

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Смоленская государственная сельскохозяйственная академия»  
(ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА)**

**Романова И.Н.**

**Теоретические основы программирования  
урожаев**

**Учебно-методические указания  
для выполнения практических работ**

**Смоленск 2019**

УДК 631.3; 631.5; 631.8; 631.9

**Р69**

**Рецензент:** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Терентьев С.Е.

**Романова И.Н.**

**Р69** Теоретические основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур: Учебно-методические указания для выполнения практических работ / И.Н. Романова – Смоленск ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2019 – с 56

Учебно-методические указания предназначены для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки: 35.06.01 Сельское хозяйство. Направленность (профиль) подготовки: Общее земледелие, растениеводство

Печатается по решению методического совета ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА (протокол №8 от 26.02.2019г.)

УДК:631.3; 631.5; 631.8; 631.9

©Романова И.Н.

©ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2019

## Оглавление

<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Принципы программирования урожаев (по И.С. Шатилову).....</b>	<b>5</b>
<b>2. Уровни урожайности, принятые в методе программирования .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Этапы и последовательность выполнения работ по программированию урожайности .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Прогнозирование урожайности.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Разработка технологии выращивания программируемого урожая .....</b>	<b>19</b>
<b>Приложения .....</b>	<b>23</b>

## Введение

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

Благодаря целенаправленным исследованиям в таких науках как физиология растений, агрохимия, почвоведение, агрометеорология и агрометеорология, растениеводство и др. были установлены количественные связи и зависимости величины урожая и обеспеченности растений факторами жизни. Поэтому располагая численной информацией о потребности растений в факторах жизни и фактически предоставляемыми окружающей средой в распоряжение сельскохозяйственных культур света, тепла, влаги, элементов почвенного питания, можно заблаговременно в границах нормы реакции растений определить возможную *в каждой* конкретных условиях величину урожая.

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

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

В предлагаемых методических указаниях рассматриваются способы прогнозирования урожайности различных уровней с использованием уравнений элементарного баланса и приводится обширный справочный материал. Методические указания могут быть использованы как при выполнении лабораторно-практических работ по курсу «Программирование урожаев сельскохозяйственных культур», так и при подготовке курсовой работы по растениеводству

## 1. Принципы программирования урожаев(по И.С. Шатилову)

**Первый** принцип предусматривает при определении уровня урожайности использование гидротермических показателей среды.

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

**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 удобрения, 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 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, экспериментальных материалах, оценивающих различные агротехнические приемы и операции, использование современной вычислительной техники

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

В методе программирования урожайности расчеты ведут на следующие ее уровни:

1. Потенциальная урожайность (ПУ) - предельно возможный уровень урожайности; лимитируется приходом ФАР, ее КПД и биологическими особенностями культуры, сорта;
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 (ресурсе- и технически 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.
5. Урожайность в производстве (УП) - это фактически достигнутый уровень урожайности в конкретном хозяйстве.

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

1. Сбор и накопление информации об объекте программирования (культура, сорт), количественных параметрах условий выращивания.
2. Прогнозирование возможной урожайности.
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. Контроль за выполнением технологической карты, агрономический и биологический контроль за формированием урожая (в случае необходимости внесение корректив в технологию).
7. Уборка и учет урожая. Анализ полученных при учете данных

#### 4. Прогнозирование урожайности

**Работа 1.** Оценка почвенно-климатических условий и факторов жизни растений, их соответствие биологическим требованиям сельскохозяйственных культур

Исходные данные

Место, общая характеристика поля

Район, область \_\_\_\_\_

Хозяйство севооборот \_\_\_\_\_ поле \_\_\_\_\_

Площадь \_\_\_\_\_ га, предшественник \_\_\_\_\_

Удобрения, внесенные под предшественник \_\_\_\_\_

Рельеф и конфигурация поля

#### Агрохимическая и агрофизическая характеристика почвы поля

Таблица 1. Биологические, агрофизические и агрохимические факторы плодородия почвы и их оптимальные значения

Тип почвы, факторы плодородия	Значения факторов	
	фактические	оптимальные
Генетический тип и подтип почвы		
Тип почвы по гранулометрическому составу		
Подстилающая порода		
Содержание гумуса, %		
Мощность пахотного слоя, см		
Плотность почвы, т/см		
Кислотность почвы, рН солевой вытяжки		
Гидролитическая кислотность, мг/экв		
Степень насыщенности основаниями, %		
Подвижный фосфор, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г почвы		
Обменный калий, K <sub>2</sub> O, мг/100 г почвы		
Балл бонитета почвы поля		
Другие особенности почвы (закамененность, окультуренность и др.)		

Вывод \_\_\_\_\_

#### Фитопатологические показатели

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

Порог вредоносности \_\_\_\_\_

Основные болезни \_\_\_\_\_

Порог вредоносности \_\_\_\_\_

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

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

Вегетационный период \_\_\_\_\_ и даты наступления фенофаз

Таблица 2. Даты наступления фенофаз и продолжительность межфазных периодов

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

Для других культур фенофазы записываются соответственно особенностям их роста и развития

Вывод: \_\_\_\_\_

Агрометеорологические условия региона и обеспеченность \_\_\_\_\_кли-  
матическими факторами (культура)

### Радиационный режим

Таблица 3. Приход солнечной радиации

Месяц/год	Приход суммарной солнечной радиации, ккал/см <sup>2</sup> (кДж/см <sup>2</sup> )	Приход суммарной 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 вегетацию \_\_\_\_\_ ккал/см<sup>2</sup> (кДж/см<sup>2</sup>), ккал/м<sup>2</sup>  
(кДж/м<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_; ккал/га (кДж/га) \_\_\_\_\_  
(культура)

Вывод: \_\_\_\_\_

### Температурный режим

Таблица 4. Средняя температура воздуха по декадам

Декады	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1												
2												
3												
Ср.мес.												

Таблица 5. Даты наступления средних суточных температур воздуха выше определенных пределов и число дней с температурой, превышающей эти пределы

Показатели	0°	5°	10°	15°	Безморозный период
Начало периода, дата					
Конец периода, дата					
Продолжительность периода, дни					

Вывод \_\_\_\_\_

### Водный режим

Таблица 6 Сумма осадков по декадам, мм

Декады	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1												
2												
3												
Σ												

Годовая сумма осадков \_\_\_\_\_ мм

Почвенные влагозапасы:

весной (время возобновления весенней вегетации или на дату посева) в метровом слое почвы \_\_\_\_\_

уровень залегания грунтовых вод, м \_\_\_\_\_

Вывод: \_\_\_\_\_

## **Краткая биологическая характеристика культуры**

По литературным данным описываются особенности роста и развития, отношение к свету, теплу, влаге, почве и элементам почвенного питания. На основании оценки и анализа данных, вписанных в соответствующие формы, составляется заключение о степени соответствия почвенно-климатических условий региона биологическим особенностям культуры.

### **Заключение**

В заключении в обобщенном виде составляется комплексная оценка почвенно-климатических условий региона и хозяйства.

## Работа 2. Определение потенциальной урожайности (ПУ)

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

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

$$ПУ = \frac{\sum Q_{\text{фар}} \times K_{\text{фар}}}{10^5 \times q} \quad (1)$$

где ПУ - потенциальная биологическая урожайность абсолютно сухой биомассы, т/га;

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

$K$  - планируемый КПД ФАР;

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

Для пересчета урожая на стандартную влажность:

$$ПУ_{\text{хоз.ст.вл.}} = \frac{ПУ}{(100 - V_c) \times C} \times 100, \quad (2)$$

где  $V_c$  - стандартная влажность.

Чтобы в ответе получить ПУ хозяйственно ценной части урожая (зерно, клубни и др.):

где  $C$  - сумма составляющих урожая (зерно + солома).

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

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

где  $ПУ_{\text{хоз}}$  - потенциальная урожайность зерна или другой продукции при стандартной влажности;

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

$K_m$  - коэффициент хозяйственной эффективности урожая, остальные обозначения те же, что и в формуле (1).

