ФГБОУ ВО Университет биотехнологий
Институт фундаментальных и прикладных агробиотехнологий
Кафедра растениеводства и кормопроизводства

Методические указания по выполнению контрольной и самостоятельной работы по дисциплине «Вертикальное земледелие»

Новосибирск 2026

Кафедра растениеводства и кормопроизводства

Составители: И.В. Кархардин, старший преподаватель кафедры растениеводства и кормопроизводства

Вертикальное земледелие: методические указания по выполнению контрольной и самостоятельной работы / Университет биотехнологий, Институт фундаментальных и прикладных агробиотехнологий; сост. И.В. Кархардин. — Новосибирск, 2026. — 18 с.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки **35.04.04 Агрономия (уровень магистратуры)**. Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий (протокол № 1 от 15 января 2026 г.).

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Вертикальное земледелие (вертикальное фермерство, сити-фермерство) — это технология многоярусного выращивания растений в закрытых системах с контролируемыми условиями среды, позволяющая производить растительную продукцию круглогодично, независимо от климата, с высокой ресурсоэффективностью и минимальным землепользованием. Дисциплина «Вертикальное земледелие» формирует у магистрантов знания о принципах функционирования вертикальных агроэкосистем, методах управления средой и питанием растений, а также практические навыки проектирования, эксплуатации и оценки эффективности вертикальных ферм.

Цель дисциплины — формирование теоретических знаний и практических навыков создания, управления и оценки эффективности вертикальных систем выращивания растений с заданными параметрами продуктивности, ресурсоэффективности и качества продукции.

Задачами дисциплины являются:

- изучение теоретических основ вертикального земледелия и сити-фермерства;
- освоение методов управления факторами среды в вертикальных системах (свет, температура, влажность, CO_2);
- изучение гидропонных, аэропонных и аквапонных технологий в многоярусных системах;
- освоение методов регулирования минерального питания растений в вертикальных системах;
- изучение особенностей формирования агроценозов в вертикальных фермах;
- овладение методами оценки продуктивности, качества продукции и экономической эффективности вертикальных систем;
- изучение особенностей применения вертикального земледелия в овощеводстве, кормопроизводстве и сити-фермерстве;

- формирование навыков анализа научной литературы и обоснования выбора технологических решений для конкретных условий.

Дисциплина общим объёмом 108 часов (3 зачётные единицы) изучается в течение одного семестра, завершается зачётом. Магистранты в течение семестра выполняют контрольную работу.

---

2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Теоретические основы вертикального земледелия

Понятие о вертикальном земледелии, вертикальном агрофитоценозе и искусственной агроэкосистеме. Основные признаки и свойства вертикальных систем. Отличие вертикального земледелия от традиционного открытого грунта и теплиц. Роль человека в формировании и регулировании вертикальных агроценозов. Значение вертикального земледелия в растениеводстве, овощеводстве и кормопроизводстве.

Тема 1.1. Структура вертикальной системы. Вертикальная и горизонтальная структура агроценоза в вертикальных системах. Ярусность. Видовой состав агроценоза. Плотность и густота стояния. Площадь питания растений. Соотношение видов и сортов в поливидовых посадках.

Тема 1.2. Законы и закономерности вертикального земледелия. Законы земледелия и их роль в формировании вертикальных агроценозов. Закон конкурентных отношений. Межвидовая и внутривидовая конкуренция. Комплементарность и синергизм видов в поливидовых посадках. Экологическая ниша в вертикальном агроценозе.

Тема 1.3. Фотосинтетическая деятельность вертикальных агроценозов.

ФАР и её использование в вертикальных системах. Искусственное освещение (LED, ДНаТ). Площадь листовой поверхности и её динамика. Фотосинтетический потенциал (ФП). Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). КПД ФАР и пути его повышения в вертикальных системах.

Раздел 2. Формирование вертикальных агроценозов однолетних культур

Тема 2.1. Принципы конструирования вертикальных агроценозов однолетних культур.

Выбор культуры и сорта с учётом условий вертикальной системы. Одновидовые и поливидовые посадки. Смешанные и совместные посадки. Подбор компонентов по совместимости, срокам созревания и хозяйственной ценности.

Тема 2.2. Вертикальные агроценозы зерновых культур.

Агроценозы пшеницы, ячменя, овса, кукурузы, сорго в вертикальных системах. Регулирование плотности посадки, норм высева и сроков посева. Особенности формирования урожая зерна и зелёной массы.

