

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина»

Факультет агрономии и экологии

Кафедра ботаники и кормопроизводства

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Методические рекомендации
к практическим занятиям
для студентов-магистрантов

Краснодар
КубГАУ
2017

Составители : В. С. Ульянов, Т. В. Князева

Программирование урожаев сельскохозяйственных культур : метод. рекомендации / сост. В. С. Ульянов, Т. В. Князева. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 50 с.

В методических рекомендациях изложено выполнение заданий по программированию урожаев сельскохозяйственных культур, даны примеры расчетов и записи их результатов по предлагаемым формам.

Предназначены для студентов-магистрантов факультета агрономии и экологии.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией агрономического факультета Кубанского госагроуниверситета, протокол № 2 от 30.10.2017.

Председатель
методической комиссии

В. П. Василько

© Ульянов В. С., Князева Т. В.,
составление, 2017

© ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени
И. Т. Трубилина», 2017

Введение

Научно-технический прогресс в земледелии положил начало новому направлению – программированию урожаев сельскохозяйственных культур.

Программирование урожаев – это разработка комплекса взаимосвязанных агротехнических мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых обеспечивает получение высоких рассчитанных урожаев при одновременном повышении почвенного плодородия и удовлетворения требований охраны окружающей среды.

Целью данного пособия является изучение студентами научных основ программирования урожаев, как метода комплексного подхода в реализации достижений науки и эффективного использования имеющихся резервов в получении высоких гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур.

В процессе обучения ставятся задачи:

- ознакомить студентов с теоретическими основами программирования урожаев сельскохозяйственных культур;
- научить анализировать данные метеорологических факторов, состояние водно-воздушного режима почвы;
- научить различным методам расчета заданных урожаев сельскохозяйственных культур при программировании и прогнозировании урожаев.

Тема 1. Прогнозирование урожайности полевых культур

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

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

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

Исходная информация приведена в Приложении А.

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

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

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

При программировании урожайности полевых культур рассматривают три ее уровня:

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

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

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

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

где $Y_{\text{биол.}}$ – урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га;
 Q – приход ФАР за вегетацию культуры, млрд. ккал./га;
 K – коэффициент использования ФАР посевами;
 q – калорийность единицы органического вещества, ккал./кг.

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

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

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

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

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

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

C – стандартная влажность по ГОСТу, %;

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

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

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

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

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

где $Y_{\text{биол.}}$ – урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га;
 W – запасы продуктивной влаги за вегетацию, мм;
 K_B – коэффициент водопотребления.

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

Запасы продуктивной влаги определяются по формуле:

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

где W – запасы продуктивной влаги за вегетацию, мм;
 W_0 – запасы продуктивной влаги в 0-100 см слое, мм;
 d – коэффициент использования осадков;
 O_B – осадки за вегетацию культуры, мм.

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

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

Осадки - O_B , мм

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

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

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

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

C – стандартная влажность по ГОСТу, %;

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

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

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

$$K_p = \frac{W \times T_B}{36 \times R},$$

где K_p – биогидротермический потенциал, балл;

W – запасы продуктивной влаги за вегетацию, мм

T_B – период вегетации, декад;

36 – число декад в году;

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

(2,55 млрд. ккал./га соответствует 25,5 ккал./см²)

Величину урожайности абсолютно сухой биомассы определяют по формуле:

$$Y_{\text{биол.}} = B \times K_p,$$

где: $Y_{\text{биол.}}$ – урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га;
 B – коэффициент, равный 20 ц/га сухой биомассы;
 K_p – биогидротермический потенциал, балл.

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

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

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

C – стандартная влажность по ГОСТу,

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

Тема 2. Расчет потребности основных элементов питания на запланированный урожай

При обосновании доз удобрений на запланированный урожай на всех типах почв необходимо учитывать следующие показатели:

1. Уровень планируемой урожайности;
2. Химический состав основной и побочной продукции;
3. Вынос основных элементов питания единицей урожая с учетом основной и побочной продукции;
4. Обеспеченность почв доступным для растений азотом, фосфором и калием;
5. Коэффициенты использования основных элементов питания полевыми культурами из почвы, органических и минеральных удобрений;
6. Сроки и способы внесения удобрений;
7. Окупаемость удобрений;
8. Урожайность за последние 5 лет на поле без внесения удобрений.

Существуют различные методы расчета доз удобрений:

Задание 1. Расчет доз удобрений на планируемую прибавку урожайности с использованием минеральных удобрений.

Задание 2. Расчет доз удобрений на планируемую прибавку урожайности с использованием органических и минеральных удобрений.

Задание 3. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность с учетом эффективного плодородия почвы и использования минеральных удобрений.

Задание 4. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность с учетом эффективного плодородия почвы и использования органических и минеральных удобрений.

Задание 5. Расчет доз удобрений по бальной оценке почв.

Задание 6. Расчет баланса питательных веществ в посевах.

Исходная информация приведена в Приложении Б.

Самостоятельная работа предполагает изучение литературы по системе удобрений при программировании урожаев, фото, фильмов, электронных материалов.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1. Расчет доз удобрений на планируемую прибавку урожайности с использованием минеральных удобрений.

Культура _____

Планируемая урожайность, ц/га _____

Возможная урожайность без внесения удобрений, ц/га _____

Планируемая прибавка за счет питательных веществ вносимых удобрений, ц/га _____

Таблица 1 – Расчет доз минеральных удобрений

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос 1 ц зерна (корнеплодов) и соответствующим количеством побочной продукции, кг			
2	Общий вынос на заданную прибавку урожайности, кг/га			
3	Коэффициент использования NPK из минеральных удобрений, %			
4	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га			
5	Действующее вещество минерального удобрения, %			
6	Требуется внести туков, ц/га			

Логическую схему расчета доз NPK на прибавку урожайности при внесении только минеральных удобрений можно заменить формулой:

$$Д \text{ д. в. пр.} = \frac{(100 \times Вп)}{К_y \times С},$$

где Д д.в. пр. – планируемая прибавка урожайности, ц/га;

Вп – вынос питательного вещества прибавкой урожая, кг/га;

С – содержание питательных веществ в минеральном удобрении, %;

K_y – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %.

