

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Институт фундаментальных и прикладных агrobiотехнологий  
Кафедра растениеводства и кормопроизводства

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ**

**Методические указания и задания  
по выполнению контрольной работы**

Новосибирск 2024

УДК 631.559 (07)

ББК 41.47, я 7

П 819

Кафедра растениеводства и кормопроизводства

Составитель: *Р.Р. Галеев*, доктор с.-х. наук, проф., *И.В. Кархардин*,  
старший преподаватель

Рецензент: *Е.Л. Лейболт*, канд. с.-х. наук, доц.

**Программирование урожаев:** методические указания и задания по выполнению контрольной работы / Новосибирский государственный аграрный университет, Институт фундаментальных и прикладных агrobiотехнологий; составители: Р.Р. Галеев, И.В. Кархардин. – Новосибирск, 2024. – 16 с.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Института фундаментальных и прикладных агrobiотехнологий (протокол № 3 от 23 января 2024 г.).

## ВВЕДЕНИЕ

Проблемы увеличения производства сельскохозяйственной продукции решаются путем дальнейшего повышения продуктивности пашни. Программирование урожаев позволяет повысить эффективность использования земель. Основой программирования является требование удовлетворения потребности растений в жизненно важных ресурсах для формирования заданного урожая. Программирование урожаев опирается на достижение большого числа смежных наук – физиологии растений, земледелия, растениеводства, почвоведения, агрохимии, метеорологии, агрофизики, а также математики, информатики и экономики. Программирование урожаев позволяет перейти к широкому использованию в агрономии количественных моделей.

Программирование урожаев позволяет управлять величиной и качеством урожая, и направлено на упорядочение организации агрофитоценоза как системы для достижения максимальной его продуктивности и включает: заблаговременное предварительное вычисление формирования урожая по заранее составленной программе с учётом физико-географических, почвенно-климатических, экономических условий зоны и биологических особенностей растений. Наряду с этим важна оптимизация путём достижения максимального урожая высокого качества с низкой себестоимостью при минимальных затратах труда, времени, материально-технических и других ресурсов.

Особую важность представляет использование метода математического планирования многофакторных опытов для получения объективной информации и установления закономерностей взаимодействия основных факторов формирования урожая. Представляет актуальность разработка программирования агрокомплексов и составление сетевых графиков (технологических карт) возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

*Цель дисциплины* – углубить теоретические знания по биологии сельскохозяйственных культур в плане формирования высокой продуктивности растений и изучения основ программирования урожаев.

*Задачи дисциплины:*

- учёт путей продуктивности сельскохозяйственных культур на основе учёта прихода ФАР и использования её потенциала, учёта биоклиматических

показателей влагообеспеченности посевов, а также фотосинтетического потенциала посевов;

- выявление потенциальных способностей культуры, агрофитоценоза и набора культур в пожнивных и поукосных посевах;
- разработки системы удобрения с учётом эффективного плодородия почвы и потребности растений;
- разработка комплекса агротехнических мероприятий для каждой культуры, направленных на получение запрограммированного урожая;
- всесторонний учёт и оптимальное применение основных законов и закономерностей земледелия в растениеводстве;
- разработка конкретных мер по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями растений;
- использование информационных цифровых технологий для оптимизации агротехнологических комплексов, обеспечивающих получение высокой урожайности и хорошего качества продукции.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ**

### ***1. Теоретические основы программирования урожая сельскохозяйственных культур***

Учет основных законов земледелия и растениеводства при программировании урожаев.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие составляющие используют для определения величины аккумулированной солнечной энергии?
2. Что такое теплотворная способность растений? Приведите несколько примеров.
3. Назовите теоретические основы программирования урожаев.
4. Назовите основные принципы программирования урожаев по И.С. Шатилову.
5. Какова роль информационных технологий в программировании урожаев сельскохозяйственных культур.

## ***2. Учет и использование основных факторов при программировании урожаев сельскохозяйственных культур***

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

### ***2.1. Комплекс метеорологических факторов, определяющих состояние и продуктивность с.-х. культур***

Температурный режим воздуха и почвы, оценка их влияния на величину и качество урожая сельскохозяйственных культур. Ресурсы тепла и обеспеченности им основных сельскохозяйственных культур.