Тема 2.3. Вертикальные агроценозы зернобобовых культур.

Агроценозы гороха, вики, люпина, сои и их смесей со злаковыми культурами. Особенности формирования поливидовых агроценозов. Роль бобовых в накоплении биологического азота.

Тема 2.4. Вертикальные агроценозы технических и кормовых культур.

Агроценозы подсолнечника, рапса, кормовой свёклы, турнепса, тыквы, кормового арбуза. Плотность стояния и площадь питания растений. Формирование хозяйственно ценных органов.

Раздел 3. Формирование вертикальных агроценозов многолетних трав

Тема 3.1. Принципы создания вертикальных агроценозов многолетних трав.

Подбор видов и сортов многолетних трав для вертикальных систем. Одновидовые и поливидовые (бобово-злаковые) агроценозы. Значение бобово-злаковых смесей. Способы посева и нормы высева.

Тема 3.2. Вертикальные агроценозы бобовых многолетних трав.

Агроценозы клевера, люцерны, донника, лядвенца, эспарцета. Особенности

формирования травостоев по годам жизни. Влияние плотности посева и режимов использования на долголетие агроценоза.

Тема 3.3. Вертикальные агроценозы злаковых многолетних трав. Агроценозы тимофеевки, овсяницы, ежи сборной, костреца безостого, райграса. Формирование плотного и рыхлокустового травостоя. Роль корневищных и рыхлокустовых злаков в создании устойчивых агроценозов.

Тема 3.4. Вертикальные агроценозы на сенокосах и пастбищах. Особенности формирования сенокосных и пастбищных агроценозов в вертикальных системах. Роль режимов использования (сенокосный, пастбищный, комбинированный). Формирование агроценозов при коренном и поверхностном улучшении сенокосов и пастбищ.

Раздел 4. Управление вертикальными агроценозами

Тема 4.1. Регулирование плотности агроценоза. Нормы высева и способы посева как факторы регулирования густоты стояния. Влияние агротехнических приёмов на полноту всходов и выживаемость растений. Управление плотностью в течение вегетации.

Тема 4.2. Регулирование пищевого режима агроценоза. Система удобрений в вертикальных агроценозах. Роль азота, фосфора и калия в формировании урожая. Влияние удобрений на ботанический состав и качество продукции.

Тема 4.3. Регулирование водного режима агроценоза. Потребность культур в воде по фазам развития. Орошение и осушение как факторы управления агроценозом. Влияние влагообеспеченности на продуктивность и устойчивость агроценозов.

Тема 4.4. Защита растений в вертикальных агроценозах. Фитосанитарное состояние агроценозов. Влияние сорняков, вредителей и болезней на продуктивность культур. Интегрированная защита растений в вертикальных агроценозах.

Раздел 5. Оценка вертикальных агроценозов

Тема 5.1. Оценка продуктивности агроценозов. Учёт урожая основной и побочной продукции. Оценка выхода продукции с единицы площади. Сравнительная оценка продуктивности различных агроценозов.

Тема 5.2. Оценка качества продукции. Питательная и технологическая ценность продукции. Содержание белка, крахмала, сахара, жира. Оценка ботанического состава и качества урожая. Факторы, определяющие качество продукции в агроценозе.

Тема 5.3. Экономическая оценка агроценозов. Себестоимость продукции. Экономическая эффективность возделывания культур в вертикальных агроценозах. Пути повышения экономической эффективности растениеводства.

Раздел 6. Анализ опыта передовых хозяйств по формированию вертикальных агроценозов

Зональные особенности формирования агроценозов. Инновационные технологии конструирования высокопродуктивных вертикальных агроценозов. Внедрение результатов научных исследований в производство.

---

3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольную работу выполняют в печатном варианте. Текст печатается на одной стороне страницы формата А4. Размер шрифта **12–14 пунктов**, гарнитура **Times New Roman**, обычный; интервал между строк **1,15–1,5**; размер полей: левого — **30 мм**, правого — **10 мм**, верхнего — **20 мм**, 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 зачётной книжки (шифр) студента.