Задание 2. Расчет доз удобрений на планируемую прибавку урожайности с использованием органических и минеральных удобрений.

Культура _____

Планируемая урожайность, ц/га _____

Возможная урожайность без внесения удобрений, ц/га _____

Планируемая прибавка за счет питательных веществ вносимых удобрений, ц/га _____

Таблица 2 – Расчет доз органических и минеральных удобрений

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос 1 ц зерна (корнеплодов) и соответствующим количеством побочной продукции, кг			

Продолжение таблицы 2

2	Общий вынос на заданную прибавку урожайности, кг/га			
3	Содержится NPK в 1 т навоза, кг			
4	Будет внесено NPK с _____ т навоза, кг			
5	Коэффициент использования NPK из органического удобрения, %			
6	Будет усвоено NPK из навоза, кг/га			
7	Требуется довести минеральных удобрений, кг/га			
8	Коэффициент использования NPK из минеральных удобрений, %			
9	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га			
10	Действующее вещество минерального удобрения, %			
11	Требуется внести туков, ц/га			

При совместном использовании навоза и минеральных удобрений применяют следующую формулу:

$$Д д. в. пр. = \frac{(100 \times Вп) - (До \times Со \times Ко)}{Ку \times С},$$

где Д д.в. пр. – планируемая прибавка урожайности, ц/га;

Вп – вынос питательного вещества прибавкой урожая, кг/га;

Ку – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %;

С – содержание питательных веществ в минеральном удобрении, %;

До – доза органического удобрения, т/га;

Со – содержание питательных веществ в 1 т навоза, кг

Ко – коэффициент использования питательных веществ органического удобрения, %.

Задание 3. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность с учетом эффективного плодородия почвы и использования минеральных удобрений.

Культура _____
 Планируемая урожайность, ц/га _____

Таблица 3 – Расчет доз органических и минеральных удобрений

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос 1 ц зерна (корнеплодов) и соответствующим количеством побочной продукции, кг			
2	Общий вынос на заданный урожай, кг/га			
3	Содержится в почве: а) мг/100 г почвы б) кг/га (К _п)			
4	Коэффициент использования NPK из почвы, %			
5	Будет усвоено из почвы, кг/га			
6	Требуется довести минеральных удобрений, кг/га			
7	Коэффициент использования NPK из минеральных удобрений, %			
8	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га			
9	Действующее вещество минерального удобрения, %			
10	Требуется внести туков, ц/га			

Логическую схему расчета доз NPK можно заменить формулой:

$$Д \text{ д. в. пр.} = \frac{(100 \times Вп) - (П \times Кп)}{Ку \times С},$$

где D д.в. – доза NPK на планируемую урожай, кг/га;
 B_p – вынос питательного вещества урожаем, кг/га;
 P – содержание доступных питательных веществ в почве, кг/га;
 K_p – коэффициент использования питательных веществ из почвы, %;
 K_u – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %;
 C – содержание питательных веществ в минеральном удобрении, %.

Задание 4. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность с учетом эффективного плодородия почвы и использования органических и минеральных удобрений.

Культура _____
 Планируемая урожайность, ц/га _____

Таблица 4 – Расчет доз органических и минеральных удобрений

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос 1 ц зерна (корнеплодов) и соответствующим количеством побочной продукции, кг			
2	Общий вынос на заданный урожай, кг/га			
3	Содержится в почве: а) мг/100 г почвы б) кг/га (K_n)			
4	Коэффициент использования NPK из почвы, %			
5	Будет усвоено из почвы, кг/га			
6	Не достает до полной потребности, кг/га			
7	Содержится NPK в 1 т навоза, кг			
8	Будет внесено NPK с _____ т навоза, кг			

Продолжение таблицы 4

9	Коэффициент использования NPK из органического удобрения, %			
10	Будет усвоено из навоза, кг/га			
11	Требуется довести минеральных удобрений, кг/га			
12	Коэффициент использования NPK из минеральных удобрений, %			
13	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га			
14	Действующее вещество минерального удобрения, %			
15	Требуется внести туков, ц/га			

Логическую схему расчета доз NPK можно заменить формулой:

$$Д \text{ д. в. пр.} = \frac{(100 \times Вп) - (П \times Кп) - (До \times Со \times Ко)}{Ку \times С},$$

где Д д.в. – доза NPK на планируемый урожай, кг/га;

Вп – вынос питательного вещества урожаем, кг/га;

П – содержание доступных питательных веществ в почве, кг/га;

Кп – коэффициент использования питательных веществ из почвы, %;

Ку – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %;

С – содержание питательных веществ в минеральном удобрении, %;

До – доза органического удобрения, т/га;

Со – содержание питательных веществ в 1 т навоза, кг

Ко – коэффициент использования питательных веществ органического удобрения, %.

Задание 5. Расчет доз удобрений по балльной оценке почв.

Бонитировка почв (доброкачественность) – это сравнительная оценка качества почв, их производительной способности.

На основе корреляционной связи между почвами и урожайностью составляют оценочную шкалу для определения предварительного бонитета почв.

Принята 100 балльная оценочная шкала, где средней по качеству почве присваивается 100 баллов.

Для установления предварительного бонитета различных почв необходимо знать название почв, мощность гумусового горизонта, запасы гумуса, механический состав и урожайность культур.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

1. По рабочей оценочной шкале определяется бонитет каждой почвенной разновидности в баллах.

$A+B=100$ см. Находим по шкале, что балл при такой мощности равен 133 баллам.

2. Находим запасы гумуса в горизонтах (A+B) почвенных разновидностей поля по формуле:

$$H = \frac{a \times 10000 \times ов \times c}{100},$$

где H – запасы гумуса, т/га;

a - мощность определяемого слоя, м;

ов - объемная масса определяемого слоя, г/см³;

c - содержание гумуса в определяемом слое, %.