Данные заносятся в таблицу 7.

Таблица 7. Расчет потенциальной урожайности  $\frac{\text{---}}{\text{(культура)}}$  по приходу суммарной ФЛР и величине коэффициента ее использования

Показатели	Процент использования ФАР			
	низкий	средний	высокий	теоретически возможный
1 Приход суммарной солнечной радиации за вегетационный период, млрд, ккал/га (кДж/га)				
2. Приход суммарной ФАР, млрд, ккал/га (кДж/га)				
3. Планируемый КПД ФАР, %				
4 Будет аккумулировано в урожае ФАР, млн. ккал (кДж)				
5. Калорийность биомассы урожая, ккал/кг (кДж/кг)				
6 Возможная урожайность сухой биомассы, т/га (и/га)				
7. Стандартная влажность, %				
8. Возможная урожайность биомассы при стандартной влажности, т/га (ц/га)				
9. Соотношение основной и побочной продукции				
10. Возможная урожайность зерна при стандартной влажности, т/га (ц/га)				
11 Возможная урожайность соломы при стандартной влажности, т/га (ц/га)				
12. Коэффициент хозяйственной эффективности урожая				
13. Потенциальная урожайность основной продукции, рассчитанная с помощью уравнения (4)				

### Работа 3. Определение климатически обеспеченной урожайности (КОУ)

*Определение КОУ по ресурсам влаги (КОУ<sub>W</sub>)* Методика расчетов КОУ<sub>W</sub> базируется на определении соотношения количества влаги, поступающей в распоряжение растений в течение вегетационного периода, и суммарного расходования влаги на создание единицы урожая:

$$КОУ_W = \frac{1000 \times (W_{M.C.} + O_{B.P.} \times K_o)}{K_{B \times C} \times (100 - B_{Ct.})} \quad (5)$$

где КОУ<sub>W</sub> - климатически обеспеченная урожайность основной продукции при стандартной влажности, т/га;

W<sub>MC</sub>- влажность метрового слоя почвы при возобновлении весенней

вегетации или перед весенним посевом, мм;

Ов.п. - сумма осадков за вегетационный период, мм;

К<sub>о</sub> - коэффициент полезности осадков;

К. - коэффициент водопотребления, ммх га/ц или м<sup>3</sup>/т;

С - сумма частей основной и побочной продукции;

В<sub>ст</sub> — стандартная влажность.

При отсутствии информации о запасах продуктивной влаги в метровом слое почвы КОУ<sub>w</sub> можно рассчитать, используя информацию о количестве осадков, выпадающих в регионе за год. Используют формулу

$$КОУ_w = \frac{1000 \times (W_{год} + K_o)}{K_{вх} \times C_x (100 - B_{ст.})} \quad (6)$$

где W<sub>год</sub> - сумма осадков за год, мм.

Остальные обозначения как в формуле (5).

Исходные данные и результаты записывают в табл. 8.

Таблица 8. Расчет климатически обеспеченной урожайности  $\frac{\text{---}}{\text{(культура)}}$  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, сентябрь, октябрь), мм	
6. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы перед весенним отрастанием, мм	
7. сумма осадков за весенне-летний период вегетации, мм	
8. Будет использовано влаги из почвы, мм	
9. Будет использовано влаги осадков, мм	
10. Будет использовано влаги всего, мм	
11 Коэффициент водопотребления, мм хга/ц(м <sup>3</sup> /т)	
12. Возможная урожайность, т/га	

*Определение климатически обеспеченной урожайности по ресурсам тепла (КОУ<sub>t</sub><sup>0</sup>).* Методика расчетов базируется на предварительном определении биоклиматического потенциала продуктивности (БКП) с последующим расчетом КОУ<sub>t</sub><sup>0</sup>:

где X t<sup>0</sup> > 10<sup>0</sup> - сумма активных температур в регионе;

$$ВПК = \frac{\sum_{t > 10^0}^0}{1000^0} \quad (7)$$

где -  $\sum_t^0 > 10^0$  сумма активных температур в регионе;

1000<sup>0</sup> - сумма температур на северной границе земледелия;

БКП - биоклиматический потенциал продуктивности, баллов.

$$КОУ_t^0 = БПК - 0,1\beta, (8)$$

где  $\beta$  - коэффициент отражающий уровень культуры земледелия и соответствующий коэффициенту использования ФАР:

коэффициент использования ФАР, %	1,0	2,0	3,0	4,0,
...				
$\beta$	10	20	30	40

$КОУ_t^0$  – урожайность абсолютно сухой биомассы, т. корм.ед./га.

В обобщенном виде:

$$КОУ_t^0 = 0,1\beta \times \frac{\sum_{t>10^0}^0}{1000^0} (9)$$

Исходные данные и результаты расчетов заносим в таблицу 9. Урожайность, рассчитанную в абсолютно сухой биомассе, необходимо перевести в хозяйственно полезную.

Таблица 9. Расчет климатически обеспеченной урожайности  $\frac{\text{---}}{\text{(культура)}}$  по ресурсам тепла.

Показатели	Абсолютные значения
1. Суммы средних суточных температур воздуха выше 10°C	
2. Коэффициент, отражающий уровень культуры земледелия и использование ФАР в урожае, 0	
3 Биоклиматический потенциал продуктивности, баллов	
4. Климатически обеспеченная (по теплу) урожайность абсолютно сухой биомассы, т/га к.е.	
5. Коэффициент перевода к.е. в урожай основной продукции	
6. Возможная величина хозяйственно полезного урожая, т/га	

*Определение климатически обеспеченной урожайности по совокупному влиянию солнечной энергии, влагообеспеченности и вегетационного периода.* Методика расчета в данном случае строится на использовании гидротермического показателя продуктивности (КОУ Метод предложен проф. Рябчиковым А.И.:

$$ГТП = \frac{W \times T_v}{36 \times R} (10)$$

где ГТП - гидротермический показатель продуктивности, баллов; W- запас продуктивности влаги (среднегодовое количество осадков за вычетом стока), мм;

$T_v$ - продолжительность периода вегетации, декады;

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

Зб — число декад в году.

Каждый балл ГТП равен приблизительно 2т абсолютно сухой биомассы.

Или же для расчета величины возможной урожайности можно воспользоваться одним из уравнений:

$$\text{КОУ}_{\text{гтп}} = 2,2 \times \text{ГТП} - 1,0 \quad (11)$$

$$\text{КОУ}_{\text{гтп}} = 2,0 \times \text{ГТП} \quad (12)$$

где КОУ<sub>гтп</sub> - урожайность абсолютно сухой биомассы, т/га.

Урожайность абсолютно сухой биомассы пересчитывается на основную продукцию со стандартной влажностью.

Исходную информацию и результаты расчетов заносят в таблицу 10.

Таблица 10. Расчет климатически обеспеченной урожайности по гидротермическому показателю продуктивности

Показатели	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. Гидротермический показатель продуктивности, баллов	
5. Климатически обеспеченная урожайность (по ГТП) абсолютно сухой биомассы, т/га	
6. Урожайность в пересчете на стандартную влажность, г/га	

#### Работа 4. Определение действительно возможной урожайности(ДВУ)

ДВУ - уровень урожайности, который может быть достигнут на конкретном поле с учетом реального почвенного плодородия.

*Определение ДВУ по качественной оценке почвы.* Методика определения предложена Белорусским НИИ почвоведения и агрохимии:

$$\text{ДВУ} = \text{Бп} \times \text{Цб} \times \text{К}, \quad (13)$$

где Б<sub>п</sub> - бонитет почвы, балл;

Цб- цена балла пашни, кг;

К - поправочный коэффициент к цене балла на агрохимические свойства почвы.

*Определение ДВУ по показателям почвенного плодородия.* Методика предложена БелНИИПА и основывается на использовании материалов о содержании питательных веществ в почве и возможной урожайности на единицу питательных веществ.

Необходимые данные приводятся в приложении 1.

Полученные результаты по определению ДВУ записывают в таблицу 11.

Таблица 11. Величина ДВУ<sub>(культура)</sub>, определенная по запасу питательных веществ в почве и рассчитанная по ее бонитету

Показатели	Величина урожайности, определяемая			
	по содержанию в почве гумуса	по содержанию в почве P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	по содержанию в почве K <sub>2</sub> O	по баллу бонитета почвы
1. Содержится в почве				X
2. Возможная урожайность на единицу питательных веществ, ц/га				X
3. Прогнозируемая урожайность, ц/га (1 x2)				X
4. Возможная урожайность для разработки агротехники, ц/га				X
5. Балл бонитета почвы	X	X	X	
6. Цена балла почвы	X	X	X	
7. Поправочный коэффициент на агрохимические свойства почвы	X	X	X	
8. Возможная урожайность, ц/га	X	X	X	

### Работа 5. Определение программируемой урожайности (ПрУ).

Программируемая урожайность определяется с учетом разницы между КОУ и ДВУ, которая компенсируется за счет внесения расчетных доз минеральных и органических удобрений. Т.о., ПрУ рассчитывается как ДВУ с приростом урожайности, которая должна быть получена за счет удобрений.

*Методика расчета программируемой урожайности (ПрУ).*

$$\text{ПрУ} = \frac{(\text{Бп} \times \text{Цб} \times \text{К}) + (\text{Д}_{\text{НРК}} \times \text{О}_{\text{НРК}}) + (\text{Д}_{\text{о.у.}} \times \text{О}_{\text{о.у.}})}{100} \quad (14)$$

где ПрУ - программируемая урожайность, ц/га;

Д<sub>НРК</sub> - Доза минеральных удобрений, кг/га;

О<sub>НРК</sub> - окупаемость 1 кг НРК, кг продукции;

Д<sub>о.у.</sub> - доза органических удобрений, т/га;

О<sub>о.у.</sub> - окупаемость 1 т органических удобрений, кг/т продукции;

100 - коэффициент перевода кг в ц.

Уровень ПрУ также можно определить, зная относительную прибавку от удобрений

$$\text{ПрУ} = \frac{\text{Бп} \times \text{Цб} \times \text{К}}{100 - \text{Пуд}} \times 100, \quad (15)$$

где П<sub>уд</sub> - прибавка урожайности от удобрений, %

Данные, полученные в результате расчетов, заносят в таблицу 12.

Таблица 12. Величина  $PrU_{(культура)}$ , полученная с учетом затрат 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

Показатели	Абсолютные значения показателей
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. ПрУ, ц/га	
6. ПрУ, рассчитанная через математические уравнения, ц/га	

### Работа 6. Обоснование величины ПрУ для разработки технологии возделывания культуры

Для облегчения принятия общего заключения после каждого из описанных выше способов расчета возможной урожайности делается краткий вывод. Фактические данные, полученные при расчетах, заносят в таблицу 13.

### Таблица 13. Сравнительная оценка урожайности, прогноз которой выполнен различными методами

Методы расчета возможной величины урожая	Прогнозируемая величина урожая	
	биологического	хоз. ценного
1. По приходу ФАР и КПД ФАР (ПУ)		
2. По влагообеспеченности вегетационного периода ( $KOU_w$ )		
3. По теплообеспеченности ( $KOU_t$ )		
4. По гидротермическому показателю продуктивности ( $KOU_{гтп}$ )		
5. По содержанию основных питательных элементов в почве (ДВУ)		
6. По качественной оценке почвы (ДВУ)		
7. ПрУ		

Определение лимитирующего фактора \_\_\_\_\_

Заключение - обоснование величины ПрУ \_\_\_\_\_

## 5. Разработка технологии выращивания программируемого урожая

### Работа 7. Разработка технологической схемы возделывания для получения программируемого урожая \_\_\_\_\_ (культура)

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.

Таблица 14. 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
		тракто-ры	с.-х.машины	агро-техни-ческие	кален-дарные	рабо-чих дней	
1	2	3	4	5	6	7	8

В условиях Беларуси фактором, ограничивающим урожайность сельскохозяйственных растений, является плодородие почвы, ее обеспеченность элементами питания. Поэтому при разработке технологии получения программируемого урожая особое место занимает расчет доз удобрений на планируемый урожай, разработка системы применения и способов внесения удобрений.

**Расчет доз удобрений под запрограммированный урожай по выносу питательных веществ**

Букв. обозн.	Показатели	Ед. измерения	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
В	Вынос из почвы питательных веществ одним центнером урожая	кг			
В <sub>0</sub>	Общий вынос питательных веществ, необходимых для получения запрограммированного урожая ( $V_0 = V \times Y$ )	кг/га			
П	Содержится в почве питательных веществ в подвижной форме (Для N0,225 x % гумуса)	мг/100г			
П <sub>1</sub>	Содержится в пахотном горизонте (20 см) питательных веществ в подвижной форме ( $P = P \times T \times M$ , где Т-мощность пахотного слоя, см, М- объемная масса)				
К <sub>п</sub>	Коэффициент усвоения питательных веществ из ПОЧВЫ	%			
И <sub>п</sub>	Количество питательных веществ, полученных растениями из почвы ( $I_p = P_1 \times K_p \times 0,01$ )	кг/га			
О	Внесено органических удобрений	т/га			
С <sub>н</sub>	Содержание питательных веществ в навозе	%			
Н <sub>п</sub>	Поступило в почву с навозом питательных веществ ( $N_p = 10 \times C_n \times O$ )	кг/га			
К <sub>1-2</sub>	Коэффициент усвоения питательных веществ органических удобрений (в год выращивания программируемого урожая)	%			
И <sub>о</sub>	Будет использовано растениями питательных веществ из органических удобрений ( $I_o = N_p \times K_{1-2} \times 0,01$ )	кг/га			
и	Общее количество питательных веществ, которое могут получить растения из почвы и органических удобрений ( $I = I_p + I_o$ )	кг/га			
д	Требуется внести питательных веществ с минеральными удобрениями ( $D = V_0 - I$ )	кг/га			
К <sub>м</sub>	Коэффициент усвоения питательных веществ минеральных удобрений	%			
Д <sub>м</sub>	Доза минеральных удобрений, которую необходимо внести с учетом коэффициента их использования ( $D_m = D : K_m \times 100$ )	кг/га			
с <sub>т</sub>	Содержится питательных веществ в туках	%			

## Продолжение таблицы

Букв. обозн.	Показатели	Ед. измерения	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Му	Норма внесения минеральных удобрений (Му= Д: С <sub>т</sub> )	кг/га			
	Доза удобрений, рекомендуемая в соответствии с картограммой	кг/га			
Расчет доз удобрений по выносу NPKпланируемой прибавки урожая					
Упа	Планируемый уровень урожайности	ц/га			
Уэф	Урожай, формируемый за счет эффективного плодородия почвы	ц/га			
Уф	Фактическая урожайность в хозяйстве за последние 3-5 лет	ц/га			
Упр	Планируемая прибавка урожайности (Упр=Упл - Уэф)	ц/га			
В	Вынос питательных веществ одним центнером урожая	КГ			
Впр	Вынос питательных веществ планируемой прибавкой урожая (Впр=В x У <sub>пр</sub> )	кг/га			
О	Внесено органических удобрений	т/га			
Сн	Содержание питательных веществ в органических удобрениях	%			
Нп	Будет внесено в почву питательных веществ с органическими удобрениями (Нп=10 x Сн x О)	кг/га			
К <sub>1-2</sub>	Коэффициент усвоения питательных веществ органических удобрений (1-й или 2-й год)	%			
Ио	Будет использовано питательных веществ органических удобрений (Ио=НпхК <sub>1-2</sub> x 0,01)	кг/га			
д	Требуется внести питательных веществ с минеральными удобрениями (Д=В <sub>пр</sub> - Ио)	кг/га			
Км	Коэффициент использования питательных веществ минеральных удобрений	%			
Дм	Доза минеральных удобрений, которую необходимо внести с учетом коэффициента их использования (Дм= Д:Км x 100)	кг/га			
с <sub>т</sub>	Содержание питательных веществ в туках	%			
м,	Норма внесения минеральных удобрений Му= Д <sub>м</sub> :С <sub>т</sub>	ц/га			
	Доза удобрений, рекомендуемая в соответствии с картограммой	кг/га			