Выбор номеров вопросов. Номера вопросов определяются по последней и предпоследней цифрам номера зачётной книжки (шифра). Предпоследняя цифра задаёт строку, последняя — столбец. Каждой комбинации соответствуют два номера вопросов:

- **предпоследняя 0:** при последней 0 — 1 и 23; 1 — 46 и 30; 2 — 23 и 13; 3 — 28 и 22; 4 — 47 и 21; 5 — 42 и 21; 6 — 35 и 28; 7 — 12 и 30; 8 — 34 и 25; 9 — 32 и 40.
- **предпоследняя 1:** при последней 0 — 31 и 10; 1 — 3 и 7; 2 — 27 и 14; 3 — 5 и 11; 4 — 46 и 10; 5 — 26 и 23; 6 — 4 и 3; 7 — 20 и 24; 8 — 6 и 27; 9 — 44 и 46.
- **предпоследняя 2:** при последней 0 — 21 и 16; 1 — 4 и 15; 2 — 24 и 31; 3 — 1 и 33; 4 — 20 и 15; 5 — 3 и 19; 6 — 19 и 32; 7 — 36 и 5; 8 — 40 и 45; 9 — 35 и 39.
- **предпоследняя 3:** при последней 0 — 25 и 29; 1 — 2 и 9; 2 — 3 и 32; 3 — 34 и 27; 4 — 48 и 22; 5 — 48 и 20; 6 — 7 и 41; 7 — 37 и 34; 8 — 36 и 43; 9 — 6 и 40.
- **предпоследняя 4:** при последней 0 — 45 и 2; 1 — 11 и 1; 2 — 8 и 26; 3 — 17 и 16; 4 — 29 и 37; 5 — 14 и 26; 6 — 30 и 33; 7 — 21 и 12; 8 — 41 и 38; 9 — 22 и 47.
- **предпоследняя 5:** при последней 0 — 12 и 36; 1 — 39 и 35; 2 — 7 и 42; 3 — 11 и 4; 4 — 2 и 43; 5 — 42 и 8; 6 — 3 и 9; 7 — 22 и 17; 8 — 31 и 40; 9 — 33 и 31.
- **предпоследняя 6:** при последней 0 — 40 и 28; 1 — 9 и 22; 2 — 41 и 25; 3 — 38 и 42; 4 — 43 и 34; 5 — 13 и 36; 6 — 45 и 37; 7 — 37 и 41; 8 — 44 и 20; 9 — 19 и 48.

- **предпоследняя 7:** при последней 0 — 10 и 8; 1 — 18 и 22; 2 — 16 и 7; 3 — 2 и 38; 4 — 39 и 21; 5 — 15 и 45; 6 — 47 и 29; 7 — 16 и 5; 8 — 26 и 44; 9 — 30 и 46.
- **предпоследняя 8:** при последней 0 — 18 и 3; 1 — 8 и 17; 2 — 33 и 12; 3 — 25 и 18; 4 — 29 и 13; 5 — 43 и 11; 6 — 15 и 6; 7 — 38 и 18; 8 — 9 и 35; 9 — 1 и 47.
- **предпоследняя 9:** при последней 0 — 14 и 48; 1 — 32 и 2; 2 — 23 и 19; 3 — 10 и 14; 4 — 17 и 24; 5 — 27 и 33; 6 — 5 и 47; 7 — 28 и 39; 8 — 24 и 4; 9 — 6 и 48.

Например, для обучающегося с учебным шифром БО (БЗ)22АИ012 номера вопросов находятся на пересечении строки с цифрой 1 (предпоследняя) и столбца с цифрой 2 (последняя) — это вопросы 27 и 14. Содержание этих вопросов помещено в прилагаемом списке. Перед каждым вопросом следует писать заголовок.

В конце работы 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.

Перечень вопросов для контрольной работы

1. Понятие о вертикальном земледелии, вертикальном агрофитоценозе и искусственной агроэкосистеме.
2. Основные признаки и свойства вертикальных агроценозов.
3. Роль человека в формировании и регулировании вертикальных агроценозов.
4. Значение вертикального земледелия в растениеводстве и кормопроизводстве.
5. Вертикальная и горизонтальная структура вертикального агроценоза.
6. Ярусность вертикального агроценоза и её значение.

7. Видовой состав вертикального агроценоза и его регулирование.

8. Плотность и густота стояния растений в вертикальном агроценозе.

9. Площадь питания растений в вертикальном агроценозе.

10. Законы земледелия и их роль в формировании вертикальных агроценозов.

11. Закон конкурентных отношений в вертикальном агроценозе.

12. Межвидовая и внутривидовая конкуренция в вертикальных агроценозах.