Например:

В мощном выщелоченном малогумусном глинистом черноземе мощность горизонтов $A+B=100$ см, гумуса в

слое 0-20 см – 4,5 %, в слое 20-40 см – 4 %, 40-60 см – 3 %, в слое 60-80 см и 80-100 см – 2 %. Объемная масса в слое 0-20, 20-40, 40-60 см равен 1,2 г/см³, в слое 60-80 и 80-100 см – 1,3 г/см³.

$$H_{0-20} = \frac{0,2 \times 10000 \times 1,2 \times 4,5}{100} = 108 \text{ т/га}$$

$$H_{20-40} = \frac{0,2 \times 10000 \times 1,2 \times 4}{100} = 96 \text{ т/га}$$

$$H_{40-60} = \frac{0,2 \times 10000 \times 1,2 \times 3}{100} = 72 \text{ т/га}$$

$$H_{60-80} = \frac{0,2 \times 10000 \times 1,2 \times 2}{100} = 52 \text{ т/га}$$

$$H_{80-100} = \frac{0,2 \times 10000 \times 1,2 \times 2}{100} = 52 \text{ т/га}$$

Таким образом, запас гумуса в горизонте мощностью 100 см равен:

$$H_{0-100 \text{ см}} = 108 + 96 + 72 + 52 + 52 = 380 \text{ т/га}$$

Но в таблице приведена сумма баллов для запасов гумуса 375 т/га – 88 б.

$$380 - 375 = 5 \text{ т/га}$$

Надо найти, сколько баллов приходится на 5 т/га и к 88 баллам (оценка 375 т/га) прибавить недостающие баллы. Проводим расчет и находим цену 1 тонны гумуса в баллах:

$$375 \text{ т/га} = 88 \text{ баллов}$$

$$400 \text{ т/га} = 94 \text{ балла}$$

$$400 - 375 = 25 \text{ т/га};$$

94 – 88 = 6 баллов, отсюда 6 баллов: 25 т/га гумуса = 0,24 балла приходится на 1 т/га.

Поскольку разность составляет 5 т/га, следовательно, 0,24 × 5 = 1,2 балла, значит 380 т/га = 88 + 1,2 = 89,2 балла.

В общем по мощности горизонтов А+В и запасам гумуса средний бонитет почвы равен (133 + 89,2):2 = 111,1 балла.

Вводим поправочный коэффициент по механическому составу.

Находим средний бонитет почвы по природным признакам – $111,1 \times 0,8 = 88,9$ балла.

Поправочный коэффициент по механическому составу равен: для глинистых разновидностей – 0,8; для легкосуглинистых – 0,9; для тяжелосуглинистых – 0,9; для суглинистых – 1,0; для супесчаных – 0,7; для песчаных – 0,5.

Вычисляем средний бонитет почвенной разновидности с учетом полученного балла по природным признакам (88,9) и балл по урожайности, который находится по шкалам.

Предположим, что урожайность равна 32 ц/га, а сумма баллов для такого уровня урожайности равна 160 баллам.

Поэтому средний бонитет почвы равен (88,9 б. + 160 б.):
 $2 = 124,5$ балла.

Рассмотрим методику расчета доз удобрений на запланированный урожай. Предположим, что мы планируем получить урожай озимой пшеницы 70 ц/га зерна. $B_{п}$ (средний бонитет почвы) – 124,5.

Цена балла по озимой пшенице 0,50.

Поправочный коэффициент на агрохимические свойства почвы -1,0.

Определяем величину урожая, которую можно получить за счет эффективного плодородия почвы по формуле:

$$У = B_{п} * Ц_{бп} * К = 124,5 * 0,50 * 1,0 = 62,3 \text{ ц/га}$$

Планируемый урожай озимой пшеницы - 70 ц/га. Следовательно, при внесении удобрений прибавка зерна составит (70 - 62,3 = 7,7 ц/га).

Расчет доз удобрений на планируемую прибавку 7,7 ц/га заносим в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет доз внесения минеральных удобрений на планируемую прибавку урожая озимой пшеницы

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Планируемая прибавка	7,7 ц/га		
2	Выносятся на 1 ц зерна, кг	3,0	1,5	3,0
3	Общий вынос на прибавку, кг/га	23,1	11,6	23,1
4	Коэффициент использования из минеральных удобрений, %	50	40	90
5	Требуется внести, кг/га	46,2	29,0	25,6
6	Действующего вещества в минеральном удобрении, %	20	46	40
7	Требуется внести туков, ц/га	2,3	0,6	0,6

Проверяем расчеты на прибавку урожая по логической схеме по формуле:

$$D_T = \frac{V_{п} \times 100}{K_{у} \times C},$$

где $V_{п}$ – общий вынос на планируемую прибавку, кг/га;

$K_{у}$ – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %;

C – действующего вещества в минеральном удобрении, %.

$$D_{\text{азота}} = \frac{23,1 \times 100}{50 \times 20} = 2,3 \text{ ц/га}$$

$$D_{\text{фосфора}} = \frac{11,6 \times 100}{40 \times 46} = 0,6 \text{ ц/га}$$

$$D_{\text{калия}} = \frac{23,1 \times 100}{90 \times 40} = 0,6 \text{ ц/га}$$

Показатель цены одного балла почвы динамичен, поэтому устанавливается только на определенный период. Цена балла пашни рассчитывается путем деления величины

урожайности (ц/га), полученной без удобрений, на бонитет почвы по данной культуре.

Задание 6. Расчет баланса питательных веществ в посевах.

После уборки урожая для каждого поля севооборота рассчитывается баланс питательных веществ. Для этого необходимо рассчитать дозы удобрений на заданный урожай.

Таблица 6 – Расчет доз удобрений под озимую пшеницу

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Заданный урожай, ц/га	50		
2	Вынос 1 ц зерна и соответствующим количеством соломы, кг	3,2	1,5	2,3
3	Общий вынос заданным урожаем, кг/га	160	75	115
4	Содержится в почве: а) мг/100 г почвы б) кг/га (0,8х30=24 кг/га) (K _н)	0,8 24	1,0 30	20 600
5	Коэффициент использования NPK из почвы, %	25	8	10
6	Будет усвоено из почвы, кг/га (24х25:100=6 кг/га)	6	2,4	60
7	Требуется довести минеральных удобрений, кг/га	154	72,6	55
8	Коэффициент использования NPK из минеральных удобрений, %	60	25	65
9	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га	256,7	290,4	84,6

Предположим, что расчет сделан на получение 50 ц/га зерна озимой пшеницы, фактический урожай составил 52 ц/га.