## Продолжение таблицы

Букв. обозн.	Показатели	Ед. измерения	N	P205	K2O
Расчет доз удобрений по бальной оценке почвы.					
Бп	Балл пашни				
Цб	Цена балла пашни				
Кб	Поправочный коэффициент к цене балла пашни				
Упл	Планируемый уровень урожайности: с применением удобрений без применения удобрений	ц/га ц/га			
Упр	Возможная прибавка урожая	ц/га			
В	Вынос питательных веществ одним центнером урожая	кг			
Впр	Вынос питательных веществ прибавкой урожая ( $V_{пр} = V \times Упр$ )	кг/га			
О	Внесено органических удобрений	т/га			
Сн	Содержание питательных веществ в органических удобрениях	%			
Нп	Будет внесено в почву питательных веществ с органическими удобрениями ( $Нп = 10 \times Сн \times О$ )	кг/га			
К <sub>1-2</sub>	Коэффициент усвоения питательных веществ органических удобрений (1-й или 2-й год)	%			
Ио	Будет использовано питательных веществ органических удобрений ( $Ио = Нп \times К_{1-2} \times 0,01$ )	кг/га			
Д	Требуется внести питательных веществ с минеральными удобрениями ( $Д = V_{по} - Ио$ )	кг/га			
Км	Коэффициент использования питательных веществ минеральных удобрений	%			
Дм	Доза минеральных удобрений, которую необходимо внести с учетом коэффициента их использования ( $Дм = Д : Км \times 100$ )	кг/га			
С <sub>т</sub>	Содержание питательных веществ в туках	%			
Му	Норма внесения минеральных удобрений $Му = Дм : С_{т}$	ц/га			
	Доза удобрений, рекомендуемая в соответствии с картограммой	кг/га			

## Приложения

### Приложение 1

#### Методические рекомендации по прогнозированию урожайности сельскохозяйственных культур и определению доз минеральных удобрений

Вначале определяют возможную величину урожайности за счет плодородия почвы, используя данные таблицы 1. Затем прогнозируют общий уровень урожайности, принимая, что 50-60% урожайности формируется за счет плодородия почвы.

Пример. Определить прогнозируемую величину урожайности озимой ржи, если в почве содержится 2,0% гумуса, 120 мг/кг  $P_2O_5$  и 140 мг/кг  $K_2O$ . Используя данные таблицы 1 находим, что урожайность озимой ржи за счет содержания в почве гумуса (по азоту) будет равна 14,0 ц/га ( $2 \times 7,0$ ), по фосфору - 16,8 ( $12 \times 1,4$ ) и по калию - 19,6 ц/га ( $14 \times 1,4$ ). Учитывая, что величина урожайности определяется фактором, находящимся в минимуме, то урожайность озимой ржи на данной почве за счет ее плодородия будет равна 14,0 ц/га. Приняв, что 60% общей урожайности формируется за счет плодородия почвы, то прогнозируемая величина урожайности озимой ржи будет равна 23 Д ц/га (Ур.прогн. = Ур.за счет плодород. почв \* 1,66).

Затем определяют, какая величина урожая от прогнозируемого должна быть обеспечена внесением минеральных удобрений. Для этого от прогнозируемого урожая минусуют величины урожая за счет плодородия по азоту, фосфору и калию. В нашем примере они равны: по азоту - 9Д ц/га ( $23,2 - 14,0$ ), по фосфору 6,4 ( $23,2 - 16,8$ ) и по калию 3,6 ц/га ( $23,2 - 19,6$ ). Применяв данные табл. 2 определяют, какое количество действующего вещества минеральных азотных, фосфорных и калийных удобрений следует внести для обеспечения получения прогнозируемой величины урожайности. В нашем примере эти величины (дозы) удобрений будут равны: по азоту - 59 кг/га ( $6,4 \times 9,2$ ), по фосфору 36 кг/га ( $5,7 \times 6,4$ ) и по калию - 15 кг/га ( $4,1 \times 3,6$ ) действующего вещества.

В случае внесения органических удобрений вносятся коррективы с учетом приводимых в табл. 3 данных.

При расчетах принято, что из почвы на 1% гумуса в ней с.-х. культуры могут усвоить 20 кг/га азота. Фосфор из почвы усваивается растениями на уровне 1,5 кг/га на 10 мг/кг почвы. Калий из почвы усваивается 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 бобовых принято, что только 30% азота от выноса урожая усваивается из запасов почвы.

Таблица 1. Возможная урожайность сельскохозяйственных культур за счет плодородия почвы, ц/га основной продукции

Культуры	На 1 % гумуса в почве	На 100 мг в 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

Таблица 2. Примерные затраты питательных элементов удобрений на 1 ц прибавки урожая сверх возможного за счет плодородия почвы

Культуры	Вид продукции	кгд.в. на 1 ц продукции		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Зерновые и зернобобовые культуры в целом	зерно	5,9	5,9	4,6
Озимая пшеница	зерно	6,4	5,4	4,0
Озимая рожь	зерно	6,4	5,7	4,1
Ячмень яровой	зерно	6,1	5,5	4,5
Овес	зерно	5,2	6,2	4,8
Гречиха	зерно	7,5	10,0	8,0
Картофель	клубни	1,2	0,9	1,8
Кормовые корнеплоды	корнеплоды	0,7	0,6	1,3
Сахарная свекла	корнеплоды	0,8	0,8	1,1
Лен	волокно	11,6	11,5	12,1
Кукуруза	зел. масса	0,7	0,6	0,7
Многолетние бобово-злаковые травы	сено	2,5	2,7	4,2
Многолетние злаковые травы	сено	3,0	2,3	4,0
Клевер	сено	1,5	2,4	4,2
Люцерна	сено	1,8	3,0	4,3
Редька масличная	зел. масса	0,9	0,7	1,0
Рапс озимый и яровой	зел. масса	1,0	0,5	0,8
Рапс озимый и яровой	семена	9,0	14,5	12,0
Сенокосы	сено	3,3	1,9	3,5
Пастбища	зел. масса	1,0	0,4	1,0

Таблица 3. Возможные величины урожая, которые могут быть сформированы за счет 10 тонн 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, зел. масса	30,0	50,0	57,0	30,0	29,0	33,0

Из 1 т органических удобрений с.-х. 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.

## Предшественники основных сельскохозяйственных культур

Культура	Предшественники (от лучших к удовлетворительным)
Озимые зерновые (рожь, пшеница)	Пары занятые бобово-злаковыми смесями, картофелем ранним, кукурузой на зел. корм и др. многолетние травы и их смеси однолетние травы, зерновые бобовые
Яровая пшеница	Зерновые бобовые, картофель, кормовые корнеплоды, сахарная свекла, кукуруза, многолетние травы, озимая рожь
Ячмень, овес, гречиха	Пропашные, зерновые бобовые, озимые и яровые зерновые
Зерновые бобовые	Озимые зерновые, пропашные, яровые зерновые
Кукуруза	Озимые зерновые, зерновые бобовые, пропашные
Сахарная свекла	Озимые зерновые по занятым парам и многолетним травам, зерновые бобовые, кукуруза
Лен-долгунец	Многолетние травы, озимые зерновые, пропашные, зерновые бобовые
Картофель и кормовые корнеплоды	Озимые зерновые, зерновые бобовые, многолетние травы, кукуруза, картофель
Многолетние травы	Подсевают под яровые зерновые вико-овсяную смесь, озимые зерновые
Однолетние травы	Яровые зерновые, пропашные
Озимый рапс	Бобовые и бобово-злаковые однолетние травы на з.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

Приложение 3

Классификация почв по обеспеченности подвижными формами фосфора и калия, мг/100 г почвы