13. Комплементарность и синергизм видов в поливидовых посадках.

14. Экологическая ниша в вертикальном агроценозе.

15. ФАР и её использование вертикальным агроценозом.

16. Площадь листовой поверхности и её динамика в вертикальном агроценозе.

17. Фотосинтетический потенциал (ФП) вертикального посева.

18. Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) в вертикальном агроценозе.

19. КПД ФАР и пути его повышения в вертикальных системах.

20. Принципы конструирования вертикальных агроценозов однолетних культур.

21. Одновидовые и поливидовые посадки в вертикальных системах.

22. Смешанные и совместные посадки в вертикальных системах.

23. Подбор компонентов смеси по совместимости в вертикальных системах.

24. Вертикальные агроценозы кукурузы.

25. Вертикальные агроценозы ячменя и овса.

26. Вертикальные агроценозы сорго.

27. Вертикальные агроценозы гороха и его смесей со злаками.

28. Вертикальные агроценозы вики и её смесей со злаками.

29. Вертикальные агроценозы люпина и сои.

30. Роль бобовых в накоплении биологического азота в вертикальном агроценозе.

31. Вертикальные агроценозы кормовой свёклы и турнепса.

32. Вертикальные агроценозы тыквы и кормового арбуза.

33. Принципы создания вертикальных агроценозов многолетних трав.

34. Подбор видов и сортов многолетних трав для вертикальных систем.

35. Бобово-злаковые агроценозы многолетних трав в вертикальных системах.

36. Способы посева и нормы высева многолетних трав в вертикальных системах.

37. Вертикальные агроценозы клевера.

38. Вертикальные агроценозы люцерны.

39. Вертикальные агроценозы донника и эспарцета.

40. Вертикальные агроценозы тимофеевки и овсяницы.

41. Вертикальные агроценозы ежи сборной и костреца безостого.

42. Роль корневищных и рыхлокустовых злаков в создании устойчивых вертикальных агроценозов.

43. Особенности формирования сенокосных агроценозов в вертикальных системах.

44. Особенности формирования пастбищных агроценозов в вертикальных системах.

45. Роль режимов использования в формировании вертикальных агроценозов.

46. Формирование агроценозов при коренном улучшении сенокосов и пастбищ в вертикальных системах.

47. Формирование агроценозов при поверхностном улучшении сенокосов и пастбищ в вертикальных системах.

48. Нормы высева и способы посева как факторы регулирования густоты стояния в вертикальных системах.

49. Влияние агротехнических приёмов на полноту всходов и выживаемость растений в вертикальных системах.

50. Управление плотностью вертикального агроценоза в течение вегетации.

51. Система удобрений в вертикальных агроценозах.

52. Роль азота, фосфора и калия в формировании урожая в вертикальных системах.

53. Влияние удобрений на ботанический состав и качество продукции в вертикальных системах.

54. Потребность культур в воде по фазам развития в вертикальных системах.

55. Орошение как фактор управления вертикальным агроценозом.

56. Влияние влагообеспеченности на продуктивность и устойчивость вертикальных агроценозов.

57. Фитосанитарное состояние вертикальных агроценозов.

58. Влияние сорняков на продуктивность культур в вертикальных системах.

59. Влияние вредителей и болезней на вертикальные агроценозы.

60. Интегрированная защита растений в вертикальных агроценозах.

61. Учёт урожая основной и побочной продукции в вертикальных агроценозах.

62. Оценка выхода продукции с единицы площади в вертикальных системах.

63. Сравнительная оценка продуктивности различных вертикальных агроценозов.

64. Питательная и технологическая ценность продукции вертикальных систем и факторы её определяющие.

65. Оценка ботанического состава и качества урожая в вертикальных системах.

66. Себестоимость продукции вертикальных систем и пути её снижения.

67. Экономическая эффективность возделывания культур в вертикальных агроценозах.

68. Пути повышения экономической эффективности вертикальных систем растениеводства.

69. Зональные особенности формирования вертикальных агроценозов.

70. Инновационные технологии конструирования высокопродуктивных вертикальных агроценозов.

71. Внедрение результатов научных исследований в производство вертикальных систем.

---

4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вертикальное земледелие и сити-фермерство: учебник / под ред. Н.В. Парахина. — Санкт-Петербург: Лань, 2026. — 400 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гидропоника и аэропоника в вертикальных системах: учебное пособие / А.Ф. Иванов, В.Н. