4 \cdot q$$

где ПУ – потенциальная биологическая урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га;

$\Sigma Q_{\text{фар}}$  – приход суммарной ФАР за период вегетации культуры в данной зоне, млрд. ккал/га (кДж/га);

$K_{\text{фар}}$  – планируемый КПД фотосинтетически активной радиации, %;

$q$  – калорийность 1 кг сухой биомассы урожая, ккал/кг (кДж/кг).

Фотосинтетически активной является видимая (световая) часть (длина волны 380–710 нм) всей приходящей солнечной радиации. Количество приходящей суммарной ФАР зависит от времени года, региона. Выражается в килокалориях или килоджоулях энергии, приходящей на 1 см<sup>2</sup> поверхности (поля, Земли вообще). Данные о количестве приходящей ФАР по временам года в том или ином регионе находят в агроклиматических справочниках (прил. 3.2). Коэффициент ( $K_{\text{фар}}$ ) использования в продуктах фотосинтеза энергии приходящей ФАР выражается в процентах. Интервал, в границах которого колеблется этот показатель, достаточно велик. А. А. Ничипоровичем была предложена следующая градация уровней использования посевами ФАР:

0,5 – 1,5 % – низкий;

1,5 – 3,0 % – средний;

3,0 – 5,0 % – высокий;

5,0 – 7,0 % – очень высокий;

7,0 – 10,0 % – теоретически возможный.

Для пересчета найденной величины потенциальной биологической урожайности (ПУ) на стандартную влажность используют уравнение

$$ПУ_{\text{ст. вл}} = \frac{ПУ}{100 - B_{\text{ст}}} \cdot 100, \quad (8)$$

где  $B_{\text{ст}}$  – стандартная влажность (прил. 4.11).

Чтобы получить ПУ хозяйственно ценной части урожая (зерно, клубни и др.) стандартной влажности в уравнение вводится дополнительный показатель  $C$  (прил. 5.1):

$$ПУ = \frac{ПУ}{C} \cdot 100, \quad (9)$$

$$(100 - B_{\text{ст}}) \cdot C$$

где  $C$  – сумма составляющих (слагаемых) урожая (зерно + солома, клубни + ботва, корнеплоды + ботва).

Величину ПУ зерна или другой основной продукции можно также рассчитать с помощью уравнения, предложенного профессором Х. Г. Тоомингом:

$$ПУ_{\text{хоз}} = 10^4 \cdot K_{\text{фар}} \cdot K_m \cdot \frac{\sum Q_{\text{фар}}}{q}, \quad (10)$$

где  $ПУ_{\text{хоз}}$  – потенциальная урожайность зерна или другой продукции при стандартной влажности, ц/га;

$\sum Q_{\text{фар}}$  – суммарный приход ФАР за период вегетации культуры, ккал/см<sup>2</sup>;

$K_m$  – коэффициент хозяйственной эффективности урожая (см. прил. 5.1).

Данные, полученные в результате выполненных расчетов, заносятся в табл. 12.

Т а б л и ц а 12. Расчет потенциальной урожайности \_\_\_\_\_ по приходу \_\_\_\_\_ (культура) суммарной ФАР и величине коэффициента ее использования

Показатель	Процент использования ФАР		
	низкий	средний	высокий
1. Приход суммарной солнечной радиации за вегетационный период, ккал/см <sup>2</sup> (кДж/см <sup>2</sup> )			
2. Приход суммарной солнечной радиации за вегетационный период, млрд. ккал/га (кДж/га)			
3. Приход суммарной ФАР за вегетационный период, ккал/см <sup>2</sup> (кДж/см <sup>2</sup> )			
4. Приход суммарной ФАР за вегетационный период, ккал/га (кДж/га)			
5. Планируемый КПД ФАР, %			
6. Будет аккумулировано в урожае энергии ФАР, млн. ккал (кДж)			
7. Калорийность биомассы урожая, ккал/кг (кДж/кг)			
8. Калорийность хозяйственно ценной части урожая, ккал/кг (кДж/кг)			
9. Возможная урожайность сухой биомассы, ц/га (т/га)			

10. Стандартная влажность, %			
11. Возможная урожайность биомассы при стандартной влажности, ц/га (т/га)			
12. Соотношение основной и побочной продукции			
13. Возможная урожайность зерна при стандартной влажности, ц/га (т/га)			
14. Возможная урожайность соломы при стандартной влажности, ц/га (т/га)			
15. Коэффициент хозяйственной эффективности урожая			
16. Потенциальная урожайность основной продукции, рассчитанная с помощью уравнения Х. Г. Тооминга, ц/га			

Пример расчета потенциальной урожайности ячменя в РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района приведен ниже.

Основные исходные данные, необходимые для расчета, – продолжительность вегетационного периода разрабатываемой культуры (см. табл. 6) и приход суммарной ФАР за этот период на единицу площади посева (см. табл. 2) – составляют соответственно 82 дня и 20,5 ккал/см<sup>2</sup>. К<sub>фар</sub> принимаем высокий, во всяком случае, не менее 5 %, калорийность ячменя составляет 4420 ккал/кг (см. прил. 5.2).

$$ПУ = \frac{20,5 \cdot 10^8 \cdot 6}{10^4 \cdot 4420} = \frac{12\,300\,000\,000}{44\,200\,000} = 278,3 \text{ ц/га.}$$

(Показатель 10<sup>8</sup> вводится для пересчета величины приходящей ФАР на площадь 1 га.)

Хозяйственно ценная часть потенциальной урожайности (зерно) в пересчете на стандартную влажность составит:

$$ПУ_{\text{хоз. ст. вл}} = \frac{278,3}{(100-14) \cdot 2,2} \cdot 100 = 147,1 \approx 145-150 \text{ ц/га.}$$

Аналогичный результат получаем, воспользовавшись для расчета формулой, предложенной профессором Х. Г. Тоомингом:

$$ПУ_{\text{хоз. ст. вл}} = 10^4 \cdot 6 \cdot 0,553 \cdot \frac{20,5}{4420} = 153,89 \approx 155 \text{ ц/га.}$$

Итак, на основании выполненных расчетов можно утверждать, что потенциальная урожайность ячменя (зерно стандартной влажности) на широте Горок при уровне  $K_{\text{фар}}$  6 % составляет 145–155 ц/га.

Исходные данные для расчетов, промежуточные данные, полученные в ходе расчетов, и итоговые данные заносятся в табл. 12. Структура табл. 12 предполагает выполнение расчетов с тремя, значительно разнящимися между собой уровнями  $K_{\text{фар}}$ . Поэтому полученные в расчетах данные дают возможность провести четкие грани между уровнями урожайности, сформированными в результате аккумуляции ФАР с существенно различающимися величинами КПД. Не каждый уровень аккумуляции ФАР может быть назван потенциальным, т. е. предельно возможным. Потенциальная урожайность соответствует только самым высоким значениям  $K_{\text{фар}}$ . При средних (тем более низких) значениях  $K_{\text{фар}}$  формируются соответственно традиционные, даже высокие, но отнюдь не потенциально возможные урожаи. Иными словами, данный расчет, по сути, не прогнозирует реально возможную урожайность, а иллюстрирует предельные возможности культуры, и даже не при выращивании на определенном поле, а для значительной территории в том или ином почвенно-климатическом регионе с тем или иным количеством приходящей ФАР. Таким образом, данные расчетов для заполнения табл. 12 иллюстрируют значение и роль солнечной радиации как источника энергии для фотосинтеза. В методе программирования урожаяв методику расчета потенциальной урожайности (по А. А. Ничипоровичу или Х. Г. Тоомингу) следует рассматривать не как прогноз-расчет реально возможной величины урожайности, а как прогноз-оценку возможностей культуры и энергетических ресурсов для фотосинтеза (солнечная радиация) в том или ином регионе.

$$K_{\text{фар}} = \frac{Y_{\text{ф}} \cdot q}{\sum Q_{\text{фар}} \cdot 10^4}, \quad (11)$$

где  $Y_{\text{ф}}$  – фактическая урожайность абсолютно сухой биомассы.

Здесь же уместно подчеркнуть, что в преобразованном виде уравнение А. А. Ничипоровича может служить весьма эффективным аналитическим приемом в оценке уровня фактически достигнутой в сельхозпредприятии урожайности. Таким образом, это уравнение может быть использовано при анализе уровня достигнутой тем или

иным сельхозпредприятием урожайности. И основным показателем для осуществления такого анализа служит коэффициент использования ФАР, его величина и уровень.

Например, рассчитаем для сравнения величину  $K_{\text{фар}}$ , отвечающую наивысшей, самой низкой и средней за 13 лет урожайности ячменя в РУП «Учхоз БГСХА» в 2001–2013 гг. Чтобы подставить в формулу (11) соответствующие показатели, необходима исходная и вспомогательная информация:

1. Фактическая урожайность зерна ячменя стандартной влажности в самый урожайный (2003) – 60,0 ц/га, самый малоурожайный (2001) годы – 42,9 ц/га и средняя за 13 лет (2001–2013 гг.) – 52,6 ц/га.

2. Приход ФАР за период вегетации ячменя (май – июль), по данным метеостанции г. Горки (см. прил. 3.2), равен:  $7,2 + 8,1 + 7,7 = 23$  ккал/см<sup>2</sup>.

3. Соотношение в урожае зерно : побочная продукция 1:1,2 (см. прил. 5.1).

4. Стандартная влажность 14,0 %. Следовательно, на долю сухого вещества в урожае приходится  $100 - 14 = 86$  %.

5. Калорийность 1 кг сухой биомассы урожая составляет 4420 ккал (прил. 5.2).

Выполняем вспомогательные расчеты. Вначале определяем суммарную урожайность зерна и побочной продукции при стандартной влажности:

$$60,0 \text{ ц/га} \cdot 2,2 = 132,0 \text{ ц/га};$$

$$42,9 \text{ ц/га} \cdot 2,2 = 94,4 \text{ ц/га};$$

$$52,6 \text{ ц/га} \cdot 2,2 = 115,7 \text{ ц/га}.$$

Далее рассчитываем биологическую урожайность – урожайность абсолютно сухой массы зерна и побочной продукции:

$$\frac{132,0 \cdot 86,0}{100} = 113,5 \text{ ц/га};$$

$$\frac{94,4 \cdot 86,0}{100} = 81,2 \text{ ц/га};$$

$$\frac{115,7 \cdot 86,0}{100} = 99,5 \text{ ц/га}.$$

Теперь, располагая всей необходимой информацией, выполняем заключительный расчет с помощью уравнения (11).

2003 г.

$$K_{\text{фар}} = \frac{113,5 \cdot 4420}{23,0 \cdot 10^4} = \frac{501670}{230000} = 2,18 \%$$

2001 г.

$$K_{\text{фар}} = \frac{81,2 \cdot 4420}{23,0 \cdot 10^4} = \frac{358904}{230000} = 1,56 \%$$

Среднее за 13 лет

$$K_{\text{фар}} = \frac{99,5 \cdot 4420}{23,0 \cdot 10^4} = \frac{439790}{230000} = 1,91 \%$$

Во всех трех случаях, исходя из градации величин коэффициентов использования ФАР, предложенной А. А. Ничипоровичем, значения показателей средние (от 1,5 до 3,0 %).

На 1 % ФАР посевы должны иметь 250–500 м<sup>3</sup> воды, доступной для испарения, 25–35 кг азота, 10–15 кг фосфора, 25–35 кг калия и около 100 кг остальных элементов минерального питания.

### **3.3.2. Определение климатически обеспеченной урожайности (КОУ)**

Важнейшими климатообразующими факторами являются тепло и влага, т. е. тепловой и водный режимы региона. В условиях Беларуси для традиционно возделываемых на ее территории полевых культур тепла вполне достаточно и для обеспечения физиологических процессов, протекающих в растениях, и для завершения вегетационного цикла развития. Тепловые ресурсы республики позволяют выращивать урожаи, по своему уровню близкие к потенциально возможным. То есть температурный фактор (за исключением аномальных случаев) не является у нас фактором, сколько-нибудь ограничивающим урожайность традиционно возделываемых культур. Поэтому прогнозирование климатически

обеспеченной урожайности по ресурсам тепла в наших условиях, по сути, лишено смысла.

**Определение КОУ по ресурсам влаги (КОУ<sub>в</sub>).** Методика определения КОУ<sub>в</sub> базируется на установлении соотношения количества влаги, поступающей в распоряжение растений в течение вегетационного периода, и расходования ее на создание единицы урожая. При этом используют следующее принципиальное уравнение элементарного баланса:

$$\text{КОУ}_w = \frac{W}{K_b}, \quad (12)$$

где КОУ<sub>в</sub> – урожайность абсолютно сухой биомассы, лимитированной запасами влаги, ц/га (т/га);

W – количество фактически доступной для растений продуктивной влаги, мм;

K<sub>в</sub> – коэффициент водопотребления, м<sup>3</sup>/т сухой биомассы.

В качестве показателя количества доступной для растений влаги (W) могут быть использованы:

1) данные о сумме осадков за год (W<sub>год</sub>), мм (прил. 3.9);

2) данные о количестве продуктивной влаги в метровом слое почвы на момент возобновления весенней вегетации озимых культур и многолетних трав или на момент посева яровых культур (W<sub>м.с</sub>); данные о количестве осадков за вегетационный период (O<sub>в.п</sub>) с учетом коэффициента их полезности (K<sub>п.о</sub>); данные о количестве влаги, которую могут получить растения за счет капиллярного подпитывания из грунтовых вод (W<sub>гр.в</sub>), мм (прил. 3.15, 3.17).

Следовательно, во втором случае количество доступной влаги будет равно:

$$W = W_{\text{м.с}} + (O_{\text{в.п}} \cdot K_{\text{п.о}}) + W_{\text{гр.в.}} \quad (13)$$

Коэффициент водопотребления (K<sub>в</sub>) – суммарный показатель, включающий величину коэффициента транспирации, т. е. количество влаги, расходуемой растениями на создание единицы сухого вещества, плюс количество влаги, испаряемой (непроизводительно) с поверхности почвы, и также отнесенное к единице урожая. Выражается коэффициент водопотребления в метрах кубических на тонну сухого вещества. Величина коэффициента водопотребления непостоянна. Она зависит от биологических особенностей культуры, сорта, погодных условий, плодородия почвы, доз вносимых удобрений, агротехники в целом. По мере улучшения условий

произрастания, а следовательно, увеличения урожайности, величина его уменьшается. Для выполнения расчетов по программированию урожайности можно пользоваться данными прил. 3.16, в котором приводятся средние величины  $K_B$  для различных культур и в разные по степени увлажненности годы. Однако надо помнить, что для выполнения расчетов при прогнозировании максимально высоких урожаев необходимо брать минимальные значения  $K_B$ , которые для зерновых культур и многолетних трав составляют 250–300 (по данным М. К. Каюмова даже 120–200).

С учетом изложенного выше, а также структуры рабочих формул, применяемых при расчете ПУ, рабочие уравнения для определения величины  $KOU_w$  могут быть представлены следующим образом:

$$KOU_w = \frac{100 \cdot W_{год} \cdot K_{п.о} \cdot 100}{K_B (100 - B_{ст}) \cdot C}; \quad (14)$$

$$KOU_w = \frac{100 \cdot [W_{м.с} + (O_{в.п} \cdot K_{п.о}) + W_{гр.в}] \cdot 100}{K_B (100 - B_{ст}) \cdot C}. \quad (15)$$

**Примечание.** Основные показатели числителя (влага почвы, количество осадков) в справочной литературе, равно как и в формулах, приводятся в миллиметрах. А коэффициент водопотребления ( $K_B$ ) выражается в метрах кубических на тонну. Поэтому в уравнения вводятся соответствующие коэффициенты перевода, исходя из того, что 1 мм влаги в расчете на 1 га равен 10 т воды.

**Примеры расчетов.** По данным метеостанции г. Горки, среднемноголетняя годовая сумма осадков на территории района составляет 640 мм (см. прил. 3.9). Коэффициент полезности осадков принимаем 0,7 (прил. 3.11), в прил. 3.16 находим коэффициент водопотребления для ячменя, равный 450 м<sup>3</sup>/т (435–500 в средний по увлажненности год). Величину прогнозируемой урожайности зерна ячменя стандартной (14 %) влажности можно найти, проведя либо поэтапный расчет, либо расчет с помощью одной, сводной формулы. Для поэтапного расчета используем следующие формулы:

$$KOU_{w\text{сух}} = \frac{100 \cdot W_{год} \cdot K_{п.о}}{K_B}; \quad (16)$$

$$KOU_{w\text{сух}}$$

$$КОУ_{w \text{ ст. вл}} = \frac{\quad}{100 - B} \cdot 100 ; \quad (17)$$

$$КОУ_{w \text{ зерно ст. вл}} = \frac{КОУ_{w \text{ ст. вл}}}{C} , \quad (18)$$

где  $КОУ_{w \text{ сух}}$  – урожайность абсолютно сухой биомассы ячменя, ц/га;  
 $W_{\text{год}}$  – среднегодовая сумма осадков, мм;  
 $K_{\text{п. о}}$  – коэффициент полезности осадков;  
 $КОУ_{w \text{ ст. вл}}$  – урожайность биомассы ячменя при стандартной влажности, ц/га;  
 $B$  – стандартная влажность, %;  
 $КОУ_{w \text{ зерно ст. вл}}$  – урожайность зерна ячменя при стандартной влажности, ц/га;  
 $C$  – сумма составляющих (соотношение зерна и соломы) урожая (см. прил. 5.1).

Подставив нужные значения в соответствующие формулы, находим:

$$КОУ_{w \text{ сух}} = \frac{100 \cdot 640 \cdot 0,7}{450} = 99,6 \text{ (100) ц/га};$$

$$КОУ_{w \text{ ст. вл}} = \frac{99,6}{86} \cdot 100 = 115,8 \text{ ц/га};$$

$$КОУ_{w \text{ зерно ст. вл}} = \frac{115,8}{2,1} = 55,1 \text{ ц/га.}$$

Аналогичный результат получаем, воспользовавшись уравнением (14), в котором все составляющие уравнений (16) – (18) собраны воедино:

$$КОУ_{w \text{ зерно ст. вл}} = \frac{100 \cdot 640 \cdot 0,7 \cdot 100}{450(100 - 14) \cdot 2,1} = \frac{4480000}{81270} = 55,1 \text{ ц/га.}$$

Располагая более подробной информацией о влагообеспеченности ячменя в условиях района, чем только данными о годовом количестве осадков, воспользуемся уравнением (15).

В справочной литературе по агрометеорологии указывается, что в условиях оцениваемого региона (северо-восток Беларуси, средний суглинок) к началу сева ранних яровых культур в метровом слое почвы содержится 195–200 мм влаги; за период от посева до уборки ячменя в среднем выпадает 229 мм (15 + 54 + 73 + 87) осадков; капиллярное подпитывание грунтовыми водами при глубине их залегания 1,5 м за период вегетации ячменя составит 900 м<sup>3</sup>, или 90 мм (10–12 м<sup>3</sup>/сут, см. прил. 3.17).

$$KOU_w = \frac{100 [200 + (229 \cdot 0,7) + 90] \cdot 100}{450 (100 - 14) \cdot 2,1} = \frac{4503000}{81270} = 55,4 \text{ ц/га.}$$

Естественно, при выполнении расчетов по определению возможной величины  $KOU_w$  различными методами подобное (55,1 и 55,4 ц/га) совпадение бывает далеко не всегда. Однако в любом случае есть основания утверждать, что, применяя традиционную технологию возделывания ячменя и не нарушая при этом требований агротехники его возделывания, естественных ресурсов влаги, характерных для региона, вполне достаточно для формирования урожая 50–60 ц/га. При этом следует подчеркнуть, что в условиях региона совершенно реально выращивание урожая и более высокого уровня. Но это возможно либо за счет дополнительного увлажнения, либо за счет включения в технологию возделывания приемов, обеспечивающих более экономное, по сравнению с традиционным, расходование влаги.

Все вспомогательные данные и результаты расчетов заносятся в табл. 13, по материалам которой делаются соответствующие выводы и обобщения.

Своеобразным эталоном объективности выполненных расчетов могут служить данные, приведенные в прил. 3.18, 3.19. Другие материалы, составленные, например, на основании экспериментальных данных, следует также использовать при необходимости корректировки данных, полученных в расчетах, при их обсуждении и оценке.

Т а б л и ц а 13. Расчет климатически обеспеченной урожайности \_\_\_\_\_  
(культура)

**по ресурсам влаги**

Показатели	Абсолютные значения
------------	---------------------

	показателей
1. Годовая сумма осадков, мм	
2. Коэффициент использования осадков	
3. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом, мм	
4. Коэффициент использования влаги из почвы	
5. Осадки за осенний период (август – октябрь), мм	
6. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы перед весенним отращиванием, мм	
7. Сумма осадков за весенне-летний период вегетации, мм	
8. Капиллярное подпитывание грунтовыми водами: м <sup>3</sup> /га за сутки	
м <sup>3</sup> /га за период вегетации	
мм за период вегетации	
9. Будет использовано влаги из почвы, мм	
10. Будет использовано влаги осадков, мм	
11. Будет использовано влаги всего, мм	
12. Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т	
13. Возможная урожайность при расчете разными методами, ц/га	

**Определение климатически обеспеченной урожайности по биогидротермическому потенциалу.** Воздействие на растения факторов жизни проявляется совокупно. Поэтому естественно, что между приходом солнечной радиации, ресурсами тепла, количеством продуктивной влаги, поступающих в распоряжение растений и их количеством энергии, расходуемой на фотосинтез, транспирацию и испарение влаги с поверхности поля, существует тесная взаимосвязь. Эту взаимосвязь и методику расчета климатически обеспеченной урожайности на основании использования биогидротермического показателя продуктивности выражает формула, предложенная профессором А. М. Рябчиковым:

$$ГТП = \frac{(W \cdot K_0) \cdot T_v}{36 \cdot R}, \quad (19)$$

где ГТП – гидротермический показатель продуктивности (биогидротермический потенциал, баллов;

W – среднегодовое количество осадков, мм;

K<sub>0</sub> – коэффициент полезности осадков;

T<sub>v</sub> – продолжительность периода вегетации, декады (число декад активной вегетации – от всходов до уборки);

R – радиационный баланс за период вегетации, ккал/см<sup>2</sup>;

36 – число декад в году;

(W · K<sub>0</sub>) – характеризует запас продуктивной влаги, т. е. среднегодовое количество осадков за вычетом стока.

Продолжительность периода вегетации ( $T_v$ ) культуры устанавливается по данным табл. 6 или прил. 4.1. В расчетах общего характера, когда требуется выявить возможности климата региона для возделывания тех или иных культур, возможности и эффективность пожнивных и поукосных посевов, за продолжительность вегетационного периода принимают отрезок времени года, в течение которого растения могут активно проявлять свои жизненные функции.

Радиационный баланс ( $R$ ) (прил. 3.4) представляет собой показатель, характеризуемый разностью между приходящими и уходящими от земной поверхности потоками лучистой энергии.

Таким образом, рассматриваемая методика прогнозирования урожайности базируется на оценке не одного фактора жизни растений, как это имело место в предыдущих случаях, а нескольких. То есть данная методика многопланова, системного характера.

Каждый балл ГТП равен приблизительно 20 ц абсолютно сухой биомассы. Для расчета величины возможной климатически обеспеченной урожайности используют уравнение

$$КОУ_{ГТП} = 22,0 \cdot ГТП - 1, \quad (20)$$

где  $КОУ_{ГТП}$  – урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га.

Урожайность абсолютно сухой биомассы пересчитывается на основную продукцию со стандартной влажностью по описанной ранее методике (см. формулы (8), (9)).

Исходную информацию и результаты расчетов заносят в табл. 14.

**Т а б л и ц а 14. Расчет климатически обеспеченной урожайности по биогидротермическому показателю продуктивности**

Показатель	Абсолютные значения показателей
1. Основной период вегетации, декады	
2. Среднегодовое количество осадков (за вычетом стока), мм	
3. Радиационный баланс за период вегетации, ккал/см <sup>2</sup>	
4. Биогидротермический показатель продуктивности, баллов	
5. Климатически обеспеченная урожайность (по ГТП) абсолютно сухой биомассы, ц/га	
6. Урожайность в пересчете на стандартную влажность, ц/га	

Данные табл. 13, 14 дают основание для оценки климатических ресурсов региона и выводов о величине климатически обеспеченной урожайности.

**Пример расчета** климатически обеспеченной урожайности по величине гидротермического потенциала. Исходные данные. Культура – ячмень. Регион – Минский. Среднегодовое количество осадков в регионе 646 (см. прил. 3.9); коэффициент использования годовых осадков 0,70 (прил. 3.11, 3.12); продолжительность вегетационного периода ячменя 90 дней (см. прил. 4.1); соотношение в урожае основной и побочной продукции 1:1,2 (см. прил. 5.1); радиационный баланс (см. прил. 3.4) –  $7,4 + 8,2 + 7,8 = 23,4$ .

Подставив исходные данные в формулу (19), находим:

$$\text{ГТП} = \frac{(646 \cdot 0,70) \cdot 9}{36 \cdot 23,4} = \frac{4069,8}{842,4} = 4,83.$$

Гидротермический показатель продуктивности ячменя для оцениваемых условий равен 4,83 балла. Определив величину ГТП, находим величину климатически обеспеченной урожайности общей сухой биомассы. Для расчетов используем формулу (20):

$$\text{КОУ}_{\text{ГТП сух. биом}} = 22 \cdot 4,83 - 1 = 105,26 \text{ ц/га.}$$

Урожайность основной продукции (зерно) стандартной влажности составит:

$$\text{КОУ}_{\text{ГТП}} = \frac{105,26}{(100 - 14) \cdot 2,2} \cdot 100 = \frac{105,26}{189,2} \cdot 100 = 55,63 \text{ ц/га.}$$

Таким образом, реальной величиной урожайности зерна ячменя стандартной влажности по степени обеспеченности культуры гидротермическими факторами в условиях Минского региона является 55,6 (53–57) ц/га.

### 3.3.3. Определение действительно возможной урожайности (ДВУ)

Действительно возможной (ДВУ) принято считать урожайность, уровень которой определяет реальное почвенное плодородие конкретного поля.

Белорусским НИИ почвоведения и агрохимии разработан ряд методов определения ДВУ. При этом уровень потенциального плодородия почвы оценивается либо косвенно с помощью бонитировочного балла, либо непосредственно по агрохимическим

показателям почвенного плодородия – по содержанию в почве гумуса, подвижных фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ).

В агрономической практике уровень потенциального плодородия почвы чаще всего оценивается бонитировочным баллом, который отражает как природные свойства почвы (ее тип, строение, гранулометрический состав, завалуненность, смывтость и т. д.), так и степень агрохимической окультуренности. Для каждой сельскохозяйственной культуры установлена своя цена одного балла бонитета. Выражается цена балла количеством продукции, получаемой с одного гектара и приходящейся на один балл (прил. 6.1). Для определения ДВУ по косвенному показателю качественной оценки почвы используется формула

$$ДВУ_{\text{пот}} = B_{\text{п}} \cdot Ц_{\text{б. п}} \cdot K, \quad (21)$$

где  $ДВУ_{\text{пот}}$  – прогнозируемый действительно возможный урожай, обеспечиваемый потенциальным плодородием почвы, кг/га (ц/га);

$B_{\text{п}}$  – балл бонитета почвы;

$Ц_{\text{б. п}}$  – цена балла пашни, килограммов продукции;

$K$  – поправочный коэффициент на агрохимические свойства (прил. 7.20).

Для культуры ячменя в условиях учхоза УО БГСХА это составит:

$$ДВУ_{\text{пот}} = 32,7 \cdot 54 \text{ кг} \cdot 1 = 1765,8 \text{ кг} \approx 18 \text{ ц/га}.$$

Такую урожайность можно получить без внесения удобрений, только за счет потенциального плодородия почвы.

Определение ДВУ по показателям почвенного плодородия основывается на использовании материалов о содержании питательных веществ в почве и возможной урожайности на единицу питательных веществ, содержащихся в почве. Для выполнения расчетов используются данные, которые приводятся в прил. 6.2, и которые соответствуют возможной урожайности сельскохозяйственных культур за счет единицы значений плодородия почвы.

**Пример расчета.** Определить величину ДВУ ячменя для условий РУП «Учхоз БГСХА», если в почве содержится 2,0 % гумуса, 267 мг/кг  $P_2O_5$  и 217 мг/кг  $K_2O$ . Используя данные прил. 6.2, находим, что урожайность ячменя за счет содержания в почве гумуса (т. е. по азоту)

будет равна 13,6 ц/га ( $2,0 \cdot 6,8$ ), по содержанию фосфора – 32,04 ц/га ( $26,7 \cdot 1,2$ ) и калия – 28,2 ц/га ( $21,7 \cdot 1,3$ ).

Учитывая, что величина урожайности определяется фактором, который находится в минимуме, можно сделать заключение, что урожайность ячменя на данной почве за счет ее плодородия составит 13,6 ( $\approx 14$ ) ц/га. Выполненные расчеты указывают также на то, что основным элементом почвенного питания, ограничивающим в рассматриваемом случае урожайность ячменя, является азот. Поэтому при разработке системы удобрения ячменя именно внесению азотных форм необходимо будет уделить особое внимание.

В целом при выполнении подобных расчетов принято, что из почвы на 1 % гумуса в ней сельскохозяйственные культуры могут усвоить 20 кг/га азота. Фосфор из почвы усваивается растениями на уровне 1,5 кг/га на 10 мг/кг почвы, калий – на уровне 3,0 кг/га на 10 мг/кг почвы для культур сплошного посева и 4,5 кг/га для пропашных культур. Для культур семейства Бобовые принято, что только 30 % азота от выноса урожая усваивается из запасов почвы.

В табл. 15 приведены данные опытов, проведенных в Беларуси на различных типах почв. Эти данные также могут служить отправной точкой для определения величины урожайности, которая может быть получена без применения удобрений.

**Таблица 15. Урожайность зерновых культур и картофеля, полученная в Беларуси в опытах без применения удобрений**

Почвы	Средняя урожайность, ц/га			
	Озимая рожь	Ячмень	Овес	Картофель
Дерново-подзолистые суглинистые	25,9	21,2	27,5	140
Дерново-подзолистые супесчаные	19,3	18,8	21,1	151
Дерново-подзолистые песчаные	13,7	11,9	17,4	83

Данные, полученные в расчетах по определению ДВУ, заносят в табл. 16.

**Таблица 16. Величина ДВУ \_\_\_\_\_, определенная по запасу питательных веществ в почве и рассчитанная по ее бонитету**  
(культура)

Показатель	Величина урожайности, определяемая			
	по содержанию в почве гумуса	по содержанию в почве $P_2O_5$	по содержанию в почве $K_2O$	по баллу бонитета почвы
1. Содержится в почве				х
2. Возможная урожай-				х

ность на единицу питательных веществ, ц/га				
3. Прогнозируемая ДВУ, ц/га (п. 1 · п. 2)				x
4. Балл бонитета почвы	x	x	x	
5. Цена балла пашни	x	x	x	
6. Возможная ДВУ, ц/га	x	x	x	

После заполнения таблицы необходимо проанализировать данные, приведенные в ней.

### **3.4. Определение программируемой урожайности (ПрУ). Приемы достижения**

Программируемая урожайность определяется с учетом разницы между КОУ и ДВУ, которая компенсируется прежде всего за счет внесения расчетных доз минеральных и органических удобрений. Иными словами, ПрУ рассчитывается как ДВУ с приростом урожайности, которая должна быть получена за счет удобрений, а также совершенствования технологии возделывания рассматриваемой культуры.

Если величины ПУ, КОУ и ДВУ, определяемые расчетным путем, носят характер оценки количественной зависимости продуктивности растений от тех или иных факторов их жизни, то определение ПрУ наряду с расчетами предполагает сравнительную оценку результатов всех расчетов, их агрономический анализ и выбор. Иначе говоря, определение величины ПрУ сопряжено не только с расчетными, но и с общеагрономическими подходами и оценками. Сказанное объективно и справедливо, также исходя из пониманий того, что все расчеты по прогнозированию урожайности, точнее их результаты, не являются абсолютными. Они как бы очерчивают круг (но не ставят геометрическую точку!), в границах которого растения реализуют свой урожайный потенциал.

Итак, за счет внесения удобрений урожайность можно значительно повысить. Известно, что отдача от вносимых удобрений во многом зависит от качественной характеристики почвы, ее плодородия.

Учитывая сказанное, введем в формулу (21) информацию о возможной отдаче от вносимых удобрений:

$$B_n \cdot C_{б.п} \cdot K \cdot 100$$

$$Y_{\text{п}} = \frac{\quad}{100 - P_{\text{уд}}}, \quad (22)$$

где  $Y_{\text{п}}$  – урожайность, которая может быть получена не только за счет потенциального плодородия почвы, но и за счет вносимых удобрений, кг/га, ц/га, т/га;

$P_{\text{уд}}$  – прибавка урожая от удобрений, % (прил. 6.3).

Дополнив расчет по определению возможной урожайности ячменя в РУП «Учхоз БГСХА» информацией, находим:

$$Y_{\text{п}} = \frac{32,7 \cdot 54 \cdot 1 \cdot 100}{100 - 65} = \frac{1765,80}{35} = 5045,1 \text{ кг/га} = 50,5 \text{ ц/га}.$$

Несколько усложним описанный расчет, исключив показатель относительного вклада удобрений в урожай и введя реальные дозы органических и минеральных удобрений, рекомендуемые для внесения (фактически внесенные под рассматриваемую культуру), и показатели окупаемости этих удобрений прибавкой урожая:

$$Y_{\text{п}} = \frac{(B_{\text{п}} \cdot Ц_{\text{б.п}} \cdot K) + (D_{\text{НРК}} \cdot O_{\text{НРК}}) + (D_{\text{о.у}} \cdot O_{\text{о.у}})}{100}, \quad (23)$$

где  $Y_{\text{п}}$  – прогнозируемая урожайность, ц/га;

$B_{\text{п}}$  – балл пашни;

$Ц_{\text{б.п}}$  – цена балла пашни, кг (см. прил. 6.1);

$(B_{\text{п}} \cdot Ц_{\text{б.п}})$  – возможная величина урожая, обусловленная потенциальным плодородием почвы, кг/га;

$K$  – поправочный коэффициент на окультуренность почв;

$D_{\text{НРК}}$  – доза минеральных удобрений в действующем веществе, кг/га;

$O_{\text{НРК}}$  – нормативная оплата минеральных удобрений урожаем, килограммов на 1 кг НРК (прил. 6.1);

$(D_{\text{НРК}} \cdot O_{\text{НРК}})$  – возможная прибавка урожая за счет действия минеральных удобрений, кг/га;

$D_{\text{о.у}}$  – доза органических удобрений, т/га;

$O_{\text{о.у}}$  – нормативная оплата органических удобрений урожаем, килограммов на 1 тонну (прил. 6.1);

$(D_{\text{о.у}} \cdot O_{\text{о.у}})$  – возможная прибавка урожая за счет органических удобрений, кг/га;

100 – коэффициент для перевода килограммов в центнеры.

На основании сопоставления прогнозируемой и фактической урожайности в хозяйстве, используя формулу (23), можно определить фактическую окупаемость единицы удобрений.

Примеры расчетов с использованием формулы (23) для условий учхоза УО БГСХА приведены ниже.

*Для ячменя:*

$$Y_{\text{п}} = \frac{(32,7 \cdot 54 \cdot 1) + (250 \cdot 6,5)}{100} = \frac{1766 + 1625}{100} = \frac{3391}{100} = 33,91 \approx 33-35 \text{ ц/га.}$$

*Для сахарной свеклы:*

$$Y_{\text{п}} = \frac{(32,7 \cdot 438 \cdot 1) + (350 \cdot 39) + (350 \cdot 39) + (65 \cdot 125)}{100} = \frac{14323 + 13650 + 8125}{100} = \frac{36098}{100} = 361 \approx 360-365 \text{ ц/га.}$$

Итак, действительно возможная урожайность ячменя и сахарной свеклы на почвах РУП «Учхоз БГСХА» при внесении средних нормативных доз удобрений и средней нормативной их оплате будет равна: для ячменя – 33–35 ц/га, для сахарной свеклы – 360–365 ц/га. Однако названный уровень урожайности нельзя принять максимально возможным и, следовательно, высоким программированным урожаем. Это только расчетная величина. Окупаемость факторов жизни растений (вода, питательные вещества почвы) может быть заметно повышена за счет возделывания нового высокоурожайного сорта, дробного внесения удобрений, применения микроудобрений, физиологически активных веществ (регуляторов роста), своевременности и качества выполнения технологических приемов и операций, направленных на повышение эффективности удобрений. В результате фактическая программируемая урожайность может быть выше расчетной.

Но прежде чем приступить к разработке технологии возделываемой культуры, обеспечивающей получение программируемого урожая, необходимо проанализировать данные, полученные в предыдущих расчетах, и дать им агрономическую оценку. Данные, полученные в предыдущих расчетах, заносят в табл. 17.

**Таблица 17. Величина  $У_{п}$  \_\_\_\_\_, полученная с учетом затрат**  
(культура)  
**питательных элементов удобрений на 1 ц прибавки урожая сверх возможного за счет плодородия почвы и как слагаемое, обусловленное эффективным плодородием почвы и возможной прибавкой от внесения минеральных и органических удобрений**

Показатель	Абсолютные значения показателей			
	Расчет по относительной прибавке от удобрений	Расчет по нормативной оплате удобрений		
		гумус	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Урожайность, прогнозируемая по уровню плодородия почвы, ц/га				
2. Процент урожайности, формируемый за счет плодородия почвы, %				
3. Процент урожайности, формируемый за счет удобрений, %				
4. Величина урожая, обеспечиваемая за счет внесения удобрений, ц/га				
5. Прогнозируемая урожайность $У_{п}$ , ц/га				

### 3.4.1. Обоснование величины программируемой урожайности (ПрУ) для разработки технологии возделывания рассматриваемой культуры

Принятию общего заключения предшествуют краткие выводы после каждого из описанных выше способов расчета возможной урожайности. Фактические данные, полученные при расчетах, заносят в табл. 18. На основании этих данных определяется лимитирующий фактор и обосновывается выбор величины программируемого урожая.

**Таблица 18. Сравнительная оценка урожайности, прогноз которой выполнен различными методами**

Методы расчета возможной величины урожая	Прогнозируемая величина урожая	
	биологического	хозяйственно ценного
1. По приходу ФАР и КПД ФАР (ПУ)		
2. С применением математико-статистических методов		
3. По влагообеспеченности вегетационного		

периода (КОУ <sub>в</sub> )		
4. По гидротермическому показателю продуктивности (КОУ <sub>гтп</sub> )		
5. По содержанию основных питательных элементов в почве (ДВУ)		
6. По качественной оценке почвы (ДВУ)		
7. Фактическая урожайность рассматриваемой культуры в сельхозпредприятии за последние 3–5 лет		
8. Программируемая урожайность (ПрУ)		

Окончательное определение величины программируемой урожайности, основанное на сравнительной оценке результатов прогнозирования, полученных с использованием различных подходов, можно рассматривать как одну из форм метода экспертных оценок.

После того, когда окончательно установлена и принята величина программируемой урожайности, ее выражают через элементы структуры (прил. 5.5). Обосновывают их величину, рассчитывают оптимальную величину фотосинтетического потенциала (ФП) и площади листьев ( $S_l$ ). Результат выражают, используя структурную формулу урожайности М. С. Савицкого:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{(P \cdot K) \cdot (Z \cdot M)}{10\,000}, \quad (24)$$

где  $P$  – число растений, шт/м<sup>2</sup>;

$K$  – продуктивная кустистость;

$(P \cdot K)$  – среднее количество продуктивных стеблей, шт/м<sup>2</sup>;

$Z$  – среднее число зерен в одном соцветии, шт.;

$M$  – средняя масса 1000 зерен, г;

$(Z \cdot M)$  – масса зерна одного соцветия, г;

1000

10 000 – коэффициент для перевода урожайности в центнеры на гектар.

Затем данные заносят в табл. 19.

Т а б л и ц а 19. Структура урожая и параметры биологической урожайности, отвечающие уровню ПрУ \_\_\_\_\_, ц/га

Густота посевов (количество), шт/м <sup>2</sup>	Элементы продуктивности										Площадь листьев
	К	С	З	М	С	У	Р	П	З	С	
	К	С	З	М	С	У	Р	П	З	С	Л

				общая	продуктивная								

### 3.4.2. Разработка структурной модели высокопродуктивного растения и модели посева для получения программируемого урожая

Агрономическую структурную модель прогнозируемого урожая можно представить с помощью параметров компонентов продуктивности растений и характеристики фотосинтезирующего аппарата.

Одинаковая урожайность может быть получена при разных количественных характеристиках ее структуры. Например, 45 ц зерна с одного гектара можно получить при густоте продуктивного стеблестоя 450 шт/м<sup>2</sup> с массой зерна одного колоса 1 г и при густоте продуктивных стеблей 500 шт/м<sup>2</sup> с массой зерна одного колоса 0,9 г. Урожайности картофеля в 300 ц/га будут соответствовать 50 тыс. кустов на 1 га и средняя масса клубней каждого из них 600 г. При 40 тыс. кустов на 1 га такая же урожайность будет получена, если каждый куст сформирует среднюю массу клубней, равную 750 г. Продуктивность одного колоса зависит от крупности зерен (масса 1000 шт.) и количества их в колосе. Равно как и продуктивность одного куста картофеля, определяют среднее число клубней и среднюю массу каждого из них.

Формирование элементов структуры урожая носит динамичный характер, т. е. каждый из них закладывается и развивается на разных этапах роста и развития растения. Количество растений на единице площади определяют норма высева и полевая всхожесть. В процессе кущения образуются дополнительные к главному продуктивные побеги. Число колосков колоса формируется на III–IV этапах органогенеза (конец фазы кущения – начало выхода в трубку). На V этапе органогенеза (выход в трубку, рост стебля) определяется окончательное число цветков в соцветии. Число зерен в колосе связано с IX этапом органогенеза (цветение, оплодотворение, образование зиготы). Формирование плодов и семян, их форма, размеры, крупность

связаны с прохождением X–XI этапов органогенеза (фаза налива семян, молочная спелость).

На разных этапах формирования урожая требуются различный уровень и количество факторов жизни, которое определяется биологическими особенностями культуры, климатом и погодными условиями. С другой стороны, формированием урожая можно управлять посредством применения различных агроприемов, проводимых в разные фазы жизни растений. Установив оптимальный уровень урожайности и определив его составляющие, необходимо при разработке технологии культуры проектировать такие агроприемы, которые в наибольшей степени будут способствовать фактическому проявлению элементов урожайности.

Выбор показателя (величины) каждого из элементов структуры прогнозируемого урожая определяют почвенно-климатические условия региона, особенности сорта, но прежде всего особенности элементов агротехники разрабатываемой технологии (норма высева, способ посева, сроки сева, глубина заделки семян, планируемые дозы удобрений и планируемые приемы ухода и т. д.). Параметры каждого из элементов структуры прогнозируемого урожая заносят в табл. 20.

Таблица 20. Структурные параметры урожая (оптимальные и прогнозируемые значения)

Показатель	Оптимальные значения	Значения для программируемого урожая
Норма высева всхожих зерен, шт/м <sup>2</sup>		
Полевая всхожесть, %		
Выживаемость взошедших растений, %		
Количество растений к уборке, шт/м <sup>2</sup>		
Коэффициент продуктивного кущения		
Количество продуктивных стеблей (колосьев) к уборке, шт/м <sup>2</sup>		
Число колосков в колосе, шт.		
Число зерен в колосе, шт.		
Масса 1000 зерен, г		
Масса зерна одного колоса, г		
Урожайность зерна, ц (т)/га		

Для культур других ботанических семейств составляют аналогичные таблицы с соответствующими параметрами элементов структуры урожая.

Завершается характеристика урожайной модели растения и посева разрабатываемой культуры (табл. 21) оценкой формирования и вклада в урожай ассимиляционного аппарата: площадь листьев в разные фазы

развития, минимальная и максимальная площадь листьев посева, величина фотосинтетического потенциала (ФП).

$$\text{ФП} = L_{\text{ср}} \cdot T_v, \quad (25)$$

где ФП – фотосинтетический потенциал, м<sup>2</sup>/га × дн.;

$L_{\text{ср}}$  – средняя площадь листьев за один день вегетационного периода, м<sup>2</sup>/га;

$T_v$  – продолжительность периода вегетации культуры, дн.

Каждая тысяча единиц фотосинтетического потенциала создает 2,5 – 4 кг зерна, 8 кг клубней картофеля, 12 кг сахарной свеклы, 1,9 – 2,3 кг сена многолетних трав.

Характеризуя динамику площади листьев растения и посева, а также величину фотосинтетического потенциала, следует исходить из закономерностей формирования листового аппарата культуры, ее облиственности, количества стеблей и растений на единице площади.

Фотосинтетический материал также можно рассчитать по формуле

$$\text{ФП} = 10^5 \cdot \frac{Y_{\text{пр}}}{M_{\text{ФП}}}, \quad (26)$$

где  $M_{\text{ФП}}$  – цена 1 тыс. единиц фотосинтетического потенциала, килограммов основной продукции при стандартной влажности.

Определив ФП, по данной формуле можно рассчитать  $L_{\text{ср}}$ , преобразовав формулу (25):

$$L_{\text{ср}} = \frac{\text{ФП}}{T_v}.$$

Максимальная же площадь поверхности листьев определяется по формуле

$$L_{\text{max}} = L_{\text{ср}} \cdot 1,83. \quad (27)$$

Т а б л и ц а 21. **Фитометрические показатели посева** \_\_\_\_\_  
(культура)

Показатель	Количественные параметры показателей
------------	--------------------------------------

Продолжительность вегетационного периода $T_v$ , дн.	
Максимальная площадь листьев $L_{max}$ , $M^2/га$	
Минимальная площадь листьев $L_{min}$ , $M^2/га$	
Средняя площадь листьев $L_{ср}$ , $M^2/га$	
Индекс площади листовой поверхности	
Фотосинтетический потенциал ФП, $M^2/га \times дн.$	
Чистая продуктивность фотосинтеза Фч, $г/м^2 /сут$	

Заключение \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### 3.4.3. Разработка технологии выращивания программируемого урожая возделываемой культуры

Разработка технологической схемы возделывания \_\_\_\_\_ для получения  
 (культура)  
 программируемого урожая

Определив величину урожайности, уровень которой можно считать реально достижимым в условиях региона и хозяйства, приступают к разработке технологии, реализация которой обеспечит оптимальные условия для формирования урожая.

Разработка технологии возделывания рассматриваемой культуры осуществляется на основании материалов учебников и учебных пособий по растениеводству, рекомендаций соответствующих научно-практических центров, отраслевых регламентов Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Агротехнические нормативы и требования к качеству работ приводятся в учебном пособии «Растениеводство. Полевая практика» [22].

В разрабатываемой технологии возделывания рассматриваемой культуры обязательно должны быть представлены все элементы ее агротехники, начиная с определения и оценки предшественника и заканчивая уборкой. Для всех агроприемов (основная и предпосевная обработка почвы, выбор сорта или гибрида, подготовка семенного материала и посев, интегрированная система защиты от сорняков, болезней и вредителей, предупреждение полегания, применение регуляторов роста стимулирующего характера, современные технологии уборки) следует предусмотреть количественные и качественные характеристики этих приемов. А именно, если речь идет,

например, о посевах, то указываются требования к качеству подготовки почвы для посева данной культуры: рекомендуемые нормы высева, глубина заделки семян, оптимальные сроки сева, требования к качеству посева. Так как все работы, составляющие технологию возделываемой культуры, выполняются механизированно, то в разрабатываемой технологии должны быть названы марки трактора и сельскохозяйственных машин, с помощью которых выполняется та или иная операция (прил. 8.1), указаны наиболее эффективные для каждой работы агрегаты. От правильного подбора тракторов и сельскохозяйственных машин во многом зависит, насколько производительно будет использована техника, какими будут затраты на выполнение работ.

Разработка технологии осуществляется с учетом предшественников, почвенных разностей. После выбора и обоснования агроприемов и операций составляется их свод в форме табл. 22. Все планируемые к выполнению работы записываются в порядке их проведения.

Таблица 22. Технология выращивания программируемого урожая \_\_\_\_\_  
(культура)

Урожайность \_\_\_\_\_, ц/га

№ п/п	Технологические приемы и операции	Система машин и орудий		Сроки выполнения работ			Агротехнические нормативы и требования к качеству работ
		тракторы	с.-х. машины	агротехнические	календарные	рабочих дней	
1	2	3	4	5	6	7	8

В условиях Беларуси фактором, ограничивающим урожайность сельскохозяйственных растений, является прежде всего плодородие почвы, ее обеспеченность элементами питания. Поэтому при разработке технологии получения программируемого урожая особое место занимает расчет доз удобрений на планируемый урожай, разработка системы их применения и способов внесения. Установить оптимальные дозы удобрений и лучшее соотношение питательных веществ чрезвычайно важно как с агрономической (высокая

урожайность), так и экономической (окупаемость и оплата вносимых удобрений) позиций.

Наиболее точным способом установления искомой дозы удобрений была бы постановка полевых опытов. Однако нереальность такого решения для каждого конкретного случая очевидна. РУП «Институт почвоведения и агрохимии» на основе серии специальных опытов рекомендованы средние дозы удобрений под основные сельскохозяйственные культуры в зависимости от планируемой урожайности и запасов питательных веществ в почве (прил. 7.1–7.3).

Для уточнения предлагаемых средних величин используют разнобразные расчетные методы. Известно более сорока методов расчета доз удобрений на планируемый урожай. Объективность выбора оптимальных доз предполагает выполнение расчетов несколькими методами. Современные методики расчета норм (общее количество) и доз (разовое внесение) минеральных удобрений обязательно учитывают вынос элементов питания единицей урожая, обеспеченность почв доступными для растений макро- и микроэлементами, коэффициенты использования NPK почвы и удобрений полевыми культурами, действие и последствие органических удобрений, агрохимическую значимость предшественника, а также экологическую и экономическую целесообразность. Учитывая высокую стоимость минеральных удобрений, в настоящее время практически не используют довольно широко применявшиеся ранее способы расчета «на прибавку урожайности», «по окупаемости NPK». Дело в том, что методика этих расчетов не предусматривает учета содержания питательных веществ в почве. Поэтому рассчитанные с применением этих методов дозы удобрений оказываются завышенными.

Классическим примером является расчет доз удобрений по выносу NPK. Этот способ расчета также называют балансовым, методом элементарного баланса (хотя он и не учитывает нормы внесения минеральных удобрений под предшественник и полноту их использования последним). В качестве примера рассмотрим расчет доз минеральных удобрений под сахарную свеклу для условий РУП «Учхоз БГСХА». Программируемая урожайность 550 ц/га. Фиксацию исходных данных и, собственно, сами расчеты лучше всего производить в форме табл. 23.

Т а б л и ц а 23. Расчет доз минеральных удобрений под сахарную свеклу методом элементарного баланса на урожай корнеплодов в 55 т/га

Буквенное обозначение	Показатель	Единица измерения	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	2	3	4	5	6
V	Вывнос из почвы питательных веществ с 1 т корнеплодов и соответствующим количеством ботвы (прил. 7.4)	кг	4,0	1,6	6,5
V <sub>0</sub>	Общий вынос питательных веществ, необходимых для получения запрограммированного урожая (V <sub>0</sub> =V · У)	кг	220,0	88,0	357,5
П	Содержится в почве питательных веществ в подвижной форме (для N – % гумуса)	мг/кг почвы	2,0	267	217
П <sub>1</sub>	Содержится в пахотном горизонте (25 см) питательных веществ (Р и К) в подвижной форме $P_1 = П \cdot Т \cdot М$ , где Т – мощность пахотного слоя, см; М – объемная масса, г/см <sup>3</sup> (прил. 1.14); Т · М – масса пахотного слоя. В нашем случае 25 · 120 = 3000 т (Расчет количества азота приведен в примечании)	кг/га	45	801	651
К <sub>п</sub>	Коэффициент усвоения питательных веществ из почвы (прил. 7.5, 7.6)	%	100	5	12
И <sub>п</sub>	Количество питательных веществ, которое будет получено растениями из почвы (И <sub>п</sub> = П <sub>1</sub> · К <sub>п</sub> · 0,01)	кг/га	45	40,1	78,1
О	Внесено органических удобрений	т/га		50	
С <sub>п</sub>	Содержание питательных веществ в навозе (прил. 7.7)	%	0,5	0,25	0,6
Н <sub>п</sub>	Поступит в почву с навозом питательных веществ (Н <sub>п</sub> = О · С <sub>п</sub> · 10)	кг/га	250	125	300
К <sub>1</sub>	Коэффициент усвоения питательных веществ органических удобрений в год выращивания программируемого урожая (прил. 7.8)	%	30	45	60
И <sub>о</sub>	Будет использовано растениями питательных веществ из органических удобрений (И <sub>о</sub> =Н <sub>п</sub> · К <sub>1</sub> · 0,01)	кг/га	75	56,3	180
И	Общее количество питательных веществ, которое могут получить растения из почвы и органических	кг/га	120	96,4	258,1

	удобрений ( $I=I_n+I_o$ )				
Д	Требуется внести питательных веществ с минеральными удобрениями ( $D=V_o-I$ )	кг/га	100	-8,4	99,4

О к о н ч а н и е т а б л . 2 3

1	2	3	4	5	6
$K_m$	Коэффициент усвоения питательных веществ минеральных удобрений (прил. 7.9, 7.10)	%	60	15	50
$D_m$	Доза питательных веществ минеральных удобрений, которую необходимо внести с учетом коэффициента их использования ( $D_m=D : K_m \cdot 100$ )	кг/га	167	—	199
$C_t$	Содержится питательных веществ в туках (прил. 7.11)	%	46,2	—	40
$M_y$	Норма внесения минеральных удобрений ( $M_y=D_m : C_t$ )	ц/га	3,6	—	5,0

П р и м е ч а н и е. Так как информация (в виде картограмм) о содержании азота в почвах в хозяйствах отсутствует, то количество его рассчитывают по гумусу. Методика расчета следующая. Мощность пахотного слоя 25 см. Масса пахотного слоя 1 га равна 3000 т. При содержании гумуса 2 % масса его равна 60 т. Гумус содержит 5 % органического азота, т. е. 3 т, или 3000 кг. Ежегодно в доступную для растений форму переводится 1,5 %, или 45 кг.

Следовательно, балансовый метод определения доз удобрений предусматривает:

- 1) учет выноса урожаем питательных веществ из почвы;
- 2) при негативном балансе – способы и величину компенсации.

Недостатком выполненного расчета является то, что он не учитывает достаточно широкую вариацию коэффициентов использования фосфора и калия из почвы и удобрений при изменении доз азота, кислотности почвы, погодных условий и самих норм внесения минеральных удобрений. Кроме того, вынос NPK с единицей продукции также не является постоянным. С увеличением урожайности он уменьшается.

Названные недостатки существенно снижают объективность расчета, построенного на, казалось бы, безупречной логике.

Поэтому в последнее время широкое распространение, в том числе и в компьютерных программах, получил способ расчета с использованием коэффициентов возврата (возмещения) питательных веществ  $K_v$ , который определяется как отношение оптимальной дозы

удобрения (по результатам полевых опытов), кг/га д. в., к выносу НРК урожаем в оптимальном варианте.

Норму внесения азотных удобрений рассчитывают по формуле

$$D_N = \frac{V_1 U K_B}{100} - (N_0 T_0 + N_1 T_1) - K_n, \quad (28)$$

где  $D_N$  – норма внесения азотных удобрений, кг/га азота;

$V$  – нормативный вынос элемента питания с 1 ц основной и соответствующим количеством побочной продукции, кг;

$U$  – планируемая урожайность возделываемой культуры, ц/га;

$K_B$  – коэффициент возврата азота, % (прил. 7.12);

$N_0$  – доза органических удобрений, планируемая под возделываемую культуру, т/га;

$T_0$  – количество элемента питания, используемое из 1 т органических удобрений в год их внесения, кг (прил. 7.15);

$N_1$  – доза органических удобрений, внесенная под предшествующую культуру, т/га;

$T_1$  – количество элемента питания, используемое из 1 т органических удобрений во второй год действия, кг (прил. 7.15);

$K_n$  – поправка к дозе азотных удобрений в зависимости от предшественника, кг/га (после однолетних и многолетних бобовых трав расчетную дозу азотных удобрений уменьшают на 20 кг/га, а если предшественниками были зернобобовые, многолетние бобово-злаковые травы или однолетние бобово-злаковые смеси, то доза азота снижается на 10 кг/га).

В нашем случае

$$D_N = \frac{0,40 \cdot 550 \cdot 90}{100} - (50 \cdot 0,9 + 0) - 0 = 153 \text{ кг д. в/га.}$$

Норму внесения фосфорных удобрений рассчитывают по формуле

$$D_{P_2O_5} = \frac{V_1 U K_B \cdot K_{pH}}{100} - (N_0 T_0 + N_1 T_1), \quad (29)$$

где  $D_{P_2O_5}$  – норма внесения фосфорных удобрений,  $P_2O_5$  кг/га;

$K_B$  – коэффициент возврата фосфора, % (прил. 7.13);

$K_{pH}$  – коэффициент корректировки доз  $P_2O_5$  в зависимости от степени кислотности почв (при  $pH$  в  $KCl$  менее 5,0  $K_{pH} = 1,2$ ; при  $pH$  5,1–5,5  $K_{pH} = 1,1$ ).

В нашем случае

$$D_{P_2O_5} = \frac{0,16 \cdot 550 \cdot 110 \cdot 1,1}{100} - (50 \cdot 0,5 + 0) = 81,5 \text{ кг д. в/га.}$$

Норму внесения калийных удобрений рассчитывают по формуле

$$D_{K_2O} = \frac{V_1 U K_v \cdot K_{pH}}{100} - (H_0 T_0 + H_1 T_1), \quad (30)$$

где  $D_{K_2O}$  – норма внесения калийного удобрения,  $K_2O$  кг/га;

$K_v$  – коэффициент возврата питательного элемента, % (прил. 7.14);

$K_{pH}$  – коэффициент корректировки доз  $K_2O$  в зависимости от степени кислотности почв (при  $pH$  в  $KCl$  5,6–6,0  $K_{pH} = 1,1$ ; более 6,0  $K_{pH} = 1,2$ ).

В нашем случае

$$D_{K_2O} = \frac{0,65 \cdot 550 \cdot 50 \cdot 1,2}{100} - (50 \cdot 2 + 0) = 114,5 \text{ кг д. в/га.}$$

С учетом уровня и диапазона границ планируемой урожайности приведенные выше расчеты могут быть уточнены. Проиллюстрируем сущность такого уточнения на том же примере с сахарной свеклой. Урожайность сахарной свеклы в 550 ц/га занимает среднее положение в V группе урожайности (500–600 ц/га; см. прил. 5.6). При урожайности ниже 500 ц/га (IV группа урожайности) возврат азота составляет 100 %, а при урожайности 500–600 ц/га (т. е. до 600 ц/га) – 90 % (см. прил. 7.12). Логично предположить, что в нашем случае более точный показатель возврата азота ( $K_v$ ) составит не 90 %, как было в расчетах, а 95 %. Аналогичным образом можно уточнить показатели возврата и, следовательно, дозу удобрений по фосфору и по калию.

Более точные расчеты будут иметь место при верном определении коэффициентов возврата питательного элемента, что возможно при использовании компьютерных программ и постоянном обновлении базы данных.

Для более точного определения приходного баланса можно также использовать данные, приведенные ниже.

1. Поступление азота с атмосферными осадками (По), по многолетним данным Белгидрометцентра Республики Беларусь, составляет 10,9 кг/га,  $P_2O_5$  – 0,3,  $K_2O$  – 9,2, CaO – 29, MgO – 7,6,  $SO_4$  – 39,4 кг/га.

2. Ежегодно с семенами (Пс) на 1 га пашни поступает 3 кг азота, 1,3 кг фосфора, 1,5 кг калия; приход кальция, магния и серы представлен несущественными величинами (0,1–0,3 кг/га), которые при расчете баланса не учитываются.

3. Обеспечение растений азотом происходит также за счет введения в севооборот бобовых культур, которые благодаря симбиотической азотфиксации обеспечивают азотом как себя, так и последующие культуры. По материалам обобщения Географической сети полевых опытов, на одном гектаре за счет клубеньковых бактерий фиксируется посевами гороха 40–60 кг азота, вики – 40–65, люпина – 80–120, клевера лугового – 120–180, люцерны – 140–210, многолетних бобово-злаковых травосмесей на пашне – 60–90 кг/га в год. Для расчета баланса азота на пахотных землях следует принять средние размеры фиксации: по гороху – 50 кг/га, вике – 52, люпину – 100, клеверу луговому – 150, люцерне – 175, многолетним бобово-злаковым травосмесям – 75 кг/га [23].

4. Размеры фиксации азота свободноживущими микроорганизмами в зависимости от почвенно-климатических условий составляют от 5 до 50 кг/га. Для дерново-подзолистых почв республики, характеризующихся относительно невысоким содержанием гумуса, при расчете баланса азота на пашне рекомендуется принимать средний норматив несимбиотической азотфиксации 10 кг/га в год.

5. При учете указанных факторов необходимо принимать в расчет и естественную убыль N и  $K_2O$  от вымывания, денитрификацию N, смыв NPK на склоновых землях, выщелачивание и др.

После выполнения расчетов различными методами полученные данные заносят для сравнения в табл. 24.

Таблица 24. Нормы удобрений на программируемый урожай, определенные разными методами, кг д. в/га

Метод расчета	Питательные вещества		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$
1. Табличные данные			
2. Расчет методом элементарного баланса на весь			

урожай			
3. Расчет с использованием коэффициентов возврата питательных веществ			
4. Норма питательных веществ удобрений, назначенная к внесению под программируемый урожай			

Основанием для окончательного выбора нормы питательных веществ, предназначенных для получения программируемого урожая, служит сравнительная оценка данных табл. 24, их агрономический анализ, рациональность соотношения N : P : K.

Заключительным этапом работы является разработка системы применения макроудобрений (табл. 25), реализация которой может обеспечить формирование программируемого урожая.

Т а б л и ц а 25. Система применения органических и минеральных удобрений под программируемый урожай \_\_\_\_\_

(культура)

Приемы внесения удобрений	Сроки внесения удобрений	Способ внесения удобрений (разбросной, локальный)	Органические удобрения, т/га	Минеральные удобрения, д. в. кг/га		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Всего	—					
В т. ч.: основное						
припосевное						
подкормки						

В комментариях к табл. 25 рассматриваются технологические вопросы применения удобрений. Определяются их виды и формы, приводятся агротехнические требования к качеству работ, указываются сельскохозяйственные машины, используемые для внесения удобрений.

В системе удобрений также необходимо предусмотреть применение микроудобрений и дать научное обоснование их использования. Решая вопрос о внесении микроэлементов, следует

принимать в расчет биологические особенности рассматриваемой культуры.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Приложение 1.1

**Распределение почв (пашня) Беларуси по гранулометрическому составу, %**

Область	Глинистые	Суглинистые				Супесчаные			Песчаные			Торфяные
		всего	тяжело суглинистые	средне суглинистые	легкосуглинистые	всего	рыхлосупесчаные	связносупесчаные	всего	рыхлосесчаные	связносесчаные	
Брестская	–	2,5	–	0,3	2,3	37,5	28,4	9,1	46,5	4,8	41,7	11,0
Витебская	0,6	51,6	1,7	4,7	45,2	39,2	11,3	27,9	6,7	6,5	0,1	1,6
Гомельская	–	3,4	–	0,3	3,1	36,1	22,4	13,8	51,5	1,2	50,3	8,2
Гродненская	0,2	3,5	0,2	0,1	3,2	80,8	59,2	21,6	15,2	0,2	14,9	0,3
Минская	–	24,5	–	0,2	24,2	54,1	30,0	24,1	12,4	0,3	12,1	7,9
Могилевская	–	36,4	–	–	36,4	52,6	28,0	24,7	10,2	0,1	10,1	0,7
В среднем по республике	0,1	20,3	0,3	0,9	19,1	50,1	29,9	20,2	23,8	2,2	21,6	5,0

Приложение 1.2

**Оптимальные значения агрохимических показателей почвы в зависимости от типа и гранулометрического состава почв**

Гранулометрический состав	pH <sub>KCl</sub>	Гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
			мг/кг почвы		
<b>Дерново-подзолистые</b>					
Глинистые и суглинистые	6,0–6,7	2,5–3,0	250–300	220–250	150–300
Супесчаные	5,8–6,2	2,0–2,5	200–250	170–250	120–150
Песчаные	5,5–5,8	1,8–2,2	150–200	100–150	80–100
Торфяные	5,0–5,3	–	700–1000	600–800	450–900
Минеральные почвы луговых земель	5,8–6,2	3,5–4,0	120–200	150–200	90–120

Приложение 1.3

**Оптимальные уровни содержания подвижных соединений фосфора и калия в почвах Республики Беларусь с учетом севооборотов**

Почвы	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы		K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы	
	С преобладанием зерновых, многолетних и однолетних трав, льна	С корнеплодами, овощами, кукурузой, прифермские севообороты	С преобладанием зерновых, многолетних и однолетних трав, льна	С корнеплодам и, овощами, кукурузой, прифермские севообороты
<b>Дерново-подзолистые</b>				
Глинистые и суглинистые	200–300	250–350	200–300	250–350
Супесчаные	150–250	200–300	200–250	200–300
Песчаные	100–150	150–200	100–150	140–200
Торфяные (многолетние травы)	500–800		500–700	
Минеральные почвы луговых земель	120–200		100–200	

Приложение 1.4

**Оптимальные уровни реакции почвенной среды для различных севооборотов**

Показатели	Почва*	Пахотный горизонт
pH <sub>КСЛ</sub> для севооборотов: со льном, картофелем, люпином, рожью, овсом	1	5,5–6,0
	2	5,5–5,8
	3	5,3–5,5
зернотравяно- пропашные с кукурузой и корнеплодами	1	6,1–6,5
	2	5,6–6,2
	3	5,5–5,8
зернотравяносвекловичн ые, прифермские, овощекормовые	1	6,5–6,7
	2	5,8–6,2
	3	5,5–5,8

\* 1 – суглинистые; 2 – супесчаные, подстилаемые мореной; 3 – песчаные и рыхлосупесчаные, подстилаемые песками.

Приложение 1.5

**Градация почв по степени кислотности (pH<sub>КСЛ</sub>)**

Группа	Степень кислотности	Минеральные почвы	Торфяные почвы
I	Сильнокислые	Менее 4,5	Менее 4,0
II	Среднекислые	4,51–5,00	4,01–4,50
III	Кислые	5,01–5,50	4,51–5,00
IV	Слабокислые	5,51–6,00	5,01–5,50
V	Близкие к нейтральным	6,01–6,50	5,51–6,00
VI	Нейтральные	6,51–7,00	6,01–6,50
VII	Слабощелочные	Более 7,00	Более 6,50

Приложение 1.6

**Градация почв по содержанию и запасам гумуса**

Группа	Содержание гумуса	Минеральные почвы, %	Запасы гумуса в перегнойном горизонте 0–25 см, т/га
I	Очень низкое	Менее 1,0	Менее 30
II	Низкое	1,01–1,50	31–50
III	Недостаточное	1,51–2,00	51–70
IV	Среднее	2,01–2,50	71–90
V	Повышенное	2,51–3,00	91–110
VI	Высокое	Более 3,00	Более 110

**Градация почв по содержанию и запасам фосфора**

Группа	Содержание фосфора	Содержание фосфора, мг/кг почвы (по методу Кирсанова)		Запасы фосфора в слое 0–25 см, кг/га	Концентрация фосфора в 0,01 М вытяжке CaCl <sub>2</sub> , мг/л
		Минеральные	Торфяные		
I	Очень низкое	Менее 60	Менее 200	Менее 200	
II	Низкое	61–100	201–300	201–300	Менее 0,10
III	Среднее	101–150	301–500	301–500	0,10–0,20
IV	Повышенное	151–250	501–800	501–800	0,21–0,60
V	Высокое	251–400	801–1200	801–1300	0,61–2,00
VI	Очень высокое	Более 400	Более 1200	Более 1300	Более 2,00

**Градация почв по содержанию и запасам калия**

Группа	Содержание калия	Содержание калия, мг/кг почвы (по методу Кирсанова)		Запасы калия в слое 0–25 см, кг/га
		Минеральные	Торфяные	
I	Очень низкое	Менее 80	Менее 200	Менее 300
II	Низкое	81–140	201–400	301–400
III	Среднее	141–200	401–600	401–700
IV	Повышенное	201–300	601–1000	701–1000
V	Высокое	301–400	1001–1300	1001–1300
VI	Очень высокое	Более 400	Более 1300	Более 1300

**Градация почв по содержанию и запасам кальция**

Группа	Содержание кальция	Содержание кальция, мг/кг почвы		Запасы кальция в слое 0–25 см, т/га
		Минеральные	Торфяные	
I	Очень низкое	Менее 400	Менее 1200	Менее 1,20
II	Низкое	401–800	1201–2400	1,21–2,50
III	Среднее	801–1200	2401–3600	2,51–4,00
IV	Повышенное	1201–1600	3601–4800	4,01–5,00
V	Высокое	1601–2000	4801–6000	5,01–6,00
VI	Очень высокое	Более 2000	Более 6000	Более 6,00

**Градация почв по содержанию и запасам серы**

Группа	Содержание серы	Содержание серы, мг/кг почвы		Запасы серы в слое 0–25 см, кг/га
		Минеральные	Торфяные	
I	Низкое	Менее 6,0	Менее 20	Менее 20,0
II	Среднее	6,1–12,0	20,1–40,0	20,1–40,0
III	Высокое	12,1–18,0	40,1–60,0	40,1–60,0
IV	Очень высокое	Более 18,0	Более 60,0	Более 60,0

**Градация почв по содержанию и запасам магния**

Группа	Содержание магния	Содержание магния, мг/кг почвы		Запасы магния в слое 0–25 см, кг/га
		Минеральные	Торфяные	
I	Очень низкое	Менее 60	Менее 200	Менее 200
II	Низкое	61–90	201–300	201–300
III	Среднее	91–150	301–450	301–500
IV	Повышенное	151–300	451–900	501–1000
V	Высокое	301–450	901–1500	1001–1500
VI	Очень высокое	Более 450	Более 1500	Более 1500

**Градация почв Республики Беларусь по содержанию подвижных соединений микроэлементов, мг/кг почвы**

Элемент	Вытяжка	Группы по обеспеченности микроэлементами			
		I (низкая)	II (средняя)	III (высокая)	IV (избыточная)
Cu	1,0 М HCl	Менее 1,5	1,6–3,0	3,1–5,0	Более 5,0
		Менее 5,0	5,1–9,0	9,1–12,0	Более 12,0
Zn	1,0 М HCl	Менее 3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	Более 10,0
		Менее 10,0	10,1–15,0	15,1–30,0	Более 30,0
B	H <sub>2</sub> O	Менее 0,3	0,31–0,70	0,71–1,00	Более 1,0
		Менее 1,0	1,1–2,0	2,1–3,0	Более 3,0
Mn	0,1 М H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Менее 25	25,1–100	100,1–300	Более 200
		Менее 75	75,1–300	300,1–600	Более 600
Mn	1,0 М KCl	Менее 2,0	2,0–6,0	6,1–10,0	Более 10,0
		Менее 6,0	6,1–18,0	18,1–30,0	Более 30,0
Co	1,0 М HNO <sub>3</sub>	Менее 1,0	1,1–2,5	2,51–3,0	Более 3,0
		Менее 3,0	3,1–7,5	7,51–9,0	Более 3,0
Mo	Аксалатный буфер, pH 3,3	Менее 0,1	0,11–0,20	0,21–0,40	Более 0,40
		Менее 0,3	0,31–0,60	0,61–1,20	Более 1,20

**Градация по степени загрязнения почв радионуклидами**

Степень загрязнения	Плотность загрязнения, Ки/км <sup>2</sup>	
	Цезий-137	Стронций-90
1	Менее 1,0	Менее 0,15
2	1,0–4,9	0,15–0,30
3	5,0–9,9	0,31–0,50
4	10,0–14,9	0,51–1,00
5	15,0–29,9	1,01–2,00
6	30,0–39,9	2,01–2,99
7	40 и более	3,00 и более

**Масса пахотного слоя почвы в зависимости от гранулометрического состава**

Почвы	Объемная масса, г/см <sup>3</sup> (т/м <sup>3</sup> )	Масса пахотного слоя, т/га		
		0–20 см	0–25 см	0–30 см
Суглинистые	1,18–1,25	2350–2420	2950–3100	3550–3780
Супесчаные	1,28–1,33	2550–2650	3200–3300	3850–3950
Песчаные	1,38–1,42	2750–2850	3450–3550	4150–4250
Торфяно-болотные	0,55–0,65	–	1400–1600	1650–1950

**П р и м е ч а н и е.** При расчете массы пахотного слоя одного гектара поля необходимо учитывать размерность сомножителей. Например, искомая масса пахотного слоя одного гектара = объемная масса (т/м<sup>3</sup>) × мощность пахотного слоя (м) × площадь оцениваемого поля (м<sup>2</sup>): 1,20 · 0,25 · 10000 = 3000 т.