Класс	Степень обеспеченности почв	Фосфор, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Калий, K <sub>2</sub> O
I	Очень низкая	2,5	4
II	Низкая	2,5-5,0	4,0-8,0
III	Средняя	5,0-10,0	8,0-11,0
IV	Повышенная	10,0-15,0	12,0-17,0
V	Высокая	15,0-25,0	17,0-28,0
VI	Очень высокая	25	28

Приложение 4

Оптимальные агрохимические показатели дерново-подзолистых почв

Почвы	pH почвы	Содержания гумуса, %	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/100г почвы	Содержание K <sub>2</sub> O мг/100 г почвы
Суглинистые	6,5-7,2	2,0-2,2	22-25	20-30
Супесчаные	6,0-6,5	2,2-2,4	20-22	18-22
Песчаные	5,6-6,0	2,4-2,6	18-20	16-18
Торфяно-болотные	5,2-5,6		55-60	65-70

Приложение 5

Примерные экономические пороги вредности сорняков, шт./м<sup>2</sup>

Культура	Сорняки	
	малолетние	многолетние
Озимые	2-15	2-5
Яровые зерновые	10-50	4-10
Кукуруза	3-10	1-3
Картофель	3-15	2-3
Сахарная свекла	1-8	1-2
Лен-долгунец	10-30	1-3

Пороги экономической вредоносности вредителей

Культура	Вредитель	Срок учета	Порог вредоносности
Яровые зерновые	Проволочник Злаковые мухи Злаковые тли	Перед посевом	5-8 личинок на 1 м <sup>2</sup>
		Перед выходом в трубку	Более 5-6 личинок на 100 стеблей
		Выход в трубку	10 тлей на 1 стебель, 5-6 тлей на 1 колос, 500 тлей на 100 взмахов сачком
Озимые зерновые	Проволочник Злаковые мухи	Осеннее обследование	8 личинок на 1 м <sup>2</sup>
		Весеннее обследование	8 личинок на 1 м <sup>2</sup>
		Осеннее обследование	5-10% пораженных растений
		Весеннее обследование	5-10% пораженных растений
Кукуруза	Проволочник	Осеннее и весеннее обследование	5-8 личинок на 1 м <sup>2</sup>
Картофель	Колорадский жук	Перезимовавшие жуки	0,5-2% заселенных кустов картофеля
		Личинки весенние и летние	5-8% заселенных кустов и численностью 20 личинок на 1 растение
Свекла	Свекловичные блошки Свекловичная минирующая муха	Перезимовавшие жуки на всходах	Более 10 жуков на 1 м <sup>2</sup> 4-14 яиц на 1 растение
		Всходы до 3-х пар настоящих листьев	
Многолетние травы	Проволочник Клеверный семяед	Весеннее обследование	5-8 личинок на 1 м <sup>2</sup> 10 жуков на 5 взмахов сачка
		Весеннее обследование	

Коэффициент использования 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

## Продолжительность вегетационного периода полевых культур

Культуры	Скороспелость сортов, дней		
	ранние	средние	поздние
Озимая рожь	270-300	295-322	325-334
Озимая пшеница	270-285	285-325	325-350
Озимая тритикале	265-285	285-320	320-335
Яровая пшеница	70-85	80-115	110-135
Ячмень	70-80	80-95	95-110
Овес	82-100	95-120	120-130
Кукуруза-на зерно	105-115	115-130	130-150
- зеленую массу	90-100	100-115	115-125
Гречиха	73-95	90-100	100-115
Горох	75-90	85-95	95-115
Вика посевная	75-85	85-95	95-110
Люпин	85-110	110-125	125-150
Соя	110-130	130-150	150-200
Фасоль	95-105	105-120	120-160
Лен	70-85	86-88	92-96
Рапс яровой	80-95	95-110	110-125
Рапс озимый	280-295	295-310	310-330
Картофель	60-80	80-105	105-150
Сахарная свекла	120-130	130-140	140-160
Кормовая свекла	110-125	125-135	135-145
Клевер -на семена	90-115	115-130	130-160
- зеленую массу	40-50	52-70	70-85
Многолетние зла- ковые травы	35-45	45-60	60-701

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	Год
Велиж	1,4	3,0	7,1	9,4	13,2	14,9	14,4	10,7	6,9	3,2	1,3	1,0	86,5
Гагарин	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
Смоленск	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
Рославль	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

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.

Приложение 10.

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

Метеостанции	Месяцы года												Год	Σ за вегет. период с t° более	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		5°	10°
Велиж	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
Гагарин	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
Смоленск	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
Рославль	0.8	1.8	3.9	5.3	7.2	7.9	7.7	6.0	3.8	2.0	0.9	0.6	48.1	37.2	31.1

Приложение 11.

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

Метеорологическая станция	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	За год
Велиж	20.52	29.31	32.66	32.40	23.86	15.49	191.78
Гагарин	21.35	29.31	33.08	31.40	24.28	15.91	194.69
Смоленск	21.35	30.14	33.08	31.40	23.86	15.91	195.52
Горки	22.19	30.14	33.91	32.24	25.12	15.91	201.39

Приложение 12.

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

Радиация	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Год
Смоленск													
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

Приложение 13.<sup>26</sup>

Средние температуры воздуха по декадам

Радиация	декады	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Велиж	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
Гагарин	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
Смоленск	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
Рославль	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

Приложение 14.

Сумма средних суточных температур воздуха выше 5, 10 и 15° за год

Название станции	5°	10°	15°
Велиж	2450	2116	1363
Гагарин	2488	2183	1354
Смоленск	2492	2196	1365
рославль	2497	2185	1338

Приложение 15.

Ориентировочные коэффициенты водопотребления (Кв) полевых культур,  
мм x га/ц

Культура	Характер увлажненности вегетационного периода		
	влажный	средний	засушливый
Озимая рожь	400-425	425-450	450-550
Озимая пшеница	350-450	450-500	500-525
Яровая пшеница	400-435	435-525	525-575
Ячмень	375-425	435-500	470-530
Овес	435-480	500-550	530-590
Кукуруза - зерно	250-275	275-300	300-325
- силос	80-90	90-95	95-105
-зеленая масса	35-50	45-65	50-70
Картофель	150-175	175-200	200-225
Сахарная свекла	75-85	100-115	115-130
Кормовая свекла	75-85	85-100	100-110
Лен (соломка + семена)	240-250	250-300	300-370
Вико-овес (зеленая масса)	100-110	110-120	120-130
Многолетние травы (сено)	500-550	550-600	600-700

## Сумма осадков по месяцам, мм

Метеостан- ции	дека- ды	ян- варь	фев- раль	март	ап- рель	май	июнь	июль	ав- густ	сен- тябрь	ок- тябрь	но- ябрь	де- кабрь
Велиж	I	11	10	10	12	14	23	26	27	23	17	16	13
	II	10	9	10	12	16	24	27	27	21	16	15	12
	III	10	10	11	13	20	25	27	25	19	15	14	11
Гагарин	I	10	9	9	11	13	22	24	27	22	16	14	11
	II	9	8	9	11	16	23	25	26	20	15	13	11
	III	9	9	10	13	19	24	27	23	18	15	13	10
Смоленск	I	11	10	11	11	13	21	33	30	22	16	16	13
	II	11	10	11	12	14	23	32	28	20	15	16	12
	III	11	10	11	13	16	26	31	24	19	15	15	11
Рославль	I	12	10	10	12	18	22	31	29	22	17	15	13
	II	11	9	11	13	20	22	31	27	20	16	14	13
	III	11	10	12	15	20	26	32	24	18	15	14	12

Приложение 17.