Таким количеством зерна и побочной продукции из почвы выносятся:

- а) азота 166,4 кг ($52 \times 3,2 = 166,4$);
 б) фосфора 78,0 кг ($52 \times 1,5 = 78,0$);
 в) калия 119,6 кг ($52 \times 2,3 = 119,6$).

Доля участия питательных веществ почвы в общем выносе определяется по формуле:

$$Нп (N) = \frac{Вп \times 100}{Воб.} = \frac{6,0 \times 100}{166,4} = 3,6 \%$$

$$Нп (P_2O_5) = \frac{Вп \times 100}{Воб.} = \frac{2,4 \times 100}{78,0} = 30,8 \%,$$

$$Нп (K_2O) = \frac{Вп \times 100}{Воб.} = \frac{60 \times 100}{119,6} = 50,2 \%,$$

где Нп - доля питательного вещества в общем выносе, %;

Вп - вынос питательного вещества из почвы, кг/га;

Воб.- общий вынос питательного вещества фактическим урожаем, кг/га.

Следовательно, в общем выносе на долю азота, усвоенного из почвы, приходится 3,6 %; фосфора - 30,8 % и калия - 50,2 %.

Таблица 7 – Определение баланса элементов питания под посевами озимой пшеницы

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Внесено под озимую пшеницу, кг/га	256,7	290,4	84,6
2	Фактическая урожайность на данном поле, ц/га	52		
3	Внесено с урожаем, кг/га	166,4	78	119,6
	В том числе:			
	а) из почвы	6	2,4	60
	б) из удобрений	160,4	75,6	59,6
	(по P ₂ O ₅ – $78 - 2,4 = 75,6$)			

Продолжение таблицы 7

4	Усвоено из внесенных минеральных удобрений, % по азоту (160,4×100): 256,7	62,5	26,0	70,4
5	Осталось в почве удобрений, кг/га (по азоту – 256,7-160,4	96,3	214,8	25,0

Доля участия питательных веществ из минеральных удобрений рассчитывается по формуле:

$$N_y(N) = \frac{B_y \times 100}{B_{об.}} = \frac{160,4 \times 100}{166,4} = 96,4 \%$$

$$N_y(P_2O_5) = \frac{B_y \times 100}{B_{об.}} = \frac{75,6 \times 100}{78,0} = 96,9 \%,$$

$$N_y(K_2O) = \frac{B_y \times 100}{B_{об.}} = \frac{59,6 \times 100}{119,6} = 49,8 \%,$$

где N_y - доля питательного вещества удобрений в общем выносе, %;

B_y - вынос питательного вещества из удобрений, кг/га;

$B_{об.}$ - общий вынос питательного вещества фактическим урожаем, кг/га.

Для более точного баланса элементов питания необходимо в статье прихода учесть поступление NPK с посевным материалом, пожнивными и корневыми остатками, накопление биологического азота, а также приход элементов питания с атмосферными осадками. Это дает возможность при бездефицитном балансе значительно сократить потребление NPK на планируемый урожай.

Проведем расчет доз азота, фосфора и калия с учетом последствий минеральных удобрений.

При внесении высоких доз удобрений под предшествующую культуру, последующей за ней значительная часть урожая формируется за счет остаточных элементов питания.

Это количество азота, фосфора и калия должно быть исключено из общей потребности.

Таблица 8 – Расчет доз удобрений на заданный урожай озимого ячменя с учетом последействия удобрений, внесенных под предшественник - озимая пшеница

№ п/п	Показатель	Удобрение		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Заданный урожай, ц/га	50		
2	Вынос 1 ц зерна и соответствующим количеством соломы, кг	2,5	1,1	2,0
3	Общий вынос заданным урожаем, кг/га	125	55	100
4	Содержится в почве: а) мг/100 г почвы б) кг/га (0,8х30=24 кг/га) (K _н)	0,8 24	1,0 30	20 600
5	Коэффициент использования NPK из почвы, %	20	7	8
6	Будет усвоено из почвы, кг/га	4,8	2,1	48
7	Доза NPK, не использованная предшественником, кг/га	96,3	214,8	25,0
8	Коэффициент использования NPK удобрений последействии, %	15	10	20
9	Может быть вынесено из туков последействии, кг/га	14,4	21,5	5,0
10	Необходимо довести недостающее количество, кг/га (п. 3 – п. 6 – п. 9)	105,8	31,4	47,0
11	Коэффициент использования туков в год внесения, %	85	25	60
12	Потребуется внести с учетом коэффициента использования, кг/га	124,5	125,6	78,3

Следовательно, для получения 50 ц/га зерна озимого ячменя, с учетом последействия внесенных под озимую пшеницу туков, потребовалось: азота – 124,5 кг; фосфора – 125,6 кг и калия – 78,3 кг или в сумме 328,4 кг д. в.

Формула расчета доз удобрений, с учетом последствий ранее внесенных, имеет следующий вид:

$$Д = \frac{(100 \times Вп) - (П \times Кп) - (Дос. \times Кос.)}{Ку},$$

где: Д – доза удобрений с учетом последствий, кг/га;

Вп – вынос питательного вещества урожаем, кг/га;

П – содержание доступных питательных веществ, кг/га;

Кп – коэффициент использования питательных веществ из почвы, %;

Ку – коэффициент использования питательных веществ из удобрений, %;

Д ос. – остаточное количество питательных веществ, внесенных под предшествующую культуру, кг/га;

К ос. – коэффициент использования питательных веществ в последствии, %.

Пример расчета:

$$Д = \frac{(100 \times 125) - (24 \times 20) - (96,3 \times 15)}{85} = 124,5 \text{ кг/га}$$

Без учета последствий потребовалось бы внести:

$$Д = \frac{(100 \times 125) - (24 \times 20)}{85} = 141,4 \text{ кг/га}$$

Тема 3. Структура посева и урожай

Задание 1. Определение уровня биологической урожайности по структурной формуле урожая Савицкого М. С.

Задание 2. Агробиологическое обоснование величины урожайности зерновых культур по густоте стеблестоя (по Травину И. С.).

Исходная информация приведена в Приложении В.

Самостоятельная работа предполагает изучение литературы по структурным показателям посевов, фото, фильмов, электронных материалов.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1. Определение уровня биологической урожайности по структурной формуле урожая Савицкого М. С.

Формула определения биологического урожая:

$$y = \frac{(C \times B)}{10},$$

где Y – биологическая урожайность зерна, ц/га,

C – количество продуктивных стеблей на 1 м^2 при уборке,

B – масса зерна с 1 колоса (метелки), г,

10 – число для пересчета урожайности в ц/га.

Показатели структуры урожая позволяют объяснить, за счет каких элементов получен данный уровень урожайности. Анализ структуры урожая дает возможность рассчитать урожайность биологическую и $K_{\text{хоз.}}$, то есть долю хозяйственной части урожая в общем биологическом.

Задача 1. По данным анализа структуры урожая провести расчет биологической урожайности и определить $K_{хоз}$ зерновых культур. Записать данные в таблицу 9.

Таблица 9 – Анализ структуры урожая при разном уровне урожайности

Урожайность, ц/га	Количество растений на 1 м ² , шт.	Количество продуктивных стеблей на 1 м ² , шт.	Кустистость		Зерен в колосе, шт.	Масса, г		
			общая	продуктивная		зерна с колоса	зерна с 1 растения	1000 зерен
Озимая пшеница								
Озимый ячмень								

Задание 2. Агробиологическое обоснование величины урожайности зерновых культур по густоте стеблестоя (по Травину И. С.).

Каждому уровню должна соответствовать своя норма высева, которая определяется по формуле:

$$Нв = \frac{(У \times 100)}{(П \times К \times В)} \times Пв,$$

где Нв – норма высева, кг/га;

У – урожайность, ц/га;

П – продуктивность 1 стебля, г,

К – продуктивная кустистость;

В – выживаемость, %;

Пв – полевая всхожесть, %.

Весовая норма высева определяется с учетом массы 1000 зерен.

Количественная норма высева определяется по числу всхожих семян.

Пример расчета: Для получения 50 ц/га зерна озимого ячменя количество продуктивных стеблей к уборке должно составлять 630 шт./м². При продуктивной кустистости 1,7 к уборке необходимо сохранить 370 растений на 1 м² (630:1,7). Если к этому времени останется 75 % растений, то для получения 50 ц/га зерна на каждый гектар потребуется высеять 4,9 млн. всхожих семян (370 растений на 1 м²: 75 % x 100 = 490 всхожих семян на 1 м²).

Поскольку у озимого ячменя более высокая кустистость, то при повышенных нормах высева густота стояния растений снижается, а при пониженных – возрастает. За счет кущения при повышенных нормах (6 млн./га) формируется 36-46 % продуктивных стеблей, а при пониженных – (4 млн./га) 51-57 %.

Тема 4. **Определение показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах**

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

Задание 2. Расчет величины фотосинтетического потенциала.

Задание 3. Определение показателя чистой продуктивности фотосинтеза.

Исходная информация приведена в Приложении Г.

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

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

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

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

Динамика формирования площади листовой поверхности посевов приведена в Приложении Г.

На основании приведенных данных построить график нарастания площади листьев:

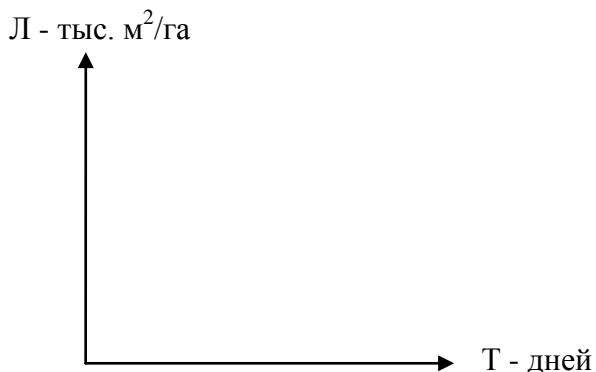


Рисунок 1 – Динамика нарастания площади листьев

Задание 2. Расчет величины фотосинтетического потенциала.

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

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

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

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

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

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

Т – продолжительность периода, дней.

$$\Phi\Pi = \frac{(L_1+L_2)\times T_1+(L_2+L_3)\times T_2+((L_3+L_4)\times T_3+\dots}{2},$$

где L_1 и L_2 – площадь листьев в предыдущую и последующую дату определения, тыс. $\text{м}^2/\text{га}$

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

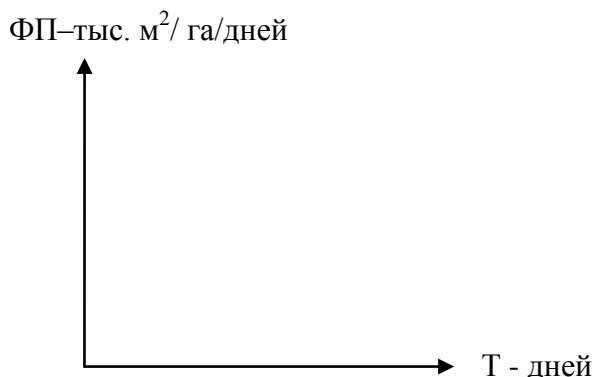


Рисунок 2 – Динамика изменения ФП в течение вегетации

Задание 3. Определение показателя чистой продуктивности фотосинтеза.

Чистая продуктивность фотосинтеза – это количество сухого вещества, синтезируемое 1 м^2 зеленой части растения (в основном листьев) за сутки.

Зная величину фотосинтетического потенциала (ФП) и урожайность абсолютно сухой биомассы (Приложение Г)

можно рассчитать показатель чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) по формуле:

$$\text{ЧПФ} = \frac{y}{\text{ФП}},$$

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

У – урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га

ФП – фотосинтетический потенциал, тыс. м²/га×дней.

$$\text{ЧПФ}_1 = \frac{2(B_2 - B_1)}{(Л_1 + Л_2) \times Т_1}, \text{ЧПФ}_2 = \frac{2(B_3 - B_2)}{(Л_2 + Л_3) \times Т_2}, \text{ЧПФ}_3 = \dots,$$

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

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

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

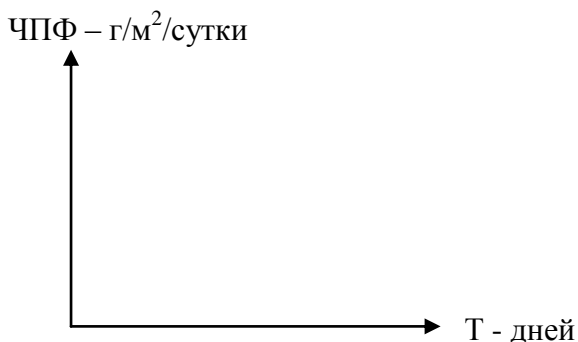


Рисунок 3 – Динамика изменения чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) в течение вегетации культуры

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

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

Месяц	Актинометрическая станция	
	г. Сочи	Совхоз Гигант Ростовской области
Январь	1,7	1,5
Февраль	2,4	2,5
Март	3,2	4,5
Апрель	4,9	5,7
Май	6,9	7,9
Июнь	7,9	8,2
Июль	8,0	8,2
Август	7,2	7,2
Сентябрь	5,0	5,4
Октябрь	3,3	3,4
Ноябрь	1,9	1,8
Декабрь	1,4	1,2
За год	53,8	57,4
За период t 10°C	43,2	41,1
За период t 5°C	50,6	46,5

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

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

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

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

Таблица А 4 – Средние многолетние осадки, по зонам Краснодарского края, мм

Месяц	Агроклиматический район				
	1 Кущевская	2 Кореновск	3 Краснодар	4 Крымск	5 Туапсе
Январь	38	42	50	62	137
Февраль	35	37	50	64	122
Март	33	42	48	52	93
Апрель	34	37	48	39	75
Май	39	48	57	45	58
Июнь	60	65	67	62	81
Июль	58	49	60	62	112
Август	34	41	48	40	111
Сентябрь	29	32	38	41	102
Октябрь	37	42	52	57	116
Ноябрь	40	47	59	62	117
Декабрь	42	49	66	71	140
За год	479	531	643	657	1264

Территория Краснодарского края по условиям увлажнения делится на 5 зон:

1 Засушливая (450-500 мм) – Кушевский, Новопокровский, Белоглинский, большая часть Ейского, Щербиновского, Староминского и Павловского районов.

2 Неустойчивого увлажнения(500-600 мм) – Каневской, Брюховецкий, Выселковский, Кореновский, Тимашевский, Ленинградский, Тихорецкий, Усть-Лабинский, Кавказский и Новокубанский районы.

3 Умеренного увлажнения(600-700 мм) – Славянский, Красноармейский, Динской и Белореченский районы.

4 Влажная(650-800 мм) – Крымский, Абинский, Северский, Апшеронский, Лабинский и Отрадненский районы.

5 Избыточного увлажнения (800-1500 мм) – Сочи, Туапсинский, южная часть Абинского, Северского, Апшеронского и Лабинского районов.

Таблица А 5 – Влагообеспеченность культур по зонам Краснодарского края в период посева яровых и отрастания озимых

Культура	Запас продуктивной влаги, мм				
	1 Кушевская	2 Кореновск	3 Краснодар	4 Крымск	5 Туапсе
Пшеница озимая	120-132	133-186	160-218	204-220	-
Кукуруза на зерно	116-120	106-121	176-216	170-189	-
Подсолнечник	120-132	128-135	171-223	-	-
Соя	116-120	106-121	176-216	170-189	-
Свекла сахарная	121-127	101-179	180-195	-	-
Свекла кормовая	121-127	101-179	180-195	-	-
Люцерна на сено	121-127	101-179	180-195	-	-

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

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

Приложение Б

Таблица Б 1 – Вынос азота, фосфора и калия 1 ц основной с соответствующим количеством побочной продукции полевыми культурами (В), кг

Культура	Азот	Фосфор	Калий	Сумма NPK на 1 ц урожая, кг
Пшеница озимая	3,0-4,0	1,3-1,5	2,5-3,0	6,40
Кукуруза на зерно	2,2-3,6	0,6-1,2	2,4-3,7	7,18
Подсолнечник	5,0-6,0	2,2-2,6	10,0-15,0	27,2
Соя	7,24	1,41	1,93	10,58
Свекла сахарная	0,45-0,59	0,15-0,18	0,63-0,75	1,52
Свекла кормовая	0,24-0,40	0,10-0,13	0,25-0,46	0,99
Люцерна на сено	2,6	0,65	1,5	4,75

Таблица Б 2 – Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из минеральных удобрений в 1-й год (K_y), % (по Лапченкову Г. Я.)

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Пшеница озимая	50-85	15-45	55-95
Кукуруза на зерно	65-85	25-45	75-95
Подсолнечник	55-75	25-35	65-95
Соя	50-75	25-40	65-80
Свекла сахарная	60-85	25-45	70-95
Свекла кормовая	65-90	30-45	80-95
Люцерна на сено	80-95	30-45	80-95

Таблица Б 3 – Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из почвы (K_n), % (по Лапченкову Г. Я.)

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Пшеница озимая	20-35	5-10	8-15
Кукуруза на зерно	25-40	6-13	8-18
Подсолнечник	30-45	7-17	8-24
Соя	30-45	9-14	6-12
Свекла сахарная	25-50	6-15	7-40
Свекла кормовая	25-45	5-12	6-25
Люцерна на сено	35-70	7-20	8-25

Таблица Б 4 – Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из органических удобрений в 1-й год (K_o), % (по Лапченкову Г. Я.)

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Пшеница озимая	20-35	30-50	50-70
Кукуруза на зерно	35-40	45-50	65-75
Подсолнечник	20-30	30-50	50-70
Соя	20-30	30-50	50-70
Свекла сахарная	15-40	20-50	60-70
Свекла кормовая	30-40	45-50	60-70
Люцерна на сено	20-30	30-50	50-70

Таблица Б 5 – Содержание основных элементов питания в почвах Краснодарского края, мг на 100 г почвы (по Симакину А. И.)