**Показатели, характеризующие уровни высокой степени окультуренности дерново-подзолистых легкосуглинистых почв**

Показатели	Оптимальные значения	Приемы, обеспечивающие достижение оптимальных свойств
1	2	3
<b>Технологические свойства</b>		
Контурность, га	Не менее 15–20	Мелиоративное и культуртехническое воздействие
Эродированность	Отсутствует или слабо выражена	Способы сева, обработки почвы; севообороты с травами
Завалуненность, м <sup>3</sup> /га	Отсутствует или менее 10	Уборка камней, культуртехнические работы
<b>Морфологические признаки</b>		
Мощность пахотного слоя, см	25–30 Темно-серый, подзолистый горизонт отсутствует	Внесение органических удобрений, углубление пахотного слоя с известкованием

1	2	3	
<b>Водно-воздушный режим</b>			
Порозность, %	50–55	Агрехимические приемы, внесение органических удобрений, известкование, посев многолетних трав, система обработки	
Запас продуктивной влаги в слое 0–50 см к началу вегетации, мм	130–150		
Плотность сложения (объемная масса), г/см <sup>3</sup>	1,10–1,20		
Содержание водопрочных агрегатов более 0,25 мм в пахотном слое, %	70–80		
<b>Агрехимические показатели пахотного слоя</b>			
Гумус, %	2,0–3,0 Запас 60–90 т/га	Внесение органических и минеральных удобрений. Система обработки почвы	
С г. к / С ф. к	1,1–1,2		
Азот (NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> ), мг/100 г	3,0–4,5		
Возможное потребление за вегетацию, кг	50–60		
Подвижные фосфаты (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по методу Кирсанова), мг/кг	250–300		
Возможное потребление за вегетацию, кг/га	60–70		
Подвижные соединения калия (K <sub>2</sub> O по методу Кирсанова), мг/кг	250–300		
Возможное потребление за вегетацию, кг	180–200	Внесение доломитизированных известняков	
Содержание подвижного магния, мг/кг	100–120		
Микроэлементы, мг/кг:	3–4	Внесение органических и минеральных удобрений	
медь			
кобальт			0,6–1,2
молибден			0,2–0,4
бор			0,5–0,6
цинк	6,0–7,0		
Кислотность:	6,5–7,0	Известкование	
актуальная рН Н <sub>2</sub> O			
обменная рН KCl			6,0–6,5
гидролитическая,	1,5–2,0		

мг · экв/100 г почвы		
<b>Состояние почвенно-поглощающего комплекса</b>		
Емкость катионного обмена (ЕКО), мг · экв/100 г почвы	10–12	Внесение органических и минеральных удобрений

Окончание прил. 1.15

1	2	3
Степень насыщенности основаниями V, %	80–90	Известкование
<b>Биологические свойства</b>		
Активность инвертазы	Более 1 мг глюкозы	Известкование, внесение органических удобрений
полифенолоксидазы	Более 3 мг пурпургалина	
Нитрификационная способность (N–NO <sub>3</sub> ), мг/100 г	4–5	
Количество полезной микрофлоры, млн/1 г почвы	8–10	
Продуктивность, ц/га, к. ед.	65–70	

Приложение 1.16

**Оптимальные значения реакции почвы для произрастания основных полевых культур**

Культуры	Оптimum рН	Культуры	Оптimum рН
Пшеница: яровая	6,0–7,5	Картофель	5,0–6,5
озимая	6,3–7,6	Свекла: сахарная	7,0–7,5
Рожь озимая	5,5–7,5	кормовая	6,2–7,5
Тритикале: яровая	5,5–7,0	Морковь	6,5–7,0
озимая	5,5–7,0	Брюква	5,9–7,0
Овес	5,0–7,0	Турнепс	6,0–7,0
Ячмень	6,5–7,5	Арбуз	5,5–6,5
Кукуруза	6,0–7,0	Тыква	5,5–7,5
Просо	5,5–7,5	Табак	5,5–7,5
Сорго	5,0–6,5	Конопля	5,0–6,0
Гречиха	4,7–7,5	Лен	5,5–6,5
Горох	6,0–7,0	Подсолнечник	6,0–7,5
Бобы кормовые	6,0–7,5	Суданская трава	5,5–7,0
Люпин: белый	5,5–7,0	Вика: яровая	6,0–6,8
желтый	5,0–6,0	озимая	5,5–7,5
узколистный	5,0–6,5	Клевер: луговой	6,0–7,5
		белый	5,5–7,0
Соя	6,0–7,0	Люцерна	7,0–8,0
Фасоль	6,5–7,8	Тимофеевка луговая	5,5–7,5

Сераделла	6,0–7,0	Лисохвост луговой	6,0–7,5
Рапс: озимый	6,0–7,5	Овсяница луговая	5,0–7,0
яровой	5,8–6,5	Ежа сборная	6,0–7,0
		Костер безостый	6,0–8,0
		Райграс многоукосный	6,0–7,0

Приложение 1.17

### Оптимальные уровни реакции почвенной среды для различных севооборотов

Показатели	Почва*	Пахотный горизонт
РН <sub>КС</sub> для севооборотов: со льном, картофелем, люпином, рожью, овсом	1	5,5–6,0
	2	5,5–5,8
	3	5,3–5,5
зернотравяно- пропашные с кукурузой и корнеплодами	1	6,1–6,5
	2	5,6–6,2
	3	5,5–5,8
зернотравяносвеклович- ые, прифермские, овощекормовые	1	6,5–6,7
	2	5,8–6,2
	3	5,5–5,8

\* 1 – суглинистые; 2 – супесчаные, подстилаемые мореной; 3 – песчаные и рыхлосупесчаные, подстилаемые песками.

Приложение 1.18

### Группировка сельскохозяйственных культур по их отношению к кислотности почвы (БелНИИПА, 1971)

Значение рН почвенного раствора в 1 н. КСІ вытяжке	Культура
I группа рН 5,8–6,5. Растения наиболее чувствительны к повышенной кислотности	Свекла сахарная, кормовая, конопля, клевер красный, люцерна, донник, райграс, ежа сборная
II группа рН 5,3–6,0. Растения, чувствительные к повышенной кислотности, хорошо отзываются на известкование	Пшеница озимая и яровая, ячмень, горох, пелюшка, кукуруза, брюква, турнепс, вика, овсяница луговая, мятлики
III группа а) рН 4,5–6,0. Растения, менее чувствительные к повышенной кислотности, положительно отзываются на известкование б) рН 4,8–5,7. Растения, трудно переносящие избыток кальция в почве, предпочитают известкование в дозе не выше ¼ гидrolитической кислотности	Овес, рожь, гречиха, тимopheевка  Лен, тыква, морковь, подсолнечник, репа, редька
IV группа	Сераделла, люпин, картофель

pH 4,5–5,0. Растения, переносящие повышенную кислотность, как правило, не нуждаются в известковании	
---	--

Приложение 1.19

**Основные агрохимические показатели окультуренности дерново-подзолистых почв**

Показатель	Почвы	Степень окультуренности			
		слабая	средняя	хорошая	высокая
Мощность (A <sub>пах</sub> ), см	Супесчаные и песчаные Легко- и среднесуглинистые	16–20	22–26	24–30	26–32
		14–18	20–24	22–26	24–30
Гумус (по Тюрину), %	Супесчаные и песчаные Легко- и среднесуглинистые	0,6–1,6	1,6–2,2	2,2–3,0	3,0–4,0
		1,0–2,0	2,0–2,6	2,6–3,4	3,4–4,5
pH <sub>ксл</sub>	Супесчаные и песчаные Легко- и среднесуглинистые	4,0–5,2	5,2–5,8	5,8–6,4	6,4–6,8
		3,8–4,8	4,8–5,6	5,6–6,4	6,4–6,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы	Супесчаные и песчаные Легко- и среднесуглинистые	До 50	50–150	150–250	Более 250
		До 80	80–150	150–200	Более 200
K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы	Супесчаные и песчаные Легко- и среднесуглинистые	До 60	60–100	100–140	Более 160
		До 80	80–140	140–200	Более 200

Приложение 2

Приложение 2.1

**Экономические пороги вредности вредных организмов сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь**

Вредные организмы	Фаза развития культуры	Единица измерения	Экономические пороги вредности
1	2	3	4
<b>Озимые зерновые культуры</b>			
<i>Пшеница</i>			

Проволочники	До посева	Особей на 1 м <sup>2</sup>	25,0–30,0
Шведские мухи осеннего поколения	Всходы – стадия 1–2-го листа	Особей на 100 взмахов сачком	25,0–30,0
	Начало кушения	То же	55,0–60,0
Цикадки	Стадия 1–2-го листа	»	2100,0–2300,0
Злаковые тли	Стеблевание	Особей на стебель	1,0–2,0
	Колошение	То же	3,0–4,0
	Цветение	»	5,0–6,0
	Образование зерна	»	7,5–9,0
Злаковые трипсы	Начало стеблевания	»	12,0–16,0
	Стеблевание	»	19,0–23,0
Пьявица	Начало стеблевания	»	0,6–0,9
	Стеблевание	»	0,9–1,2

Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
Корневые гнили	Конец кушения – начало стеблевания	% пораженных растений	14–16, при размещении по неблагоприятным предшественникам
Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, пиренофороз и др.	Флаг-лист – колошение – цветение	% развития болезни	Наличие признаков одной или комплекса болезней на 3-м сверху листе у 50 % растений, при пороговом развитии (1–5 %) и благоприятном гидротермическом режиме (осадки, температура выше 15 °С)
Фузариоз колоса	Цветение	То же	Благоприятные для заражения погодные условия (температура выше 18 °С и достаточный уровень осадков в течение 24–40 ч или температура выше 18 °С и влажность более 90 %)
Септориоз колоса	Колошение	»	Благоприятный гидротермический режим для заражения с начала колошения (температура выше 18 °С и влажность более 85 %)
<i>Тритикале</i>			
Проволочники	До посева	Особей на 1 м <sup>2</sup>	30,0–35,0
Шведские мухи осеннего поколения	Всходы – стадия 1–2-го листа	Особей на 100 взмахов сачком	25,0–30,0
	Начало кушения	То же	55,0–60,0
Цикадки	Стадия 1–2-го листа	»	2100,0–2300,0
Злаковые тли	Стеблевание	Особей на стебель	1,5–2,0
	Колошение	То же	3,5–4,5

	Цветение	»	6,5–7,5
	Образование зерна	»	9,0–10,0
Злаковые трипсы	Начало стеблевания	»	12,0–14,0
	Стеблевание	»	18,0–20,0
Пьявица	Стеблевание	»	0,8–1,2
Корневые гнили	Конец кушения – начало стеблевания	% пораженных растений	14,0–16,0, неблагоприятный предшественник
Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, ринхоспориоз и др.	Флаг-лист – колошение – цветение	% развития болезни	Наличие признаков одной или комплекса болезней на 3-м сверху листе у 50 % растений, при пороговом развитии (1–5 %) и благоприятном гидротермическом режиме (температура выше 15 °С и влажность более 90 %)

Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
Септориоз колоса	Колошение	То же	Наличие признаков поражения на 2-м листе. Благоприятный гидротермический режим (температура и влажность в течение 1–3 сут с начала колошения)
Фузариоз колоса	Колошение	»	Благоприятный гидротермический режим для заражения с начала колошения (температура выше 18 °С и влажность более 85 %)
<b>Роль</b>			
Проволочники	До посева	Особей на 1 м <sup>2</sup>	30,0–35,0
Шведские мухи осеннего поколения	Всходы – стадия 1–2-го листа	Особей на 100 взмахов сачком	25,0–30,0
	Начало кушения	То же	55,0–60,0
Цикадки	Стадия 1–2-го листа	»	2100,0–2300,0
Злаковые тли	Стеблевание	Особей на стебель	2,5–3,0
	Колошение	То же	4,0–5,0
	Цветение	»	7,0–8,0
	Образование зерна	»	11,0–12,0
Злаковые трипсы	Начало стеблевания	»	8,0–10,0
	Стеблевание	»	13,0–15,0
Пьявица	Стеблевание	»	1,2–1,5
Корневые гнили	Конец кушения – начало стеблевания	% пораженных растений	14–16, размещение по неблагоприятному предшественнику

Ринхоспориоз, ржавчина, мучнистая роса и др.	Флаг-лист – колошение – цветение	% развития болезни	Наличие признаков одной или комплекса болезней на 3-м сверху листе у 50 % растений при пороговом развитии (1–5 %) и благоприятном гидротермическом режиме
<b>Яровые зерновые культуры</b>			
<i><b>Ячмень</b></i>			
Проволочники	До посева	Особей на 1 м <sup>2</sup>	30,0–35,0
Проволочники	Пивоваренный до посева	То же	20,0–25,0
Шведские мухи весеннего поколения	Всходы – стадия 1–2-го листа	Особей на 100 взмахов сачком	20,0–15,0
Шведские мухи летнего поколения	Колошение	То же	1000,0–1100,0
Пьявица	Кущение	Жуков на 1 м <sup>2</sup>	8,0–10,0
	Стеблевание	Особей на стебель	0,6–0,9

Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
Обыкновенная черемуховая тля	Кущение	То же	1,0–1,2
	Стеблевание	»	8,0–9,0
Большая злаковая тля	Стеблевание	»	2,5–2,8
	Флаг-лист	»	8,0–9,0
	Колошение	»	11,0–13,0
Злаковый минер	Начало стеблевания	Особей на 100 взмахов сачком	50,0
Листовые пиллильщики	Начало стеблевания	Ложногусениц на стебель	0,3
Мучнистая роса, ринхоспориоз, гельминтоспоризмы и другие пятнистости	Флаг-лист – колошение	% развития болезни	Наличие признаков болезней на 2-м сверху листе у 50 % растений при пороговом развитии (1–5 %) и благоприятном гидротермическом режиме
Фузариоз, гельминтоспоризм и альтернариоз колоса	Начало колошения	То же	Благоприятные погодные условия для заражения (температура 14–21 °С и относительная влажность воздуха 90 % и выше)
Пыльная головня	Колошение	% пораженных растений	ОС и ЭС не допускаются; РС <sub>1-3</sub> – 0,1 %; РС <sub>n</sub> – 0,3 %
<i><b>Пшеница</b></i>			

Проволочники	До посева	Особей на 1 м <sup>2</sup>	20,0–25,0
Шведские мухи весеннего поколения	Всходы – стадия 1–2-го листа	Особей на 100 взмахов сачком	15,0–20,0
Пьявица	Кущение	Жуков на 1 м <sup>2</sup>	10,0–12,0
	Стеблевание	Особей на стебель	0,5–0,7
Обыкновенная черемуховая тля	Кущение	То же	1,0–1,5
	Стеблевание	»	9,0–10,0
Большая злаковая тля	Стеблевание	»	2,3–2,5
	Флаг-лист	»	7,0–8,0
	Колошение	»	11,0–13,0
Листовые пилильщики	Начало стеблевания	Ложногусениц на стебель	0,3
Мучнистая роса, септориоз, ржавчинные болезни и др.	Флаг-лист – колошение – цветение	% развития болезни	Наличие признаков болезней на 2-м сверху листе у 50 % растений при пороговом развитии (1–5 %) и благоприятном гидротермическом режиме
Септориоз колоса	Колошение	То же	Благоприятный гидротермический режим для заражения с начала колошения (температура выше 18 °С и влажность более 85 %)

Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
Фузариоз колоса	Цветение	»	Благоприятные для заражения погодные условия (температура выше 18 °С и достаточный уровень осадков в течение 24–40 ч или температура выше 18 °С и влажность более 90 %)
Пыльная головня	Колошение	% пораженных растений	ОС и ЭС не допускаются; РС <sub>1-3</sub> – 0,1 %; РС <sub>n</sub> – 0,3 %
<i>Тритикале</i>			
Проволочники	До посева	Особей на 1 м <sup>2</sup>	20,0–25,0
Шведские мухи весеннего поколения	Всходы – стадия 1–2-го листа	Особей на 100 взмахов сачком	10,0–15,0
Пьявица	Кущение	Жуков на 1 м <sup>2</sup>	10,0–12,0
	Стеблевание	Особей на стебель	0,7–0,9
Обыкновенная черемуховая тля	Кущение	То же	0,7–1,0
	Стеблевание	»	6,0–7,0

Большая злаковая тля	Стеблевание	»	2,5–2,8
	Флаг-лист	»	8,0–9,0
	Колошение	»	11,0–13,0
Листовые пилильщики	Начало стеблевания	Ложногусениц на стебель	0,5
Мучнистая роса, ринхоспориоз, септориозы и др.	Флаг-лист – колошение – цветение	% развития болезни	Наличие признаков одной или комплекса болезней на 2-м сверху листе у 50 % растений при пороговом развитии (1–5 %) и благоприятном гидротермическом режиме
<b>Овес</b>			
Проволочники	До посева	Особей на 1 м <sup>2</sup>	25,0–30,0
Шведские мухи весеннего поколения	Всходы – стадия 1–2-го листа	Особей на 100 взмахов сачком	10,0–15,0
Шведские мухи летнего поколения	Выметывание	То же	800,0–900,0
Пьявица	Кушение	Жуков на 1 м <sup>2</sup>	10,0–12,0
	Стеблевание	Личинок на стебель	0,7–0,9
Обыкновенная черемуховая тля	Кушение	Особей на стебель	0,7–1,0
	Стеблевание	То же	6,0–7,0
Большая злаковая тля	Стеблевание	»	3,5–3,8
	Флаг-лист	»	9,0–10,0
	Колошение	»	16,0–18,0
Листовые пилильщики	Начало стеблевания	Ложногусениц на стебель	0,5

Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
Красно-бурая пятнистость, корончатая ржавчина и др.	Флаг-лист – колошение – цветение	% развития болезни	Наличие признаков болезней на 2-м сверху листе у 50 % растений при пороговом развитии (1–5 %) и благоприятном гидротермическом режиме
Пыльная головня	Выметывание	% пораженных растений	ОС и ЭС не допускаются; РС <sub>1-3</sub> – 0,3 %; РС <sub>n</sub> – 0,5 %
<b>Амбарные вредители</b>			
Пыльная вошь, долгоносики амбарный и рисовый, мукоеды, хрущаки и др.	В семенах репродукций	Наличие живых вредителей и их личинок	Не допускается
Клещи	В семенах репродукций	экз/кг	20,0

<b>Кукуруза</b>			
Проволочники	До посева	Особей на 1 м <sup>2</sup>	20,0–25,0 – в засушливые годы; 35,0–40,0 – в годы с холодной дождливой весной
Шведские мухи весеннего поколения	Всходы – стадия 1–2-го листа	Особей на 100 взмахов сачком	20,0–25,0
Кукурузный мотылек	6–8 листьев – выметывание метелок	Гусениц на растение	1–2
Пузырчатая головня	Стадия начала выбрасывания метелок (видны кончики нитей рыльца)		Опрыскивание растений фунгицидами при среднесуточной температуре воздуха июля выше многолетней нормы на 2,5 °С и 30–60 % осадков от нормы
<b>Многолетние злаковые травы</b>			
Колосовые (тимофеечные) мухи	Начало стеблевания	Особей на 100 взмахов сачком	30
<b>Клевер луговой</b>			
Клеверные семена	Конец стеблевания	Жуков на 1 м <sup>2</sup> без подкоса	18
		Жуков на 1 м <sup>2</sup> после подкоса	30
Сосущие вредители (тли, клопы и др.)	Стеблевание – бутонизация	Особей на 100 взмахов сачком	30–50
<b>Клевер гибридный</b>			
Клеверные семена	Конец стеблевания – бутонизация	Жуков на 1 м <sup>2</sup>	4

Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
Мучнистая роса	Конец стеблевания – бутонизация		Появление первых признаков поражения
<b>Клевер ползучий</b>			
Клеверные семена	Начало бутонизации – начало цветения	Жуков на 1 м <sup>2</sup>	6
<b>Зернобобовые</b>			
<b>Горох</b>			
Клубеньковые долгоносики	Фаза семядолей, первой пары настоящих листьев	Жуков на 1 м <sup>2</sup>	15
Гороховая, виковая, люцерновая, бобовая тли	Бутонизация – цветение	Особей на 100 взмахов сачком	30–50
Гороховый трипс	Период вегетации	Имаго на 2 цветка	1
		Личинок на цветок	2
Гороховая	Массовое	Самцов на	6

плодожорка	образование бобов	феромонную ловушку за неделю	
Серая гниль, пероноспороз, аскохитоз	Бутонизация – цветение		Появление первых признаков болезни
<b>Люпин</b>			
Трипсы, тля (переносчики вирусов)	Бутонизация	В элитных посевах при исходной заселенности	От 0,5 до 1,5 % – однократная обработка
	Стеблевание – бутонизация		От 1,5 до 3 % – двукратная обработка
Стеблевая минирующая муха	Начало цветения		Инсектицидные обработки – в начале лета второго и третьего (летних) поколений минирующей стеблевой мухи
Антракноз, фомопсис, цератофороз	Конец стеблевания – начало бутонизации		Появление первых признаков болезни
<b>Соя</b>			
Соевый (многоядный) листоед	Фаза семядолей, первая пара настоящих листьев	Жуков на 1 м <sup>2</sup>	20–25
Люцерновый фитономус	Фаза семядолей, первая пара настоящих листьев	То же	5–8
Септориоз, оливковая пятнистость	Бутонизация – цветение		Появление первых признаков болезни
<b>Картофель</b>			
Проволочники	До посадки	Экземпляров на 1 м <sup>2</sup> : в засушливые годы	5
		при холодной дождливой погоде	10

Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
Колорадский жук	Период вегетации	Личинок на растении	20 экз. при заселении более 10 % растений (массовое появление личинок 1–3 возрастов – 60–70 % от всех обнаруженных)
Фитофтороз, альтернариоз	В период вегетации	% развития болезни	До 25 % – депрессивное, 25–50 % – умеренное, свыше 50 % – эпифитотийное
Бактериальные болезни (черная ножка)	Полные всходы – бутонизация – цветение	% пораженных растений	ИМ, ОС, ЭС не допускаются; РС – 2
<b>Лен</b>			
Льняные блошки	За 1–2 дня до появления всходов, начало всходов	Краевое опрыскивание на ширину 30–50 м	Начало заселения
	Всходы	Сплошное	

		опрыскивание, экз. на 1 м <sup>2</sup> : в сухую, жаркую погоду	10
		прохладную погоду	20
Льняной трипс	Период быстрого роста – бутонизация	Особей на растение	5–8
Совка-гамма	Высота растений, см:	Гусениц на 1 м <sup>2</sup>	
	3		0,5
	10		1,5
	40		3
	50		5
Луговой мотылек	Период быстрого роста – бутонизация	Гусениц на 1 м <sup>2</sup> : первое поколение	5
		второе поколение	8–10
Кальциевый хлороз	Фаза всходов (до высоты растений 4–5 см)	При проявлении первых симптомов	Опрыскивание комплексонатами
Антракноз	Всходы, фаза «елочки»	Развитие болезни	Появление первых признаков болезни при благоприятных погодных условиях для ее развития
<b>Сахарная свекла</b>			
Проволочники	Семена, не обработанные инсектицидом	экз. на 1 м <sup>2</sup>	2,0
	Семена, обработанные инсектицидом		5,0
Свекловичные блошки	Всходы	Жуков на растение / степень повреждения растений, %	0,3 / 20
	1 пара настоящих листьев		1,0–1,1 / 25
Матовый мертвец	Всходы	Жуков на 1 м <sup>2</sup> / степень повреждения растений, %	0,4 / 20
	1 пара настоящих листьев	Личинок на растение / степень повреждения растений, %	0,1 / 25
	2–8 настоящих листьев		2–3 (при заселении 30 % растений) / 30

Продолжение прил. 2.1

1	2	3	4
Свекловичная щитовоска	Всходы	Жуков на 1 м <sup>2</sup>	0,5–0,7
	2–8 настоящих листьев	Личинок на растение / степень повреждения растений, %	10–15 (при заселении 30 % растений) / 30
Свекловичная минирующая муха	1 пара настоящих листьев	Яиц на растение / степень повреждения растений, %	4–5 / 15–20
	2–3 пары настоящих листьев		5–6 / 21–25
	4 пары настоящих листьев		7–12 / 26–30
Свекловичная тля	2 пары настоящих листьев – смыкание в рядах	% заселенных растений	5 % заселенных растений на краевых полосах или 10 % в среднем по полю
Совки листо-	Первая генерация	Гусениц на растение /	1 / 30

грызущие	Вторая генерация	степень повреждения растений, %	2–3 / 30
Мотылек луговой	Первая генерация	То же	2–3 / 30
	Вторая генерация		5–6 / 30
Серый свекловичный долгоносик	Всходы	Жуков на 1 м <sup>2</sup> / степень повреждения растений, %	0,2–0,3 / 15–20
	2–8 настоящих листьев		0,5 / 30
Церкоспороз, рамуляриоз, мучнистая роса, пероноспороз, ржавчина, фомоз и др.	Период вегетации	Развитие болезни	Появление первых признаков болезни
<b><i>Panc</i></b>			
Крестоцветные блошки	Всходы	Жуков на 1 м <sup>2</sup>	4–6
Рапсовый цветоед	Бутонизация	Жуков на растение	3–5
Стеблевой капустный скрытнохоботник	Стеблевание – начало бутонизации	Жуков на 25 растений	6
Рапсовый пилильщик	3–4 листа (лето, осень)	Ложногусениц на растение	1–2 при 10 % заселении растений
Склеротиниоз, альтернариоз, серая гниль, фомоз и др.	Середина цветения, конец цветения – фаза зеленого стручка		Благоприятный гидротермический режим для развития болезни
Семенной капустный скрытнохоботник	Бутонизация – начало цветения	Жуков на 25 растений	4
Стручковый комарик	Начало цветения	Особей на растение	1
<b><i>Морковь столовая</i></b>			
Морковная муха	Вилочка – 1 настоящий лист	Яиц на растение	1 яйцо на 20 растений

Окончание прил. 2.1

1	2	3	4
Морковная листоблошка	1–2 настоящих листа	% поврежденных растений	5
Бурая листовая пятнистость	В период вегетации		Появление первых признаков болезни

Приложение 2.2

### Пороги вредоносности сорняков в странах СНГ

Виды сорняков	Фаза развития растений	Экономический порог вредоносности
Аистник цикутный	Кущение	6

Бодяк щетинистый	То же	1–3
Вьюнок полевой	»	5–8
Горчица полевая	»	12
Гречиха татарская	»	7
Гречишка вьюнковая	»	7
Двойчатка лучистая	»	11–21
Дескурация Софии	»	5
Дымянка Шлейхера	»	10
Ежовник обыкновенный (куриное просо)	»	40–50
Латук татарский	»	3
Мак-самосейка	»	36
Марь белая	»	9–18
Метлица обыкновенная	»	10–20
Овсюг обыкновенный	»	10–16
Осот полевой	»	2–4
Пикульник обыкновенный	»	15–18
Подмаренник цепкий	»	4–14
Пырей ползучий	»	3–6
Ромашка пахучая	»	5
Хлориспора тонкая	»	11
Щетинник, виды	»	125
Яснотка стеблеобъемлющая	»	15
Однолетние двудольные сорные растения (ромашка непахучая, фиалка полевая, яснотка, незабудка)	»	В посевах озимой пшеницы 15–16
Однолетние двудольные сорные растения (марь белая, ромашка непахучая, виды пикульника, горца)	»	В посевах ячменя
Однолетние двудольные сорные растения (мак-самосейка, хлориспора нежная, гречишка вьюнковая, ярутка полевая и др.)	»	В посевах озимой пшеницы 40–50 (при засоренности дескуренией Софии и подмаренником цепким ниже ЭПВ)

### Приложение 2.3

#### Пороги вредоносности сорных растений в посевах зерновых культур

Сорные растения	Количество сорных растений в посевах, шт/м <sup>2</sup>					
	озимых зерновых			яровых зерновых		
	пшеница	тритикале	рожь	пшеница	ячмень	овес
Однолетние двудольные	20,0	40,0	56,6	14,0–16,0	30,0–50,0	23,0–43,0
Пырей ползучий	15,0 стеблей/м <sup>2</sup>			12,0 стеблей/м <sup>2</sup>		

### Приложение 2.4

#### Пороги вредоносности сорных растений в посевах кукурузы,

**льна-долгунца, сахарной свеклы**

Показатель	Кукуруза	Лен-долгунец	Сахарная свекла
Количество сорных растений в посевах, шт/м <sup>2</sup>	3–10	6–15	4–6

Приложение 2.5

**Примерные экономические пороги вредоносности сорняков, шт/м<sup>2</sup>**

Культуры	Сорняки	
	малолетние	многолетние
Озимые	2–15	2–5
Яровые зерновые	10–50	4–10
Кукуруза	3–10	1–3
Сахарная свекла	1–8	1–2
Картофель	3–15	2–3
Подсолнечник	18–50	3–5
Лен	10–30	1–3

Приложение 2.6

**Примерные критерии оценки фитосанитарного состояния посевов**

Показатели	Фитосанитарное состояние		
	плохое	среднее	хорошее
1	2	3	4
<b>Засоренность, шт/м<sup>2</sup></b>			
Зерновые:			
малолетники	150–300	30–150	10–25
многолетники	10–30	5–10	2–5
Пропашные:			
малолетники	50–120	10–20	5–15
многолетники	10–20	5–10	1–3
В т. ч. картофель:			
малолетники	30–90	10–20	5–10
многолетники	5–10	3–5	1–2

Окончание прил. 2.6

1	2	3	4
Многолетние травы:			
малолетники	150–250	30–50	15–30
многолетники	20–25	10–15	3–5
<b>Пораженность болезнями, %</b>			
Зерновые	40	20	10
Картофель и овощи	50	30	5
<b>Пораженность вредителями, шт/м<sup>2</sup></b>			
Зерновые	100	50	10
Картофель и овощи	50	30	5



Месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации, ккал/см<sup>2</sup>

Метеостанции	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
Полоцк	1,4	3,0	7,1	9,4	13,2	14,9	14,4	10,7	6,9	13,2	1,3	1,0	86,5
Шарковщина	1,4	3,1	7,3	9,7	13,4	15,0	14,4	10,8	7,1	3,5	1,3	1,0	88,0
Витебск	1,4	3,0	7,3	9,8	13,8	15,2	14,7	10,9	7,2	3,4	1,4	1,0	89,1
Минск	1,6	3,3	7,4	9,7	13,8	15,2	14,5	11,0	7,5	3,9	1,6	1,0	90,5
Слуцк	1,9	3,4	7,3	10,5	14,7	15,7	15,7	15,1	8,2	4,3	1,7	1,3	96,1
Гродно	1,5	3,2	7,4	10,0	13,4	14,3	14,4	11,2	7,7	4,1	1,6	1,2	90,0
Новогрудок	1,6	3,3	7,4	10,3	14,1	15,3	14,9	11,4	7,8	4,1	1,6	1,0	92,8
Горки	1,6	3,3	7,1	10,0	13,8	15,5	15,1	11,3	7,2	3,7	1,6	1,0	91,2
Костюковичи	1,7	3,2	7,1	10,4	14,0	15,1	14,8	11,5	7,7	4,0	1,7	1,1	92,3
Пинск	2,0	3,4	7,9	10,9	14,2	15,2	14,9	12,4	8,4	4,6	1,7	1,3	96,9
Брест	2,1	3,5	7,6	10,4	14,4	15,1	15,3	12,0	8,8	5,0	1,8	1,4	97,4
Василевичи	1,9	3,1	6,9	9,8	13,6	14,5	14,1	11,4	7,7	4,2	1,6	1,2	90,0

Приход суммарной фотосинтетически активной радиации, ккал/см<sup>2</sup>

Метеостанции	Месяц												За год	∑ радиации за вегетационный период с t более	
														5°	10°
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Полоцк	0,8	1,6	3,7	4,9	7,0	7,8	7,5	5,7	3,7	1,8	0,7	0,6	45,8	35,7	29,9
Шарковщина	0,8	1,7	3,8	5,1	7,0	7,9	7,5	5,8	3,8	1,8	0,7	0,6	46,5	36,2	30,9
Витебск	0,8	1,6	3,9	5,1	7,2	7,9	7,5	5,7	3,8	1,8	0,8	0,6	46,7	36,3	31,0
Минск	0,8	1,8	3,9	5,2	7,2	8,0	7,5	5,8	4,0	2,1	0,9	0,6	47,8	37,3	31,4
Слуцк	1,0	1,9	3,9	5,5	7,6	8,1	7,8	6,3	4,3	2,3	0,9	0,7	50,3	39,8	34,3
Гродно	0,8	1,8	3,9	5,3	7,0	7,7	7,6	5,9	4,1	2,2	0,9	0,6	47,8	38,2	32,6
Новогрудок	0,8	1,8	3,8	5,4	7,3	8,0	7,8	6,0	4,1	2,2	0,9	0,6	48,7	38,6	31,9
Горки	0,8	1,8	3,9	5,3	7,2	8,1	7,7	6,0	3,8	2,0	0,9	0,6	48,1	37,2	31,1
Костюковичи	0,9	1,8	3,8	5,5	7,3	7,9	7,7	6,0	4,1	2,1	0,9	0,6	48,6	37,9	32,7
Пинск	1,2	1,8	4,2	5,7	7,5	8,1	7,9	6,5	4,4	2,5	1,0	0,8	51,6	41,4	35,7
Брест	1,2	1,8	4,1	5,5	7,6	8,0	8,0	6,4	4,6	2,6	1,0	0,8	51,6	41,7	36,3
Василевичи	1,1	1,7	3,6	5,2	7,1	7,6	7,4	5,9	4,0	2,2	0,9	0,7	47,4	37,4	32,5

Примечание. Уровни использования ФАР посевами сельскохозяйственных культур: 0,5–1,5 % – низкий; 1,5–3,0 % – средний; 3,0–5,0 % – высокий; 5,0–7,0 % – очень высокий; 7,0–10,0 % – теоретически возможный.

Суммарная ФАР по регионам Беларуси, кДж/см<sup>2</sup>

Метеорологические станции	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	За год
Полоцк	20,52	29,31	32,66	32,40	23,86	15,49	191,78
Шарковщина	21,35	29,31	33,08	31,40	24,28	15,91	194,69
Витебск	21,35	30,14	33,08	31,40	23,86	15,91	195,52
Минск	21,77	30,14	33,49	31,40	24,28	16,75	200,13
Слуцк	23,03	31,82	33,91	32,66	26,38	18,00	210,00
Гродно	22,19	29,31	32,24	31,82	24,70	17,17	200,13
Новогрудок	22,61	30,56	33,49	32,66	25,12	17,17	203,90
Горки	22,19	30,14	33,91	32,24	25,12	15,91	201,39
Костюковичи	23,03	30,56	33,08	32,24	25,12	17,17	203,48
Пинск	23,86	31,40	33,91	33,08	27,21	18,42	216,04
Брест	23,03	31,82	33,49	33,49	26,80	19,26	216,04
Василевичи	21,77	29,73	31,82	30,98	24,70	16,75	198,45

Примечание. 1 кал = 4,19 Дж (4,1868), 1 Дж = 0,239 кал.

Месячные и годовые суммы радиационного баланса, ккал/см<sup>2</sup>

Радиация	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
<b>Минск</b>													
В	-0,5	-0,2	1,2	4,8	7,4	8,2	7,8	5,9	3,1	0,9	-0,2	-0,5	37,9
В+	0,1	0,4	2,2	5,5	8,0	8,7	8,3	6,6	4,0	1,9	0,4	0,1	46,2
В-	0,6	0,6	1,0	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	0,9	1,0	0,6	0,6	8,3
<b>Пинск</b>													
В	-0,6	0,1	2,0	5,4	7,7	8,0	8,2	6,5	3,7	1,1	-0,1	-0,5	41,5
В+	0,3	0,7	3,1	6,2	8,3	8,4	8,7	7,1	4,5	2,2	0,6	0,2	50,3
В-	0,9	0,6	1,1	0,8	0,6	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	0,7	0,7	8,8
<b>Василевичи</b>													
В	-0,4	-0,1	1,5	4,7	7,4	7,6	7,7	6,0	3,3	1,1	-0,2	-0,5	38,1
В+	0,2	0,5	2,7	5,5	8,0	8,1	8,3	6,8	4,2	2,3	0,5	0,2	47,3
В-	-0,6	-0,6	1,2	0,8	0,6	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	0,7	0,7	9,2
<b>Смоленск</b>													
В	-0,5	-0,3	0,7	3,4	6,8	6,9	6,7	4,8	2,9	0,8	-0,2	-0,5	31,5

Примечание. Радиационный баланс – В, поглощенная радиация – В+, эффективное излучение – В-.

## Средние температуры воздуха по декадам

Название станции	Декады	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Витебская область</b>													
Верхнедвинск	I	-6,7	-7,6	-4,4	1,7	10,4	14,7	17,2	17,2	18,1	7,2	1,7	-3,4
	II	-7,3	-7,0	-2,7	4,7	12,0	15,7	17,6	16,3	11,2	5,5	-0,2	-4,5
	III	-7,7	-6,0	-0,9	7,9	13,4	16,6	17,8	14,8	9,1	3,7	-1,9	-5,5
Езерище	I	-7,8	-8,5	-5,4	0,9	10,4	14,1	17,1	16,9	12,6	6,6	1,0	-4,3
	II	-8,5	-7,8	-3,8	4,2	11,7	15,2	17,6	15,7	10,5	5,0	-1,0	-5,7
	III	-8,7	-7,0	-2,0	8,1	12,9	16,2	17,6	14,3	8,4	3,0	-2,7	-6,8
Полоцк	I	-6,7	-7,5	-4,7	2,2	10,4	14,9	17,2	17,3	13,4	7,2	1,6	-3,4
	II	-7,2	-6,9	-2,9	4,9	12,2	15,7	17,8	16,3	11,2	5,4	-0,2	-4,7
	III	-7,6	-6,0	-0,7	7,4	13,7	16,5	18,0	15,2	9,1	3,5	-1,7	-5,9
Шарковщина	I	-6,4	-7,2	-4,0	1,4	10,9	14,7	17,4	17,3	13,5	7,5	2,0	-3,1
	II	-7,1	-6,5	-2,6	4,6	12,3	15,7	17,9	16,4	11,5	5,7	0,2	-4,3
	III	-7,4	-5,5	-1,0	8,2	18,4	16,7	18,0	15,0	9,5	3,9	-1,6	-5,5
Витебск	I	-7,1	-8,0	-5,2	1,8	10,9	15,0	17,7	17,6	12,8	7,3	1,4	-4,0
	II	-7,9	-7,4	-3,1	5,0	12,7	16,0	18,2	16,3	11,1	5,3	-0,4	-5,2
	III	-8,2	-6,6	-0,7	8,2	13,9	16,9	18,3	14,6	9,3	3,3	-2,3	-6,2
Лынтупы	I	-6,0	-7,2	-3,9	1,4	10,6	14,2	17,0	16,7	13,0	7,1	2,0	-3,1
	II	-6,7	-6,4	-2,5	4,8	11,8	15,2	17,4	15,7	11,1	5,6	0,2	-4,3
	III	-7,2	-5,3	-0,8	7,9	13,0	16,1	17,4	14,6	8,9	4,0	-1,6	-5,3
Докшицы	I	-6,7	-7,5	-5,0	0,9	10,5	14,6	16,9	16,8	12,7	7,1	1,6	-3,2
	II	-7,2	-7,0	-3,4	4,5	12,0	15,4	17,4	15,7	10,7	5,4	-0,2	-4,6
	III	-7,5	-6,2	-1,6	7,8	13,4	16,1	17,5	14,4	8,9	3,4	-0,2	-5,7

Лепель	I	-6,8	-7,4	-4,6	1,9	10,7	15,3	17,6	17,4	13,2	7,6	1,4	-3,4
	II	-7,3	-6,7	-2,6	5,0	12,4	16,1	18,1	16,3	11,4	5,8	-0,2	-4,7
	III	-7,5	-5,9	-0,5	8,0	14,1	16,9	18,2	14,8	9,3	3,7	-1,7	-5,9
Сенно	III	-7,0	-7,8	-4,5	1,5	10,9	15,3	17,4	17,4	13,5	7,3	1,5	-3,7
	III	-7,5	-7,0	-2,6	5,0	12,5	16,1	17,9	16,3	11,4	5,6	-0,4	-4,9
	I	-8,0	-6,1	-0,9	8,6	14,0	16,7	18,1	15,2	9,2	3,3	-2,2	-6,1
Орша	II	-7,2	-8,2	-4,4	1,7	11,2	15,3	17,7	17,5	13,6	7,3	1,5	-4,0
	III	-7,9	-7,5	-3,0	4,9	12,7	16,2	18,2	16,5	11,5	5,4	-0,5	-0,2
	I	-8,4	-6,5	-0,9	8,4	14,1	17,0	18,3	15,4	9,4	3,3	-2,3	-6,2
Славное	II	-7,0	-8,1	-4,4	1,2	10,9	14,9	17,4	17,1	13,3	6,6	1,6	-3,8
	III	-7,6	-7,2	-7,3	4,8	12,4	15,9	17,8	16,1	11,0	5,1	-0,3	-5,0
	I	-8,2	-6,0	-1,1	8,1	13,8	16,7	17,8	14,9	8,7	3,4	-2,3	-6,1
<b>Минская область</b>													
Вилейка	I	-5,9	-6,7	-3,5	2,2	11,2	15,1	17,4	17,4	13,4	8,0	1,9	-2,9
	II	-6,7	-6,0	-1,9	5,4	12,8	15,9	17,9	16,3	11,6	3,9	0,4	-3,9
	III	-6,9	-4,9	-0,2	8,8	14,1	16,7	18,1	15,0	10,0	3,8	-1,3	-4,9
Молодечно	I	-5,9	-6,6	-3,5	2,1	11,4	15,0	17,8	17,6	13,8	7,7	2,5	-2,6
	II	-6,5	-5,8	-2,0	5,5	12,6	16,0	18,2	16,7	11,7	6,0	0,6	-4,0
	III	-6,8	-5,0	0,0	9,0	13,8	16,8	18,2	15,3	9,6	4,3	-1,5	-5,0
Борисов	I	-6,5	-6,9	-4,0	2,7	11,2	15,3	18,2	17,6	13,7	7,3	2,0	-3,6
	II	-7,0	-6,3	-2,0	5,5	12,9	16,4	18,4	16,8	11,6	5,5	0,0	-4,7
	III	-7,1	-5,6	0,0	8,4	14,2	17,4	18,2	15,4	9,4	3,8	-2,0	-5,6
Логойск	I	-6,6	-7,3	-3,9	2,0	10,8	15,1	17,3	17,2	13,3	7,8	1,9	-3,3
	II	-7,1	-6,2	-2,4	5,2	12,4	15,9	17,8	16,2	11,7	5,9	0,2	-4,5
	III	-7,5	-5,1	-0,6	8,2	13,8	16,6	17,8	14,9	9,6	3,8	-1,6	-5,7
Радошковичи	I	-6,0	-7,0	-3,9	1,8	10,7	14,6	17,2	16,9	12,9	7,8	2,0	-3,2
	II	-6,6	-6,3	-2,3	5,2	12,0	15,6	17,6	15,9	11,4	5,9	0,3	-4,2
	III	-7,1	-5,6	-0,5	8,5	13,3	16,5	17,7	14,4	9,7	4,0	-1,4	-5,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Воложин	I	-6,2	-6,9	-3,6	2,4	10,9	14,9	17,2	17,1	13,4	7,6	2,1	
	II	-6,7	-6,1	-2,1	5,4	12,5	15,7	17,6	16,3	11,5	5,8	0,3	-4,2
	III	-7,0	-5,0	-0,3	8,4	13,8	16,5	17,7	15,0	9,5	3,9	-1,6	-5,2
Минск	I	-6,4	-7,0	-4,2	2,0	10,9	15,1	17,5	17,3	13,5	7,5	1,6	-3,3
	II	-7,0	-6,4	-2,4	5,2	12,6	16,0	18,0	16,2	11,8	5,5	0,0	-4,5
	III	-7,3	-5,6	-0,3	8,5	13,9	16,9	18,0	15,0	9,7	3,5	-1,7	-5,6
Березино	I	-6,2	-7,3	-3,8	2,4	11,3	15,9	17,8	17,6	13,6	7,7	1,8	-3,2
	II	-6,9	-6,2	-2,1	5,6	13,0	16,6	18,3	16,5	11,7	5,5	0,0	-4,5
	III	-7,4	-5,2	-0,1	8,9	14,4	17,2	18,4	15,4	9,9	3,5	-1,6	-5,4
Негорелое	I	-6,4	-6,3	-3,3	2,1	10,8	14,8	17,4	17,1	13,6	7,6	2,3	-3,0
	II	-6,9	-6,0	-1,9	5,3	12,4	15,7	17,7	16,2	11,5	6,0	0,5	-4,2
	III	-7,0	-4,9	-0,3	8,4	13,7	16,6	17,7	15,1	9,4	4,3	-1,5	-5,5
Марьяна Горка	I	-6,5	-6,8	-3,6	2,5	11,2	15,5	17,6	17,4	13,5	7,7	2,1	-3,3
	II	-7,1	-6,1	-2,0	5,5	12,7	16,0	18,1	16,4	11,6	5,9	0,3	-4,4
	III	-7,3	-5,2	-0,2	8,3	13,9	16,8	18,1	15,3	9,6	4,0	-1,6	-5,5
Несвиж	I	-5,8	-6,1	-2,9	3,0	11,5	15,8	18,1	17,9	14,2	8,2	2,9	-2,9
	II	-6,3	-5,3	-1,2	5,8	13,1	16,6	18,5	17,0	12,0	6,7	0,8	-4,0
	III	-6,5	-4,3	0,6	8,7	14,7	17,5	18,6	15,9	9,9	5,0	-1,3	-4,9
Старые Дороги	I	-5,7	-6,6	-3,1	2,5	11,9	15,4	17,1	17,9	14,1	8,2	2,4	-3,2
	II	-6,5	-5,6	-1,4	6,0	13,2	16,4	18,2	16,7	12,	6,1	0,7	-3,9
	III	-6,9	-4,5	0,3	9,1	14,3	17,1	18,5	15,6	10,0	4,1	-1,4	-4,7
Слуцк	I	-6,0	-6,4	-3,1	3,0	11,6	15,2	17,6	17,6	14,1	8,2	2,3	-2,4
	II	-6,4	-5,8	-1,5	6,0	13,1	16,1	18,2	16,7	12,1	6,4	0,8	-3,8
	III	-6,5	-4,7	0,3	9,1	14,3	16,9	18,3	15,6	10,2	4,4	-1,0	-5,1
Марьяны Сосны	I	-6,0	-6,3	-3,0	3,2	11,7	15,3	17,4	17,3	13,7	7,8	2,7	-2,4
	II	-6,3	-5,6	-1,2	6,2	13,0	16,1	17,8	16,5	11,5	6,3	1,0	-3,7
	III	-6,6	-4,5	0,7	9,4	14,4	16,8	17,8	15,4	9,5	4,6	-0,8	-5,2

<b>Гродненская область</b>													
Бенякони	I	-5,6	-6,3	-3,8	2,7	10,3	14,7	16,7	16,7	13,2	7,9	2,4	-2,6
	II	-6,2	-5,8	-1,9	5,5	12,0	15,5	17,2	15,9	11,5	6,1	0,7	-3,7
	III	-6,5	-5,0	0,1	7,8	13,6	16,1	17,2	14,9	9,7	4,2	-1,0	-4,7
Лида	I	-5,4	-5,8	-3,4	3,2	10,9	15,3	17,4	17,3	13,8	8,2	2,7	-2,2
	II	-5,8	-5,3	-1,5	5,9	12,7	16,0	17,8	16,7	12,0	6,4	1,0	-3,4
	III	-5,9	-4,7	0,6	8,7	14,1	16,8	17,8	15,7	10,1	4,6	-0,7	-4,5
Гродно	I	-4,7	-5,2	-2,3	3,3	11,5	15,4	17,1	17,7	14,4	8,8	3,4	-1,8
	II	-5,1	-4,6	-0,7	6,4	13,0	16,2	18,2	16,9	12,5	7,1	1,6	-2,9
	III	-5,4	-3,6	0,9	9,3	14,3	16,9	18,2	15,9	10,5	5,3	-0,2	-4,0
Новогрудок	I	-6,2	-6,5	-3,6	2,0	10,3	14,6	17,1	16,9	13,6	8,0	1,9	-3,1
	II	-6,8	-5,9	-2,0	5,3	12,1	15,4	17,6	16,0	11,8	6,0	0,0	-4,2
	III	-6,8	-4,9	-0,2	8,0	13,6	16,3	17,6	15,1	10,0	3,9	-1,7	-5,2
Волковыск	I	-4,5	-5,2	-2,1	3,8	11,8	15,8	17,8	17,8	14,5	8,6	3,3	-1,6
	II	-5,0	-4,6	-0,6	6,7	13,3	16,6	18,3	16,9	12,6	7,0	1,8	-2,7
	III	-5,3	-3,5	1,2	9,3	14,7	17,2	18,4	15,9	10,3	5,1	-0,1	-3,7
Слоним	I	-5,0	-5,4	-3,0	3,8	11,2	15,2	17,4	17,4	13,9	8,5	2,4	-2,2
	II	-5,6	-4,9	-1,0	6,4	12,8	16,1	17,9	16,6	12,0	6,7	0,5	-3,2
	III	-5,7	-4,1	1,3	9,0	14,1	16,8	18,0	15,4	10,4	4,8	-1,2	-4,2
Свислочь	I	-4,6	-5,1	-2,1	3,3	11,4	15,1	17,6	17,5	13,9	8,6	3,5	-2,0
	II	-5,0	-4,4	-0,6	6,1	12,8	16,0	18,2	16,6	12,4	7,1	1,6	-3,0
	III	-5,3	-3,5	1,0	8,8	14,0	16,8	18,2	15,4	10,5	5,5	-0,4	-3,8
<b>Могилевская область</b>													
Горки	I	-7,6	-8,8	-5,3	1,1	10,9	15,0	17,4	17,3	13,1	7,0	1,1	-4,3
	II	-8,2	-8,1	-3,5	4,8	12,4	15,9	18,0	16,4	11,0	5,1	-0,8	-5,5
	III	-8,7	-6,8	-1,8	8,3	13,9	16,8	18,0	15,0	9,0	3,1	-2,5	-6,7
Могилев	I	-7,0	-7,8	-4,5	2,3	11,2	15,6	17,8	17,7	13,6	7,4	1,6	-4,0
	II	-7,5	-7,1	-2,7	5,0	12,9	16,4	18,3	16,6	11,5	5,4	-0,2	-5,1
	III	-7,9	-6,1	-0,7	8,6	14,4	17,1	18,4	15,4	9,3	3,5	-2,4	-6,2
Кричев	I	-7,2	-8,2	-5,1	1,4	11,5	15,5	17,9	17,6	13,8	7,0	1,6	-4,0
	II	-7,9	-7,6	-3,2	5,3	13,0	16,4	18,3	16,7	11,5	5,3	-0,3	-5,2
	III	-8,3	-6,6	-1,3	8,6	14,4	17,2	18,5	15,6	9,1	3,6	-2,5	-6,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Суша	I	-6,5	-7,5	-3,8	2,7	11,4	15,7	17,9	17,6	13,6	7,1	2,0	-3,5
	II	-7,0	-6,8	-2,1	5,6	13,0	16,5	18,3	16,5	11,5	5,4	0,0	-4,8
	III	-7,4	-5,2	-0,3	8,7	14,5	17,3	18,3	15,3	9,1	3,8	-1,8	-5,7
Чериков	I	-7,3	-8,2	-5,0	2,3	11,5	15,4	18,0	17,7	13,8	7,4	1,6	-4,1
	II	-8,0	-7,6	-2,9	5,6	13,1	16,3	18,5	16,7	11,8	5,5	-0,3	-5,3
	III	-8,3	-6,7	-0,5	8,5	14,4	17,2	18,5	15,7	9,5	3,5	-2,3	-6,5
Жорновка	I	-6,4	-6,7	-3,8	2,9	11,0	15,3	17,4	17,3	13,3	7,9	2,0	-2,9
	II	-6,9	-6,0	-1,8	5,7	12,7	16,1	17,9	16,4	11,5	5,9	0,2	-4,3
	III	-7,0	-5,1	0,3	8,3	14,0	16,8	18,1	15,1	9,7	3,8	-1,3	-5,6
Славгород	I	-6,9	-8,0	-4,5	2,4	11,7	15,7	18,3	17,8	13,9	7,5	1,5	-4,1
	II	-7,5	-7,4	-2,5	5,9	13,3	16,6	18,8	16,9	11,7	5,5	-0,4	-5,1
	III	-8,1	-6,2	-0,5	8,3	14,5	17,5	18,5	15,9	9,6	3,4	-2,1	-6,1
Костюковичи	I	-7,4	-8,4	-5,2	1,8	11,7	15,6	18,2	17,9	13,9	7,1	1,4	-3,9
	II	-7,9	-7,8	-3,3	5,5	13,1	16,6	18,6	16,9	11,5	5,3	-0,5	-5,2
	III	-8,2	-6,9	-1,2	9,0	14,5	17,5	18,8	15,7	9,2	3,3	-2,4	-6,4
Осиповичи	I	-6,2	-6,8	-3,2	2,5	11,9	16,0	18,4	18,1	14,2	8,0	2,3	-2,9
	II	-6,8	-5,8	-1,7	6,3	13,5	17,0	18,9	17,0	12,0	6,3	0,6	-4,2
	III	-7,1	-4,6	0,0	9,5	14,7	17,7	19,0	15,8	9,7	4,2	-1,5	-5,3
Бобруйск	I	-6,3	-6,9	-3,8	2,8	11,7	15,8	18,0	17,9	14,1	8,1	2,4	-3,2
	II	-6,9	-6,2	-1,8	5,9	13,5	16,6	18,3	17,2	12,1	6,3	0,4	-4,3
	III	-7,0	-5,5	0,3	8,9	14,8	17,5	18,4	16,0	10,0	4,5	-1,5	-5,4
<b>Брестская область</b>													
Барановичи	I	-5,7	-6,1	-3,5	2,9	11,4	15,6	17,7	17,7	14,4	8,2	2,6	-2,5
	II	-6,3	-5,4	-1,5	6,0	13,1	16,5	18,1	17,0	12,5	6,5	0,8	-3,7
	III	-6,4	-4,6	0,4	9,0	14,5	17,2	18,2	16,0	10,3	4,6	-1,1	-4,8
Ганцевичи	I	-5,5	-5,7	-2,8	2,9	11,4	15,7	17,6	17,6	13,9	8,2	2,6	-2,0
	II	-5,8	-5,0	-1,3	6,3	13,1	16,4	18,1	16,7	12,0	6,4	1,0	-3,4
	III	-5,9	-4,1	0,4	9,2	14,6	17,1	18,2	15,6	10,2	4,4	-0,6	-4,5

Ивацевичи	I	-5,2	-5,2	-2,8	3,5	11,8	15,8	17,9	17,9	14,6	8,8	3,2	-1,8
	II	-5,7	-4,8	-1,1	6,5	13,4	16,6	18,4	17,1	12,6	6,9	1,4	-3,0
	III	-5,6	-4,1	0,8	9,6	14,7	17,3	18,4	16,0	10,7	5,1	-0,4	-4,1
Пружаны	I	-4,7	-5,1	-2,3	3,8	11,6	15,8	18,0	17,9	14,5	9,1	3,4	-1,5
	II	-5,2	-4,5	-0,5	6,5	13,2	16,7	18,5	17,1	13,1	7,1	1,6	-2,6
	III	-5,4	-3,6	1,3	9,3	14,6	17,4	18,5	16,0	11,4	5,2	0,1	-3,7
Высокое	I	-4,4	-4,7	-1,6	4,3	12,2	15,9	18,1	18,1	15,0	9,5	3,8	-1,5
	II	-4,9	-4,1	0,1	6,9	13,7	16,6	18,5	17,3	13,2	7,4	2,2	-2,5
	III	-5,1	-3,2	1,9	9,4	15,0	17,4	18,6	16,3	11,4	5,5	0,3	-3,6
Крестуново	I	-5,2	-5,5	2,2	3,4	12,4	15,8	18,1	17,9	14,3	8,4	2,6	-2,0
	II	-5,6	-4,7	-0,6	6,9	13,7	16,7	18,5	16,9	12,4	6,6	1,1	-3,3
	III	-5,8	-3,5	1,1	10,3	14,5	17,4	18,4	15,8	10,2	4,5	-0,5	-4,6
Пинск	I	-4,9	-4,9	-2,2	4,4	12,4	16,3	18,4	18,1	14,9	8,9	3,4	-1,8
	II	-5,3	-4,3	-0,3	7,1	13,9	17,0	18,7	17,3	12,9	7,1	1,6	-2,9
	III	-5,4	-3,7	1,4	9,9	15,2	17,7	18,8	16,3	10,8	5,3	-0,2	-4,0
Брест	I	-4,1	-4,4	-1,2	4,5	12,8	16,3	18,6	15,6	15,2	9,4	4,3	-1,1
	II	-4,6	-3,7	0,6	7,3	14,2	17,0	19,0	17,8	13,4	7,8	2,3	-2,2
	III	-4,7	-2,6	2,3	10,3	15,4	17,7	19,1	16,7	11,4	6,0	0,5	-3,2
Домачево	I	-3,7	-3,8	-0,6	5,3	11,4	16,2	18,3	18,1	15,2	9,6	4,0	-1,4
	II	-4,2	-2,9	0,8	7,5	13,1	17,1	18,4	17,7	13,5	7,6	2,0	-2,3
	III	-4,3	-1,9	2,7	9,5	14,8	17,8	18,4	16,7	11,6	6,0	0,2	-3,0
<b>Гомельская область</b>													
Чечерск	I	-7,1	-7,6	-4,1	2,2	11,9	15,9	18,0	17,9	14,2	8,2	2,0	-3,1
	II	-7,6	-6,6	2,5	6,0	13,8	16,7	18,5	17,0	12,2	6,1	0,2	-4,6
	III	-7,8	-5,5	-0,6	9,2	15,0	17,4	18,6	16,0	10,2	4,0	-1,6	-6,0
Жлобин	I	-6,5	-7,0	-4,0	3,1	11,9	16,2	18,0	18,1	14,4	7,9	2,4	-3,0
	II	-7,0	-6,4	-2,0	6,3	13,9	16,9	18,5	17,2	12,3	6,2	0,5	-4,2
	III	-7,2	-5,6	0,3	9,2	15,2	17,5	18,6	16,1	10,1	4,3	-1,4	-5,6
Гомель	I	-6,5	-7,2	-3,6	2,7	12,3	16,1	18,3	18,2	14,6	8,1	2,4	-3,1
	II	-6,9	-6,3	-1,9	6,2	13,7	16,9	18,8	17,4	12,5	6,2	0,5	-4,3
	III	-7,3	-5,0	-0,1	9,8	-15,1	17,7	18,8	16,4	10,2	4,5	-1,4	-5,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Василевичи	I	-6,1	-6,6	3,1	2,9	12,3	16,3	18,1	18,1	14,3	8,4	2,6	-2,5
	II	-6,6	-5,7	-1,4	6,5	13,8	16,9	18,6	17,2	12,4	6,5	0,8	-3,9
	III	-6,8	-4,7	0,6	10,0	15,2	17,5	18,7	16,2	10,3	4,5	-1,1	-5,2
Житковичи	I	-5,4	-5,9	-2,2	3,7	12,3	16,0	18,2	17,9	14,6	8,5	3,1	-2,2
	II	-6,0	-4,8	-0,8	6,6	13,7	16,8	18,6	17,0	12,5	6,7	1,3	-3,4
	III	-6,3	-3,7	1,2	9,9	15,0	17,5	18,5	16,0	10,5	5,0	-0,6	-4,4
Калинковичи	I	-5,8	-6,4	-2,8	3,5	12,5	16,5	18,4	18,5	15,0	8,4	3,0	-2,4
	II	-6,3	-5,5	-1,0	6,7	14,0	17,2	18,9	17,6	13,1	6,8	1,0	-3,6
	III	-6,6	-4,3	0,9	9,9	15,4	17,8	19,0	16,4	10,4	4,8	-0,8	-4,8
Петриков	I	-5,6	-6,1	-2,8	3,7	12,7	16,5	18,3	18,3	14,4	8,7	2,9	-2,4
	II	-6,1	-5,5	-1,0	7,2	14,1	17,1	18,6	17,6	12,5	6,8	0,9	-3,6
	III	-6,3	-4,3	1,0	10,0	15,4	17,7	18,6	16,4	10,5	4,9	-0,9	-4,7
Лельчицы	I	-5,4	-5,8	-2,5	3,8	12,4	16,2	18,5	18,0	14,7	8,4	3,2	-2,1
	II	-5,8	-5,0	-0,6	6,9	14,1	17,0	18,8	17,4	12,5	6,8	1,5	-3,3
	III	-6,0	-3,8	1,3	10,0	15,3	17,8	18,7	16,3	10,5	5,0	-0,3	-4,6
Брагин	I	-6,1	-6,7	-3,4	3,4	12,3	16,2	18,3	18,2	14,4	8,0	2,5	-2,7
	II	-6,7	-5,9	-1,3	6,5	13,8	16,9	18,8	17,5	12,4	6,3	0,8	-5,1
	III	-7,0	-5,0	0,7	9,5	15,1	17,7	18,8	16,3	10,2	4,3	-1,0	-5,1
Комарин	I	-5,6	-6,3	-3,0	3,7	13,0	17,0	19,3	19,3	15,5	9,1	2,9	-2,3
	II	-6,3	-5,5	-1,0	7,2	14,6	17,7	19,9	18,4	13,5	7,0	1,1	-3,4
	III	-6,6	-4,4	0,9	10,5	16,0	18,5	20,0	17,3	11,2	4,9	-0,7	-4,6

## Суммы средних суточных температур воздуха выше 5, 10 и 15 °С за год

Название станции	5°	10°	15°	Название станции	5°	10°	15°
<b>Витебская область</b>							
Верхнедвинск	2438	2107	1306	Докшицы	2387	2066	1205
Езерище	2355	2017	1149	Лепель	2512	2173	1424
Полоцк	2450	2116	1366	Сенно	2506	2188	1451
Шарковщина	2488	2183	1354	Орша	2514	2211	1482
Витебск	2492	2196	1365	Славное	2443	2142	1361
Лынтупы	2402	2068	1172				
<b>Минская область</b>							
Вилейка	2541	2240	1419	Березино	2577	2296	1552
Молодечно	2571	2249	1447	Негорелое	2502	2152	1340
Борисов	2572	2246	1544	Марьина Горка	2251	2220	1438
Логойск	2503	2189	1375	Несвиж	2678	2316	1622
Радошковичи	2479	2146	1255	Старые Дороги	2632	2327	1568
Воложин	2497	2185	1338	Марьины Сосны	2607	2259	1494
Минск	2517	2210	1386	Слуцк	2624	2318	1513
<b>Гродненская область</b>							
Лида	2599	2249	1504	Волковыск	2736	2375	1662
Гродно	2704	2341	1580	Слоним	2632	2275	1479
Новогрудок	2483	2149	1294	Свислочь	2666	2304	1461
<b>Могилевская область</b>							
Горки	2463	2167	1386	Жорновка	2548	2221	1454
Кричев	2559	2252	1574	Славгород	2623	2316	1626
Суша	2559	2234	1534	Осиповичи	2698	2370	1675
Чериков	2586	2271	1577	Бобруйск	2661	2340	1647
<b>Брестская область</b>							
Барановичи	2658	2336	1604	Крестуново	2734	2424	1653
Ганцевичи	2643	2313	1595	Пинск	2833	2497	1808
Ивацевичи	2739	2407	1665	Брест	2919	2566	1888
Пружаны	2751	2416	1649	Домачево	2875	2506	1795
Высокое	2811	2481	1738				
<b>Гомельская область</b>							
Чечерск	2686	2382	1677	Калинковичи	2799	2484	1852
Жлобин	2718	2380	1751	Петриков	2804	2481	1796
Гомель	2735	2436	1776	Лельчицы	2788	2441	1790
Василевичи	2740	2414	1752	Брагин	2732	2418	1752
Житковичи	2747	2436	1707	Комарин	2942	2644	2042

**Средние даты наступления среднесуточных температур воздуха выше 0, 5, 10 и 15 °С и число дней с температурой, превышающей эти пределы**

Станция	Даты перехода температуры (°С) через								Продолжительность периода с температурой (°С) выше				Безморозный период	
	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15	даты	продолжительность, дн.
	весной				осенью									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Витебская область</b>														
Верхнедвинск	31.03	16.04	03.05	08.06	14.11	08.10	21.09	25.08	227	184	140	77	13.05–27.09	136
Езерище	02.04	17.04	03.05	13.06	10.11	05.10	17.09	21.08	221	180	136	68	15.05–19.09	124
Полоцк	28.03	15.04	03.05	07.06	14.11	17.10	20.09	27.09	230	184	139	80	15.05–27.09	136
Шарковщина	01.04	16.04	01.05	08.06	16.11	19.10	23.09	27.08	228	185	144	79	13.05–28.09	137
Витебск	29.03	15.04	01.05	04.06	13.11	17.10	22.09	23.08	228	184	143	79	07.05–29.09	144
Лынтупы	30.03	16.04	02.05	13.06	15.11	19.10	20.09	13.08	229	18/5	140	70	13.05–01.10	140
Докшицы	03.04	16.04	02.05	10.06	13.11	07.10	20.09	22.08	223	183	140	72	12.05–28.09	138
Лепель	28.03	15.04	02.05	02.06	13.11	20.10	22.09	25.08	229	187	142	83	06.05–30.09	146
Сенно	30.03	15.04	30.04	03.06	13.11	18.10	21.09	28.08	227	185	143	85	03.05–03.10	152
Орша	30.03	15.04	29.04	02.06	13.11	17.10	22.09	29.08	227	184	145	87	03.05–03.10	152
Славное	31.03	16.04	30.04	05.06	13.11	16.10	19.09	26.08	226	182	141	81	10.05–27.09	139
<b>Минская область</b>														
Вилейка	27.03	14.04	29.04	04.06	17.11	20.10	25.09	27.08	234	188	148	83	08.05–02.10	146
Молодечно	26.03	14.04	28.04	05.06	17.11	21.10	23.09	29.08	235	189	147	84	12.05–22.09	132
Борисов	25.03	13.04	30.04	01.06	14.11	08.10	22.09	30.08	234	187	144	89	03.05–02.10	151
Логойск	29.03	14.04	01.05	04.06	16.11	20.10	24.09	25.08	231	188	145	81	03.05–02.10	151
Радошковичи	28.03	14.04	01.05	08.06	17.11	21.10	24.09	22.08	233	189	145	74	15.05–26.09	133
Воложин	27.03	14.04	30.04	06.06	17.11	19.10	23.09	25.08	234	187	145	79	03.05–08.10	157
Минск	28.03	14.04	01.05	04.06	15.11	18.10	24.09	25.08	231	186	145	81	03.05–03.10	152

Березино	27.03	13.04	28.04	30.05	15.11	18.10	25.09	29.08	232	187	149	90	30.04–29.09	151
Негорелое	27.03	14.04	02.05	08.06	18.11	22.10	23.09	27.08	235	189	143	79	13.05–28.09	134
Марьина Горка	26.03	14.04	30.04	04.06	16.11	20.10	23.08	28.08	234	189	145	84	06.05–29.09	145
Несвиж	22.03	12.04	29.04	29.05	19.11	25.10	25.09	01.09	241	195	148	94	30.04–03.10	150
Старые Дороги	24.03	12.04	27.04	31.05	18.11	21.10	25.09	31.08	238	191	150	91	09.05–24.09	134
Слуцк	24.03	12.04	28.04	02.06	19.11	23.10	27.09	30.08	239	193	151	88	01.05–29.09	150
<b>Гродненская область</b>														
Лида	22.03	11.04	30.04	02.06	21.11	23.10	26.09	30.08	243	194	148	88	06.05–04.10	150
Гродно	20.03	10.04	28.04	31.05	24.11	27.10	28.09	01.09	248	199	152	92	02.05–11.10	161
Новогрудок	27.03	14.04	03.05	10.06	15.11	20.10	25.09	27.08	232	188	144	77	27.04–13.10	168
Волковыск	20.03	09.04	27.04	28.05	24.11	27.10	27.09	02.09	248	200	152	96	12.05–06.10	146
Слоним	19.03	10.04	29.04	03.06	19.11	24.10	27.09	29.08	244	196	150	86	29.04–03.10	151
Свислочь	19.03	11.04	28.04	04.06	23.11	28.10	28.09	29.08	248	199	152	85	06.05–09.10	155
<b>Могилевская область</b>														
Горки	02.04	15.04	02.05	05.06	11.11	16.10	21.09	26.08	222	183	141	81	05.05–02.10	149
Могилев	29.03	13.04	30.04	30.05	14.11	18.10	22.09	28.08	229	187	144	89	02.05–03.10	153
Кричев	31.03	14.04	29.04	30.05	13.11	17.10	21.09	30.08	226	185	144	91	06.05–26.09	142
Суша	27.03	13.04	29.04	29.05	16.11	18.10	21.09	27.08	233	187	144	89	13.05–24.09	133
Чериков	27.03	13.04	29.04	31.05	13.11	18.10	23.09	31.08	230	187	146	91	02.05–04.10	154
Жорновка	24.03	12.04	30.04	02.06	17.11	20.10	24.09	27.08	237	190	146	85	19.05–22.09	137
Славгород	28.03	12.04	28.04	29.05	13.11	18.10	23.09	01.09	229	188	1447	94	02.05–04.10	154
Костоковичи	30.03	14.04	28.04	30.05	12.11	17.10	22.09	31.08	226	185	146	92	04.05–01.10	149
Осиповичи	26.03	12.04	27.04	28.05	18.11	22.10	24.09	01.09	236	192	149	95	06.06–30.09	146
Бобруйск	24.03	12.04	28.04	28.05	17.11	23.10	26.09	01.09	237	193	150	95	30.04–02.10	154
<b>Брестская область</b>														
Барановичи	23.03	12.04	23.04	31.05	19.11	23.10	27.09	02.09	240	193	150	93	30.04–03.10	150
Ганцевичи	23.03	12.04	28.04	29.05	21.11	23.10	26.09	31.08	242	193	150	93	15.05–23.09	130
Ивацевичи	21.03	10.04	26.04	28.05	23.11	26.10	28.09	02.09	246	198	154	96	30.04–03.10	155
Пружаны	18.03	09.04	28.04	29.05	25.11	27.10	01.10	02.09	251	200	155	95	04.05–02.10	150
Высокое	15.03	08.04	27.04	26.05	27.11	29.10	03.10	04.09	256	203	158	100	26.04–14.10	170

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Крестуново	19.03	10.04	24.04	28.05	22.11	24.10	27.09	01.09	247	196	155	95	11.05–25.09	136
Пинск	17.03	07.04	25.04	24.05	24.11	26.10	29.09	05.09	251	201	156	103	21.04–08.10	169
Брест	12.03	07.04	24.04	21.05	28.11	02.11	02.10	06.09	260	208	160	107	22.04–14.10	174
Домачево	10.03	04.04	27.04	27.05	26.11	31.10	04.10	07.09	260	209	159	102	20.04–15.10	177
<b>Гомельская область</b>														
Чечерск	28.03	12.04	27.04	26.05	16.11	21.10	26.09	01.09	231	191	151	97	29.04–02.10	155
Жлобин	24.03	11.04	28.04	24.05	18.11	22.10	25.09	02.09	238	193	149	100	27.04–06.10	161
Гомель	26.03	12.04	25.04	25.05	18.11	23.10	26.09	04.09	236	193	153	101	25.04–04.10	161
Василевичи	23.03	11.04	26.04	24.05	19.11	23.10	26.09	02.09	240	194	152	100	30.04–02.10	154
Житковичи	19.03	10.04	25.04	26.05	22.11	25.10	28.09	02.09	247	197	155	98	03.05–01.10	150
Калинковичи	21.03	10.04	25.04	22.05	21.11	25.10	27.09	05.09	244	197	154	105	05.05–30.09	147
Петриков	20.03	09.04	24.04	22.05	20.11	25.10	28.09	02.09	244	198	1566	102	25.04–05.10	162
Лельчицы	18.03	09.04	26.04	23.05	24.11	26.10	27.09	03.09	250	199	153	102	29.04–28.09	151
Брагин	22.03	10.04	26.04	24.05	19.11	22.10	26.09	02.09	241	194	152	100	27.04–28.09	153
Комарин	21.03	09.04	23.04	18.05	21.11	25.10	01.10	08.09	244	198	160	112	21.04–05.10	166

**Продолжительность периода с благоприятными температурными условиями  
для вегетации различных сельскохозяйственных культур, дн.**

Название населенных пунктов	Яровая пшеница	Люпин желтый и лен	Свекла сахарная	Картофель	Кукуруза	Огурцы	Гречиха	Томаты
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Витебская область</b>								
Верхнедвинск	142	140	153	133	113	87	103	76
Россоны	141	138	152	131	112	87	104	76
Браслав	144	142	154	135	114	88	104	75
Миоры	144	142	153	135	114	89	104	76
Полоцк	142	141	152	134	115	90	106	80
Городок	142	139	151	133	115	88	108	79
Шарковщина	145	143	154	137	115	90	105	78
Ушачи	145	143	153	136	117	92	109	82
Шумилино	144	141	152	134	116	90	108	80
Поставы	147	144	155	137	116	90	107	81
Бешенковичи	145	142	154	136	117	92	111	83
Витебск	145	140	154	134	115	90	111	81
Лиозно	145	140	153	134	115	92	112	81
Глубокое	145	144	154	137	117	92	107	81
Лепель	146	145	155	137	120	95	111	85
Докшицы	147	144	154	138	118	94	110	83
Чашники	146	144	155	136	120	95	112	85
Сенно	146	144	155	136	120	95	113	85
Толочин	150	145	157	137	122	97	115	88
Орша	150	144	156	136	120	97	115	86
Дубровно	150	143	156	135	118	96	115	86
<b>Минская область</b>								
Мядель	148	145	155	138	117	92	108	80
Вилейка	150	146	157	140	120	93	112	82
Молодечно	152	147	157	141	121	95	113	84
Логойск	152	147	157	141	123	97	114	85
Борисов	150	147	157	140	123	97	115	89
Крупки	150	146	157	139	123	97	115	89
Воложин	154	147	158	143	123	95	115	84
Смолевичи	153	150	157	142	124	97	116	90
Минск	154	150	158	143	124	97	116	88
Березино	155	150	158	141	125	101	117	93
Дзержинск	155	149	158	144	125	97	117	88
Червень	155	151	158	143	126	100	117	94
Столбцы	156	150	159	144	126	99	119	88
Узда	156	150	159	144	126	99	118	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Марьина Горка	156	152	159	144	127	100	119	94
Несвиж	158	151	160	145	128	101	120	90
Копыль	156	152	160	145	128	101	120	94
Клецк	156	153	161	146	129	103	122	94
Слуцк	156	154	161	146	129	104	121	96
Старые Дороги	156	154	162	146	130	104	121	97
Солигорск	160	155	164	148	131	106	123	100
Любань	160	155	164	147	132	106	123	100
<b>Гродненская область</b>								
Вороново	155	150	160	145	124	94	117	85
Лида	156	150	160	146	125	95	117	86
Ивье	155	149	159	145	124	95	116	85
Гродно	163	156	165	152	131	101	123	94
Щучин	160	154	163	149	128	100	121	91
Новогрудок	153	150	159	146	126	99	118	88
Кореличи	152	149	158	145	125	99	118	88
Большая Берестовица	164	157	167	151	132	104	124	96
Мосты	160	155	164	149	128	101	122	93
Дятлово	158	151	161	147	128	100	120	90
Волковыск	160	156	166	149	131	104	124	95
Зельва	160	156	165	148	129	103	124	94
Слоним	160	155	164	148	128	103	124	94
Свислочь	164	158	168	151	133	105	129	96
Ошмяны	154	148	158	141	121	92	114	81
Островец	152	147	158	140	120	90	113	79
Сморгонь	152	147	158	141	120	92	113	81
<b>Могилевская область</b>								
Круглое	151	146	157	137	122	99	116	88
Шклов	151	145	157	137	122	100	117	88
Горки	151	145	157	137	120	99	117	87
Мстиславль	153	147	157	138	121	101	117	90
Бельнич	153	147	158	140	124	101	117	92
Чаусы	153	148	159	140	124	103	118	93
Могилев	153	147	158	140	124	102	117	92
Кричев	154	149	159	140	124	103	120	94
Чериков	154	150	160	141	125	103	121	95
Кличев	156	150	160	143	128	103	120	96
Славгород	155	150	161	142	126	104	122	97
Климовичи	154	150	160	141	123	103	120	95
Хотимск	155	150	160	142	124	103	120	96
Быхов	155	150	161	142	126	103	120	97
Осиповичи	156	153	161	144	128	102	120	97
Краснополье	155	151	161	142	126	104	122	97
Костюковичи	155	151	161	143	126	104	121	97

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кировск	157	152	162	144	128	104	121	97
Бобруйск	158	153	162	145	130	104	121	99
Глуск	160	155	164	147	131	106	123	100
<b>Брестская область</b>								
Барановичи	158	153	161	147	128	102	122	91
Ляховичи	158	154	161	147	128	104	122	93
Пружаны	165	160	170	149	134	108	126	100
Ивацевичи	163	157	170	148	131	106	124	97
Ганцевичи	160	155	165	147	130	106	124	97
Каменец	168	162	172	152	136	110	127	108
Береза	165	160	170	148	133	108	125	99
Кобрин	168	162	173	151	136	110	128	101
Дрогичин	168	161	171	150	135	110	127	103
Лунинец	165	158	169	150	135	110	126	104
Жабинка	169	163	173	152	137	110	128	105
Иваново	166	160	171	150	135	110	127	104
Пинск	166	160	171	150	135	110	127	104
Брест	170	165	174	154	137	112	128	106
Столин	167	159	171	153	137	114	127	107
Малорита	170	165	174	155	140	115	130	110
<b>Гомельская область</b>								
Рогачев	158	152	163	154	130	105	123	100
Корма	157	152	162	144	128	105	123	100
Чечерск	158	153	163	145	130	105	123	101
Жлобин	159	153	164	145	132	106	124	101
Буда-Кошелево	159	153	164	147	133	107	124	103
Октябрьский	161	155	165	148	134	107	124	103
Светлогорск	161	154	165	148	133	108	124	103
Речица	161	155	165	148	134	108	125	104
Ветка	159	154	164	146	133	107	124	103
Добруш	159	154	165	147	133	108	125	103
Гомель	160	154	165	148	133	108	125	104
Житковичи	165	157	168	150	136	112	127	105
Калинковичи	165	156	167	150	136	110	127	106
Петриков	165	158	168	150	137	112	127	106
Мозырь	165	157	168	150	137	110	127	107
Хойники	165	157	168	150	137	110	127	108
Лоев	165	156	167	150	136	109	127	108
Лельчицы	168	158	169	153	138	114	129	110
Ельск	167	157	167	151	138	112	129	110
Наровля	167	157	167	152	138	112	129	110
Брагин	166	157	168	151	138	110	129	110

## Сумма осадков по месяцам, мм

Метеостанции	Декады	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Витебская область</b>													
Россоны	1	10	10	9	11	15	22	24	28	23	16	14	12
	2	10	9	8	13	17	23	25	30	19	16	14	11
	3	10	9	10	14	19	23	27	27	18	15	12	10
Верхнедвинск	1	11	11	10	11	15	21	24	27	22	17	15	13
	2	11	10	9	12	17	22	24	28	19	16	14	12
	3	10	10	10	13	19	23	26	26	18	15	14	11
Езерище	1	12	11	11	11	15	21	29	29	23	16	16	14
	2	11	11	11	12	18	23	32	28	20	15	17	14
	3	11	10	11	13	20	26	31	25	18	15	16	12
Браслав	1	10	10	9	11	14	20	23	27	22	15	14	11
	2	9	9	8	12	16	22	24	27	18	15	13	10
	3	9	9	9	13	18	22	26	26	16	14	12	11
Полоцк	1	11	10	10	12	14	23	26	27	23	17	16	13
	2	10	9	10	12	16	24	27	27	21	16	15	12
	3	10	10	11	13	20	25	27	25	19	15	14	11
Сураж	1	12	10	11	11	15	20	29	28	23	15	16	14
	2	11	11	12	11	17	22	30	28	20	13	16	13
	3	11	11	11	12	19	26	30	25	17	14	16	12
Шарковщина	1	10	9	9	11	13	22	24	27	22	16	14	11
	2	9	8	9	11	16	23	25	26	20	15	13	11
	3	9	9	10	13	19	24	27	23	18	15	13	10
Витебск	1	11	10	11	11	13	21	33	30	22	16	16	13
	2	11	10	11	12	14	23	32	28	20	15	16	12
	3	11	10	11	13	16	26	31	24	19	15	15	11
Лынтупы	1	13	13	12	13	17	26	28	31	24	18	17	15
	2	13	12	12	13	19	28	28	31	22	17	17	14
	3	13	12	12	15	23	28	29	28	20	17	17	14
Докшицы	1	11	10	10	12	17	26	27	30	21	16	15	13
	2	10	9	10	13	20	27	29	28	20	15	15	11
	3	10	10	11	15	22	27	30	25	18	15	14	11
Лепель	1	12	12	11	12	17	25	28	29	22	16	16	12
	2	12	11	10	13	19	27	29	28	19	15	17	12
	3	11	11	12	15	23	28	29	26	18	15	15	11
Сенно	1	10	9	10	11	15	21	29	27	20	17	14	12
	2	9	9	10	12	18	22	31	24	19	17	14	12
	3	9	10	11	14	20	26	30	23	18	15	13	11
Орша	1	12	10	10	12	18	22	31	29	22	17	15	13
	2	11	9	11	13	20	22	31	27	20	16	14	13
	3	11	10	12	15	20	26	32	24	18	15	14	12
Славное	1	12	10	11	12	18	21	31	29	11	17	15	13
	2	13	10	12	13	19	24	32	27	21	16	15	13
	3	11	10	12	15	21	26	32	25	18	15	14	13

Продолжение прил. 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Минская область</b>													
Нарочь (Купа)	1	13	12	11	14	19	27	30	32	23	16	16	13
	2	13	12	12	16	21	28	31	30	20	16	16	13
	3	13	11	13	17	25	30	32	28	19	16	15	13
Вилейк а	1	11	11	10	13	17	23	27	29	21	15	14	12
	2	12	10	10	14	19	26	28	28	19	14	14	11
	3	11	10	11	15	21	27	29	25	16	14	13	11
Молоде чно	1	11	11	10	13	17	23	27	28	21	15	14	21
	2	11	11	10	14	18	24	27	25	18	14	14	11
	3	11	11	11	16	21	26	28	24	17	14	13	11
Борисов	1	14	12	11	14	17	25	28	26	23	17	16	14
	2	13	12	11	15	18	27	27	26	21	16	15	13
	3	12	12	13	16	21	27	27	26	19	15	15	13
Логойск	1	14	13	12	13	16	23	26	25	22	16	17	14
	2	13	13	12	14	17	26	26	24	20	15	17	13
	3	14	12	13	15	18	26	26	23	18	16	15	14
Радошк овичи	1	12	12	11	13	16	24	27	28	20	15	15	13
	2	12	12	11	13	19	24	27	27	18	14	16	13
	3	12	12	12	15	21	26	28	25	16	14	15	12
Воложи н	1	13	13	12	14	18	24	28	29	22	16	16	14
	2	13	13	12	15	19	26	29	28	20	15	17	13
	3	13	13	13	17	22	27	29	25	17	15	16	13
Минск	1	13	13	12	13	17	24	27	29	22	14	16	14
	2	13	13	12	14	19	25	28	27	18	14	17	14
	3	13	13	13	15	22	27	29	26	16	15	16	13
Червень	1	15	13	11	15	17	24	25	30	22	16	17	17
	2	14	11	11	15	17	25	26	29	19	15	17	17
	3	13	11	13	16	20	26	27	27	17	16	18	16
Березин о	1	12	12	11	12	16	24	28	27	23	16	16	15
	2	11	12	11	13	19	26	29	27	18	15	16	15
	3	12	12	11	15	11	28	29	26	17	15	15	13
Негорел ое	1	12	10	10	13	17	23	29	29	20	15	15	14
	2	11	10	11	14	19	25	30	26	18	14	15	13
	3	11	9	11	16	20	27	31	23	16	15	16	13
Марьин а Горка	1	12	10	9	12	16	22	28	27	19	14	14	13
	2	11	9	10	14	18	24	29	25	17	14	15	12
	3	10	9	11	15	19	26	29	23	16	14	14	12
Столбц ы	1	13	10	11	12	16	23	28	28	19	14	16	14
	2	12	10	11	14	18	24	29	26	17	13	16	14
	3	11	10	12	15	20	26	30	22	16	15	15	13
Копыль	1	13	11	12	13	16	25	27	28	21	15	16	15
	2	13	10	12	13	19	26	27	28	17	14	16	14
	3	11	11	12	14	21	27	28	26	16	14	16	14
Старые Дороги	1	13	11	12	13	16	25	27	28	20	15	16	15
	2	12	10	12	13	19	26	27	28	18	14	17	14
	3	12	11	12	14	21	27	28	26	16	14	16	14
Слуцк	1	12	10	10	12	14	23	25	26	19	13	14	14
	2	11	9	11	12	17	24	25	26	16	13	16	13
	3	11	10	11	13	20	25	26	24	14	13	15	13
Любань	1	12	9	11	10	17	22	25	28	21	15	15	14
	2	12	10	12	10	19	22	25	28	19	13	16	13
	3	11	10	10	13	21	24	27	26	16	14	14	13

Продолжение прил. 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Старобин	1	10	10	10	9	17	21	25	26	22	14	15	13
	2	10	10	9	12	19	23	26	26	19	13	16	12
	3	10	10	8	14	20	24	27	23	16	14	15	12
<b>Гродненская область</b>													
Михалишки	1	10	10	9	12	16	23	26	27	20	14	14	12
	2	10	10	10	14	18	25	27	27	18	14	13	12
	3	10	10	11	14	21	25	27	24	15	13	13	11
Ошмян	1	11	10	9	12	15	21	28	30	21	16	14	13
	2	10	10	10	12	17	23	29	29	17	15	14	12
	3	10	10	11	13	19	26	30	27	16	14	13	11
Залесье	1	11	11	10	9	16	19	26	30	20	16	15	13
	2	11	10	10	8	17	21	29	29	18	16	14	12
	3	10	10	9	11	18	24	30	26	17	15	13	11
Бенякон	1	10	10	10	12	18	23	28	31	21	16	16	13
	2	10	10	10	13	20	26	30	31	19	15	15	12
	3	10	9	11	15	21	26	31	28	18	15	15	12
Первомайск	1	11	10	9	11	16	21	22	24	20	14	15	13
	2	10	10	10	13	19	22	23	24	18	14	15	12
	3	10	9	10	14	20	23	23	24	16	14	14	12
Лида	1	12	11	10	12	17	23	24	26	22	16	16	14
	2	11	10	11	12	20	24	24	26	19	13	16	13
	3	11	10	11	15	22	24	25	25	17	15	16	12
Гродно	1	10	10	9	11	13	25	24	26	17	12	13	12
	2	10	10	9	11	14	26	22	27	14	11	14	11
	3	9	10	10	13	18	26	24	25	13	12	13	11
Новогрудок	1	14	13	13	14	20	27	27	30	25	17	19	17
	2	14	12	13	14	23	27	28	30	22	15	20	16
	3	13	13	13	17	25	27	29	28	20	17	19	15
Мосты	1	10	11	10	11	13	23	23	25	16	12	14	12
	2	10	11	9	11	14	26	21	26	14	11	14	12
	3	11	10	10	12	16	25	23	24	13	11	14	12
Волковыск	1	10	10	9	11	12	24	23	25	17	12	13	12
	2	9	10	8	11	14	25	21	26	14	11	14	11
	3	10	10	10	12	17	25	23	24	12	11	13	11
Слоним	1	10	13	10	11	17	23	26	25	21	15	15	13
	2	10	12	10	12	18	26	26	25	17	14	14	11
	3	12	11	10	14	21	27	25	24	15	14	14	11
Порозово	1	10	10	9	11	14	26	24	27	18	12	13	12
	2	9	10	9	12	15	28	23	28	15	12	14	12
	3	10	10	10	13	17	26	25	25	13	12	13	11
<b>Могилевская область</b>													
Горки	1	13	12	12	13	17	22	28	30	21	17	16	14
	2	12	11	12	13	18	24	29	29	18	16	15	13
	3	12	12	13	15	19	27	30	26	18	16	15	12
Шклов	1	13	11	11	12	16	20	26	28	21	16	15	14
	2	13	11	12	11	18	22	31	25	18	15	16	14
	3	11	10	13	14	20	23	31	22	17	14	15	13
Могилев	1	14	12	12	14	17	24	28	27	19	17	16	15
	2	14	11	12	14	19	25	27	26	18	16	16	15
	3	12	12	13	15	21	28	27	25	17	16	15	15

Продолжение прил. 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Чаусы	1	14	12	11	13	17	24	27	27	19	17	16	15
	2	14	11	12	14	19	26	27	27	18	16	16	15
	3	13	11	13	16	21	27	28	24	17	16	15	14
Кричев	1	12	11	10	12	16	20	28	26	19	16	14	13
	2	12	11	10	13	17	22	30	24	18	15	14	13
	3	12	10	12	15	19	24	29	21	16	14	14	13
Кличев	1	13	11	10	13	16	24	27	27	19	17	15	14
	2	13	10	11	15	19	25	27	26	17	16	14	13
	3	11	10	12	15	21	27	27	24	17	16	13	13
Славгород	1	14	12	11	13	15	23	25	26	17	16	15	15
	2	13	11	12	13	18	24	25	25	17	15	15	14
	3	12	10	12	15	20	24	26	21	17	15	15	14
Костюковичи	1	12	11	10	12	16	20	29	26	19	16	15	13
	2	12	11	10	13	18	21	30	24	17	16	15	12
	3	11	10	12	15	19	26	29	22	17	15	13	13
Бобруйск	1	11	9	9	12	16	22	28	27	20	14	14	13
	2	11	9	10	14	18	24	29	25	17	14	14	12
	3	10	9	10	15	19	26	28	23	15	14	14	11
<b>Брестская область</b>													
Барановичи	1	11	11	11	12	17	27	28	28	21	17	14	13
	2	10	11	10	13	21	28	28	27	19	16	14	13
	3	10	11	10	15	24	28	28	26	18	14	13	13
Ганцевичи	1	13	12	12	14	19	22	31	27	20	16	16	15
	2	11	13	11	15	20	23	31	25	18	16	15	14
	3	12	13	13	17	21	27	30	22	17	16	15	13
Ивацевичи	1	11	10	10	13	18	21	29	26	18	16	13	13
	2	10	11	10	14	19	23	30	24	17	15	13	12
	3	10	11	11	16	20	25	29	21	17	14	13	12
Пружаны	1	9	10	10	12	16	27	26	27	19	14	12	11
	2	9	11	11	12	18	28	25	27	16	13	12	10
	3	10	10	11	14	20	27	25	23	14	12	11	10
Высокое	1	9	9	9	11	13	24	24	25	17	13	11	10
	2	8	9	10	12	16	25	23	24	14	12	10	9
	3	8	9	10	12	20	25	23	22	14	11	10	9
Крестуново	1	12	12	11	13	18	21	29	28	19	16	15	15
	2	11	13	12	15	20	24	31	24	18	15	15	15
	3	12	12	12	16	21	26	30	21	17	15	15	13
Кобрин	1	10	10	11	11	14	23	23	24	17	12	12	11
	2	9	10	11	11	15	25	22	24	14	11	13	11
	3	9	11	11	12	19	24	23	21	13	12	12	10
Дрогичин	1	12	11	11	14	18	22	30	27	19	17	15	14
	2	11	12	10	15	20	24	32	25	18	16	14	14
	3	10	12	12	17	21	26	30	22	17	15	13	13
Пинск	1	10	10	10	12	17	20	28	26	18	15	14	13
	2	10	11	10	14	18	21	28	23	16	14	14	13
	3	10	11	11	15	19	24	27	18	15	14	13	11
Брест	1	10	10	10	11	14	24	24	25	17	13	12	11
	2	9	10	11	12	16	27	23	25	15	12	12	11
	3	9	11	12	13	20	25	24	22	14	12	12	10
Столин	1	11	10	9	12	16	19	25	24	16	14	14	13
	2	9	11	10	13	17	21	27	21	15	14	13	12
	3	10	10	11	14	18	22	26	18	15	13	13	11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Малорита	1	10	10	11	11	14	24	24	25	17	13	12	11
	2	9	10	11	11	16	26	23	25	15	12	12	11
	3	9	10	11	13	20	25	24	22	14	11	11	10
<b>Гомельская область</b>													
Чечерск	1	12	12	10	15	17	23	30	27	20	16	16	15
	2	12	11	11	15	18	25	31	24	19	15	15	15
	3	12	10	12	16	21	28	30	22	18	15	15	14
Жлобин	1	11	10	9	12	16	23	26	29	20	15	14	13
	2	11	10	9	13	18	25	27	28	17	15	13	13
	3	10	9	10	14	21	26	29	23	16	14	13	12
Светлогорск	1	11	11	9	13	16	22	29	26	20	15	14	13
	2	11	10	10	15	18	25	30	24	18	15	14	13
	3	10	9	11	16	20	27	29	21	17	14	13	13
Гомель	1	12	11	9	13	16	21	29	25	19	15	14	14
	2	11	10	10	14	17	24	29	22	18	14	14	14
	3	11	19	11	15	20	26	26	21	16	13	14	13
Речица	1	11	10	9	14	17	22	30	27	21	15	14	14
	2	11	10	9	15	18	25	30	24	18	15	14	14
	3	11	10	11	16	20	27	29	21	17	15	14	12
Василевичи	1	12	11	9	14	16	22	29	26	19	15	15	14
	2	11	10	10	15	18	24	30	23	18	14	14	14
	3	10	10	12	15	20	27	28	21	17	15	14	12
Житковичи	1	10	10	9	13	16	21	26	26	23	14	16	12
	2	10	10	9	14	17	23	27	25	19	12	17	11
	3	10	9	10	14	19	25	26	25	16	14	16	10
Петриков	1	10	10	9	12	15	20	24	25	24	13	16	11
	2	10	9	9	13	16	22	25	24	22	11	16	10
	3	10	9	10	14	18	23	25	22	18	14	15	10
Мозырь	1	11	11	10	11	16	21	30	29	19	13	16	13
	2	10	12	10	12	19	23	32	24	17	13	16	12
	3	10	12	11	13	20	26	31	21	16	15	14	11
Лоев	1	12	11	9	13	15	20	27	23	18	14	13	14
	2	11	10	10	14	17	23	27	22	17	14	14	14
	3	11	9	11	14	18	25	26	20	15	13	14	13
Лельчицы	1	10	9	8	10	16	21	24	28	17	12	16	11
	2	9	9	9	10	17	22	25	27	15	12	15	10
	3	9	9	9	13	20	24	27	23	13	14	14	9
Брагин	1	11	9	8	12	14	19	25	23	17	13	13	12
	2	10	9	9	13	16	22	25	20	16	13	13	12
	3	9	9	10	14	18	23	25	19	15	13	12	12
Некрашевка	1	12	11	10	11	17	24	28	32	20	11	11	15
	2	12	10	10	13	20	26	29	31	16	11	12	14
	3	11	10	11	14	23	27	30	26	15	11	11	13
Комарин	1	10	9	8	11	14	18	25	22	16	12	12	12
	2	9	9	8	12	16	21	26	20	15	12	11	11
	3	9	9	9	13	17	22	25	18	14	11	11	11

**Характеристика условий увлажнения вегетационного периода (со среднесуточной температурой выше 10 °С)**

Номер и название станции	Сумма осадков	ГТК	Номер и название станции	Сумма осадков	ГТК
<b>Витебская область</b>					
2 Верхнедвинск	313	1,5	10 Докшицы	350	1,7
3 Езерище	347	1,7	11 Лепель	350	1,6
5 Полоцк	325	1,5	12 Сенно	325	1,5
7 Шарковщина	315	1,4	13 Орша	347	1,6
8 Витебск	345	1,6	14 Славное	348	1,6
9 Лынтупы	362	1,8			
<b>Минская область</b>					
16 Вилейка	347	1,5	23 Березино	353	1,5
17 Молодечно	337	1,5	25 Негорелое	343	1,6
18 Борисов	350	1,5	26 Марьина Горка	326	1,6
19 Логойск	328	1,5	30 Старые Дороги	344	1,5
20 Радошковичи	336	1,6	31 Слуцк	324	1,4
21 Воложин	356	1,6	34 Марьины Сосны	323	1,4
22 Минск	346	1,6			
<b>Гродненская область</b>					
38 Белякони	357	1,7	44 Волковыск	302	1,3
40 Лида	330	1,5	45 Слоним	332	1,5
41 Гродно	314	1,3	46 Свислочь	339	1,5
42 Новогрудок	383	1,8			
<b>Могилевская область</b>					
48 Горки	338	1,6	54 Чериков	338	1,5
50 Могилев	333	1,5	57 Славгород	315	1,4
52 Кричев	312	1,4	58 Костюковичи	316	1,4
53 Суша	331	1,5	60 Бобруйск	334	1,4
<b>Брестская область</b>					
61 Барановичи	368	1,6	65 Высокое	317	1,3
62 Ганцевичи	350	1,5	66 Крестуново	352	1,5
63 Ивацевичи	340	1,4	69 Пинск	326	1,3
64 Пружаны	338	1,4	70 Брест	326	1,3
<b>Гомельская область</b>					
74 Чечерск	353	1,5	81 Калинковичи	332	1,3
75 Жлобин	340	1,4	82 Петриков	320	1,3
77 Гомель	329	1,4	85 Лельчицы	320	1,3
79 Василевичи	338	1,4	86 Брагин	297	1,2
80 Житковичи	338	1,4	88 Комарин	299	1,1

Приложение 3.11

**Коэффициент использования осадков растениями на различных  
по гранулометрическому составу дерново-подзолистых почвах**

Разновидность почвы	Коэффициент использования осадков
Суглинистая	0,66–0,76
Супесчаная	0,52–0,60
Песчаная	0,42–0,48
Торфяно-болотная	0,78–0,88

Приложение 3.12

**Примерная влагообеспеченность посевов на почвах с нормальным увлажнением  
при среднегодовой норме осадков 600 мм**

Почвы	Коэффициент использования годовых осадков	Возможный запас продуктивной влаги
Дерново-подзолистые: суглинистые	0,70–0,75	420–450
супесчаные и песчаные, подстилаемые мореной	0,60–0,70	360–420
супесчаные, подстилаемые песками	0,50–0,65	300–460
песчаные	0,45–0,65	250–290
Торфяно-болотные низинные, осушенные	0,85–0,90	510–540

Приложение 3.13

**Запасы продуктивной влаги для различных слоев почвы при их насыщении  
до уровня НВ, мм**

Почвы	Запасы влаги в слоях, см	
	0–20	0–50
Песчаные на связных песках	28	57
Супесчаные на связных супесях, подстилаемых суглинками или глинами	55	130
Суглинистые на тяжелых суглинках и глинистые на легких глинах	75	190
Торфяные	165	390

**Примерный запас влаги в почвах при предельной полевой влажности, м<sup>3</sup>/га**

Почва	Горизонт, см	Содержание влаги, всего	Содержание влаги, доступной растениям
Супесь	0–50	1150	650
	0–100	2250	1200
	0–200	4300	2200
Легкий суглинок	0–50	1300	700
	0–100	2250	1300
	0–200	4800	2500
Средник суглинок	0–50	1500	750
	0–100	3200	1800
	0–200	6000	2800
Тяжелый суглинок	0–50	1600	800–900
	0–100	3500	1500–1800
	0–200	6500	3000–3500

## Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы по месяцам вегетационного периода, мм

Название станции и тип почвы	Месяцы и декада																							
	VIII			IX			X			III	IV			V			VI			VII				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
<b>Витебская область</b>																								
Витебск (суглин.ист.)	199	199	199	210	210	210	223	227	234	262	258	244	235	220	216	212	199	186	172	169	166	163		
Докшицы (супесч.)	152	153	151	158	163	166	174	183	174	183	228	225	218	210	196	186	174	161	146	138	135	127		
<b>Минская область</b>																								
Минск (суглин.ист.)	167	168	169	174	176	179	183	187	195	213	208	197	189	173	170	167	154	146	144	136	131	130		
Березино (супесч.)	125	127	128	132	132	134	139	142	146	189	185	178	170	156	148	140	127	113	106	103	106	106		
<b>Гродненская область</b>																								
Гродно (суглин.ист.)	127	129	130	132	134	134	138	142	146	189	185	178	170	156	151	139	129	113	106	103	106	106		
Щучин (супесч.)	102	102	102	105	107	112	118	121	127	182	179	172	156	152	142	130	117	105	98	97	95	97		
<b>Могилевская область</b>																								
Горки (суглин.ист.)	168	169	170	179	180	184	188	192	197	230	227	220	212	198	195	187	174	157	148	145	145	146		
Славгород (супесч.)	116	117	118	122	126	130	133	136	138	169	164	157	150	137	130	118	113	108	104	102	104	104		
Костюк	138	140	140	145	147	150	157	163	170	208	205	198	190	176	165	153	140	125	117	113	112	112		

овичи (песч.)																							
<b>Брестская область</b>																							
Барановичи (супесч.)	122	124	125	130	133	134	140	143	146	185	182	176	168	155	148	140	127	113	106	103	106	106	
Пружаны (супесч.)	87	90	90	92	92	92	96	98	100	147	142	136	130	117	92	81	69	68	62	59	67	67	
Ганцевичи (торфяно-болотные)	169	170	170	179	184	190	193	202	210	262	257	244	235	221	209	196	182	176	170	167	161	160	
<b>Гомельская область</b>																							
Чечерск (суглинист.)	140	142	143	148	147	150	157	163	170	207	204	198	190	176	164	153	140	125	117	114	112	112	
Лельчицы (песч.)	78	80	80	85	87	87	89	91	93	134	129	122	116	104	98	87	84	74	68	65	68	68	
Василевичи (торфяно-болотные)	178	178	179	189	192	193	202	207	210	262	258	244	235	215	205	193	180	174	170	168	165	150	
Мозырь (супесч.)	151	152	152	158	163	166	174	175	182	234	232	225	216	202	195	182	169	147	138	135	132	131	

**Коэффициент водопотребления полевых культур при различной степени увлажнения и разном уровне агротехники, м<sup>3</sup>/т сухой биомассы**

Культуры	Характер увлажненности вегетационного периода			Уровень агротехники		
	влажный	средний	засушливый	высокий	средний	низкий
Озимая рожь	400–420	425–450	450–550	200–300	300–400	450–550
Озимая пшеница	350–450	450–500	500–525	255–300	350–450	500–600
Яровая пшеница	350–400	400–465	435–500	300–400	400–500	600–700
Ячмень	375–425	435–500	470–530	300–400	400–500	500–600
Овес	435–480	500–550	530–590	300–360	400–450	500–600
Кукуруза: на зерно	250–275	275–300	300–325			
зеленую массу	35–50	44–65	56–70	150–200	250–350	500–600
Картофель	80–85	110–115	110–115	120–200	300–400	500–600
Свекла	75–85	110–115	115–130	200–250	250–350	350–400
Лен (соломка+семена)	240–250	250–300	300–370	240–250	300–310	370–380
Вико-овсяная смесь (зел. масса)	100–110	110–120	120–130			
Многолетние травы (сено)	500–550	600–650	700–750	350–400	400–500	700–500
Озимый рапс		400–500				
Яровой рапс		400–500				
Морковь	65–100	80–120	90–130			
Гречиха		300–600				
Люпин		350–400				

Приложение 3.17

**Количество влаги, используемое растениями полевых культур за счет капиллярного подпитывания грунтовыми водами, м<sup>3</sup>/га за сутки**

Тип почвы по гранулометрическому составу	Глубина залегания грунтовых вод, м		
	1,0–1,5	1,5–2,0	2,0–2,5
Легкие суглинки	8–10	4–8	–
Средние суглинки	10–12	5–10	–
Тяжелые суглинки	12–16	8–12	4–8
Глинистые	16–25	12–16	8–12

Примечание. При залегании грунтовых вод на глубине 4–5 м капиллярное подпитывание незначительно и в расчет не принимается. Значение 1 м<sup>3</sup>/га воды соответствует 1 мм.

Приложение 3.18

**Сумма фотосинтетически активной радиации и возможная биологическая урожайность на различных географических широтах**

Географическая широта	Приход ФАР, млрд. ккал/га	5 % возможного прихода, млн. ккал/га	Возможные биологические урожаи, т/га
0–10	9–6	450–300	113–75
10–20	8–5	400–250	100–62
20–30	7–4,8	350–240	88–60
30–40	4,8–3,2	240–160	60–40
40–50	3,2–2,0	160–100	40–25
50–60	2,2–1,8	110–90	27–23
60–70	2,0–1,2	100–60	25–15

Приложение 3.19

**Расчетные урожаи основных сельскохозяйственных культур в зависимости от запаса влаги в почвах различного гранулометрического состава, ц/га**

Культура	Дерново-подзолистые почвы				Торфяно-болотные почвы
	суглинистые	супесчаные и песчаные, подстилаемые мореной	супесчаные, подстилаемые песками	рыхлопесчаные	
Озимая рожь	50–55	45–50	40–45	30–35	60–70
Озимая пшеница	55–60	50–55	45–50	35–40	65–80
Ячмень	60–75	55–65	50–60	40–50	75–95
Овес	50–60	45–55	40–45	30–40	65–75
Картофель	400–500	350–450	300–400	250–300	500–600
Сахарная свекла	500–600	450–500	400–500	300–350	600–750

Лен (волокно)	18–22	17–19	–	–	–
---------------	-------	-------	---	---	---

Приложение 4

Приложение 4.1

**Биолого-экологические характеристики основных  
сельскохозяйственных культур**

Культуры	Группа спелости*	Продолжительность периода вегетации, дн.	Сумма активных (выше 10 °С) температур	Засухоустойчивость	Фотопериодическая реакция
1	2	3	4	5	6
<b>Зерновые культуры</b>					
Пшеница озимая**	1	80–100	1200–1600	Средняя	Продолжительная
	2, 3	100–120	1600–2000		
Пшеница яровая	1, 2, 3	80–100	1200–1600	Средняя	Продолжительная
	4, 5	100–120	1600–2000	Средняя	Продолжительная
Рожь озимая	1, 2	80–100	1200–1600	Слабая	Длиннодневная
	3	100–120	1600–2000		
Ячмень	1, 2	60–80	800–1200	Средняя	Длиннодневная
	3, 4, 5	80–100	1200–1600		
Овес	1	60–80	800–1200	Слабая	Длиннодневная
	2, 3, 4	80–100	1200–1600		
	5	100–120	1600–2000		
Гречиха	1	60–80	800–1200	Слабая	Короткодневная
Кукуруза	1	100–120	2000–2200	Средняя	Короткодневная
	2, 3	120–140	2200–2600		
	4, 5	140–160	2600–3200		
Просо	1, 2	60–80	1100–1300	Повышенная	Короткодневная
	3, 4	80–100	1300–1600		
	5	100–120	2000–2400		
Сорго	1, 2	100–120	2000–2400	Повышенная	Короткодневная
	3, 4	120–140	2400–2800		
	5	140–160	2800–3200		
Горох	1	60–80	800–1200	Слабая	Длиннодневная
	2, 3, 4	80–100	1200–1600		
	5	100–120	1600–2000		
Люпин (синий, желтый)	5	100–120	1600–2000	Слабая	Длиннодневная
Бобы кормовые	1	100–120	1200–1600	Слабая	Длиннодневная
	2,3	120–140	1600–2000		
Вика яровая	1	80–100	1200–1600	Повышенная	Длиннодневная
	2,3	100–120	1600–2000		
Соя	1	100–120	2000–2400	Требовательная к влаге	Короткодневная
	2	120–140	2400–2800		
	3	140–160	2800–3200		

--	--	--	--	--	--

Окончание прил. 4.1

1	2	3	4	5	6
<b>Корнеплоды и клубнеплоды</b>					
Свекла	1	100–120	1600–2000	Относитель но засухоусто йчива	Длинноднев ная
	2	120–140	2000–2400		
	3	140–160	2400–2800		
Морковь	1	100–120	1600–2000	Относитель но засухоусто йчива	Длинноднев ная
	2	120–140	2000–2400		
	3	140–160	2400–2800		
Картофель	1	60–80	1000–1200	Средняя	Короткодне вная
	2	80–100	1200–1600		
	3	100–120	1600–2000		
Рапс: яровой		80–110	1900–2100	Влаголюби вые культуры	Длинноднев ная
озимый		130–180	2400–2800		

\*1 – скороспелые; 2 – среднеранние; 3 – среднеспелые; 4 – среднепоздние; 5 – позднеспелые.

\*\* Только период активного роста.

Приложение 4.2

### Требования сельскохозяйственных культур к сумме биологических температур за период вегетации

Культуры	Сорта	Период вегетации	Минимум биологических температур воздуха, °С		Поправка на 1° широты, °С	Сумма биологических температур для 55° северной широты, °С
			Начало роста	Начало созревания		
1	2	3	4	5	6	7
Пшеница яровая (мягкая)	Раннеспелые	Посев – восковая спелость	5	10	–20	1400
	Среднеспелые		5	10	–20	1500
	Позднеспелые		5	10	–25	1700
Пшеница яровая (твердая)	Среднеранние		5	12	–15	1500
	Среднеспелые		5	12	–20	1600
	Позднеспелые		5	12	–20	1700
Ячмень	Раннеспелые	5	10	–20	1250	
	Среднеспелые	5	10	–15	1350	
	Позднеспелые	5	10	–15	1450	

Продолжение прил. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Овес	Раннеспелые		5	10	-20	1250
	Среднеспелые		5	10	-20	1450
	Позднеспелые		5	10	-20	1550
Рожь озимая	Раннеспелые		5	10	-30	1300
	Среднеспелые		5	10	-30	1350
	Позднеспелые		15	10	-30	1400
Пшеница озимая	Раннеспелые		5	10	-25	1400
	Среднеспелые		5	10	-25	1450
	Позднеспелые		5	10	-25	1500
Кукуруза	Раннеспелые	Посев – выбрасывание метелки	10	10	0	1200
		Посев – молочная спелость	10	10	0	1800
		Посев – созревание	10	10	0	2200
	Среднеспелые	Посев – выбрасывание метелки	10	10	0	1400
		Посев – молочная спелость	10	10	0	1200
		Посев – созревание	10	10	0	2500
	Среднепоздние	Посев – выбрасывание метелки	10	10	0	1500
		Посев – молочная спелость	10	10	0	2200
			Посев – созревание	10	10	0
Гречиха	Раннеспелые	Посев – восковая спелость	7	10	0	1200
	Среднеспелые		7	10	0	1300
	Позднеспелые		7	10	0	1400

Просо	Раннеспелые		10	10	+15	1570
	Среднеспелые		10	10	+15	1675
	Позднеспелые		10	10	+15	1875

Продолжение прил. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Сорго	Раннеспелые	Посев – восковая спелость	12	12	+10	2400
	Среднеспелые		12	12	+10	2500
	Позднеспелые		12	12	+10	2900
Горох	Раннеспелые	Посев – созревание	5	10	-10	1250
	Среднеспелые	То же	5	10	-6	1400
	Позднеспелые	»	5	10	-6	1550
Бобы	Раннеспелые	»	7	10	0	1400
Чечевица	Раннеспелые	»	5	10	-10	1400
	Среднеспелые	»	5	10	-6	1500
Фасоль	Раннеспелые	»	12	12	0	1500
	Среднеспелые	»	12	12	0	1700
	Позднеспелые	»	12	12	0	1900
Соя	Ультроранние	»	10	10	+ 8	2140
	Раннеспелые	»	10	10	-8	2340
	Среднеспелые	»	10	10	+12	2560
	Позднеспелые	»	10	10	+12	3060
Чина	Раннеспелые	»	5	10	-6	1600
	Среднеспелые	»	5	10	-6	1700
Нут	Раннеспелые	»	6	12	0	1400
	Среднеспелые	»	6	12	0	1500
	Позднеспелые	»	6	12	0	1600
Люпин	Раннеспелые	»	6	12	- 12	1400
	Среднеспелые	»	6	12	- 12	1700
	Позднеспелые	»	6	12	- 10	2100
Картофель	Раннеспелые	Посадка – увядание ботвы	10	10	-	1200
	Среднеспелые	То же	10	10	-	1500
	Позднеспелые	»	10	10	-	1800
Подсолнечник	Раннеспелые	Посев – созревание	8	10	0	1850
	Среднеспелые	То же	8	10	0	2000
	Позднеспелые	»	8	10	0	2300
Лен масличный	Раннеспелые	»	7	10	-6	1450
	Среднеспелые	»	7	10	-6	1550
Лен- долгуец	Раннеспелые	Посев – полная спелость	7	10	-6	1400
		На волокно	7	10	-6	1000
	Среднеспелые	Посев – полная	7	10	-6	1500

		спелость				
		На волокно	7	10	-6	1100

Окончание прил. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Конопля	Среднеспелые	Посев – полная спелость	3	10	+ 6	1830
		На волокно	3	10	+ 6	1230
	Позднеспелые	Посев – полная спелость	3	10	+ 12	2810
		На волокно	3	10	+12	1820

Приложение 4.3

**Температурные характеристики для отдельных этапов развития основных полевых культур, °С**

Проращивание семян				Появление всходов		Интервал активного роста	Заморозки *		
Интервал наибольшей всхожести	Минимальная всхожесть	Оптимальная всхожесть	Максимальная всхожесть	Минимальная всхожесть	Оптимальная всхожесть		переносимые растениями без видимых повреждений	повреждающие	губительные
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Яровая пшеница (мягкая)</b>									
2–30	2–4	15–30	30–37	4–5	15–25	10–23	-4	-5–8	-3–10
<b>Ячмень</b>									
2–30	2–4	20–25	30–38	4–5	15–22	10–23	<u>До -5</u> -1–3	<u>-7–8</u> -1–3	<u>-8–10</u> -2–4
<b>Овес</b>									
4–30	3–5	25–30	30–38	4–5	15–20	10–23	<u>До -5</u> -1–3	<u>-7–8</u> -1–3	<u>-8–11</u> -2–4
<b>Озимая пшеница</b>									
2–30	2–4	15–30	30–38	4–5	15–20	8–23	Весной <u>До -8</u> -2	Весной <u>-9–10</u> -3–4	Весной <u>-10–12</u> -5
<b>Озимая рожь</b>									
2–30	1–2	22–28	34–38	4–5	15–20	7–23	Весной <u>До -8</u> До -2	Весной <u>-8–10</u> -3–4	Весной <u>-10–12</u> -5

Озимый ячмень									
2-30	1-2	22- 28	34- 38	4- 5	15- 20	10- 23	То же	То же	То же

Окончание прил. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рапс озимый									
2-30	2-3	20- 30	37- 44	2- 3	14- 17	10- 25	Весной -3-5	Весной -7-8	Весной -8-14
Рапс яровой									
1-30	1-3	14- 20	35	2- 3	6-12	10- 22	-3-5	-5-6	-7-8
Горох									
8-34	2-3	25- 30	30- 32	4- 5	15- 25	10- 20	До -5 До -3	<u>-4-5</u> -2-3	<u>-6-9</u> -3-4
Вика яровая									
1-30	1-3	14- 20	35	10	12- 16	15- 20	До -5 До -3	<u>-4-5</u> -2-3	<u>-6-9</u> -3-4
Люпин									
1-30	1-3	12- 16	34	6- 8	10- 25	12- 25	До -3 До -3	<u>-6-8</u> -3	<u>-8-10</u> -3-4
Соя									
10- 25	8-11	18- 25	-	10-11	21- 23	10- 25	Весной -2 -	<u>-2-3</u> -	<u>-4</u> -2
Гречиха									
6-32	3-5	25- 30	37- 44	10- 12	15- 22	15- 22	До 0	-1-1,5	-2-4
Просо									
18- 40	10- 12	32- 37	44- 50	12- 15	20- 30	18- 30	-	<u>-1-2</u> -1-2	<u>-2-3</u> -2-3
Кукуруза									
18- 40	8-10	32- 35	44- 50	10- 12	20- 25	18- 32	<u>-2</u> -1	<u>-2-3</u> -1,5-2	<u>-4-5</u> -4,5
Лен-долгунец									
2-25	2-3	12- 16	30	5- 6	15- 18	10- 20	До -4 До -5	<u>-5-7</u> -1-2	<u>-7</u> -2-4
Сахарная свекла									
12- 18	3-5	18- 22	25- 31	6- 7	18- 20	10- 20	-3	-6-7	-8
Картофель									
12- 20	8-10	18- 24	31- 35	7- 8	18- 20	10- 20	<u>-1-2</u> -1-2	<u>-2-3</u> -2-3	<u>-3-4</u> -3-4
Подсолнечник									
4-35	4-6	25- 35	35- 45	6- 8	18- 20	20- 30	<u>-4</u> -2	<u>-5-6</u> -2-3	<u>-7-8</u> -3-4

\* В колонках 8, 9, 10 в числителе – всходы, в знаменателе – вегетирующие растения.

**Устойчивость сельскохозяйственных культур к заморозкам  
в разные фазы развития**

Культуры	Начало повреждения и частичная гибель, °С			Гибель большинства растений, °С		
	Всходы	Цветение	Созревание (молочная спелость)	Всходы	Цветение	Созревание (молочная спелость)
1	2	3	4	5	6	7
<b>Наиболее устойчивые к заморозкам</b>						
Яровая пшеница	-9-10	-1-2	-2-4	-10-12	-2	-4
Овес	-8-9	-1-2	-2-4	-9-11	-2	-4
Ячмень	-7-8	-1-2	-2-4	-8-10	-2	-4
Чечевица	-7-8	-2-3	-2-4	-8-10	-3	-4
Горох	-7-8	-3	-3-4	-8-10	-3-4	-4
Чина	-7-8	-	-	-8-10	-	-
Рыжик яровой	-8-10	-3	-3-4	-10	-3-4	-4
Кориандр, анис	-8-10	-	-	-10	-	-
Мак	-7-8	-2-3	-2-3	-8	-3	-3
<b>Устойчивые к заморозкам</b>						
Люпин многолетний	-6-8	-3	-3	-8-10	-3-4	-3-4
Вика яровая	-8-9	-2-3	-2-3	-8-9	-3	-3-4
Люпин узколистный	-5-6	-2-3	-3	-6-7	-3-4	-3-4
Бобы	-6-7	-2-3	-	-6-7	-3	-3-4
Подсолнечник	-5-6	-1-2	-2-3	-7-8	-3	-3
Горчица белая	-6-7	-2-3	-3-4	-8	-3	-4
Лен, конопля	-5-7	-1-2	-2-4	-7	-2	-4
Сахарная свекла	-6-7	-2-3	-	-8	-3	-
Кормовая свекла	-6-7	-2-3	-	-8	-3	-
Морковь,	-6-7	-	-	-8	-	-

брюква						
Турнепс	-4-5	-	-	-8	-	-
<b>Среднеустойчивые к заморозкам</b>						
Люпин желтый	-4-5	-2-3	-	-6	-3	-
Соя	-4-5	-2	-2-3	-4	-2	-3

Окончание прил. 4.4

1	2	3	4	5	6	7
Могар	-3-4	-1-2	-2-3	-4	-2	-3
<b>Малоустойчивые к заморозкам</b>						
Кукуруза	-2-3	-1-2	-2-3	-3	-2	-3
Просо, сорго, суданская трава	-2-3	-2	-1-2	-2-3	-2-3	-3
Картофель	-2-3	-1-2	-1-2	-2-3	-2-3	-3
Махорка	-2-3	-	-2-3	-3	-	-3
<b>Неустойчивые к заморозкам</b>						
Гречиха	-1-2	-1	-1,5-2	-2	-1	-2
Фасоль	-0,5-1,5	-0,5-1	-2	-1-2	-1	-2
Бахчевые	-0,5-1	0,5-1	-0,5	-1	-1	-1
Клещевина	-2-3	-1	-2-3	-1-2	-1-2	-3

Приложение 4.5

**Характеристика сельскохозяйственных растений полевой культуры в отношении требований к теплу в разные периоды развития**

Культуры	Биологический минимум температуры, °С				Хозяйственные оптимальные термические условия, °С			
	Появление всходов	Формирование вегетативных органов	Формирование генеративных органов и цветение	Плодоношение	Появление всходов	Формирование вегетативных органов	Формирование генеративных органов и цветение	Плодоношение
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>I Зерновые хлеба</b>								
Пшеница яровая	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Ячмень	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Овес	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-

								22
Просо	10–11	10–11	12–15	12–10	15–18	16–20	18–22	18–24
Кукур уза	10–11	10–11	12–15	12–10	15–18	16–20	19–23	18–24
Сорго	12–13	12–13	15–18	15–12	15–18	18–20	20–25	20–24

Продолжение прил. 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рис	14–15	14–15	18–20	15–12	18–22	20–25	22–27	20–25
Гречи ха	7–8	7–8	10–12	12–10	15–18	16–20	16–20	17–21
<b>II Зерновые бобовые</b>								
Вика	4–5	4–5	10–12	12–10	6–12	12–16	16–20	16–22
Горох	4–5	4–5	8–10	12–10	6–12	12–16	16–20	16–22
Чечеви ца	4–5	4–5	12–15	12–10	6–12	12–16	17–21	17–22
Чина	4–5	4–5	10–12	12–10	6–12	12–16	17–21	19–23
Нут	5–6	5–6	12–15	15–12	9–12	15–18	17–21	20–24
Люпин (одно лет- ние форм ы)	5–6	5–6	8–10	10	9–12	14–16	16–20	16–20
Бобы	5–6	5–6	8–10	10	9–12	14–16	16–20	16–22
Соя	10–11	10–11	15–18	12–10	15–18	15–18	18–22	18–22
Фасол ь	12–13	12–13	15–18	15–12	15–18	16–20	18–22	20–23
Арахис	14–15	14–15	18–20	15–12	18–22	18–22	22–27	20–25
<b>III Масличные и пряильные</b>								
Рьжи к	2–3	2–3	8–10	10	6–12	12–16	16–20	16–22
Горчи ца белая	2–3	2–3	8–10	10	6–12	12–16	16–20	16–22
Рапс ярово й	2–3	2–3	8–10	10	6–12	12–16	16–20	16–22
Подсо	7–8	7–8	12–15	12–	9–12	15–18	19–23	16–22

лнечник				10				
Лен масличный	5–6	5–6	10–12	12–10	6–12	12–16	17–21	16–22

Окончание прил. 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лен-долгунец	5–6	5–6	10–12	12–10	9–12	14–16	16–29	16–18
Конопля среднерусская	2–3	2–3	10–12	12–10	12–16	16–20	18–22	18–22
Хлопчатник	14–15	14–15	20	15–12	18–22	20–25	22–27	20–25
Рапс озимый	5–6	6–7	12–16	16–20	16–18	12–16	16–30	16–24

Приложение 4.6

**Классификация сельскохозяйственных растений полевой культуры по требовательности к теплу в фазе формирования всходов или начального роста**

Класс	Группы растений по скорости появления всходов	Биологический минимум температуры °С		Общая потребность в тепле ( $\Sigma$ активных температур, °С)
		Прорастание	Появление всходов	
I	Рыжик, конопля, горчица	0–1	2–3	75–80
	Рожь, пшеница, ячмень, овес	1–2	4–5	90–100
II	Вика, чечевица, горох, чина	1–2	4–5	110–120
	Лен, гречиха	3–5	6–8	100
III	Люпин синий и многолетний, нут, сафлор	3–5	6–8	110–125
	Люпин желтый, бобы, свекла	3–5	6–8	130–140
	Подсолнечник	3–5	6–8	130
	Кориандр	3–5	6–8	200
IV	Картофель (пророщенный)	7–8	8–10	150
	(непророщенный)	7–8	8–10	250
V	Кукуруза, просо, могар, соя, суданская трава	8–10	10–11	130–140
	Фасоль, сорго	10–12	12–13	130–140
VI	Клещевина	10–12	12–13	200
	Хлопчатник, арахис, кунжут	12–14	14–15	150

VII	Рис	12–14	14–15	300–350
-----	-----	-------	-------	---------

Приложение 4.7

**Классификация сельскохозяйственных растений полевой культуры по требовательности к теплу в период формирования генеративных органов и цветения**

Экологическая группа	Растения	Минимальная температура для формирования генеративных органов и перехода к цветению, °С
I	Крестоцветные масличные (рыжик, горчица, рапс), горох, люпины, кормовые бобы	8–10
II	Хлеба I группы (рожь, пшеница, тритикале, ячмень, овес), вика, чина, лен, конопля	10–12
III	Хлеба II группы (просо, кукуруза), чечевица, нут, подсолнечник	12–15
IV	Сорго, фасоль, соя, клещевина	15–18
V	Рис, арахис, кунжут, хлопчатник	18–20

Приложение 4.8

**Количество воды, поглощаемое семенами при набухании и необходимое для их прорастания, в % к воздушно-сухой массе**

Семена	Количество воды	Семена	Количество воды
Пшеница	45,6–47,7	Горох, бобы, фасоль	106–114
Рожь	57,7–64,7	Лен	100–160,6
Тритикале	54,2–61,0	Сахарная свекла	120–168
Овес	59,8–76,3	Кормовая свекла	120–160
Ячмень	48,2–57,4	Мак	51–91
Просо	25,0–38,2	Гречиха	40–50
Кукуруза	37,3–44,0	Люпин	120
Конопля	43,9	Люцерна	56
Подсолнечник	56,5	Клевер красный	117–143
Рапс	51,0–60	Тимофеевка	80
Чечевица	93,3	Мятлик	90
Вика	75,4	Рыжик	43,9–60

Приложение 4.9

**Транспирационные коэффициенты основных полевых культур**

Культуры	Величина коэффициента транспирации	Культуры	Величина коэффициента транспирации
Пшеница: озимая	450–600	Чечевица	595
яровая	338–530	Конские бобы	571
Рожь: озимая	500–800	Картофель	300–636
яровая	353	Сахарная свекла	350–500
Тритикале: озимая	470–580	Кормовая свекла	350–480
яровая	350–500	Морковь	500
Ячмень яровой	310–534	Тыква	700
Овес	376–800	Клевер луговой	310–900
Кукуруза	250–400	Люцерна	844
Просо	200–300	Травы (в целом)	700–900
Сорго	280–370	Рапс: озимый	400–750,0
Гречиха	500–600	яровой	400–600
Подсолнечник	290	Люпин	600–700
Лен	400–905		
Конопля	600–800		
Горох	270–800		
Нут	490		

Приложение 4.10

**Шкала оценки соответствия запасов продуктивной влаги в почве потребностям сельскохозяйственных культур в различные периоды их вегетации**

Слой почвы, см	Фаза развития	Запасы продуктивной влаги, мм	Оценка запасов влаги
1	2	3	4
<b>Зерновые колосовые культуры</b>			
0–20	Посев – всходы	<5	Семена не прорастают
0–20	То же	5–10	Запасы влаги неудовлетворительные. Прорастание семян задерживается. Всходы изрежены
0–20	»	11–20	Запасы влаги недостаточные
0–20	»	21–30	Запасов влаги достаточно для появления дружных всходов

0–20	»	>30	Условия увлажнения оптимальные
0–20	Всходы – кушение	<10	Увлажнение незначительное. Состояние растений ухудшается
0–20	То же	11–20	Увлажнение недостаточное
0–20	»	>30	Запасы влаги хорошие. Обеспечивают нормальное развитие вегетативной и кормовой массы

Продолжение прил. 4.10

1	2	3	4
0–20	Выход в трубку – цветение	20–30 и более	Запас влаги достаточный
0–100	То же	<60–80	Недостаточный
0–100	»	90–100	Удовлетворительный
0–100	»	101–120	Хороший
0–100	»	121–175	Оптимальный
0–100	Цветение – восковая спелость (формирование и налив зерна)	< 25	Ведет к снижению массы 1000 зерен
0–100	То же	30–50	Достаточный
0–100	»	60–80	Оптимальный
0–100	»	<125	Чрезмерный. Возможно полегание посевов
0–100	В начале весны	<60	Очень низкий
0–100	То же	61–90	Неудовлетворительные
0–100	»	91–130	Удовлетворительные
0–100	»	131–160	Хорошие
0–100	»	>160	Отличные
<b>Кукуруза</b>			
0–10	Посев – всходы	<7–8	Недостаточные
0–10	То же	9–12	Удовлетворительные
0–10	»	<15	Хорошие
0–20	»	<10	Недостаточные
0–20	»	11–20	Удовлетворительные
0–20	Посев – всходы	21–30 и более	Хорошие
0–20	Листообразование – выбрасывание метелки – цветение	<10	Недостаточные
0–50	То же	21–30 и более	Достаточные
0–50	»	<20	Недостаточные
0–50	»	30–50	Удовлетворительные
0–50	»	60–70	Оптимальные
0–100	»	<80	Неудовлетворительные
0–100	»	81–100	Удовлетворительные
0–100	»	>100	Хорошие
<b>Сахарная свекла</b>			

0–20	Посев – всходы	<10	Недостаточные
0–20	То же	20–30 и более	Достаточные
0–100	Посев – утолщение подсемядольного колена	>100	Достаточные
0–100	Утолщение подсемядольного колена –уборка урожая	60–70 и менее	Недостаточные
0–100	То же	71–100 и более	Достаточные

О к о н ч а н и е п р и л. 4.10

1	2	3	4
<b>Картофель</b>			
0–20	Клубнеобразование	<10	Недостаточные
0–20	То же	11–20	Удовлетворительные
0–20	»	21–30	Хорошие
0–20	»	31–40	Очень хорошие
0–20	»	>50	Почва переувлажнена. Условия роста клубней ухудшаются
0–50	Цветение – увядание ботвы	11–30	Недостаточные
0–50	То же	31–50	Удовлетворительные
0–50	»	51–60	Хорошие
0–50	»	61–70	Очень хорошие
0–50	»	>100	Почва переувлажнена. Условия роста клубней ухудшаются
0–100	»	80–100 и более	Достаточные
<b>Подсолнечник</b>			
0–20	Посев – всходы	<10	Недостаточные
0–20	То же	11–20	Удовлетворительные
0–20	»	21–30 и более	Хорошие
0–100	Образование соцветий – цветение	<60	Недостаточные для получения урожая среднего уровня
0–100	То же	61–90	Удовлетворительные
0–100	»	91–130	Хорошие
<b>Люцерна</b>			
0–100	Начало возобновления вегетации	60–90	Неудовлетворительные
0–100	То же	91–130	Удовлетворительные
0–100	»	>130	Хорошие
0–100	В период цветения	<50	Плохие
0–100	То же	80–100	Удовлетворительные
0–100	»	>100	Хорошие



**Расход воды за декаду (в % от суммарного водопотребления) для основных сельскохозяйственных культур**

Культуры	Апрель	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь	
	Ш	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
Озимые: пшеница, рожь, тритикале	1	1,8	3,0	4,7– 5,7	6,8	8,1	10,2	11,5	13,8	12,4	8,6	4,2	2,1	1,8	10,0*
Кукуруза	–	–	2,1	5,0	7,8	10,1	12,0	12,0	15,3	14,5	10,0	6,2	4,0	1,0	–
Яровые зерновые	–	2,6	4,0	4,8	6,7	9,0	13,2	14,5	16,5	13,7	9,6	5,4	–	–	–
Сахарная свекла и кормовые корнеплоды	–	2,5	3,5	5,0	6,0	7,5	8,0	10,8	13,2	12,0	10,2	7,8	6,5	4,0	–
Картофель	–	–	–	–	5,0	7,3	10,8	13,6	18,0	15,3	15,0	10,7	4,3	–	–
Многолетн ие травы в год посева	–	–	–	2,4	5,1	5,0	7,8	14,9	17,5	15,5	5,1	8,4	10,2	8,1	–
Многолетн ие травы в последую щие годы	2,0	5,1	6,6	7,3	8,2	10,2	10,0	7,6	7,5	7,2	9,8	11,4	7,1	–	–

\* В том числе 9 % водопотребления в 3-й декаде сентября и 1–2-й декадах октября.

**Соотношение между массой основной и побочной продукции для различных сельскохозяйственных культур**

Культуры	Соотношение основной побочной продукции	Сумма слагаемых урожая С	Коэффициент хозяйственной эффективности урожая $K_m$	
			на абсолютно сухую массу	на массу продукции стандартной влажности
Озимая пшеница	1:1,3–1,5	2,3–2,5	0,400	0,465
Яровая пшеница	1:1,2–1,3	2,2–2,3	0,455	0,530
Озимая рожь	1:1,5–2,1	2,5–3,1	0,333	0,387
Озимая тритикале	1:1,5	2,5	0,400	0,465
Ячмень	1:1,1–1,2	2,1–2,2	0,476	0,553
Овес	1:1,2–1,3	2,2–2,3	0,435	0,506
Просо	1:2,2	3,2	0,312	0,363
Кукуруза (зерно)	1:1,2–2,0	2,2–3,0	0,448	0,521
Картофель	1:0,6–0,8	1,7–1,8	0,588	2,350
Сахарная свекла	1:0,5–0,7	1,5–1,7	0,667	3,340
Кормовая свекла	1:0,4	1,4	0,556	3,710
Гречиха	1:1,3–3,0	2,5–4,0	0,250	0,291
Горох	1:2,0–1,4	3,0	0,333	0,383
Люпин желтый	1:3,0	4,0	0,250	0,289
Вика посевная	1:2,0	3,0	0,333	0,383
Лен-долгунец (семена : соломка)	1:1,2	13,0	0,077	8,750
Лен-долгунец (льноволокно : соломка)	1:5			
Лен-долгунец (льноволокно : треста)	1:4–5			
Рапс озимый: на зеленую массу	–	–	–	4,000
семена	1:3	4,0	0,250	0,284
Кукуруза (силос)	–	–	–	5,000
Многолетние травы (сено : зеленая масса)	1:4–5	–	1,000	1,119
Тимофеевка луговая: на сено	–	–	–	6,250
зеленую массу	–	–	–	3,900
Клевер луговой: на сено				1,119
зеленую массу				5,000
сенаж				2,270
Люцерна (сено)			1,000	1,119

Примечание. Выход от веса зеленой массы: сено – 25 %, травяная мука – 20 %, сенаж – 45 %. Выход травяной муки – 80 % от выхода сена. Выход зеленой массы принимается в 4 раза больше выхода сена.

## Приложение 5.2

### Калорийность сельскохозяйственных культур, ккал/кг сухой биомассы

Культуры	Целое растение	Основная продукция	Побочная продукция	Корневая система
Пшеница: мягкая озимая	4450	4550	4300	4100
мягкая яровая	4500	4600	4330	4120
твердая	4550	4640	4350	4040
Рожь озимая	4400	4500	4310	4080
Ячмень	4420	4530	4320	4010
Овес	4400	4480	4330	4110
Просо	4600	4700	4500	4220
Гречиха	4540	4620	4400	4180
Горох	4710	4900	4530	4200
Вика и смеси	4700	4800	400	4180
Люцерна	5200	5200	5200	4430
Кукуруза: на зерно	4100	4200	4000	3900
зеленую массу	3900	3900	3900	3900
Лен-долгунец	4600	4780	4500	4350
Сахарная свекла	4230	4340	4210	4000
Картофель	4300	4360	4240	3800
Кормовые корнеплоды	3850	3900	3700	3600
Многолетние травы: на сено	4500	4500	4500	4370
семена	4500	4800	3800	4370
Однолетние травы (сено)	3900	3900	3900	3700
Тимофеевка луговая	4500	4500	4500	4400
Клевер луговой	4700	4700	4700	4500
Соя	4800	4900	4600	4430
Рапс	4880	5440	4700	3900

Приложение 5.3

**Калорийность сельскохозяйственных культур, кДж/кг сухой биомассы**

Культуры	Целое растение	Основная продукция	Побочная продукция	Корневая система
Пшеница: мягкая озимая	18631	19050	18003	17166
мягкая яровая	18841	19359	18129	17250
твердая	19050	19427	18213	16915
Рожь озимая	18422	18841	18045	17082
Ячмень	18506	18966	18087	16789
Овес	18422	18757	18129	17208
Просо	19259	19078	18841	17668
Гречиха	19008	19343	18422	17501
Горох	19720	20515	18966	17585
Вика и смеси	19678	20097	18422	17501
Люцерна	21771	21771	21771	18547
Кукуруза: на зерно	17166	17585	16747	16328
зеленую массу	16328	16328	16328	16328
Лен-долгунец	19259	20013	18841	18213
Сахарная свекла	17710	18171	17626	17647
Картофель	18003	18254	17752	15910
Кормовые корнеплоды	16119	16328	154911	15072
Многолетние травы: на сено	18841	18841	18841	18296
семена	18855	20112	15922	То же
Однолетние травы (сено)	16328	16328	16328	15491
Тимофеевка луговая	18841	18841	18841	18422
Клевер луговой	19678	19678	19678	18841



выпас семена	0,21 12,0
-----------------	--------------

Приложение 5.5

**Оптимальная модель посева зерновых культур**

Культура	Кол-во растений на 1 м <sup>2</sup> при уборке	Продуктивная кустистость	Число продуктивных стеблей на 1 м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Потенциально возможный урожай зерна, т/га
Озимая пшеница	400–500	1,65–2,0	600–700	32–42	35–45	7–13
Озимая рожь	400–500	1,5–2,0	600–700	42–56	28–35	7–12
Яровая пшеница	400–500	1,2–1,6	600–800	32–42	30–40	6–12
Ячмень	300–400	1,5–2,0	600–800	21	36–50	6–10
Овес	400–500	1,5–1,8	600–800	35	30–35	6–10
Озимая тритикале	270–400	1,7–2,2	600–700	45–60	41–60	11–15
Яровая тритикале	400–500	1,1–2,2	600–800	40–50	35–45	8–13

## Уровни урожайности сельскохозяйственных культур

Группы культур	Уровень урожайности, ц/га				
	I	II	III	IV	V
Озимые и яровые зерновые на зерно	10–30	30,1–40	40,1–50	50,1–60	60,1–80
Зернобобовые и бобово-злаковые смеси на зерно, сенокосы естественные на сено	10–15	15,1–20	20,1–25	25,1–35	35,1–50
Гречиха и крестоцветные на семена	6–10	10,0–14	14,1–18	18,1–22	22,1–30
Озимые и яровые злаки на зеленую массу, однолетние бобовые травы на зеленую массу (вика, горох, пелюшка)	100–150	151–200	201–250	251–300	301–350
Однолетние травы и крестоцветные на зеленую массу, сахарная свекла, культурные пастбища (зеленая масса)	100–200	200–300	300–400	400–500	500–600
Кукуруза на зеленую массу, амарант, кормовая капуста, кормовая свекла, морковь кормовая	200–300	301–400	401–500	501–600	600–800
Картофель	150–200	201–250	251–300	301–400	401–500
Полусахарная свекла, турнепс, кормовая брюква, кузику	200–300	301–500	501–700	701–900	901–1200
Лен, конопля (волокно), райграс однолетний (семена)	3–5	5,1–7	7,1–9	9,1–11	11,1–16
Многолетние и однолетние травы, культурные сенокосы (сено), кукуруза (зерно)	20–30	31–40	41–60	61–80	81–120
Многолетние травы на семена	2–3	3,1–4	4,1–5	5,1–6	6,1–8
Пастбища естественные	50–70	70,1–100	101–130	131–160	161–200

**Средние нормативы цены балла плодородия почвы и окупаемости удобрений  
прибавкой урожая сельскохозяйственных культур**

Культуры	Вид продукции	Цена балла почвы, кг	Дозы удобрений		Оплата, кг продукции	
			органических, т/га	НРК, кг/га	1 т органики	1 кг НРК
Зерновые в целом	Зерно	50	–	200–300	–	6,2
Озимая рожь	Зерно	52	30	200–250	25	6,1
Озимая пшеница	Зерно	63	30	250–300	25	7,8
Озимая тритикале	Зерно	65	30	250–300	25	8,0
Яровая пшеница	Зерно	52	–	200–250	–	6,0
Яровая тритикале	Зерно	55	–	200–250	–	6,5
Ячмень	Зерно	54	–	200–250	–	6,5
Овес	Зерно	55	–	200–250	–	6,0
Люпин	Зерно	37	–	160–200	–	4,4
Горох	Зерно	37	–	160–200	–	3,9
Вика	Зерно	30	–	160–200	–	2,6
Гречиха	Зерно	19	–	180–220	–	2,3
Рапс	Семена	25	–	250–300	–	3,2
Лен-долгунец	Волокно	20	–	160–200	–	2,7
Картофель	Клубни	332	50–60	200–300	105	27
Сахарная свекла	Корни	438	60–70	300–350	125	39
Кормовые корнеплоды	Корни	883	60–80	300–350	200	73
Кукуруза	Зеленая масса	469	60–80	250–300	190	86
Однолетние травы	Зеленая масса	265	–	150–200	–	48
Многолетние травы	Сено	106	–	150–200	–	16,6
	Зеленая масса	365	–		–	70
Все культуры на пашне	Кормовые единицы	65	–	200–250	30	8,8
Сенокосы и пастбища	Сено	70	–	150–200	–	14,3
	Зеленая масса	350	–		–	72

Приложение 6.2

**Возможная урожайность сельскохозяйственных культур за счет плодородия почвы, ц/га основной продукции**

Культуры	На 1 % гумуса в почве	На 100 мг в 1 кг почвы	
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Зерновые в целом (зерно)	7,0	1,4	1,4
Озимая рожь (зерно)	7,0	1,2	1,3
Озимая пшеница (зерно)	7,0	1,5	1,5
Яровой ячмень (зерно)	6,8	1,2	1,3
Овес (зерно)	8,0	1,2	1,1
Яровая пшеница (зерно)	6,6	1,4	1,2
Гречиха (зерно)	5,3	0,8	0,6
Горох (зерно)	11,0	1,0	1,0
Люпин (зерно)	8,0	0,8	0,7
Вика яровая (зерно)	11,0	0,8	0,7
Картофель (клубни)	37,0	9,0	4,0
Сахарная свекла (корнеплоды)	50,0	8,0	6,0
Кормовая свекла (корнеплоды)	57,0	13,0	6,0
Лен-долгунец (волокно)	3,4	0,6	0,4
Кукуруза (зеленая масса)	60,0	12,0	10,0
Многолетние бобово-злаковые травы на сено	20,0	2,7	1,1
Многолетние злаковые травы на сено	13,0	3,0	1,2
Клевер красный (сено)	25,0	3,0	1,6
Люцерна (сено)	25,0	2,5	1,2
Сенокосы в среднем (сено)	12,0	4,0	1,4
Пастбища в среднем (зеленая масса)	40,0	21,0	5,0

Приложение 6.3

**Относительная прибавка урожая, получаемая за счет удобрений**

Балл пашни	Доля урожая, получаемая за счет удобрений, %
Более 60	35–40
60–51	40–50
50–41	50–60
40–31	60–70
Менее 30	70–75

## Предшественники основных сельскохозяйственных культур

Культуры	Предшественники (от лучших к удовлетворительным)
Озимые зерновые (рожь, пшеница, тритикале)	Пары, занятые бобово-злаковыми смесями, картофелем ранним, кукурузой на зеленый корм, и другие многолетние травы и их смеси, однолетние травы, зернобобовые
Яровая пшеница	Зернобобовые, картофель, кормовые корнеплоды, сахарная свекла, кукуруза, многолетние травы, озимая рожь
Ячмень, овес, гречиха	Пропашные, зернобобовые, гречиха, овес, лен, клевер одногодичного пользования
Зернобобовые	Озимые зерновые, пропашные, яровые зерновые
Кукуруза	Озимые зерновые, зернобобовые, пропашные
Сахарная свекла	Озимые зерновые по занятым парам и многолетним травам, зернобобовые, кукуруза, яровые зерновые
Лен-долгунец	Озимые зерновые, многолетние травы, пропашные, зернобобовые (под которые не были внесены органические удобрения)
Картофель и кормовые корнеплоды	Озимые зерновые, зернобобовые, многолетние травы, кукуруза, картофель
Многолетние травы	Подсевают под яровые зерновые вико-овсяную смесь, озимые зерновые
Однолетние травы	Яровые зерновые, пропашные
Рапс озимый	Культуры, рано освобождающие поле: бобовые и бобово-злаковые однолетние травы на зеленый корм, клевер после 1-го укоса, ранний картофель, раннеспелые сорта ячменя, ржи
Яровой рапс	Озимые и яровые зерновые пропашные, оборот пласта многолетних трав
Промежуточные культуры	Высевают после раноубираемых культур
Просо	Пропашные, зернобобовые, пласт многолетних трав, озимые, гречиха
Подсолнечник	Озимые зерновые, яровые зерновые, кукуруза на силос и зерно

**Средние дозы удобрений под основные сельскохозяйственные культуры на дерново-подзолистых  
и супесчаных на морене почвах**

Культуры	Планируемый урожай, т/га	Навоз, т/га	Азотные удобрения, кг/га д. в.	Фосфорные удобрения, кг/га д. в.					Калийные удобрения, кг/га д. в.				
				Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в почве, мг/кг					Содержание K <sub>2</sub> O в почве, мг/кг				
				< 100	101–150	151–200	201–300	301–400	< 80	81–140	141–200	201–300	301–400
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Озимые зерновые (зерно)	2,0–3,0	30	40–60	50–70	40–60	30–40	20–30	–	60–80	50–60	40–50	30–40	х
	3,1–4,0	30	60–80	70–90	60–70	40–60	30–40	15–20	80–100	60–80	50–70	40–50	30–35
	4,1–5,0	30	80–90	х	70–80	60–70	40–50	20–25	х	80–100	70–90	50–70	35–40
	5,1–6,0	30	90–100	х	х	70–80	50–60	25–30	х	100–120	90–110	70–90	40–45
	6,1–7,0	30	100–110	х	х	80–90	60–75	30–35	х	х	110–130	90–110	45–50
	7,1–8,0	30	110–120	х	х	х	75–90	35–40	х	х	х	110–130	50–60
Яровые зерновые (зерно)	2,0–3,0	Последние 60	50–60	50–65	40–55	30–40	20–30	–	60–80	50–70	40–50	30–40	–
	3,1–4,0		60–70	65–80	55–70	40–55	30–40	15–20	80–100	70–90	50–70	40–60	30–35
	4,1–5,0		70–80	х	70–80	55–70	40–50	20–25	х	90–110	70–90	60–80	35–40
	5,1–6,0		80–90	х	х	70–80	50–60	25–30	х	110–130	90–110	80–100	40–45
	6,1–7,0		90–100	х	х	80–90	60–70	30–35	х	х	120–140	100–120	45–50
	7,1–8,0	100–110	х	х	х	70–80	35–40	х	х	х	120–140	50–60	
Зерно-бобовые (зерно)	1,5–2,0	–	–	50–70	40–60	30–45	20–30	–	80–100	70–90	60–70	40–60	х
	2,1–2,5	–	–	70–90	60–80	45–60	30–40	10–15	100–120	90–110	70–90	60–80	20–30
	2,6–3,5	–	–	х	80–100	60–75	40–50	10–15	х	110–130	90–110	80–100	30–40
	3,6–4,5	–	–	х	х	75–90	50–60	15–20	х	х	110–130	100–120	40–50

Продолжение прил. 7.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Картофель (клубни)	15,0–20,0	60	50–60	60–70	40–50	30–40	20–25	–	70–80	50–60	40–50	30–40	–
	20,1–25,0	60	60–70	70–80	50–60	40–50	25–30	15–20	80–100	60–80	50–60	40–50	30–35
	25,1–30,0	60	70–85	x	60–70	50–60	30–40	20–25	x	80–100	60–80	50–60	35–40
	30,1–35,0	60	85–100	x	x	60–70	40–50	25–30	x	x	80–100	60–80	40–50
	35,1–40,0	60	100–120	x	x	70–80	50–60	30–40	x	x	100–120	80–100	50–60
Лен- долгунец (волокно)	0,5–0,7	–	20–25	70–90	60–75	50–60	40–50	10–15	90–110	80–100	70–90	50–70	30–40
	0,7–0,9	–	25–30	x	75–90	60–75	50–60	15–20	x	100–120	90–110	70–90	40–45
	0,9–1,1	–	30–35	x	x	75–90	60–75	20–25	x	x	110–130	90–110	4550
	1,1–1,3	–	30–35	x	x	x	75–90	25–30	x	x	x	110–130	50–55
Сахарная свекла (корни)	20,0–30,0	60	60–90	70–90	60–80	50–60	30–40	x	80–100	70–90	50–70	40–60	–
	30,1–40,0	60	90–110	90–110	80–100	60–80	40–50	15–20	100– 120	90–110	70–90	60–80	25–35
	40,1–45,0	60	110–120	110– 120	100– 110	80–90	50–55	20–25	120– 140	110–130	90–100	80–90	35–40
	45,1–50,0	60	120–130	x	110– 120	90–100	55–60	25–30	x	130–150	100–120	90–100	40–45
	50,1–55,0	60	130–140	x	x	100– 110	60–70	30–35	x	x	120–140	100–110	45–50
	55,1–60,0	60	140–150	x	x	110– 120	70–80	35–40	x	x	140–150	110–120	50–60
Гречиха (зерно)	1,0–1,5	–	35–45	40–60	30–40	25–35	20–30	–	60–80	50–70	40–60	25–35	–
	1,6–2,0	–	45–55	60–80	40–60	35–50	30–40	15–20	80–100	70–90	60–80	35–45	20–25
	2,1–2,5	–	55–70	x	60–80	50–70	40–50	20–25	x	90–110	80–90	45–55	25–30
	2,6–3,0	–	70–90	x	x	70–90	50–60	25–30	x	x	90–100	55–65	30–40

Озимый рапс (семена)	1,5–2,0	–	60–80	60–75	50–65	40–50	30–40	15–20	80–100	70–90	60–80	40–50	10–20
	2,1–2,5	–	80–100	75–90	65–80	50–65	40–50	20–25	100–120	90–110	80–90	50–60	20–30
	2,6–3,0	–	100–120	x	80–95	65–80	50–60	25–30	x	110–120	90–100	60–70	30–40
	3,1–3,5	–	120–140	x	x	80–95	60–70	30–35	x	x	100–110	70–80	40–45
	3,6–4,0	–	140–160	x	x	95–110	70–80	35–40	x	x	110–120	80–90	45–50
Яровой рапс (семена)	1,5–2,0	–	50–70	60–70	50–60	40–50	30–35	10–15	70–90	60–80	50–70	30–40	10–20
	2,1–2,5	–	70–90	70–85	60–70	50–60	35–40	15–20	90–110	80–90	70–80	40–50	20–25
	2,6–3,0	–	90–110	x	70–80	60–70	40–50	20–25	x	90–100	80–90	50–60	25–30
	3,1–3,5	–	110–130	x	x	70–80	50–60	25–30	x	x	90–100	60–70	30–35
	3,6–4,0	–	130–150	x	x	80–95	60–70	30–35	x	x	100–110	70–75	35–40
Кукуруза (силос)	20,0–30,0	80	60–80	60–80	50–60	40–50	20–30	–	80–100	70–90	50–70	40–60	–
	30,1–35,0	80	80–90	80–90	60–70	50–55	30–35	15–20	100–120	90–100	70–90	60–70	30–35
	35,1–40,0	80	90–100	90–100	70–80	55–60	35–40	20–25	120–140	100–110	90–100	70–80	35–40
	40,1–45,0	80	100–110	x	80–90	60–70	40–45	25–30	x	110–120	100–110	80–90	40–45
	45,1–50,0	80	110–120	x	x	70–80	45–50	30–35	x	x	110–120	90–100	45–50
	50,1–55,0	80	120–130	x	x	80–90	50–60	35–40	x	x	120–130	100–110	50–55
	55,1–60,0	80	130–150	x	x	90–100	60–70	40–45	x	x	130–140	110–120	55–60
Кормовая свекла (корни)	20,0–30,0	80	40–60	50–70	30–50	20–40	15–30	x	60–100	40–80	30–60	20–40	x
	30,1–50,0	80	60–100	70–110	50–80	40–70	30–50	10–20	100–180	80–150	60–110	40–60	20–30
	50,1–70,0	80	100–140	x	x	70–100	50–70	20–30	x	x	110–160	60–80	30–40
	70,1–90,0	80	140–180	x	x	x	70–80	30–40	x	x	x	80–110	40–60
Однолетние бобовые травы (зеленая масса)	10,0–20,0	–	–	30–50	25–40	20–30	15–20	–	70–100	50–80	40–70	30–50	x
	20,1–30,0	–	–	50–70	40–60	30–50	20–30	–	100–130	80–110	70–100	50–70	20–30
	30,1–40,0	–	–	x	x	50–70	30–40	10–20	x	x	100–120	70–90	30–40
	40,1–50,0	–	–	x	x	x	40–50	10–20	x	x	x	90–110	40–50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Однолетние злаковые травы (зеленая масса)	10,0–20,0	–	50–70	30–50	25–40	20–30	15–20	–	80–110	60–90	50–80	40–60	–
	20,1–30,0	–	70–90	50–70	40–60	30–50	20–30	–	110–140	90–120	80–110	60–80	30–35
	30,1–40,0	–	90–110	x	x	50–70	30–40	10–20	x	x	110–130	80–100	35–45
	40,1–50,0	–	110–120	x	x	x	40–50	10–20	x	x	x	100–120	45–55
Однолетние бобово-злаковые травы (зеленая масса)	10,0–20,0	–	30–40	30–50	25–40	20–30	15–20	–	70–100	50–80	40–70	30–50	–
	20,1–30,0	–	40–55	50–70	40–60	30–50	20–30	–	100–130	80–110	70–100	50–70	20–30
	30,1–40,0	–	55–70	x	x	50–70	30–40	10–20	x	x	100–120	70–90	30–40
	40,1–50,0	–	70–90	x	x	x	40–50	10–20	x	x	x	90–110	40–50
Однолетние крестоцветные (зеленая масса)	10,0–20,0	–	40–60	30–50	25–40	20–30	15–20	–	70–100	50–80	40–70	30–50	–
	20,1–30,0	–	60–80	50–70	40–60	30–50	20–30	–	100–130	80–110	70–100	50–70	20–30
	30,1–40,0	–	80–100	x	x	50–70	30–40	10–20	x	x	100–120	70–90	30–40
	40,1–50,0	–	100–110	x	x	x	40–50	10–20	x	x	x	90–110	40–50
Многолетние бобовые травы (сено)	3,0–4,0	–	x	50–70	45–60	40–50	30–40	20–30	100–120	90–110	80–100	50–70	–
	4,1–6,0	–	x	70–100	60–80	50–70	40–50	30–40	120–150	110–140	100–120	70–100	30–40
	6,1–8,0	–	x	x	x	70–90	50–60	x	x	x	120–140	100–120	40–50
	8,1–10,0	–	x	x	x	x	60–70	x	x	x	x	120–140	50–60
Многолетние злаковые травы (сено)	3,0–4,0	–	60–80	50–70	45–60	40–50	30–40	x	100–120	90–110	80–100	50–70	30–40
	4,1–6,0	–	80–110	70–100	60–80	50–70	40–50	x	120–150	110–140	100–120	70–100	40–50

	6,1–8,0	–	110–130	x	x	70–90	50–60	20–30	x	x	120–140	100–120	50–60
	8,1–10,0	–	130–150	x	x	x	60–70	30–40	x	x	x	120–140	x
Многолетние бобово-злаковые травы (сено)	3,0–4,0	–	40–50	50–70	45–60	40–50	30–40	x	100–120	90–110	80–100	50–70	x
	4,1–6,0	–	50–60	70–100	60–80	50–70	40–50	x	120–150	110–140	100–120	70–100	30–40
	6,1–8,0	–	60–70	x	x	70–90	50–60	20–30	x	x	120–140	100–120	40–50
	8,1–10,0	–	70–90	x	x	x	60–70	30–40	x	x	x	120–140	50–60
Сенокосы (сено)	2,0–4,0	–	40–70	30–50	25–45	20–35	15–25	–	70–100	60–90	50–75	30–50	–
	4,1–6,0	–	70–100	50–70	45–65	35–50	25–35	–	100–130	90–120	75–100	50–70	20–30
	6,1–8,0	–	100–130	70–90	65–85	50–65	35–45	20–25	130–160	120–150	100–125	70–90	30–40
	8,1–10,0	–	130–160	x	x	65–80	45–55	25–30	x	x	125–150	90–115	40–50
	10,1–12,0	–	160–180	x	x	x	55–70	30–40	x	x	x	115–140	50–60
Пастбища (зеленая масса)	10,0–20,0	–	50–75	30–50	25–45	20–35	15–25	–	70–100	60–90	50–75	30–50	–
	20,1–30,0	–	75–100	50–70	45–65	35–50	25–35	–	100–130	90–120	75–100	50–70	20–30
	30,1–40,0	–	100–125	70–90	65–85	50–65	35–45	20–25	130–160	120–150	100–125	70–90	30–40
	40,1–50,0	–	125–150	x	x	65–80	45–55	25–30	x	x	125–150	90–115	40–50
	50,1–60,0	–	150–180	x	x	x	55–70	30–40	x	x	x	115–140	50–60

Примечание. Применение минеральных удобрений при данной обеспеченности почвы фосфором и калием экономически нецелесообразно.

**Средние дозы удобрений под основные сельскохозяйственные культуры на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных на песках почвах**

Культуры	Урожай, т/га	Навоз, т/га	Азотные удобрения кг/га д. в.	Фосфорные удобрения, кг/га д. в.				Калийные удобрения, кг/га д. в.			
				Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в почве, мг/кг				Содержание K <sub>2</sub> O в почве, мг/кг			
				< 100	101–150	151–200	201–300	< 80	81–140	141–200	201–300
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Озимые зерновые (зерно)	1,5–2,0	30	35–45	40–50	35–40	25–30	15–20	60–70	40–50	30–40	20–25
	2,1–2,5	30	45–55	50–60	40–50	30–35	20–25	70–80	50–60	40–50	25–30
	2,6–3,0	30	55–65	х	50–60	35–40	25–30	х	60–70	50–60	35–40
	3,1–3,5	30	65–75	х	х	40–50	30–35	х	х	60–70	45–50
	3,6–4,0	30	75–90	х	х	50–60	35–40	х	х	70–75	50–60
Яровые зерновые (зерно)	1,5–2,0	Последействие 50–60	40–45	40–45	35–40	25–30	15–20	60–70	40–50	30–40	20–30
	2,1–2,5		45–55	45–50	40–45	30–35	15–20	70–80	50–60	40–50	30–40
	2,6–3,0		55–65	х	45–50	35–40	20–25	х	60–70	50–60	40–50
	3,1–3,5		65–75	х	х	40–45	20–25	х	х	60–70	50–60
	3,6–4,0		75–85	х	х	45–50	25–30	х	х	70–80	60–65
Зернобобовые (зерно)	1,0–1,5	–	–	40–50	35–45	30–35	20–25	65–80	55–70	45–60	30–45
	1,6–2,0	–	–	50–60	45–55	35–40	20–25	80–100	70–90	60–80	45–60
	2,1–2,5	–	–	х	55–65	40–45	25–30	х	90–110	80–100	60–75
	2,6–3,0	–	–	х	х	45–55	30–35	х	х	100–120	75–90
Гречиха (зерно)	0,5–1,0	–	30–50	35–55	25–40	20–30	15–20	55–85	45–70	35–55	20–30
	1,1–1,5	–	50–70	55–75	40–55	30–40	20–30	85–115	70–95	55–70	30–45
	1,6–2,0	–	70–90	х	х	40–55	30–35	х	х	70–90	45–60

Картофель (клубни)	15,0–20,0	60	55–75	55–65	35–45	30–40	25–30	75–95	55–70	45–60	30–40
	20,1–25,0	60	75–90	65–75	45–55	40–45	30–35	95–110	70–85	60–75	40–55
	25,1–30,0	60	90–100	x	55–65	45–50	35–40	x	85–100	75–90	55–70
	30,1–35,0	60	100–110	x	x	50–60	40–45	x	x	90–100	70–80
Кормовая свекла (корни)	20,0–30,0	80	45–65	45–65	25–40	20–30	15–20	70–110	50–80	35–65	25–40
	30,1–45,0	80	65–95	x	40–60	30–45	20–30	x	80–130	65–100	40–60
	45,1–60,0	80	100–130	x	x	45–60	30–40	x	x	100–140	60–80
Озимый рапс (семена)	1,0–1,5	–	45–65	45–60	35–50	25–35	20–25	65–80	45–60	35–50	20–30
	1,6–2,0	–	65–85	60–75	50–65	35–45	25–30	80–100	60–80	50–65	30–45
	2,1–2,5	–	85–105	x	x	45–55	30–35	x	x	65–80	45–60
Яровой рапс (семена)	1,0–1,5	–	45–60	40–55	30–40	20–30	15–20	65–85	45–65	35–55	20–30
	1,6–2,0	–	60–80	55–70	40–50	30–40	20–25	85–105	65–85	55–75	30–45
	2,1–2,5	–	80–95	x	x	40–50	25–30	x	x	75–90	45–60
Кукуруза (силос)	15,0–20,0	80	45–60	45–55	30–40	20–25	15–20	50–60	40–55	30–40	20–25
	20,1–25,0	80	60–75	55–65	40–50	25–30	15–20	60–80	55–70	40–50	25–30
	25,1–30,0	80	75–90	65–75	50–60	30–40	20–25	80–100	70–85	50–60	30–35
	30,1–35,0	80	90–105	x	60–65	40–50	25–30	x	85–100	60–70	35–40
	35,1–40,0	80	105–120	x	x	50–60	25–30	x	x	70–80	40–50
Однолетние бобовые травы (зеленая масса)	10,0–15,0	–	–	30–40	25–35	20–25	15–20	75–90	55–70	45–55	35–45
	15,1–20,0	–	–	40–50	35–45	25–30	15–20	90–110	70–85	55–70	45–55
	20,1–25,0	–	–	x	45–50	30–40	20–25	x	85–100	70–85	55–65
	25,1–30,0	–	–	x	x	40–45	25–30	x	x	85–100	65–75
Однолетние злаковые травы (зеленая масса)	10,0–15,0	–	40–55	30–40	25–35	20–25	15–20	80–95	65–80	50–65	40–50
	15,1–20,0	–	55–70	40–50	35–45	25–30	15–20	95–115	80–95	65–80	50–60
	20,1–25,0	–	70–80	x	45–50	30–40	20–25	x	95–110	80–95	60–70
	25,1–30,0	–	80–90	x	x	40–45	25–30	x	x	95–110	70–80
Однолетние бобово- злаковые травы (зеленая)	10,0–15,0	–	35–45	30–40	25–35	20–25	15–20	75–90	55–70	45–55	35–45
	15,1–20,0	–	45–55	40–50	35–45	25–30	15–20	90–110	70–85	55–70	45–55
	20,1–25,0	–	55–70	x	45–50	30–40	20–25	x	85–100	70–85	55–65
	25,1–30,0	–	70–80	x	x	40–45	25–30	x	x	85–100	65–75

масса)												
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Окончание прил. 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Однолетние крестоцветные (зеленая масса)	10,0–15,0	–	45–55	30–40	25–35	20–25	15–20	75–90	55–70	45–55	35–45
	15,1–20,0	–	55–65	40–50	35–45	25–30	15–20	90–110	70–85	55–70	45–55
	20,1–25,0	–	65–75	x	45–50	30–40	20–25	x	85–100	70–85	55–65
	25,1–30,0	–	75–85	x	x	40–45	25–30	x	x	85–100	65–75
Многолетние бобовые травы (сено)	2,0–3,0	–	–	35–45	30–40	25–30	20–25	80–100	70–90	60–75	40–55
	3,1–4,0	–	–	45–55	40–50	30–40	25–30	100–120	90–110	75–90	55–70
	4,1–5,0	–	–	x	50–60	40–50	30–35	x	110–130	90–110	70–90
	5,1–6,0	–	–	x	x	50–60	35–40	x	x	110–130	90–110
Многолетние злаковые травы (сено)	2,0–3,0	–	45–60	35–45	30–40	25–30	20–25	80–100	70–90	60–75	40–55
	3,1–4,0	–	60–75	45–55	40–50	30–40	25–30	100–120	90–110	75–90	55–70
	4,1–5,0	–	75–90	x	50–60	40–50	30–35	x	110–130	90–110	70–90
	5,1–6,0	–	90–100	x	x	50–60	35–40	x	x	110–130	90–110
Многолетние бобово- злаковые травы (сено)	2,0–3,0	–	30–40	35–45	30–40	25–30	20–25	80–100	70–90	60–75	40–55
	3,1–4,0	–	40–50	45–55	40–50	30–40	25–30	100–120	90–110	75–90	55–70
	4,1–5,0	–	50–65	x	50–60	40–50	30–35	x	110–130	90–110	70–90
	5,1–6,0	–	65–75	x	x	50–60	35–40	x	x	110–130	90–110
Сенокосы (сено)	2,0–3,0	–	45–60	30–40	25–35	20–25	15–20	80–100	70–90	55–70	35–50
	3,1–4,0	–	60–75	40–50	35–45	25–30	15–20	100–120	90–110	70–90	50–65
	4,1–5,0	–	75–90	x	45–55	30–40	20–25	x	110–130	90–110	65–80
	5,1–6,0	–	90–110	x	x	40–45	25–30	x	x	110–130	80–100
Пастбища (зеленая)	10,0–15,0	–	50–65	30–40	25–35	20–25	15–20	80–100	70–90	55–70	35–50
	15,1–20,0	–	65–80	40–50	35–45	25–30	15–20	100–120	90–110	70–90	50–65
	20,1–25,0	–	80–95	x	45–55	30–40	20–25	x	110–130	90–110	65–80

масса)	25,1–30,0	–	95–110	x	x	40–45	25–30	x	x	110–130	80–100
--------	-----------	---	--------	---	---	-------	-------	---	---	---------	--------

Приложение 7.3

Средние дозы удобрений под основные сельскохозяйственные культуры на торфяных почвах

Культуры	Планируемый урожай, т/га	Навоз, т/га	Азотные удобрения, кг/га д. в.	Фосфорные удобрения, кг/га д. в.					Калийные удобрения, кг/га д. в.				
				Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в почве, мг/кг					Содержание K <sub>2</sub> O в почве, мг/кг				
				<200	201–400	401–600	601–800	801–1000	<200	201–400	401–600	601–1000	1001–1300
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Озимые зерновые (зерно)	3,0–4,0	–	20–25	80–95	65–80	50–65	35–50	20–25	90–110	65–85	55–75	35–55	25–35
	4,1–5,0		25–30	95–100	80–95	65–80	50–60	25–30	110–130	85–105	75–95	55–75	35–40
	5,1–6,0		30–40	x	x	80–90	60–70	30–40	x	x	95–110	75–90	50–60
Яровые зерновые (зерно)	3,0–4,0	–	20–25	65–85	50–60	40–55	30–40	20–25	90–110	75–85	65–80	35–55	25–35
	4,1–5,0		25–30	85–100	60–80	55–70	40–50	25–30	110–130	95–110	80–95	55–75	35–45
	5,1–6,0		30–40	x	x	70–80	50–60	30–40	x	x	95–110	75–90	45–55
Зернобобовые (зерно)	1,5–2,5	–	–	55–85	45–75	35–55	25–40	15–20	90–110	80–100	65–90	45–70	20–35
	2,6–3,5		85–115	75–105	55–75	40–55	20–30	110–135	100–125	90–115	70–100	35–50	
	3,6–4,5		x	x	75–100	55–70	30–40	x	x	115–140	100–130	50–60	
Картофель (клубни)	15,0–20,0	–	20–25	65–75	45–55	40–50	30–35	20–25	75–95	55–75	45–60	30–45	20–30
	20,1–25,0		25–30	75–90	55–70	50–60	35–45	25–30	95–115	75–95	60–80	45–60	30–40
	25,1–30,0		30–35	x	70–85	60–70	45–55	30–35	x	95–115	80–100	60–75	40–50
	30,1–35,0		35–40	x	x	70–80	55–65	35–40	x	x	100–115	75–90	50–55
	35,1–40,0		40–45	x	x	80–95	65–75	40–45	x	x	115–130	90–100	55–60
Кормовая свекла (корни)	20,0–30,0	–	20–30	55–80	35–60	25–50	20–30	15–20	70–120	50–100	35–80	25–45	20–30
	30,1–50,0		30–40	x	60–90	50–75	30–45	20–25	x	100–170	80–125	45–70	30–45
	50,1–70,0		40–50	x	x	75–100	45–65	25–30	x	x	125–170	70–95	45–60
	70,1–90,0		50–70	x	x	–	65–85	35–45	x	x	x	95–120	60–70
Однолетние злаковые травы (зеленая)	15,0–20,0	–	30–35	50–65	35–45	30–40	25–30	15–20	100–130	90–110	75–100	55–70	30–35
	20,1–30,0		35–40	x	45–60	40–55	30–40	20–30	x	110–140	100–130	70–90	35–45
	30,1–40,0		40–45	x	x	55–70	40–50	30–35	x	x	130–155	90–110	45–60
	40,1–50,0		45–50	x	x	x	50–60	35–40	x	x	x	110–130	60–70



**Удельный (нормативный) вынос основных элементов питания с 1 т основной  
и соответствующим количеством побочной продукции, кг**

Культуры	Основна я продукц ия	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Mg	SO <sub>4</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Озимая пшеница	Зерно	28,2	10,8	19,2	4,7	3,1	5,0
Озимая рожь	Зерно	28,0	12,1	23,3	4,1	3,1	6,0
Озимая тритикале	Зерно	26,0	11,5	21,0	4,2	3,0	5,5
Озимый ячмень	Зерно	25,0	11,1	25,0	4,5	2,8	8,0
Озимая рожь	Зеленая масса	4,5	1,0	4,0	1,2	0,6	0,3
Озимые зерновые	Зеленая масса	4,8	1,2	3,9	1,2	0,6	0,3
Яровая пшеница	Зерно	30,4	11,6	24,7	3,2	2,4	6,0
Яровая тритикале	Зерно	25,3	12,0	21,9	2,9	3,2	6,0
Яровой ячмень	Зерно	29,1	11,9	27,4	4,8	3,0	9,0
Овес	Зерно	25,9	12,4	28,6	4,2	3,3	10,0
Кукуруза	Зерно	30,2	13,3	27,6	5,0	3,1	6,1
Просо	Зерно	30,0	12,0	30,0	3,6	1,8	1,2
Гречиха	Зерно	37,5	19,8	48,2	8,1	3,4	8,0
Зерновые в среднем	Зерно	28,5	12,5	26,5	4,8	3,0	6,6
Яровые зерновые	Зеленая масса	4,2	1,2	3,6	1,2	0,6	0,3
Кукуруза	Зеленая масса	3,3	1,2	4,2	0,6	0,5	0,9
Горох	Зерно	58,9	14,0	29,0	24,0	4,8	10,5
Пеллошка	Зерно	63,6	24,9	35,6	21,8	8,0	16,4
Кормовые бобы	Зерно	60,0	18,0	38,0	25,0	7,4	11,9
Фасоль	Зерно	45,0	10,7	37,9	–	–	–
Вика яровая	Зерно	60,0	18,0	38,0	–	–	–
Сераделла	Зерно	60,0	18,0	38,0	21,0	8,7	12,0
Люпин	Зерно	84,3	19,9	44,0	18,8	8,5	14,2
Соя	Зерно	61	18	29	18	9	
Зернобобовые в среднем	Зерно	61,7	17,6	37,2	21,4	6,6	12,1
Горох	Зеленая масса	6,5	1,5	5,0	–	–	–
Пеллошка	Зеленая масса	4,5	1,1	3,5	–	–	–
Кормовые бобы	Зеленая масса	3,2	1,0	3,5	–	–	–
Вика	Зеленая масса	4,5	1,1	3,5	–	–	–
Сераделла	Зеленая масса	4,7	1,2	4,0	–	–	–
Люпин	Зеленая	5,4	1,7	3,9	–	–	–

Продолжение прил. 7.4

	масса						
1	2	3	4	5	6	7	8
Однолетние бобовые травы	Зеленая масса	4,8	1,3	3,9	2,0	0,9	0,6
Пеллошко-овсяная смесь	Зерно	42,5	17,8	28,2	–	–	–
Вико-овсяная смесь	Зерно	43,1	15,4	30,9	–	–	–
Смесь бобово-злаковых трав	Зерно	43,7	15,5	27,8	14,8	4,5	9,5
Однолетние бобово-злаковые травы	Зеленая масса	4,5	1,3	4,3	1,5	0,7	0,5
Однолетние бобово-злаковые травы	Сено	17,4	5,4	25,9	7,6	2,9	2,5
Лен-долгунец	Волокно	58,1	22,9	73,0	15,0	7,8	16,0
Сахарная свекла	Корни	4,0	1,6	6,5	1,6	1,2	1,6
Картофель столовый	Клубни	5,4	1,6	10,7	2,2	1,1	0,8
Картофель семенной	Клубни	5,4	2,2	9,8	–	–	–
Картофель технический	Клубни	5,4	2,0	9,5	–	–	–
Кормовая свекла	Корни	3,54	1,1	7,8	0,9	0,8	1,0
Кормовая брюква	Корни	3,0	1,0	4,3	0,9	0,7	1,2
Турнепс	Корни	2,7	1,0	3,7	0,8	0,7	2,0
Кормовая морковь	Корни	2,6	1,0	5,0	0,9	0,8	1,0
Кормовые корнеплоды	Корни	3,0	1,1	5,1	1,0	0,8	1,2
Озимый рапс	Семена	58,0	29,0	26,0	5,2	1,9	3,3
Яровой рапс	Семена	55,0	30,0	30,0	5,1	2,0	3,5
Сурепица	Семена	53,0	20,0	21,0	–	–	–
Горчица	Семена	57,0	20,0	23,0	–	–	–
Редька масличная	Семена	50,0	20,0	32,0	–	–	–
Крестоцветные в среднем	Семена	54,6	23,8	26,4	5,2	2,0	3,4
Сурепица	Зеленая масса	3,4	0,7	4,6	–	–	–
Горчица	Зеленая масса	4,2	1,0	5,1	–	–	–
Яровой рапс	Зеленая масса	5,0	1,0	4,9	3,0	1,2	0,8
Озимый рапс	Зеленая масса	5,0	0,7	4,7	2,8	1,1	0,7
Редька масличная	Зеленая масса	4,3	1,3	5,5	1,6	1,0	0,6
Крестоцветные в среднем	Зеленая масса	4,4	0,9	5,0	2,5	1,1	0,7
Однолетние злаковые травы	Семена	195,0	75,0	185,0	–	–	–
Райграс однолетний	Сено	16,6	7,0	38,5	–	–	–
Однолетние злаковые травы	Сено	13,9	5,5	25,4	6,9	2,8	2,5
Однолетние злаковые	Зеленая	2,8	1,1	5,1	1,4	0,6	0,5

травы	масса						
-------	-------	--	--	--	--	--	--

Окончание прил. 7.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Райграс однолетний + многолетние травы	Зеленая масса	3,9	1,7	9,2	–	–	–
Райграс пастбищный	Сено	16,3	6,2	20,2	–	–	–
Тимофеевка луговая	Сено	17,6	7,0	24,0	–	–	–
Ежа сборная	Сено	23,3	8,0	25,6	–	–	–
Овсяница луговая	Сено	21,1	7,5	24,9	–	–	–
Многолетние злаковые травы	Сено	14,9	4,5	24,1	4,9	2,0	2,0
Многолетние злаковые травы	Зеленая масса	3,0	0,9	4,8	1,0	0,4	0,4
Многолетние злаковые травы	Семена	195,0	75,0	185,0	4,1	3,5	6,0
Многолетние бобово-злаковые травы	Сено	17,3	5,4	25,7	13,0	4,8	2,5
Многолетние бобово-злаковые травы	Зеленая масса	3,5	1,1	5,1	2,4	0,9	0,5
Многолетние бобовые травы	Сено	23,4	5,1	27,2	15,3	7,6	3,1
Многолетние бобовые травы	Зеленая масса	4,3	1,0	4,4	3,0	1,5	0,6
Многолетние бобовые травы	Семена	260,0	65,0	200,0	19,1	9,0	5,2
Люцерна	Сено	27,3	5,8	23,7	–	–	–
Клевер луговой	Сено	21,4	4,8	25,2	–	–	–
Растениеводческая продукция	к. ед.	21,0	8,0	22,0	8,1	4,3	4,5

**Использование растениями полевых культур подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) из пахотного горизонта дерново-подзолистых суглинистых почв, %**

Содержание в почве P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	Сильно- и среднекислые почвы (рН 4,4–5,5)		Слабокислые и нейтральные почвы (рН 5,6 и более)		
	Зерновые, зернобобовые, яровой и озимый рапс, редька масличная, однолетние и многолетние травы	Картофель, корнеплоды, кукуруза, сенокосы	Лен	Зерновые, зернобобовые, яровой и озимый рапс, редька масличная, однолетние и многолетние травы	Картофель, корнеплоды, кукуруза, сенокосы
< 60	10–12	11–14		9–11	12–15
61–100	7–9	9–10	6–8	10–12	12–15
101–150	6–7	7–9	4–6	8–9	9–11
151–250	4–5	5–6	3–4	6–7	7–8
>250	3–4	4–5	2–3	4–5	5–7

Примечания: 1. На дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почвах использование растениями P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 1–2 % выше.

2. На торфяно-болотных почвах пропашные культуры используют 20–30 %, зерновые – 15–25 % запаса подвижного P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> пахотного слоя.

**Использование растениями полевых культур подвижного калия (K<sub>2</sub>O) из пахотного горизонта дерново-подзолистых почв, %**

Содержание в почве подвижного K <sub>2</sub> O, мг/кг	Дерново-подзолистые суглинистые почвы				Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные почвы			
	Яровые зерновые, зернобобовые, озимые, однолетние и многолетние травы	Озимые зерновые	Картофель, корнеплоды, кукуруза, сенокосы	Лен, рапс, редька масличная	Яровые зерновые, зернобобовые, однолетние и многолетние травы	Озимые зерновые	Картофель, корнеплоды, кукуруза, сенокосы	Лен, рапс, редька масличная
< 80	18–20	22–27	25–30	15–17	19–22	25–30	27–32	16–18
81–140	15–17	18–20	20–25	12–14	16–18	20–22	22–26	13–15
141–200	10–12	13–15	16–18	7–9	11–14	16–18	17–19	8–10
201–300	6–9	7–10	11–13	4–7	8–10	9–11	12–14	5–8
>300	3–5	4–6	6–8	2–3	4–6	5–7	7–9	3–4

Примечание. На торфяно-болотных почвах пропашные культуры используют 45–55 %, зерновые – 40–50 % запаса подвижного калия в пахотном горизонте.

Приложение 7.7

### Средний состав органических удобрений

Удобрение	Влажность, %	Содержание, кг/т*						
		Органическое вещество	N <sub>общ</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>4</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Соломистый навоз: КРС	75	210	5,0	2,5	6,0	4,0	1,1	0,6
свины	70	240	5,0	2,0	6,0	1,8	0,9	0,8
лошади	70	220	6,0	3,0	6,5	2,1	1,4	0,7
смешанный	75	220	5,0	2,5	6,0	3,5	1,2	1,0
Торфяной навоз: КРС	75	220	6,0	2,0	5,0	4,5	1,0	0,5
Полужидкий навоз: КРС	90	125	35	1,5	4,0	1,3	0,9	0,3
свины	90	115	4,5	2,5	3,0	1,9	1,0	0,4
Жидкий навоз: КРС	95	40	2,0	1,0	2,5	0,5	0,4	0,1
свины	95	40	2,5	0,9	1,8	0,6	0,2	0,1
Птичий помет (смешанный)	60	320	15,0	14,0	7,0	17,0	5,0	3,0
Торфонавозный компост :								
1:1	70	220	5,0	1,6	4,0	3,5	0,6	0,3
1:2	70	220	5,5	1,8	4,5	4,0	0,8	0,4
Торфопометный компост								
1:1	70	250	10,0	8,0	3,0	9,0	3,0	1,5
Вермикомпост (биогумус)	50	425	20,0	15,0	10,0	–	–	–
Сапропелевые удобрения	60	–	8,0	1,0	0,5	–	–	–
Торф:								
низинный	60	350	10,0	1,2	0,7	15,0	–	–
переходной	60	370	6,5	0,6	0,5	4,8	–	–
верховой	60	385	4,0	0,4	0,3	1,2	1	–
Зеленое удобрение: бобовые	80	140	5,0	1,1	3,0	3,0	1,4	0,9
крестоцветные	80	140	4,0	1,3	3,8	2,0	1,0	0,7
злаковые	80	140	3,5	1,2	2,8	1,0	0,4	0,2
смесь	80	140	4,2	1,2	3,2	2,0	1,0	0,5
Солома: зерновые	16	800	4,0	1,5	10,0	2,0	1,0	1,5
зернобобовые	16	780	10,0	2,0	11,0	9,0	2,0	5,0

крестоцветные	16	780	5,0	1,5	9,0	8,0	2,0	4,0
крупяные	16	800	7,0	3,0	12,5	5,0	2,0	1,0

Окончание прил. 7.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
кукуруза	16	850	4,5	2,0	12,0	3,0	2,0	2,0
Ботва:								
сахарная свекла	80	120	3,5	1,0	5,0	1,0	1,0	0,4
кормовая свекла	80	120	4,0	1,0	6,0	2,0	1,0	0,4
Картофель	80	120	2,0	0,5	4,0	1,5	1,0	0,3

\*Содержание элементов питания (в %) рассчитывается следующими способами:

- 1) делением показателя «кг/т» на 10 (например, 5,0 кг/т : 10 = 0,5 %);
- 2) умножением показателя «кг/т» на 0,1 (например, 5,0 кг/т · 0,1 = 0,5 %).

Приложение 7.8

**Ориентировочные значения коэффициентов использования элементов питания из органических удобрений (навоз), %**

Культуры	Азот	Фосфор	Калий
Пшеница озимая	20–30	30–50	50–70
Рожь озимая	20–30	30–50	50–70
Овес	20–25	25–40	50–60
Ячмень	20–25	25–40	50–55
Картофель	25–30	35–40	50–70
Корнеплоды	30–40	45–50	60–70
Кукуруза (силос)	30–35	40–45	60–65
В среднем для полевых культур:			
в 1-й год	20–25	25–30	50–60
на 2-й год	20	10–15	10–15
В целом за ротацию севооборота	50–55	40–50	60–75

Приложение 7.9

**Ориентировочные значения коэффициентов использования элементов питания из минеральных удобрений полевыми культурами, %**

Год действия	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1-й год	60–70	15–20	50–60
2-й год	–	10–15	15–20
В целом за ротацию севооборота	60–70	30–40	65–80

**Средние коэффициенты использования питательных элементов из запасов почвы  
и вносимых удобрений в 1-й год, %**

Питательные элементы	Запасы почвы	Минеральные удобрения	Навоз			Торфонавозный компост 1:2
			подстилочный	жидкий	полужидкий	
<b>Основные культуры севооборота</b>						
Азот	20–25*	60	25	40–50	30	20
Фосфор	5–7	20	30	35	30	25
Калий	10–15	60–65	65	65–70	60	45
<b>Промежуточные культуры</b>						
Азот	10–15*	50	20	30	25	–
Фосфор	4–5	15–20	15	20	20	–
Калий	8–10	50–55	50	50–60	50	–

\* На 1 % гумуса.

**Процентное содержание действующего вещества в минеральных удобрениях  
и коэффициенты пересчета элементов питания в физический вес**

Вид и ассортимент удобрений	Действующее вещество	Содержание действующего вещества, %	Коэффициент пересчета элементов питания в физический вес
1	2	3	4
<b>Азотные</b>			
Аммонийная селитра	N	34–35	2,90
Карбамид (мочевина)	N	46,0	2,16
Карбамид с гуматными добавками	N	46,0	2,16
КАС	N	28,0–30,0–32,0	3,57–3,33–3,12
Сульфат аммония	N(S)	20,5 (24)	4,88 (4,16)
Сульфат аммония с защитным покрытием	N(S)	20,5 (24)	4,88 (4,16)
Аммиачная вода	N	20,5	4,88
Аммиак безводный	N	82,3	1,22
<b>Фосфорные</b>			
Суперфосфат простой гранулированный	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19,5	5,13
Суперфосфат двойной	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	46,0	2,17
Суперфос	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	38,0–41,0	2,63–2,44
<b>Калийные</b>			
Хлористый калий	K <sub>2</sub> O	60,0	1,67

Сульфат калия	K <sub>2</sub> O	48,0	2,08
---------------	------------------	------	------

Окончание прил. 7.11

1	2	3	4
Калийная соль	K <sub>2</sub> O	40,0	2,50
Сильвинит	K <sub>2</sub> O	14,0	7,14
<b>Сложные</b>			
Нитрофоска	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O	11,0:11,0:11,0	9,09
	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O	12,0:12,0:12,0	8,33
	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O	15,0:15,0:15,0	6,67
Аммофос	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12,0:52,0	8,33:1,92
Аммонизированный суперфосфат	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8,0:30,0	12,5:3,03
	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8,0:33,0	12,5:3,33
	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,0:25,0	14,3:4,0
	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,0:22,0	14,3:4,55
	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,0:19,0	14,3:5,26
Удобрения сложно-смешанные гранулированные (АФК)	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O	10,0:20,0:20,0	10,0:5,0
	N:P <sub>2</sub> O:K <sub>2</sub> O	16,0:16,0:16,0	6,25
	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O	5,0:16,0:35,0	20,0:6,25:2,86
	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O	16,0:12:20	8,88:6,25:5
Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ)	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10,0:34,0	10,0:2,94
Кристаллин	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O	20,0:6:10	5,0:2,5:10,0

Приложение 7.12

**Возврат азота на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах на морене к выносу, %**

№ п/п	Культуры	Уровень урожайности				
		I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7
1	Озимые зерновые, кукуруза (зерно), картофель столовый и технический, кормовая свекла, морковь столовая, редька масличная, сурепица (зеленая масса)	110	100	90	80	70
2	Яровые зерновые и просо (зерно), семенной картофель, озимый и яровой рапс (зеленая масса), многолетние и однолетние злаковые травы (семена), озимые и яровые (зеленая масса), многолетние бобово-злаковые травы (сено), ягодники	100	90	80	70	60
3	Сахарная свекла, кормовая брюква, естественные сенокосы (сено) и пастбища (зеленая масса)	130	120	110	100	90

Окончание прил. 7.12

1	2	3	4	5	6	7
4	Кукуруза (зеленая масса), озимый и яровой рапс и редька масличная на семена, конопля, однолетние травы на сено	150	140	130	120	110
5	Лен, однолетние бобово-злаковые смеси (зерно), сераделла (семена)	70	65	60	55	50
6	Гречиха, морковь кормовая, амарант (зеленая масса), пастбища культурные	120	110	100	90	80
7	Горох, вика, пелюшка (зерно и зеленая масса), многолетние бобовые травы (сено)	40	35	30	25	20
8	Кормовые бобы (зерно), однолетние бобово-злаковые травы (зеленая масса)	60	55	50	45	40
9	Многолетние бобовые травы (сено, семена), люпин (зерно и зеленая масса)	00	00	00	00	00
10	Многолетние злаковые травы (сено)	180	170	160	150	140

Приложение 7.13

**Возврат  $P_2O_5$  на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах к выносу, %**

Группы культур	Группа урожая	Возврат при содержании $P_2O_5$ в почве, мг/кг				
		менее 100	101–150	151–200	201–300	301–400
1	2	3	4	5	6	7
Озимая пшеница, кукуруза на зерно, многолетние злаковые травы на семена, однолетние бобово-злаковые смеси на зерно, яровой рапс, горчица, пелюшка на зеленую массу	1	260	220	200	130	–
	2	250	210	190	125	55
	3	240	200	180	120	50
	4	220	180	160	110	45
	5	200	170	150	100	40
Озимая рожь, озимая тритикале на зерно, кормовые бобы, вика, сераделла на зеленую массу, райграс однолетний на сено, семена, сенокосы улучшенные	1	240	200	180	120	–
	2	230	190	170	110	50
	3	220	180	160	105	45
	4	190	160	140	100	40
	5	180	150	130	90	35
Ячмень, яровая пшеница, овес, просо, яровая тритикале на зерно, озимый и яровой рапс на семена, люпин, вика, кормовые бобы на зерно, горох,	1	220	180	160	110	–
	2	200	170	150	100	45
	3	190	160	140	95	40
	4	180	150	130	90	35
	5	170	140	120	80	30

редька масличная, однолетние бобово- злаковые травы на зеленую массу						
---	--	--	--	--	--	--

Окончание прил. 7.13

1	2	3	4	5	6	7
Картофель, морковь столовая и кормовая, озимый рапс, сурепица и райграс однолетний на зеленую массу, многолетние бобово- злаковые травы на сено, фасоль на зерно	1	370	310	280	190	75
	2	340	280	250	170	70
	3	310	260	30	160	65
	4	280	230	210	140	60
	5	250	210	190	130	55
Лен, сераделла на семена, пастбища естественные	1	650	540	490	320	140
	2	600	500	450	300	130
	3	550	460	410	280	120
	4	500	420	380	250	110
	5	470	390	350	230	100
Кормовая свекла, редька, горчица и сурепица на зерно, сахарная свекла, гречиха, горох на зерно, кукуруза на зеленую массу, озимые зерновые на зеленую массу, пастбища культурные (зеленая масса)	1	300	250	220	150	65
	2	270	230	210	140	60
	3	250	210	190	130	55
	4	230	190	170	120	50
	5	220	180	160	110	45
Озимая пшеница + многолетние травы, озимый ячмень + многолетние травы, кормовая брюква, люцерна на сено	1	320	270	240	160	70
	2	300	250	220	150	65
	3	280	230	200	140	60
	4	250	210	190	130	55
	5	240	200	180	120	50
Многолетние бобовые травы на семена, многолетние бобовые травы на сено	1	400	330	300	200	80
	2	360	300	270	180	75
	3	330	280	250	170	70
	4	310	260	230	160	65
	5	280	230	210	140	60
Райграс однолетний на семена, люпин, пелюшка на зерно, кормовая капуста, амарант на зеленую массу, семенники: свеклы, моркови, крестоцветных	1	180	150	140	90	45
	2	170	140	130	80	40
	3	160	130	120	75	35
	4	140	120	110	70	30
	5	130	110	100	60	25
Конопля, галега	1	510	430	380	260	110
	2	440	370	330	220	100
	3	400	330	300	200	90
	4	360	300	270	180	80
	5	340	280	250	170	70
Сенокосы естественные, многолетние злаковые травы	1	550	460	410	280	120
	2	500	420	380	250	110
	3	460	380	340	230	100
	4	430	360	320	220	90

	5	410	340	310	200	80
--	---	-----	-----	-----	-----	----

Приложение 7.14

**Возврат К<sub>2</sub>O на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах к выносу, %**

Группы культур	Группа урожайности	Возврат при содержании К <sub>2</sub> O в почве, мг/кг				
		менее 80	81–140	141–200	201–300	301–400
1	2	3	4	5	6	7
Озимая пшеница и тритикале на зерно, горох на зерно, горохо-овсяная смесь на зерно, озимые и яровые зерновые на зеленую массу + многолетние травы	1	220	180	165	105	–
	2	200	165	150	95	40
	3	180	150	135	85	35
	4	160	135	120	75	30
	5	140	120	110	65	25
Ячмень на зерно, люпин на зерно и зеленую массу, однолетние бобово-злаковые травы на зеленую массу, семена, кормовая морковь, кормовая капуста, пастбища культурные и естественные, райграс однолетний + многолетние травы, сераделла на зеленую массу	1	140	120	110	70	–
	2	130	110	100	65	30
	3	120	100	90	55	25
	4	110	90	80	50	25
	5	100	80	70	40	20
Озимая рожь на зерно, озимый ячмень, яровая пшеница, яровая тритикале на зерно с подсевом многолетних трав, кукуруза на зеленую массу, многолетние травы и райграс однолетний на семена	1	200	160	145	90	–
	2	180	145	130	85	35
	3	160	130	115	80	30
	4	140	115	105	70	25
	5	120	100	90	60	25
Картофель, кормовая свекла, амарант на зеленую массу	1	100	90	80	55	20
	2	90	80	70	50	20
	3	80	70	60	40	15
	4	70	60	50	35	15
	5	60	50	40	30	10
Лен, яровой рапс и редька масличная на семена	1	260	220	200	130	55
	2	240	200	180	120	50
	3	220	180	160	110	45
	4	200	160	145	100	40
	5	180	140	125	90	35
Сахарная свекла, турнепс, кормовая свекла, брюква, вика яровая и фасоль на зерно, яровая пшеница (зерно), озимые и яровые зерновые (зеленая масса), кормовые бобы, пелюшка, вика на зеленую массу, овес + многолетние травы на сено, галега (зеленая масса)	1	160	130	120	70	30
	2	150	120	110	65	30
	3	140	110	100	60	25
	4	120	100	90	55	25
	5	100	90	80	50	20
Озимая пшеница + многолетние травы, озимая тритикале + многолетние травы	1	240	200	180	120	50
	2	220	185	165	110	45
	3	200	170	150	100	40
	4	180	155	135	90	35
	5	160	135	120	80	30
Овес и просо (зерно), озимый и яровой	1	130	110	100	60	25

рапс (зеленая масса), сурепица, горчица,	2	120	100	90	55	25
редька масличная и горох на зеленую	3	110	90	80	50	20
массу, райграс однолетний на сено,	4	100	80	70	40	20
сенокосы улучшенные	5	90	70	60	35	15

Окончание прил. 7.14

1	2	3	4	5	6	7
Озимый рапс, горчица и сурепица на семена, семенники корнеплодов, сераделла на семена, конопля	1	280	240	220	140	60
	2	260	220	200	130	55
	3	240	200	180	120	50
	4	220	180	160	110	45
	5	200	160	145	100	40
Гречиха, яровая тритикале (зерно), кормовые бобы и пелюшка (зерно), вика-овес и пелюшка-овес (зерно), озимый ячмень и кукуруза (зерно), смеси однолетних трав (зерно), морковь столовая, сенокосы естественные	1	180	140	125	85	35
	2	165	130	120	80	30
	3	150	120	110	70	25
	4	135	110	100	65	20
	5	120	100	90	55	20

Приложение 7.15

### Потребление питательных элементов из органических удобрений

Вид удобрения	Усваивается из 1 т								
	1-й год						2-й год		
	кг			г			кг		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B	Cu	Zn	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Навоз КРС:</b> на соломенной подстилке	0,90	0,50	2,0	0,5	0,7	7,4	0,50	0,15	0,48
торфяной подстилке	0,68	0,41	1,60	0,6	0,5	3,6	0,42	0,11	0,38
полужидкий	0,80	0,42	2,0	0,6	0,7	3,0	0,40	0,11	0,34
жидкий	0,55	0,32	1,57	0,4	0,5	1,9	0,27	0,10	0,26
<b>Навоз свиной:</b> на соломенной подстилке	0,84	0,70	2,24	0,9	0,9	7,8	0,42	0,30	0,53
полужидкий	0,72	0,25	1,65	0,9	1,2	12,8	0,35	0,11	0,25
Навозные стоки	0,15	0,15	0,40	0,2	0,2	0,8	0,04	0,08	0,13
<b>Торфонавозный компост:</b> 1:1	0,70	0,35	1,80	0,6	0,4	2,0	0,30	0,14	0,29
1:2	0,40	0,27	0,74	0,9	0,7	2,0	0,20	0,10	0,32
Навоз лошадей	1,04	0,77	2,75	–	–	–	0,70	0,33	0,66
Птичий помет	3,28	4,0	2,75	1,1	0,4	19,5	1,64	1,95	0,66
<b>Торфопомет</b>									

<b>ный компост:</b>										
1:1	2,04	2,05	150	1,2	0,5	10,8	1,02	2,98	0,30	
1:2	2,44	2,50	1,50	1,1	0,5	13,8	1,22	1,20	0,30	

Окончание прил. 7.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Торфожиже вой компост:</b>									
2:1	0,95	0,15	0,50	1,0	0,5	4,1	0,4	0,05	0,20
Сапропели органически е	0,50	0,22	0,75	2,4	1,9	30,0	0,27	0,09	0,18
Зеленое удобрение	1,35	0,25	0,85	–	–	–	0,46	0,12	0,17

Приложение 7.16

**Коэффициенты использования элементов питания сельскохозяйственными  
культурами из удобрений и почвы**

Культуры	Коэффициенты использования, %				
	из почвы		из удобрений		
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Озимая пшеница	4	10	40	32	44
Озимая рожь	6	12	41	25	33
Озимые зерновые	6	12	42	26	34
Яровая пшеница	4	8	59	21	59
Ячмень	6	13	54	24	47
Овес	6	16	40	18	44
Яровые зерновые	6	13	52	23	47
Зерновые в среднем	6	13	49	24	44
Зернобобовые (люпин)	4	8	45	18	39
Картофель	10	40	65	18	90
Лен (соломка)	4	12	44	11	44
Кукуруза (зеленая масса)	8	21	73	48	80
Кормовая свекла	8	56	75	44	90
Однолетние травы	8	45	70	49	85
Многолетние травы:	7	37	68	34	88
бобовые	7	42	82	39	90
злаковые	6	43	49	42	90
бобово-злаковые	7	34	70	30	85

Приложение 7.17

**Возможные величины урожая, которые могут быть сформированы за счет 10 т органических удобрений, ц/га**

Культура	Навоз подстилочный (N – 0,4 %; P – 0,2 %; K – 0,4 %)			Жидкий навоз (N – 0,2 %; P – 0,1 %; K – 0,2 %)		
	N	P	K	N	P	K
Озимая рожь	3,5	4,8	10,0	3,5	3,0	6,0
Озимая пшеница	3,5	5,5	12,0	3,5	3,0	7,0
Картофель	18,0	37,0	22,0	18,0	22,0	13,0
Кормовая свекла	28,0	54,0	30,0	28,0	32,0	18,0
Сахарная свекла	25,0	37,0	36,0	25,0	22,0	21,0
Кукуруза (зеленая масса)	30,0	50,0	57,0	30,0	29,0	33,0

П р и м е ч а н и е. Из 1 т органических удобрений сельскохозяйственные культуры могут усвоить: азота – 1 кг – навоз подстилочный и жидкий; фосфора – 0,6 кг – навоз подстилочный; 0,35 кг – навоз жидкий; калия – 2,4 кг – навоз подстилочный; 1,4 кг – навоз жидкий.

Приложение 7.18

**Потребность сельскохозяйственных культур в микроэлементах в зависимости от типов почв**

Микроэлементы	Тип почв	Культуры
Бор	Дерново-подзолистые, дерново-глебовые, торфяные	Лен, рапс, сахарная и кормовая свекла, картофель, зернобобовые, семенники многолетних бобовых трав
Медь	Дерново-подзолистые, торфяные	Озимые и яровые зерновые, рапс, многолетние злаковые травы
Цинк	Дерново-подзолистые	Кукуруза, лен, многолетние бобовые травы
Марганец	Дерново-подзолистые	Озимые и яровые зерновые, кукуруза, рапс, многолетние злаковые и бобовые травы
Молибден	Дерново-подзолистые	Семенники многолетних бобовых трав
Кобальт	Дерново-подзолистые	Зернобобовые, многолетние бобовые травы

Приложение 7.19

**Содержание микроэлементов в органических удобрениях (влажность 75 %), г/т**

Органические удобрения	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Co
Подстилочный навоз:	112,5	38,3	8,4	3,8	0,2	0,3

крупного рогатого скота						
свиной	102,6	68,7	12,7	3,1	0,2	0,3
конский	91,5	36,0	6,2	3,1	0,2	0,3

**Поправочные коэффициенты к цене балла пашни на агрохимические свойства почв**

Средневзвешенное содержание $K_2O$ , мг/100 г почвы	Средневзвешенный показатель рН	Средневзвешенное содержание $P_2O_5$ , мг/100 г почвы								
		более 19,0	17,1–19,0	15,1–17,0	13,1–15,0	11,1–13,0	9,1–11,0	7,1–9,0	5,1–7,0	5,0 и менее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Более 16,0	Более 5,9	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86
	5,71–5,9	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,91	1,88	0,87	0,85
	5,51–5,7	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,89	0,86	0,85	0,83
	5,31–5,5	0,95	0,94	0,93	0,92	0,90	0,88	0,84	0,83	0,81
	5,11–5,3	0,93	0,92	0,91	0,90	0,88	0,85	0,82	0,80	0,78
	4,91–5,1	0,90	0,89	0,88	0,86	0,85	0,82	0,79	0,77	0,75
	4,71–4,9	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,79	0,75	0,74	0,72
	4,51–4,7	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,75	0,72	0,71	0,69
Менее 4,5	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,72	0,68	0,67	0,65	
14,1–16,0	Более 5,9	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,91	0,88	0,87	0,85
	5,71–5,9	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,87	0,86	0,84
	5,51–5,7	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,88	0,85	0,84	0,82
	5,31–5,5	0,94	0,93	0,92	0,91	0,89	0,86	0,83	0,82	0,80
	5,11–5,3	0,92	0,91	0,90	0,89	0,87	0,84	0,81	0,79	0,77
	4,91–5,1	0,89	0,88	0,87	0,85	0,84	0,81	0,78	0,76	0,74
	4,71–4,9	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,78	0,75	0,73	0,71
	4,51–4,7	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,74	0,71	0,70	0,68
Менее 4,5	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,71	0,67	0,66	0,64	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12,1–14,0	Более 5,9	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,87	0,86	0,84
	5,71–5,9	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,89	0,86	0,85	0,83
	5,51–5,7	0,95	0,94	0,93	0,92	0,90	0,87	0,84	0,83	0,81
	5,31–5,5	0,93	0,92	0,91	0,90	0,88	0,85	0,82	0,81	0,79
	5,11–5,3	0,91	0,90	0,89	0,88	0,86	0,83	0,80	0,78	0,76
	4,91–5,1	0,88	0,87	0,86	0,84	0,83	0,80	0,77	0,75	0,73
	4,71–4,9	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,77	0,74	0,72	0,70
	4,51–4,7 Менее 4,5	0,81 0,77	0,80 0,76	0,79 0,75	0,78 0,74	0,77 0,73	0,73 0,70	0,71 0,66	0,69 0,65	0,67 0,63
10,1–12,0	Более 5,9	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,89	0,86	0,85	0,83
	5,71–5,9	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	1,88	0,85	0,84	0,82
	5,51–5,7	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,83	0,82	0,80
	5,31–5,5	0,92	0,91	0,90	0,89	0,87	0,84	0,81	0,80	0,78
	5,11–5,3	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,82	0,79	0,78	0,76
	4,91–5,1	0,87	0,86	0,85	0,84	0,82	0,79	0,76	0,74	0,72
	4,71–4,9	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,76	0,73	0,71	0,69
	4,51–4,7 Менее 4,5	0,80 0,76	0,79 0,75	0,78 0,74	0,77 0,73	0,76 0,72	0,72 0,69	0,69 0,65	0,68 0,64	0,66 0,62
8,1–10,0	Более 5,9	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,88	0,85	0,84	0,82
	5,71–5,9	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90	0,87	0,84	0,82	0,81
	5,51–5,7	0,93	0,92	0,91	0,90	0,88	0,85	0,82	0,81	0,79
	5,31–5,5	0,91	0,90	0,89	0,88	0,86	0,83	0,80	0,78	0,77
	5,11–5,3	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,81	0,78	0,76	0,74
	4,91–5,1	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,78	0,74	0,73	0,71
	4,71–4,9	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,74	0,71	0,70	0,68
	4,51–4,7 Менее 4,5	0,79 0,75	0,78 0,74	0,77 0,73	0,76 0,72	0,74 0,71	0,71 0,67	0,68 0,64	0,67 0,63	0,65 0,61
6,1–8,0	Более 5,9	0,94	0,93	0,92	0,91	0,89	0,86	0,83	0,81	0,80
	5,71–5,9	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,84	0,81	0,80	0,78

	5,51–5,7	0,91	0,90	0,89	0,88	0,86	0,83	0,80	0,78	0,77
	5,31–5,5	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,81	0,78	0,76	0,74
	5,11–5,3	0,86	0,85	0,84	0,83	0,81	0,78	0,75	0,74	0,72
	4,91–5,1	0,83	0,82	0,81	0,80	0,78	0,75	0,72	0,71	0,69
	4,71–4,9	0,80	0,79	0,78	0,77	0,75	0,72	0,69	0,67	0,66
	4,51–4,7	0,77	0,76	0,75	0,74	0,72	0,69	0,66	0,64	0,63
	Менее 4,5	0,73	0,72	0,71	0,70	0,68	0,65	0,62	0,60	0,58
4,1–6,0	Более 5,9	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,84	0,81	0,79	0,78
	5,71–5,9	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,82	0,79	0,78	0,76
	5,51–5,7	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,81	0,78	0,76	0,74
	5,31–5,5	0,86	0,85	0,84	0,83	0,81	0,78	0,75	0,74	0,72
	5,11–5,3	0,84	0,83	0,82	0,81	0,79	0,76	0,73	0,71	0,70
	4,91–5,1	0,81	0,80	0,79	0,77	0,76	0,73	0,70	0,68	0,67
	4,71–4,9	0,78	0,77	0,76	0,74	0,73	0,70	0,67	0,65	0,64
	4,51–4,7	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60
	Менее 4,5	0,71	0,70	0,69	0,67	0,66	0,63	0,60	0,58	0,56
4,0 и менее	Более 5,9	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,81	0,78	0,76	0,74
	5,71–5,9	0,87	0,86	0,85	0,84	0,82	0,79	0,76	0,74	0,73
	5,51–5,7	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,78	0,74	0,73	0,71
	5,31–5,5	0,83	0,82	0,81	0,80	0,78	0,75	0,72	0,70	0,69
	5,11–5,3	0,81	0,80	0,79	0,78	0,76	0,73	0,70	0,68	0,67
	4,91–5,1	0,78	0,77	0,76	0,74	0,73	0,70	0,67	0,65	0,64
	4,71–4,9	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,67	0,65	0,64	0,62
	4,51–4,7	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,64	0,60	0,59	0,57
	Менее 4,5	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,60	0,57	0,55	0,53

## Марки специализированных сельскохозяйственных машин производства Республики Беларусь

Назначение	Марка	Культуры	Технические характеристики
1	2	3	4
Погрузчик фронтальный	Амкодор 352 С.45.01.10	Погрузка семян и удобрений, трамбовка травянистых кормов	5 т
Протравители семян	ПС-30 ПС-10 ПС-10А ПСШ-5,10 СТ-2-10 СТ-5-25 КСП-10 ПСК-5,10	Протравливание семян	5–10 т/ч
Скарификаторы семян	СКС-1 СКС-2 СКС-30	Скарификация семян	100 кг/ч 200 кг/ч 300 кг/ч
Бороны зубовые	БЗЛ-0,7 БЗТ-1,0	Боронование	Легкая Тяжелая
Бороны сетчатые	БС-3, БС-4	Боронование с рылением	Ширина захвата 3, 4 м
Бороны прутковые	АБ-9, АБ-12	Боронование	Ширина захвата 9, 12 м
Культиваторы для сплошной обработки почвы	КПМ-4; -6; -8; -10; -12,8; -14 КП-9, КНС-6,3	Культивация почвы	Блочно-модульный, глубина обработки 8– 16 см
Чизельные культиваторы	КЧД-6, КЧП-5,4	Поверхностная и глубокая культивация	10–22 см
Культиватор-окучник универсальный	КОУ-4 КОУ-6	Нарезка гребней, междурядная обработка картофеля и овощей	Ширина междурядий 70 см

Междурядная обработка с ленточным внесением гербицидов	КМС-5,4 (УСМК)	Сахарная и кормовая свекла, соя и др.	Ширина междурядий 45 см
Культиватор для междурядной обработки высокостебельных культур	КРН-4,2; -5,6	Кукуруза, подсолнечник, картофель	60–70 см 60–90 см
Культиватор-гребнеобразователь	КГО-4,2	Картофель	70 см
Машины для внесения жидких удобрений	АПЖ-12	Предпосевное внесение	Прицепные
Машины для внесения жидких удобрений	УЭСМ 010 «Роса-01» «Двина»	Подкормки озимых и многолетних трав Химпрополки	Самоходные
Машины для внесения жидких органических удобрений	МЖТ-Ф-6; -8; -11; -12 РЖТ-4М	Основное внесение	Прицепные
Машины для поверхностного известкования почвы	МШХ-9	Основное внесение	Прицепные
Культиваторы для предпосевной обработки почвы	АКШ-6; -7,2; -9 АКП-3; -4; -6	Предпосевная обработка почвы	Прицепные
Машины для внесения твердых органических удобрений	МТТ-9 МТУ-13 ПРТ-7А ПСС-10	Основное внесение	Прицепные
Машины для внесения твердых минеральных удобрений	МТТ-4У РУ-7000; -3000; -1600 Л-116	Основное внесение, подкормки	Прицепные, навесные
Сеялки для внесения минеральных удобрений в междурядья	СУ-12	Подкормки	–

## Продолжение прил. 8.1

1	2	3	4
Опрыскиватели самоходные с изменяющимся клиренсом	Ибис-2400 П (Витебский МРЗ) Berthud Boxer	Химобработка посевов, в том числе высокорослых культур	Самоходные
Опрыскиватели прицепные	ОП-2500-18 Мекосан-2500-24 Мекосан-2000-18 ОСШ-2500 ОТМ-2-3 RAU (Колумбия и др.)	Химобработка посевов	Ширина захвата 18–24 м
Сеялки точного высева	СМН-12 СТВ-12 СТВ-8К СУПН-8; Моносем (Франция)	Сахарная свекла, подсолнечник, кормовые бобы, соя, люпин, фасоль, горох  Кукуруза	Ширина междурядий, см:  45  70
Машины для первичной очистки зерна и вороха	ОВС-20 ОВС-25 МПО-5 К-527	Очистка зерна, семян до их сушки	20–25 т/ч
Сушилки напольные (ворохосушилки)	ТАУ-1,5 ТАУ-0,75 ВПТ-600 ВИТ-600А	Сушка вороха льна, семян многолетних трав и др.	600–1500 м <sup>2</sup>
Зерносушилки шахтные	КЗСВ-30 (Лидсельмаш) СЗК-10; -15 (Амкодор) ЗСК-16; -20; -30 (Брестсельмаш) ЗСМ-16 (Казимировский ОЭЗ)	Сушка зерна, семян	15–30 т/ч
Машины для очистки и сортировки семян	ЗВС-20; МЗС-10; -25; МС-4-5; К-531; ОПВ-20А	Зерно, семена, семянки	10–20 т/ч

Электромагнитные машины для очистки семян	СОМ-300, К-590 А (СМЩ-0,4)	Лен, клевер, люцерна	С использованием порошка Трефалин
Картофелесажалки	Л-202, Л-207, СКН-4 Л-201	Картофель	4-рядные 2-рядные
Картофелесортировочный пункт (3 фракции)	Л-701	Картофель	Прицепной или стационарный
Картофелекопатели	КТН-2В КТН-2ВМ КСТ-1,4 КСТ-1,4М Л-651	Картофель	Полунавесной, полуприцепной  Ширина междурядий 70 см
Ботвоуборочные машины	МБУ-3,0	Картофель, морковь и др.	Ширина междурядий 70, 75, 90 см
Картофелеуборочные комбайны	ККБ-2 ПКК-2-05	Картофель	Боковой подкоч
Свеклоуборочные комбайны	СКС-624 «Палессе-BS 624» КСН-6 «Палессе-ВН 60»	Свекла	Самоходный Агрегируется с «Палессе 2U 250А (280А)»
Льнокомбайны	КЛС-3,5	Лен-долгунец	Самоходный – 1–1,3 га /ч
Льнотеребилка	ТСЛ-2,4	Лен-долгунец	Самоходная – 1,9–2,3 га /ч
Оборачиватель полутресты	ОЛЛ-1 ОЛ-140	Лен-долгунец	9,5 га /смену 6,5 га /смену
Вспушитель лент	ВЛН-4,5	Лен-долгунец	31 га /смену
Рулонный пресс-подборщик лент	ПРЛ-150 Dehondt	Лен-долгунец	Прицепной – 0,6 га /ч Самоходный – до 1,6 г/ч
Кормоуборочные комбайны	КВК-800-16 КВК-800-36	Кормовые травы, кукуруза	160 т/ч
	КСК-600 КГ-6		108 т/ч

Окончание прил. 8.1

1	2	3	4
Зерноуборочные комбайны	КЗС-1218 «Палессе GS12»	Зерновые, зернобобовые, рапс, семенные участки трав	12 кг/с 18 т/ч
	КЗС-1420 «Палессе GS14»	Зерновые, зернобобовые, рапс, семенные посевы трав	14 кг/с До 20 т/ч
	КЗС-10К «Палессе GS10»	Зерновые, зернобобовые, рапс, семенные посевы трав, кукуруза с приставкой	10 кг/с До 15 т/ч

## Тракторы МТЗ. Основные характеристики

Показатель	Белорус 320.3 Lombardini	Белорус 422 Lombardini	Белорус 622 Lombardini	Белорус 82.1 ММЗ	Белорус 592.2 ММЗ	Белорус 920.3 ММЗ	Белорус 923.3 ММЗ	Белорус 952.3 ММЗ	Белорус 1021.3 ММЗ	Белорус 1025.4 Deutz
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мощность, л. с.	36	49	61,6	82	57	84	94	94	110	108
Максимальная скорость движения транспортная, км/ч	25	32	25	34	28	39,9	38	39,9	36,59	36,59
Максимальная скорость движения рабочая, км/ч	10	16	10	15	15	16	15	16	15,8	15,8

Окончание прил. 8.2

1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Показатель	Белорус 1220.3 ММЗ	Белорус 1221.3 ММЗ	Белорус 1222.4 ММЗ	Белорус 1523.4 Deutz	Белорус 2022.4 ММЗ	Белорус 3022 Deutz	Белорус 3023 Deutz	Белорус 3522 Deutz	Белорус 1502 (бульдозер) гусеничный ММЗ	Белорус 2103 (гусеничный) ММЗ
Мощность, л. с.	122	130	136	161	212	303	303	355	158	212
Максимальная скорость движения	40	35	39,4	32,4	40	39	45	40	15	26

транспортная, км/ч										
Максимальная скорость движения рабочая, км/ч	13,2	15	13,23	14,92	13	19	20	40	7	8

Приложение 8.3

**Состав и техническая характеристика современных почвообрабатывающе-посевных агрегатов**

Завод-изготовитель, марка агрегата	Агрегируется , класс трактора	Рабочая ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Производител ьность за 1ч основного времени, га	Отличительные особенности
<b>Агрегаты с пассивными рабочими органами</b>					
<b>ОАО «Брестский электромеханический завод»</b>					
АППМ-4	4-5	4	До 18	До 7,2	Прицепной, оснащен двухрядной дисковой бороной с дисками на резиновой подвеске
АППМ-6 «Д» «Берестье»	5	6	До 18	До 10,8	Прицепной, оснащен двухрядной дисковой бороной с дисками на резиновой подвеске
<b>ОАО «Лидагпроммаш»</b>					
АПП-6П	5	6	7-12	4,2-7,2	Полуприцепной, оснащен двумя рядами рыхлительных лап с выравнивающими дисками
АПП-6Г	5	6	8-15	4,8-9,0	Полуприцепной, оснащен двухрядной дисковой бороной с дисками на пластинчатых пружинах
АПП-6Д	5	6	8-16	4,8-9,6	Полуприцепной, оснащен двухрядной дисковой бороной с дисками на подпружиненных стойках
<b>Агрегаты с активными рабочими органами</b>					
<b>ОАО «Брестский электромеханический завод»</b>					
АПП-6АБ	5	6	6-12	4,8-7,2	Монтируется на переднюю и заднюю навески трактора
АПП-3А	2-3	3	5-12	1,5-3,6	Навесной с пневматической сеялкой
АПП-4А	4	4	5-12	2,0-4,8	Навесной с пневматической сеялкой
<b>ОАО «Лидагпроммаш»</b>					
АПП-6А	5	6	6-10	3,6-6,0	Полуприцепной
<b>ОАО «Витебский моторремонтный завод»</b>					

«Циркон-7/300S» + «Сапфир-7/300S» + ВМР-3	2-3	3	6-10	1,8-3,0	Навесной с механической сеялкой
<b>ООО «Ферабокс»</b>					
«Ферабокс-300»	2-3	3	6-10	1,8-3,0	Навесной с пневматической сеялкой
«Ферабокс-400»	4	4	6-10	2,4-4,0	Навесной с пневматической сеялкой

Приложение 8.4

**Состав и техническая характеристика современных пахотных агрегатов отечественного производства**

Завод-изготовитель, марка плуга	Агрегируется, класс трактора	Число корпусов, шт.	Рабочая ширина захвата корпуса, см	Глубина вспашки, см	Предельное удельное сопротивление, кгс/см <sup>2</sup>	Рабочая скорость, км/ч	Отличительные особенности
<b>Плуги для гладкой вспашки</b>							
ДП «Минийтовский ремонтный завод»:							Комплектуется рессорной защитой со срезным болтом
ППО-4-40	2	4	40	До 27	0,09	7,0-9,0	
ППО-5-40	3	5	40	До 27	0,09	7,0-8,8	
ППО-7-40	4-5	7	40	До 27	0,09	7,0-9,0	
ППО-8-40К	5	8	40	До 27	0,09	7,0-9,0	
ППО-(4+1)-40КЗ	2-3	5	40	До 27	0,09	7,0-8,8	
РУП «Минский завод шестерен»: ПО-(4+1)-40	3	5	40	До 27	До 0,1	7-9	Модульный
РУП «Сморгонский агрегатный завод»: ППН.9.30/45	5	9	30/35/40/45	До 27	До 0,1	8-12	Регулировка ширины захвата корпуса
ОАО «Оршаагропромма»							

ш»: ПОПГ-4-40 ПОПГ-5-40	2-3 3	4 5	40 40	До 27 До 27	До 0,1 До 0,1	7-9 7-9	Рессорная защита
ОАО «Калинковичский ремонтно- механический завод»: ПО-(4+1)-40 ПО-8-40	2-3 5	5 8	40 40	До 27 До 27	0,09 0,09	7-9 7-9	Срезной болт

Приложение 8.5

**Состав и режим работы современных агрегатов отечественного производства для лущения и дискования почвы**

Завод-изготовитель, наименование машины, марка	Агрегируется, класс трактора	Рабочая ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Глубина обработ ки, см	Производитель ность за 1 ч основного времени, га	Состав рабочих органов
ОАО «Бобруйсксельмаш», агрегаты почвообрабатывающие: АПН-3 АПН-4 АПД-6 АПД-7,5	2-3 2-3 5 5	3 4 6 7,5	10-15 До 10,5 9-12 9-12	3-12 5-12 6-12 5-12	3,0-4,5 До 4,2 5,4-7,2 6,7-9,0	Два ряда дисков, установленных на индивидуальной подвеске, и прикапывающий каток
ООО «СелАгро», полуприцепные дискаторы АДК «Деметра трансформер»: «Деметра 500Т» «Деметра 600Т» «Деметра 700Т»	5 5 5 5	5 5 7 8	8-15 8-15 8-15 8-15	5-16 5-16 5-16 5-16	4,0-7,5 4,8-9,0 5,6-10,5 6,4-12,0	Два ряда дисков, установленных на индивидуальной подвеске, и прикапывающий каток. Состоят из полуприцепного носителя сцепки и двух агрегатов АДН с шириной 2,5; 3,0; 3,5 и 4 м
ОАО «Ляховичский						Два ряда рыхлительных лап

райагросервис», ОАО «Минский райагросервис»: культиватор навесной чизельный КНЧ-4,2	2–3	4,2	4,8–9	До 20	2,0–3,8	на упругих стойках и два ряда прикатывающих катков
КПУП «Лунинецкий ремонтно-механический завод»: культиватор чизельно- дисковый КЧД-6	5	6	7–10	До 16	4,2–6,0	Рыхлители следа колес трактора, два ряда рыхлительных лап на упругих стойках, один ряд дисковых батарей и два ряда прикатывающих катков
РПДУП «Экспериментальный завод» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», агрегаты для минимальной обработки почвы: АКМ-4 АКМ-6	3 5	4 6	7–10 7–10	До 16 До 16	2,8–4,0 4,2–6,0	Передний ряд дисковых батарей, два ряда рыхлительных лап на упругих стойках, задний ряд дисковых батарей, прикатывающий каток

**Множители и приставки СИ для образования десятичных кратных  
и дольных единиц**

Множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		международное	русское
$10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$	экса	Е	э
$10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$	пета	Р	п
$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$	тера	Т	т
$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$	гига	Г	г
$10^6 = 1\ 000\ 000$	мега	М	м
$10^3 = 1\ 000$	кило	К	к
$10^2 = 100$	гекто	h	г
$10^1 = 10$	дека	da	да
$10^{-1} = 0,1$	деци	d	д
$10^{-2} = 0,01$	санти	c	с
$10^{-3} = 0,001$	милли	m	м
$10^{-6} = 0,000\ 001$	микро	μ	мк
$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$	нано	n	н
$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$	пико	p	п
$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001$	фемто	f	ф
$10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$	атто	a	а

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматический справочник / под ред. Н. А. Малишевской. – Минск: Ураджай, 1969. – 248 с.
2. Агрехимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
3. А ф е н д у л о в, К. П. Удобрения под планируемый урожай / К. П. Афендулов, А. И. Лантухова. – М.: Колос, 1973. – 240 с.
4. Биологические основы формирования высоких урожаев полевых культур: метод. указания / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост.: Д. И. Мельничук [и др.]. – Горки, 2010. – 28 с.
5. Г р и ц е н к о в, В. В. Семеноведение полевых культур / В. В. Гриценко, З. М. Калошина. – М.: Колос, 1972. – 216 с.
6. Г р о д з и н с к и й, А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. – Киев: Наук. думка, 1964. – 388 с.
7. Д о н с к и х, И. Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений / И. Н. Донских. – Л.: Агропромиздат, 1989. – 144 с.
8. З а б а з н ы й, П. А. Краткий справочник агронома / П. А. Забазный, В. М. Мальченко. – М.: Колос, 1972. – 312 с.
9. Статистика: учеб. пособие / А. П. Зинченко [и др.]. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 271 с.
10. Интегрированная защита растений: учебник / Ю. А. Миренков [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 360 с.
11. К а ю м о в, М. К. Справочник по программированию урожаев / М. К. Каюмов. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 188 с.
12. К а ю м о в, М. К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / М. К. Каюмов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
13. Климат Беларуси / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 1996. – 235 с.
14. К л о ч к о в, А. В. Сельскохозяйственные машины и орудия производства Республики Беларусь: справоч. пособие / А. В. Клочков. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – С. 261–280.
15. К о в а л е в, В. М. Теория урожая / В. М. Ковалев. – М.: МСХА, 2003. – 332 с.
16. Почвоведение и агрохимия на службе сельского хозяйства / под ред. В. А. Козлова, Т. Н. Кулаковской. – Минск: Ураджай, 1977. – 245 с.
17. К у л а к о в с к а я, Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т. Н. Кулаковская. – Минск: Ураджай, 1978. – 272 с.
18. К у л а к о в с к а я, Т. Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т. Н. Кулаковская. – М.: Агропромиздат, 1990. – 219 с.
19. К у л е ш о в, Н. Н. Агрономическое семеноведение / Н. Н. Кулешов. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 304 с.
20. М а к с и м о в, С. А. Погода и сельское хозяйство / С. А. Максимов. – Л.: Гидрометеоздат, 1963. – 204 с.
21. Программирование урожайности сельскохозяйственных культур: метод. указания / сост.: Д. И. Мельничук, М. Н. Старовойтов, П. И. Панасюга. – Горки: БГСХА, 2002. – 60 с.
22. Растениеводство. Полевая практика: учеб. пособие / Д. И. Мельничук [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 296 с.
23. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: БелНИИПА, 2001. – 20 с.
24. Основы программирования урожайности сельскохозяйственных культур / В. Д. Муха [и др.]. – М.: МСХА, 1994. – 252 с.

25. О б р а з ц о в, А. С. Системный метод: применение в земледелии / А. С. Образцов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.
26. Почвы Беларуси: учеб. пособие / А. И. Горбылева [и др.]; под ред. А. И. Горбылевой. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 184 с.
27. Руководство по программированию урожаев / сост.: И. С. Шатилов, А. И. Столяров. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 151 с.
28. С а в и ц к и й, М. С. Биологические и агротехнические основы формирования высоких урожаев зерновых культур: лекция по курсу «Растениеводство» / М. С. Савицкий. – М.: ВСХИЗО, 1968. – 34 с.
29. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 390 с.
30. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии / сост.: А. П. Федосеев, В. М. Посов; под ред. И. Г. Грингофа. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 527 с.
31. С т е п а н о в, В. Н. Биологическая классификация сельскохозяйственных растений полевой культуры / В. Н. Степанов // Изв. ТСХА. – 1957. – Вып. 2. – С. 5–29.
32. Спутник агронома: довідник / Е. М. Білецький [та ін.]; за ред. С. Ю. Булигіна. – Харьков: ХНАУ, 2010. – 256 с.
33. Ш а т и л о в, И. С. Руководство по программированию урожаев / И. С. Шатилов, А. И. Столяров. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 151 с.
34. Система применения удобрений. Дипломное и курсовое проектирование: учеб. пособие / С. Ф. Шекунова [и др.]. – Минск: МСХ и П РБ, УО «БГСХА», Учеб.-метод. центр Минсельхозпрода, 2005. – 136 с.
35. Ш к л я р, А. Х. Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве / А. Х. Шкляр. – Минск: Вышэйш. шк., 1973. – 432 с.
36. Ш у н д а л о в, Б. М. Статистические приемы прогнозирования: лекция / Б. М. Шундалов. – Горки: БГСХА, 2001. – 44 с.
37. Ш у н д а л о в, Б. М. Статистика. Общая теория: учебник / Б. М. Шундалов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 312 с.
38. Справочник агрохимика / под ред. Т. Н. Кулаковской. – Минск: Ураджай, 1974. – 368 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	5
1.1. Принципы программирования урожая.....	6
1.2. Уровни урожайности, принятые в методе программирования.....	7
1.3. Этапы и последовательность выполнения работ по программированию урожайности.....	8
Раздел 2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАКТОРОВ ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ (УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ) И ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	9
2.1. Условия выращивания возделываемой культуры и ее биологические особенности .....	9
2.1.1. Почвенные условия и факторы жизни растений, их соответствие биологическим требованиям возделываемых сельскохозяйственных культур.....	10
2.1.2. Агроклиматические условия региона и обеспеченность возделываемых культур климатическими факторами.....	12
2.1.3. Биологические особенности возделываемой культуры. Степень соответствия их почвенно-климатическим условиям.....	14
Раздел 3. ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОЙ УРОЖАЙНОСТИ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	15
3.1. Общие положения.....	15
3.2. Анализ достигнутой и прогнозирование возможной урожайности на основе математико-статистических методов.....	18
3.2.1. Метод аналитического выравнивания динамических рядов урожайности.....	19
3.3. Анализ достигнутой и прогнозирование возможной урожайности по степени обеспеченности растений естественными факторами жизни.....	27
3.3.1. Определение потенциальной урожайности (ПУ).....	27
3.3.2. Определение климатически обеспеченной урожайности (КОУ).....	33
3.3.3. Определение действительно возможной урожайности (ДВУ).....	40
3.4. Определение программируемой урожайности (ПрУ). Приемы достижения.....	42
3.4.1. Обоснование величины программируемой урожайности (ПрУ) для разработки технологии возделывания рассматриваемой культуры.....	45
3.4.2. Разработка структурной модели высокопродуктивного растения и модели посева для получения программируемого урожая.....	47
3.4.3. Разработка технологии выращивания программируемого урожая возделываемой культуры.....	50
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	59
ЛИТЕРАТУРА.....	173

Учебное издание

**Мельничук** Дмитрий Иванович  
**Старовойтов** Михаил Николаевич  
**Камасин** Сергей Сергеевич  
**Панасюга** Петр Иванович

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. В. Ширалиева*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Корректор *А. М. Павлова*

Подписано в печать 30.03.2016. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 10,23. Уч.-изд. л. 9,14.  
Тираж 75 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.