### ***2.2. Система удобрений при программировании урожаев***

Исходные данные по качеству почв и эффективности удобрений под сельскохозяйственные культуры. Учет балла бонитета.

### ***2.3. Оптимизация условий водно-воздушного режима почвы при программировании урожаев с.-х. культур***

Вода и воздух как основные и незаменимые факторы продукционного процесса растений. Характеристика потребности растений в воде в целом за вегетацию, по межфазным периодам и этапам органогенеза.

### ***2.4. Защита растений от болезней, вредителей и сорняков в условиях программирования с.-х. культур***

Наиболее эффективное использование прогнозов службы защиты растений для разработки интегрированной системы мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

### ***2.5. Технологическая карта и её реализация с учетом меняющихся условий фотосинтеза. Система машин для индустриальной технологии***

Фотосинтетическая деятельность и продуктивность посевов. Коэффициент использования ФАР – интегральный показатель уровня продуктивности посева. Учет формирования фотосинтетического потенциала.

## *2.6. Организационно – технические мероприятия, обеспечивающие получение программируемых урожаев*

Определение состава бригад (звеньев) по выращиванию программированных урожаев. Подготовка кадров.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какими приборами определяют приход солнечной энергии?
2. Назовите виды солнечной радиации и дайте им характеристику.
3. Как определяют потенциальный урожай, зная приход ФАР?
4. Дайте характеристику составляющих, входящих в формулу для определения урожая с учётом прихода ФАР. В каких единицах они измеряются?
5. Назовите величины ФАР в различных зонах Сибири.
6. Определите продуктивность посевов в разных зонах Западной Сибири.
7. Какова разница в урожае полевых культур на севере и юге Сибири?
8. Роль температурного фактора в повышении урожайности.
9. Влагообеспеченность и урожайность сельскохозяйственных культур.
10. Роль интегрированной защиты растений в повышении урожайности.

## **3. Оптимизация программирования урожаев с.-х. культур на основе экономико-математического моделирования**

Агроэкологические функции урожайности сельскохозяйственных культур. Экономико-математические модели формирования урожаев.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Дать определение программированию урожаев.
2. Каким образом прогнозируют урожай? Опишите уравнение, используемое при прогнозировании.
3. Что такое планирование урожаев от достигнутого уровня? Приведите примеры.
4. Какие существуют различия между программированием, прогнозированием и планированием?
5. Что является оптимизацией программирования урожаев сельскохозяйственных культур на основе экономико-математического моделирования?
6. Каковы основы агроэкологических функций урожайности сельскохозяйственных культур?

7. Приведите примеры экономико-математических моделей формирования урожая.

8. Что такое цифровые модели программирования урожая?

9. В чём отличие информатизации и цифровизации программирования урожая?

10. На чём основана цифровизация прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур?

#### **4. Анализ опыта передовиков производства, использующих индустриальные технологии программирования урожая с.-х. культур**

Зональные особенности технологий, применяемых передовиками производства.

##### *Вопросы для самопроверки*

1. Приведите примеры эффективного использования программирования урожая сельскохозяйственных культур в хозяйствах Западной Сибири.

2. В чём заключается сущность зональных особенностей технологий, используемых в передовых хозяйствах?

3. Что такое точное земледелие и его связь с программированием урожая?

4. Дифференцированное внесение удобрений при программировании урожая. Дайте его понятие.

5. Сущность адаптивных технологий производства сельскохозяйственных культур.

### **3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольную работу выполняют в печатном варианте. Текст печатается на одной стороне страницы формата А 4. Размер шрифта 12-14 пунктов, гарнитура ХО Thames, обычный; интервал между строк 1,15-1,5; размер полей: левого – 30 мм, правого – 10, верхнего – 20, нижнего – 20 мм. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа; на титульном листе номер страницы не ставится.

Оформление титульного листа дано в приложении. На титульном листе указывают название дисциплины, направление подготовки, курс, группу, фамилию, имя, отчество, номер зачетной книжки (шифр) обучающегося.

Номера вопросов выбираются в соответствии с последней и предпоследней цифрой номера зачетной книжки (шифра) согласно таблице. Например, для обучающегося с учебным шифром МО (МЗ)22АГ012 номера вопросов находятся на пересечении строки с цифрой 1 по вертикали со строкой с цифрой 2 по горизонтали. Содержание этих вопросов помещено в прилагаемом списке. Перед каждым вопросом следует писать заголовок.

В конце приводится список использованных источников, указывают дату окончания работы и подписывают её. При работе над контрольной работой рекомендуется использовать не менее 4-5 источников, в том числе литературу, изданную за последние пять лет.

Номера вопросов контрольной работы

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	14, 48, 50	2, 32, 60	19, 23, 59	10, 14, 51	17, 24, 51	27, 33, 53	5, 47, 52	28, 39, 52	4, 24, 60	6, 48, 57
1	1, 23, 59	30, 46, 50	13, 23, 51	22, 28, 52	21, 47, 53	21, 42, 55	28, 35, 54	12, 30, 57	25, 34, 56	32, 40, 58
2	10, 31, 58	3, 7, 59	14, 27, 56	5, 11, 51	10, 46, 49	23, 26, 50	3, 5, 52	20, 24, 54	6, 27, 55	44, 46, 58
3	16, 21, 50	4, 15, 49	24, 31, 54	1, 33, 57	15, 20, 60	3, 19, 59	19, 32, 60	5, 36, 50	40, 45, 49	35, 39, 53
4	25, 29, 54	2, 9, 55	3, 32, 57	27, 34, 56	22, 48, 58	20, 48, 49	7, 41, 50	34, 37, 52	36, 43, 52	6, 40, 51
5	2, 45, 50	1, 11, 49	8, 26, 57	16, 17, 56	29, 37, 55	14, 26, 51	30, 33, 50	12, 21, 54	41, 38, 56	22, 47, 58
6	12, 53, 60	35, 39, 57	7, 42, 56	4, 11, 53	2, 43, 52	8, 42, 51	3, 9, 50	17, 22, 49	31, 40, 54	31, 48, 57
7	28, 40, 55	9, 22, 53	25, 41, 52	38, 42, 51	34, 43, 50	3, 36, 49	37, 45, 60	7, 41, 58	20, 44, 59	19, 48, 57
8	8, 10, 56	18, 22, 52	7, 16, 54	2, 38, 57	21, 39, 58	15, 45, 60	29, 47, 59	5, 16, 60	26, 44, 52	30, 46, 50
9	3, 18, 49	8, 17, 53	12, 33, 52	18, 25, 51	13, 29, 54	11, 43, 60	6, 15, 58	18, 38, 57	9, 35, 56	1, 47, 52

### Список вопросов для контрольной работы

1. Программирование урожаев как наука об управлении урожаем и техническими процессами в сельскохозяйственном производстве.
2. Роль программирования урожаев в реализации почвенно-климатических ресурсов.
3. Программирование урожаев и его связь с другими агрономическими науками.
4. Принципы программирования урожаев.
5. Роль сорта при реализации программы урожая. Сортовые технологии производства продуктов растениеводства на промышленной основе.



6. Реализация генетического потенциала сортов при программировании урожаев.
7. Понятие программирования, планирования и прогнозирования. Их отличие.
8. Потенциальный, действительно возможный и производственный урожай.
9. Методы программирования урожая. Комплекс факторов и их оптимизация.
10. Физиологические основы программирования урожая. Его составляющие. Структура урожая. Управление элементами структуры урожая.
11. Биологические основы программирования урожая. Параметры, определяющие величину урожая.
12. Агрофизические основы программирования урожая. Их использование при определении продуктивности растений.
13. Агрометеорологические основы программирования урожая. Прогнозирование сумм температур и суммарного водопотребления посевов.
14. Агрохимические основы программирования урожая. Агрохимические показатели почв, определяющие величину урожая.
15. Агротехнические основы программирования урожая. Технологическая карта (сетевой график) возделывания культуры.
16. Законы и закономерности земледелия и растениеводства. Их понимание и правильное использование при программировании урожая.
17. Коэффициент полезного действия ФАР. Современные КПД ФАР.
18. Интенсивные севообороты как основа максимального аккумуляирования ФАР.
19. Формулы, применяемые для определения потенциальной и реальной урожайности.
20. Программирование урожаев и его связь с другими агрономическими науками.
21. Роль программирования урожаев в реализации почвенно-климатических ресурсов.
22. Генетический потенциал сортов при программировании урожаев.
23. Программирование урожаев как наука об управлении формированием урожая и технологическими процессами в сельскохозяйственном производстве.
24. Понятие о программировании урожаев как прогрессивном методе выращивания урожаев.