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

Тип почвы	Месяцы и декады																						
	VIII			IX			X			III	IV			V			VI			VII			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3 <sub>26</sub>	
Суглинистая	199	199	199	210	210	210	223	227	234	262	258	244	235	220	216	212	199	186	172	169	166	163	
Супесчаная	152	153	151	158	163	166	168	174	183	228	225	218	210	196	186	174	161	146	138	135	128	127	

Приложение 18

Примерная влагообеспеченность посевов на почвах нормального увлажнения при среднегодовой норме осадков 600 мм

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

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

Почвы	Запас 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

Приложение 19

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

Культура	Дерново-подзолистые почвы				Торфяно-болотные почвы
	суглинистые	супесчаные и песчаные, подстилаемые мореной	супесчаные, подстилаемые песками	рыхло-песчаные	
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	400-550	300-350	600-750
Лен (волокну)	18-22	17-19		-	

## 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	50-60	6-10
Овес	400-500	1,5-1,8	600-800	35	30-35	6-10

## Среднее содержание влаги в некоторых видах продукции основных сельскохозяйственных культур (стандартная влажность)

Культура	Влажность, %
Пшеница, рожь, ячмень, овес, тритикале, просо, гречиха, кукуруза на зерно	14,0
Многолетние травы (на сено)	16,0
Клубни картофеля	75
Сахарная свекла	80,0
Корнеплоды кормовой свеклы и других культур	85,0
Кукуруза на силос	80,0
Вико-овсяная смесь (на зеленый корм) '	75,0
Лен-долгунец – семена	12,0
соломка	12,0
Клевер луговой:	
сено	16,0
зел. масса	80,0
сенаж	56,0
Горох	13,0
Люпин	13,0
Вика	13,0
Рапс озимый - семена	12,0
зел. масса	80,0

Соотношение между массой основной и побочной продукции для различных сельскохозяйственных культур, коэффициенты хозяйственной эффективности урожая (Км)

Культура	Соотношение основная: побочная продукция	Сумма слагаемых урожая	Км	
			на абсолютно сухую массу	на массу продукции стандартной влажности
Озимая пшеница	1:1,3-1,5	2,3-2,5	6,400	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	6,400	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	6,435	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
Свекла сахарная	1:0,5-0,7	1,5-1,7	0,667	3,340
Свекла кормовая	1:0,4	1,4	0,556	3,710
Гречиха	1:1,3-3,0	2,5-4,6	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)	1:12	13,0	0,077	8,750
Лен-долгунец (льно-волокно: соломка)	1:5			
Лен-долгунец (льно-волокно: треста)	1:4-4,5			
Рапс озимый: з.м.с				4,000
семена	1:3	4,0	0,250	0,284
Кукуруза (силос)				5,000
Мн. травы (сено: з. масса)	1:4-5		1,000	1,119
Тимофеевка луговая				6,250
зел. масса				3,900
Клевер луговой: сено				1,119
зел. масса				5,000
сенаж				2,270
Люцерна - сено			1,000	1,119

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.

## Калорийность сельскохозяйственных культур, ккал/кг

	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	4400	4180
Люцерна	5200	5200	5200	4430
Кукуруза:на зерно	4100	4200	4000	3900
на 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 - сено	4500	4500	4500	4370
Солома	3800	3800	3800	-
Однолетние травы - сено	3900	3900	3900	3700
Тимофеевка луговая	4500	4500	4500	4400
Клевер луговой	4700	4700	4700	4500

Приложение 24.

Калорийность сельскохозяйственных культур (КДЖ/кг)

Культура	Целое	Основная		
	растение	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
на зел. массу	16328	16328	16328	16328
Лен-долгунец	19259	20013	18841	18213
Сахарная свекла	17710	18171	17626	16747
Картофель	18003	18254	17752	15910
Кормовые корне- плоды	16119	16328	154911	15072
Многолетние травы - сено	18841	18841	18841	18296
Солома	15910	15910	15910	-
Однолетние травы - сено	16328	16328	16328	15491
Тимофеевка луго- вая	18841	18841	18841	18422
Клевер луговой	19678	19678	19678	18841

Приложение 25.

Урожайность зерновых культур и картофеля без применения удобрений

Почвы	Средняя урожайность, ц/га			
	озимая рожь	ячмень	овес	карто- фель
Дерново-подзолистые, суглини- стые	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

## Коэффициенты использования НРКиз почвы (Кп)

Культура	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Пшеница озимая	0,20-0,35	0,05-0,10	0,08-0,15
Пшеница яровая	0,20-0,30	0,05-0,08	0,06-0,12
Рожь озимая	0,20-0,35	0,05-0,12	0,07-0,14
Ячмень	0,15-0,35	0,05-0,09	0,06-0,10
Овес	0,20-0,35	0,05-0,11	0,08 0,14
Кукуруза (зерно)	0,25-0,40	0,06-0,18	0,08-0,28
Просо	0,15-0,35	0,05-0,09	0,06-0,09
Гречиха	0,15-0,35	0,05-0,09	0,06-0,09
Горох	0,30-6,55	0,09-0,16	0,06-0,17
Люпин	0,30-0,65	0,08-0,16	0,07-0,36
Вика: зерно	0,25-0,40	0,06-0,10	0,05-0,11
сено	0,20-0,35	0,06-0,09	0,05-0,10
Лен-долгунец: семена	0,25-0,35	0,03-0,14	0,07-0,20
соломка	0,22-0,32	0,03-0,12	0,06-0,18
Сахарная свекла	0,25-0,50	0,06-0,15	0,07-0,40
Кормовая свекла	0,20-0,45	0,05-0,12	0,06-0,25
Картофель	0,20-0,35	0,07-0,12	0,09-0,40
Морковь	0,20-0,30	0,06-0,11	0,06-0,12
Люцерна (сено)	0,35-0,70	0,07-0,20	0,08-0,25
Клевер луговой (сено)	0,30-0,65	0,05-0,18	0,06-0,16
Тимофеевка (сено)	0,15-0,25	0,03-0,10	0,08-0,12
Кострец безостый (сено)	0,30-0,45	0,06-0,16	0,07-0,18
Кукуруза (зел. масса)	0,20-0,40	0,06-0,18	0,08-0,28
Рапс	0,25-0,35	0,07-0,08	0,15-0,17
Крестоцветные	0,25-0,35	0,06-0,10	0,15-0,20
Соя	0,30-0,45	0,09-0,14	0,06-0,12
Подсолнечник	0,30-0,45	0,07-0,17	0,08-0,24

Коэффициенты использования НРК минеральных туков полевыми культурами, (Км)

Культура	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Пшеница озимая	0,55-0,85	0,15-0,45	0,55-0,95
Пшеница яровая	0,45-0,75	0,15-0,35	0,55-0,85
Рожь озимая	0,55-0,80	0,25-0,40	0,65-0,80
Ячмень	0,60-0,75	0,20-0,40	0,60-0,70
Овес	0,60-0,80	0,25-0,35	0,65-0,85
Кукуруза (зерно)	0,65-0,85	0,25-0,45	0,75-0,95
Просо	0,55-0,75	0,25-0,40	0,65-0,85
Гречиха	0,50-0,70	0,30-0,45	0,70-0,90
Горох	0,50-0,80	0,30-0,45	0,70-0,80
Люпин	0,50-0,90	0,15-0,40	0,55-0,75
Вика: зерно	0,55-0,85	0,20-0,35	0,60-0,80
зеленая масса	0,50-0,75	0,20-0,30	0,60-0,75
Лен-долгунец: семена	0,55-0,70	0,15-0,35	0,65-0,85
соломка	0,55-0,65	0,15-0,30	0,65-0,80
Сахарная свекла	0,60-0,85	0,25-0,45	0,70-0,95
Кормовая свекла	0,65-0,90	0,30-0,45	0,80-0,95
Картофель	0,50-0,80	0,25-0,35	0,85-0,95
Морковь	0,50-0,75	0,25-0,30	0,75-0,85
Люцерна (сено)	0,80-0,95	0,30-0,45	0,80-0,95
Клевер луговой (сено)	0,75-0,90	0,30-0,40	0,75-0,90
Тимофеевка (сено)	0,80-0,90	0,25-0,35	0,75-0,85
Кострец безостый (сено)	0,75-0,95	0,30-0,45	0,80-0,85
Кукуруза (зел. масса)	0,60-0,85	0,25-0,40	0,75-0,95
Рапс	0,60-0,75	0,20-0,25	0,65-0,75
Крестоцветные	0,55-0,80	0,20-0,30	0,60-0,80
Соя	0,50-0,75	0,25-0,40	0,65-0,85
Подсолнечник	0,55-0,75	0,25-0,35	0,65-0,95