Тип почвы	Азот	Фосфор	Калий
Обыкновенный чернозем	очень низкое - меньше 0,5	низкое – 1,0	очень низкое - 10
	низкое – 0,5–0,8	среднее – 1,0-2,5	низкое – 10-20
	среднее – 0,8-1,5	высокое – 2,3-3,5	среднее – 20-30
	повышенное – 1,5-3,0		повышенное – 30-40

Продолжение таблицы Б 5

	высокое – 6,0		высокое – 40-60
	очень высокое – больше 6,0		
Выщелоченный чернозем	очень низкое - меньше 0,5	очень низкое - 5	очень низкое - 3
Слитой чернозем	низкое – 0,5–0,8	низкое – 5–10	низкое – 3–6
	среднее – 0,8–1,5	среднее – 10–15	среднее – 6–9
	повышенное – 1,5–3,0	повышенное – 15–25	повышенное – 9–12
	высокое – 6,0	высокое – 25–35	высокое – 12–18
	очень высокое – больше 6,0	очень высокое – больше 35	

Таблица Б 6 – Коэффициенты перевода из мг/100 г почвы питательного вещества в кг/га (K_n)

Слой почвы, см	Переводной коэффициент
0-20	30
0-25	34
0-28	38
0-30	41
0-32	44
0-35	48

Таблица Б 7 – Химический состав подстилочного навоза (по В.Т. Куркаеву)

Вид навоза	Содержание в 1 т, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
КРС	5,4	0,28	0,60
Свиной	8,4	0,58	0,62
Конский	5,9	0,26	0,59
Овчий	8,6	0,47	0,88

Таблица Б 8 – Содержание питательных веществ минеральных удобрений

Удобрение	Содержание д. в., %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Аммиачная селитра	34-35		
Мочевина	45-46		
Сульфат аммония	20-21		
Суперфосфат простой		18-21	
Суперфосфат двойной		45-48	
Хлористый калий			60
Калийная соль			40-42
Сульфат калия			48

Таблица Б 9 – Варианты заданий по теме «Бальная оценка почв»

Вариант		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Механический состав		суглинистый	тяжелосуглинистый	тяжелосуглинистый	суглинистый	глинистый	глинистый	суглинистый	тяжелосуглинистый	тяжелосуглинистый	суглинистый
Мощность горизонта А+В		130	125	120	115	110	105	100	130	125	120
0-20	С, %	5	5	5	4,5	4,5	4	4	5	5	5
	ОВ, г/см ³	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
20-40	С, %	5	5	4	4,5	4	4	4	4,5	5	4
	ОВ, г/см ³	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
40-60	С, %	4	3,5	4	3,5	3	3,5	4	4,5	3,5	4
	ОВ, г/см ³	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
60-80	С, %	3	3	3	3,5	2	2,5	2,5	3	3	3
	ОВ, г/см ³	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
80-100, 80-105	С, %	2	2	3	2,5	2	2	2	2	2	3
	ОВ, г/см ³	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4
100-110, 100-115, 100-120, 100-125, 100-130	С, %	1,5	2	2	1,5	1,5	-	-	1,5	2	2
	ОВ, г/см ³	1,3	1,4	1,4	1,2	1,3	-	-	1,3	1,4	1,4
Урожайность без внесения удобрений		31	30	29	28	27	26	25	31	30	29

Продолжение таблицы Б 9

Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Механический состав	глинистый	глинистый	суглинистый	тяжелосуглинистый	тяжелосуглинистый	тяжелосуглинистый	суглинистый	глинистый	глинистый	суглинистый	глинистый	
Мощность горизонта А+В	115	110	105	100	130	125	120	115	110	105	100	
0-20	С, %	4,5	4,5	4	4	5	5	5	4,5	4,5	4	4
	ОВ, г/см ³	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
20-40	С, %	4,5	4	4	4	5	5	4	4,5	4	4	4
	ОВ, г/см ³	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
40-60	С, %	3,5	3	3,5	4	4	3,5	4	3,5	3	3,5	4
	ОВ, г/см ³	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
60-80	С, %	3,5	2	2,5	2,5	3	3	3	3,5	2	2,2	2,5
	ОВ, г/см ³	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
80-100, 80-105	С, %	2,5	2	2	2	2	3	2,5	2	2	2	
	ОВ, г/см ³	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	
100-110 100-115 100-120 100-125 100-130	С, %	1,5	1,5	-	-	1,5	2	2	1,5	1,5	-	-
	ОВ, г/см ³	1,2	1,3	-	-	1,3	1,4	1,4	1,2	1,3	-	-
Урожайность без внесения удобрений	28	27	26	25	31	30	29	28	27	26	25	

Таблица Б 10 – Рабочая оценочная шкала для определения бонитета почв (по Ф. Я. Гаврилюк)^{х)}

Почва	A+B, см	Баллы	Гумус, т/га	Баллы	Урожайность, ц/га	Баллы
	140	-	-	-	33	165
	135	-	-	-	32	160
	130	173	700	165	31	155
	125	166	675	159	30	150
	120	160	650	153	29	145
Предкавказские черноземы	115	153	625	147	28	140
	110	146	600	141	27	135
	105	140	575	135	26	130
	100	133	550	130	25	125
Североприазов- ские черноземы	95	127	525	124	24	120
	90	120	500	118	23	115
	85	113	475	112	22	110
	80	107	450	106	21	105
Обыкновенные черноземы	75	100	425	100	20	100
	70	93	400	94	19	95
Южные черноземы	65	86	375	88	18	90

^{х)} Гаврилюк Ф. Я. Полевое исследование и картирование почв. – М: Высшая школа, 1963.