25. Законы и закономерности земледелия и растениеводства, используемые при программировании урожаев.
26. Категории урожаев в программировании (ПУ, КОУ, ДВУ, РУ, программирование урожаев).
27. Коэффициент использования ФАР (КПД ФАР) и его варьирование.
28. Математическая связь между почвенным плодородием и величиной возможного урожая. Расчет ДВУ по плодородию почвы.
29. Расчет ИЛП, ФП и ЧПФ на величину программируемого урожая.
30. Расчет прогностических оросительной и поливной нормы при программировании урожаев в условиях орошения.
31. Эмпирико-статистический и имитационно-модельный подходы (методы) в программировании урожаев.
32. Виды солнечной радиации и их характеристика.
33. Агрометеорологические основы программирования урожайности.
34. Система удобрения при программировании урожаев.
35. Принципы контроля за ходом формирования программируемого урожая.
36. Метод «оптимального программирования урожайности».
37. Основные принципы программирования урожаев по И.С. Шатилову.
38. Основные направления в разработке оптимальных доз удобрений при программировании урожаев.
39. Особенности программирования урожаев многолетних трав на сенокосах и пастбищах.
40. Возможности и способы регулирования светового, теплового, водного и пищевого режимов при программировании урожаев.
41. Определение биоклиматического потенциала продуктивности посевов.
42. Вынос элементов питания растениями и его определение при программировании урожаев.
43. Коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений и их практическое определение.
44. Расчет доз удобрений методом «на прибавку урожая».
45. Расчет доз удобрений с учетом содержания питательных веществ в почве.
46. Расчет доз при совместном внесении минеральных и органических удобрений.
47. Расчет доз удобрений методом полного элементного баланса.
48. Основные направления в разработке оптимальных доз удобрений при программировании урожаев.

49. Основные отличия программирования урожаев от прогнозирования и планирования урожаев сельскохозяйственных культур.

50. Понятие о точном земледелии и его связь с программированием урожаев.

51. Программирование урожаев при дифференцированном внесении удобрений.

52. Элементы информационных технологий при программировании урожаев.

53. Этапы цифровизации программирования урожаев сельскохозяйственных культур.

54. Современные подходы к внедрению адаптивных технологий в условиях Западной Сибири.

55. Зональные аспекты программирования урожаев.

56. Влагосберегающие технологии при программировании урожаев.

57. Экологические аспекты программирования урожаев сельскохозяйственных культур.

58. Информационные модели программирования урожаев.

59. Оптимизация программирования урожаев на основе экономико-математического моделирования.

60. Анализ опыта передовиков производства, использующих инновационные технологии программирования урожаев сельскохозяйственных культур.

#### **4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Устименко Е.А. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур : учебное пособие / Е.А. Устименко, Е.В. Голосной, А.Н. Есаулко [и др.] – Ставрополь : АГРУС, 2021. – 222 с. – ISBN – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/245783> – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур : учебное пособие / В. В. Агеев, А. Н. Есаулко, О. Ю. Лобанкова, В. И. Радченко. – 5-е изд. – Ставрополь : СтГАУ, 2014. – 200 с. – ISBN 978-5-9596-0771-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61085> – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Невзоров А.И. Методические указания по теме «Плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур» по дисциплине

«Программирование урожаев сельскохозяйственных культур» : методические указания / А.И. Невзоров. – Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2009. – 20 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/47160> – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. *Каюмов М.К.* Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 320 с.

5. *Воловик А.С.* Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / А.С. Воловик. – Москва : КолосС, 2016. – 226 с.

6. *Сосновский М.Н.* Прогнозирование урожаев в агрономии / М.Н. Сосновский. – Волгоград : Статистика, 2015. – 129 с.

7. *Михайлов М.А.* На пути к программированию урожаев / М.А. Михайлов. – Москва : Новые технологии, 2017. – 93 с.

8. *Прогнозирование* урожайности сельскохозяйственных культур : методические рекомендации. – Москва : РАСХН, 2014. – 78 с.

9. *Якушев М.А.* На пути к точному земледелию / М.А. Якушев. – Москва : КолосС, 2015. – 216 с.

#### **Список вопросов для подготовки к экзамену**

1. Определение «программирование урожаев».
2. Различия между программированием, прогнозированием и планированием.
3. Связь между программированием и интенсивными технологиями.
4. Цели и задачи программирования урожаев.
5. История программирования. Состояние и перспективы программирования.
6. Связь программирования с законами земледелия.
7. Что понимается под программированием урожаев
8. Основные принципы программирования, их содержание и значение.
9. Практические пути реализации принципов программирования.
10. Что такое оптимизация программирования?
11. Перечислите основные этапы программирования.
12. Фотосинтетические основы повышения продуктивности растений.
13. Что такое фотосинтетический потенциал (ФП) посевов?
14. Что такое чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ)?

15.Какова продуктивность работы листьев и как её использовать при программировании урожаев?

16.Какие величины сухой биомассы растений формируются по зонам страны?

17.Каковы суточные приросты урожая сухой биомассы? Как определить ЧПФ при заданных параметрах суточных приростов биомассы?

18.Какие уровни урожайности определяют при программировании?

19.Какие факторы лимитируют урожайность сельскохозяйственных культур в ЦЧР?

20.Как определить потенциальный урожай, зная приход ФАР?

21.Что такое теплотворная способность растений?

22.Что такое продуктивная влага? Из чего она складывается?

23.Каков коэффициент водопотребления для важнейших полевых культур?

24.Как определить урожайность полевых культур по влагообеспеченности почв?

25.Перечислите приемы, улучшающие влагообеспеченность растений.

26.Что такое гидротермический коэффициент (ГТК)? Как он изменяется по зонам страны?

27.Как рассчитывают величину урожая по тепловым ресурсам?

28.Что такое биоклиматический потенциал продуктивности посевов (БКП)?

29.Как рассчитать урожай по биогидротермическому показателю?

30.Основные отличия программирования урожаев от прогнозирования и планирования урожаев сельскохозяйственных культур.

31.Понятие о точном земледелии и его связь с программированием урожаев.

32.Программирование урожаев при дифференцированном внесении удобрений.

33.Элементы информационных технологий при программировании урожаев.

34.Этапы цифровизации программирования урожаев сельскохозяйственных культур.

35.Влагосберегающие технологии при программировании урожаев.

36.Информационные модели программирования урожаев.

### **Критерии оценки экзамена:**

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он покажет знания и умения по всем заданным ему вопросам в рамках соответствующих компетенций. Покажет глубокие знания по данным разделам, освоение материала как основной, так и используя дополнительную литературу, ответив на дополнительные вопросы по данной проблеме;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он покажет знания и умения по всем заданным ему вопросам в рамках соответствующих компетенций, но затрудняется ответить на ряд дополнительных вопросов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся недостаточно ответит на основные заданные вопросы и покажет слабые знания по дополнительным вопросам;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся не ответит на два из основных вопросов экзаменационного билета.

*Образец оформления титульного листа*

Новосибирский государственный аграрный университет  
Институт фундаментальных и прикладных агrobiотехнологий  
Кафедра растениеводства и кормопроизводства

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине «Программирование урожаев»

Шифр \_\_\_\_\_

Выполнил: студент (ка)

\_\_\_\_\_ курса, группа \_\_\_\_\_

Направление подготовки

35.04.04 Агрономия

ФИО \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

Новосибирск 20\_\_

Галеев Ринат Раифович  
Кархардин Иван Владимирович

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ  
Методические указания и задания  
по выполнению контрольной работы

Редакция авторская