Вынос NPK полевыми культурами (обобщенные данные) в среднем на  
1ц продукции

Культура	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Затраты NPK на 1ц урожая, кг
Пшеница озимая	3,25	1,15	2,00	6,40
Пшеница яровая	2,27	1,24	2,05	7,56
Рожь озимая	3,10	1,37	2,60	7,07
Тритикале озимая	3,00	1,40	2,60	
Ячмень	2,50	1,09	1,09	5,34
Овес	2,95	1,31	2,58	6,84
Кукуруза (зерно)	3,03	1,02	3,13	7,18
Просо	3,30	1,02	3,26	7,58
Гречиха	3,00	1,51	3,91	8,42
Зернобобовые (зерно)	7,87	1,91	3,88	
Горох	6,60	1,52	2,00	10,12
Люпин	6,80	1,91	4,69	13,40
Соя	7,24	1,41	1,93	10,58
Вика (зерно)	6,23	1,31	1,56	9,10
Вика (сено)	2,27	0,62	1,00	3,89
Кормовые бобы	5,30	1,80	3,20	
Лен-долгунец (семена)	8,00	4,00	7,00	19,00
Лен-долгунец (соломка)	1,22	0,72	1,72	3,66
Подсолнечник (семена)	6,00	2,60	18,60	27,20
Свекла сахарная (корнеплоды)	0,59	0,18	0,75	1,52
Свекла кормовая (корнеплоды)	0,40	0,13	0,46	0,99
Картофель (клубни)	0,62	0,30	1,45	2,37
Озимый рапс (зерно)	5,6	2,9	6,00	
Озимый рапс (зел. масса)	0,58	0,29	0,86	
Люцерна (сено)	2,60	0,65	1,50	4,75
Клевер луговой (сено)	1,97	0,56	1,50	4,03
Тимофеевка (сено)	1,55	0,70	2,04	4,29
Люпин корм. (зел. масса)	0,54	0,17	0,39	
Костер безостый (сено)	2,20	0,64	1,75	4,60
Кукуруза (зел. масса)	0,45	0,10	0,37	0,92
Оз. рожь (зел. масса)	0,45	0,12	0,40	
Однолетние бобовые (зел.масса)	0,48	0,13	0,39	
Горох (зел. масса)	0,65	0,15	0,50	
Вика (зел масса)	0,45	0,11	0,35	
Яровой рапс (зерно)	5,50	2,50	7,00	

Приложение 29.

Цена балла плодородия почв (урожайность культур без удобрений)

Культуры	Вид продукции	Цена балла почв, кг продукции при технологии	
		обычной	интенсивной
Зерновые в целом	зерно	41	54
Озимая рожь	зерно	40	52
Озимая пшеница	зерно	49	63
Яровая пшеница	зерно	40	52
Ячмень	зерно	44	50
Гречиха	зерно	17	19
Овес	зерно	42	55
Горох	зерно	31	37
Вика	зерно	25	30
Кукуруза	зерно	50	60
Лен-долгунец	волокно	17	20
Картофель	клубни	255	332
Сахарная свекла	корни	365	438
Кормовые корнеплоды	корни	736	883
Кукуруза	зел. масса	391	469
Многолетние бобово-злаковые травы	сено	88	106
Однолетние травы	зел. масса	263	263

Приложение 30

Относительная прибавка урожаев, 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

## Приложение 31

## Коэффициенты использования NPK органических удобрений (%)

Культура	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Пшеница озимая	0,20-0,35	0,30-0,50	0,50-0,70
Рожь озимая	0,20-0,35	0,30-0,50	0,50-0,55
Овес	0,20-0,25	0,25-0,40	0,50-0,70
Ячмень	0,20-0,25	0,25-0,40	0,50-0,60
Картофель	0,20-0,30	0,30-0,40	0,50-0,70
Свекла сахарная	0,15-0,40	0,20-0,50	0,60-0,70
Свекла кормовая	0,30-0,40	0,45-0,50	0,60-0,70
Кукуруза: зерно	0,35-0,40	0,45-0,50	0,65-0,75
зел. масса	0,30-0,35	0,40-0,45	0,60-0,65

## Приложение 32

## Содержание доступных веществ в органических удобрениях

Вид удобрений	Содержание (кг/г) усвояемых форм питательных ве- ществ			Потребление, кг из одной т					
				1-й год			2-й год		
	N	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	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Навоз КРС соломенная подстилка	1,7	0,8	4,5	0,9	0,5	2,2	0,5	0,15	0,9
На торфяной	1,6	0,6	3,0	0,8	0,5	1,8	0,5	0,1	0,4
Свиной навоз	0,9	0,6	5,0	0,5	0,4	2,6	0,2	0,1	0,9
Конский навоз	2,1	0,9	5,0	1,2	0,6	2,9	0,5	0,2	0,9
Навозная жижа	1,0	0,3	3,0	0,8	0,2	1,8	0,2	0,1	0,6
Компост (навоз: торф=1:1)	1,3	0,5	2,5	0,7	0,3	1,3	0,3	0,1	0,6
Компост (навоз: торф=1:2)	1,2	0,35	2,0	0,6	0,25	1,0	0,3	0,05	0,5
Компост (навоз: торф=1:3)	1,1	0,25	1,1	0,5	0,15	0,7	0,25	0,05	0,3
Торфо-жижевый компост	1,6	0,2	1,0	0,95	0,15	0,5	0,4	0,05	0,2
Торф	1,0	0,2	0,5	0,3	0,1	0,15	0,2	0,05	0,1
Птичий помет	1,0	6,0	8,0	5,0	4,0	4,6	3,0	2,0	1,5
Жидкий коровий навоз	1,4	0,4	2,0	0,8	0,25	1,2	0,3	0,1	0,4
Жидкий свиной навоз	1,1	0,45	3,0	0,7	0,3	1,8	0,2	0,1	0,5
Полужидкий коровий навоз	1,5	0,45	3,5	0,8	0,3	2,0	0,4	0,1	0,7
Полужидкий свиной навоз	1,3	0,6	4,5	0,7	0,35	2,4	0,3	0,15	0,8

## Приложение 33

Окупаемость 1 т органических и 1 кг NPK минеральных удобрений до-

полнительным урожаем, кг

Культура	Продукция	Органические удобрения	Минеральные удобрения	
			Минеральные почвы	торфяники
Зерновые (пшеница, рожь, яч- мень, овес)	зерно	13-24	5-7	10
	Кукуруза	зерно	35	70
	зел. масса	262	70-80	
Гречиха	зерно	262	4-5	
Горох, лю- пин	зерной	-	4-5	
Люпин	зел. масса	-	45	
Лен	волокно	-	1,0-1,5	
	семена		1,2	
картофель	клубни	100-188	30	50
Сахарная свекла	корни	300	30-35	
Кормовая свекла	корни	300-400	40-50	60
Рапс озимый	зерно	12-15	4-5	
Рапс яровой	зерно	12	3-4	
	зеленая масса	180	45-60	
Силосные	зел. масса	200	70	100
Клевер	сено		20	
Многолетние травы	сено	-	20	40
Однолетние травы	сено	-	16	-

## Масса пахотного слоя почвы

Почвы	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	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
Горфяно-болотные	0,55-0,65	-	1400-1600	1650-1950