Таблица Б 11 – Цена одного балла пашни основных сельскохозяйственных культур

№№ п.п.	Культура	Цена балла пашни
1	Зерновые	0,39
2	Озимая пшеница	0,42
3	Кукуруза на зерно	0,57
4	Подсолнечник	0,29
5	Соя	0,25
6	Свекла сахарная	3,80
7	Свекла кормовая	4,55
8	Люцерна на сено	1,20

Приложение В

Таблица В 1 – Структура урожая озимого ячменя

№№ п/п	Показатель	Варианты								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Продуктивная кустистость	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8
2	Количество растений к уборке на 1 м ² , шт.	250	260	270	280	290	300	310	320	330
3	Количество продуктивных стеблей к уборке на 1 м ² , шт.	350	364	405	420	464	480	527	544	594
4	Масса зерна с колоса, г	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,32	1,35
5	Колосков в колосе, шт.	37,5	38,0	38,5	39,0	39,5	40,0	40,5	41,0	41,5
6	Зерен в колосе, шт.	37,5	38,0	38,5	39,0	39,5	40,0	40,5	41,0	41,5
7	Полевая всхожесть, %	87	87	87	87	87	87	87	87	87

Таблица В 2 – Структура урожая озимой пшеницы

№№ п/п	Показатель	Варианты								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Продуктивная кустистость	1,05	1,08	1,10	1,12	1,14	1,15	1,17	1,19	1,20
2	Количество растений к уборке на 1 м ² , шт.	286	306	327	348	368	391	410	429	458
3	Количество продуктивных стеблей к уборке на 1 м ² , шт.	300	330	360	390	420	450	480	510	550
4	Масса зерна с колоса, г	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,32
5	Колосков в колосе, шт.	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0
6	Зерен в колосе, шт.	37,0	37,5	38,0	38,5	39,0	39,5	40,0	40,5	41,0
7	Полевая всхожесть, %	88	88	88	88	88	88	88	88	88

Приложение Г

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

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

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

Вариант	Дата определения							
	01.06	15.06	01.07	15.07	01.08	15.08	01.09	15.09
Кукуруза на зерно								
1.	1,8	13,7	72,9	117,1	182,7	200,9	257,5	–
2.	1,5	15,2	89,6	152,2	266,8	355,7	402,1	–
3.	1,9	18,5	96,4	173,0	282,1	369,8	434,5	–
4.	1,9	16,7	92,2	179,9	313,3	376,2	432,1	–
5.	2,0	19,9	94,3	173,7	290,0	370,0	404,0	–
6.	1,8	23,0	110,8	188,3	338,3	398,2	491,5	
7.	1,8	21,7	112,8	201,7	308,5	410,0	473,1	–
8.	1,6	26,8	111,5	190,0	336,4	402,5	465,4	–
Соя								
9.	–	2,6	4,7	5,1	5,9	6,1	–	–
10.	–	2,0	4,5	5,4	5,7	7,0	–	–
11.	–	2,0	4,4	5,0	5,5	7,9	–	–
12.	–	2,0	3,7	4,1	5,0	6,2	–	–
13.	–	2,2	5,7	6,1	7,5	8,1	–	–
Свекла сахарная								
14.	5,8	20,6	54,1	96,4	118,5	125,6	114,8	112,9
15.	14,6	30,6	69,3	123,6	172,7	180,8	165,9	158,2
16.	18,8	34,8	88,6	148,8	192,0	218,8	177,8	171,4
17.	19,2	32,5	88,7	158,8	194,9	210,3	171,8	169,2
18.	19,5	36,3	86,2	144,5	181,2	207,4	165,1	163,5
19.	21,2	41,0	112,5	165,2	203,8	247,5	219,5	202,6
20.	21,0	40,6	107,1	159,1	208,3	252,0	206,5	197,6
21.	18,6	33,4	102,2	156,3	202,2	231,4	194,1	185,1
Свекла кормовая (семенники)								
22.	21,7	-	31,8	-	47,0	-	63,3	–
Вариант	Конец осенней вегетации		Начало весенней вегетации		Фаза колошения		Фаза молочной спелости	
Озимая пшеница								
23.	0,10		0,35		2,98		4,34	
24.	0,10		0,32		2,49		3,58	
25.	0,10		0,28		2,28		3,25	
26.	0,09		0,29		2,40		3,43	
27.	0,09		0,28		2,25		3,19	

Список рекомендуемой литературы

1. Можаяев Н. И. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / Н. И. Можаяев, Н. А. Серикпаев, Г. Ж. Стыбаев / Учебное пособие. – Астана: Фолиант, 2013. – 160 с.

2. Овчинников А. С. Программирование урожайности сельскохозяйственных культур при возделывании их с применением инновационных технологий: монография / А. С. Овчинников, И. Б. Борисенко, Ю. Н. Плескарев. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2011. – 124 с.

3. Кирюшин В. И. Агротехнологии / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. – Изд-во Лань, 2015. – 464 с.

4. Федотов В. А. Растениеводство / В. А. Федотов, Д. И. Щедрина. – Изд-во Лань, 2015. – 336 с.

5. Муравин Э. А. Агрехимия / Э. А. Муравин, Л. В. Ромодина, В. А. Литвинский. – Изд-во Academia, 2014. – 304 с.

6. Нецадим Н. Н. Мелиоративное земледелие юга России / Н. Н. Нецадим, В. П. Василько, А. В. Сисо. – Краснодар, 2007. – 270 с. Сайт кафедры общего и орошаемого земледелия.

7. Филин В. И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая / В. И. Филин. – Волгогр. гос. с.-х. акад. – Волгоград, 1994. – 266 с.

8. Баранов В. Д. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / В. Д. Баранов И. Т. Тараканов. – М. : Изд-во УДН, 1990. – 71 с.

8. Каюмов М. К. Программирование продуктивности полевых культур: справочник / Каюмов М. К. – М. : Росагропромиздат. 2-е изд., 1989. – 389 с.

Оглавление

Введение.....	3
Тема 1. Прогнозирование урожайности полевых культур...4	
Тема 2. Расчет потребности основных элементов питания на запланированный урожай.....	9
Тема 3. Структура посева и урожай.....	25
Тема 4. Определение показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах.....	28
Приложения.....	32
Список рекомендуемой литературы.....	48

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Методические рекомендации

Составители : **Ульянов** Владимир Семёнович,
Князева Татьяна Викторовна

Подписано в печать 2017. Формат 60 × 84 ¹/₈.
Усл. печ. л. – 2,9. Уч.-изд. л. – 2,3.
Тираж 30 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13