## Средние значения окупаемости удобрений прибавкой урожая сельскохозяйственных культур

Культуры	Вид продукции	Дозы удобрений		Оплата 1 т органических удобрений, кг продукции	Оплата 1 кг NPK, кг продукции при технологиях		Возможный урожай за счет NPK, ц/га при технологиях 1	
		органических, т/га	NPK, кг/га		обычной	интенсивной	обычной	интенсивной;
Зерновые в целом	зерно		200-300		5,2	6,8	10,4-15,6	13,6-20,4
Озимая рожь	зерно		200-250		5,1	6,6	10,2-12,8	13,2-16,5
Озимая пшеница	зерно		250-300		6,5	8,5	16,2-19,5	21,2-25,5
Яровая пшеница	зерно		200-250		5,0	6,5	10,0-12,5	13,0-16,2
Ячмень	зерно		200-250		5,1	6,6	10,2-12,8	13,2-16,5
Овес	зерно		200-250		5,0	6,5	10,0-12,5	13,0-16,2
Люпин	зерно		160-200		3,4	4,4	5,4-6,8	7,0-8,8
Горох	зерно		160-200		3,0	3,9	4,8-6,0	6,2-7,9
Вика	зерно		1600-200		2,0	2,6	3,2-4,0	4,2-5,2
Лен-долгунец	волокно		160-200		2,1	2,7	3,4-4,2	4,3-5,4
Картофель	клубни	50-60	200-300	106	21	27	42-62	54-81
Сахарная свекла	корни	60-70	250-350	125	30	39	75-105	98-136
Кормовые корнеплоды	корни	60-80	250-350	168	56	73	140-196	182-256
Кукуруза	зел. масса	50-60	250-300	193	66	86	165-198	215-258
Многолетние бобово-злаковые травы	сено		150-250		12,8	16,6	19,2-32,0	24,9-41,5 1:

Поправочные коэффициенты на окультуренность почв по состоянию агрохимических свойств

Средне- взвешенное содержание K <sub>2</sub> O, мг на 100 г почвы	Средне- взвешен- ный по- казатель рН	Средневзвешенное содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г почвы								
		Бо- лее 19,0	17,1- 19,0	15,1- 17,0	13,1- 15,0	11,1- 13,0	9,1-1 1,0	7,1-9, 0	5,1-7, 0	5,0 и ме- нее
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	0,88	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	
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	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,73	0,71	0,69	0,67
Менее 4,5	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,70	0,66	0,65	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	0,88	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	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,72	0,69	0,68	0,66
Менее 4,5	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,69	0,65	0,64	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	0,79	0,78	0,77	0,76	0,74	0,71	0,68	0,67	0,65
	Менее 4,5	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,67	0,64	0,63	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	0,76	0,75	0,69	0,66	0,64	0,63	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 меньше	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	0,75	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

Ориентировочные дозы удобрений под основные сельскохозяйственные культуры на дерново-подзолистых почвах

Культура	Плано- вый уро- жай, т/га	На- воз, т/га	Азотные удобре- ния, 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				
				Менее 100	101-150	151-200	201-300	301-400	Менее 80	81-140	141-200	201-300	301-400
Озимые зерно- вые	2,3-3,0	20-30	40-60	50-70	40-60	30-50	10-20	-	60-80	40-60	30-50	20-30	-
	3,1-4,0		60-80	70-90	60-80	50-70	20-30		80-100	60-80	50-70	30-40	-
	4,1-5,0		80-90	90-100	80-90	70-80	30-40	10-20	100-120	80-100	70-80	40-50	-
	5,1-6,0		90-100	110-120	90-100	80-90	40-50	10-20	120-140	100-120	80-100	50-60	-
Яровые зерно- вые	2,0-3,0	Посл.	50-60	40-60	30-50	30-40	10-20	-	60-90	50-70	40-60	20-30	-
	3,1-4,0	50-60	60-70	60-80	50-70	40-60	20-30	-	90-110	70-90	60-80	30-40	-
	4,1-5,0		70-80	80-100	70-80	60-70	30-40	10-20	110-130	90-100	80-90	40-50	-
	5,1-6,0		80-90	100-110	80-90	70-80	40-50	10-20	130-150	100-110	90-100	50-60	15-20
Зернобобовые (зерно)	1,5-2,0	-	30-40	50-70	40-60	30-50	25-40	-	80-100	70-90	60-80	40-60	-
	2,1-2,5	-	40-45	70-85	60-75	50-60	40-50	10-15	100-120	90-110	80-100	60-80	-
	2,6-3,5	-	45-50	85-100	75-90	60-70	50-60	10-15	120-140	110-130	100-120	80-100	20-30
	3,6-4,5	-	50-55	100-140	90-120	70-90	60-70	15-20	140-150	130-140	120-130	100-120	30-40
Картофель	15,0-20,0	50-60	50-70	60-80	40-60	20-40	-	-	70-90	50-70	40-60	20-30	-
	20,1-25,0		70-80	80-90	60-70	40-50	-	-	90-100	70-80	60-70	30-40	-
	25,1-30,0		80-90	90-110	70-80	50-70	-	-	100-120	80-90	70-80	40-50	-
	30,1-40,0		90-120	110-140	80-110	70-90	10-20	-	120-160	90-130	80-110	50-60	10-20

Сахарная свекла	20,0-30,0	60	60-90	70-110	60-90	70-80	30-50	-	80-120	70-100	50-80	40-60	-
	30,1-40,0		90-110	110-130	90-110	80-90	50-60	10-20	120-150	100-130	80-100	60-80	-
	40,1-50,0		110-130	130-150	110-130	90-110	60-70	10-20	150-170	130-150	100-130	80-100	10-15
	50,1-60,0		130-150	150-180	130-150	110-130	70-80	20-25	170-200	150-170	130-150	100-120	15-20
Кормовая свекла	20,0-30,0	50-60	40-60	50-70	30-50	20-40	10-30	-	50-100	40-80	20-60	-	-
	30,1-50,0		60-110	70-120	50-90	40-80	30-50	-	100-120	80-160	60-120	20-50	-
	50,1-70,0		110-160	120-160	90-120	80-110	50-70	10-20	200-270	160-220	120-160	50-80	-
	70,1-90,0		160-200	160-200	120-160	110-140	70-90	20-30	270-340	220-290	160-200	80-110	-
Кукуруза (силос)	20,0-30,0	50-60	60-100	60-80	40-60	30-50	10-30	-	60-120	20-70	10-50	-	-
	30,1-40,0		100-130	80-100	60-80	50-70	30-40	-	120-160	90-110	50-80	-	-
	40,1-50,0		130-160	100-120	80-90	70-80	40-50	10-20	160-200	110-130	80-110	20-40	-
	50,1-60,0		160-190	120-140	90-110	80-100	50-60	10-20	200-220	130-160	110-130	40-60	-
Лен (волокно)	0,3-0,5	-	15-20	50-70	40-60	30-50	20-30	-	60-90	50-80	40-70	30-50	-
	0,5-0,7	-	20-25	70-90	60-80	50-70	30-50	10-15	90-110	80-100	70-90	50-70	-
	0,7-0,9	-	25-30	90-100	80-90	70-80	50-60	10-15	110-130	100-120	90-110	70-90	30-40
	0,9-1,1	-	30-35	100-120	90-100	80-90	60-70	15-20	130-150	120-140	110-130	90-110	40-50
Однолетние бобово-злаковые травы	10,0-20,0	-	30-50	30-50	20-40	20-30	10-20	-	70-110	50-90	40-80	30-50	-
	20,1-30,0	-	50-70	50-70	40-60	30-50	20-30	-	110-150	90-130	80-110	50-70	20-30
	30,1-40,0	-	70-80	70-90	60-80	50-70	30-40	-	150-180	130-160	110-140	70-90	30*40
	40,1-50,0	-	80-90	90-111	80-100	70-80	40-50	10-20	180-22	160-19	140-17	90-110	40-50

				0					0	0	0		
Многолетние бобо- во-злаковые травы	3,0-4,0	-	40-50	50-80	45-60	40-50	30-40	-	100-120	90-110	80-100	50-80	-
	4,1-6,0	-	50-60	80-100	60-70	50-60	40-50	-	120-150	110-140	100-130	80-120	30-40
	6,1-8,0	-	60-70	100-120	70-100	60-90	50-60	20-30	150-170	140-160	130-150	120-140	40-50
	8,1-10,0	-	70-90	120-140	100-120	90-100	60-70	30-40	170-200	160-190	150-170	140-160	50-60

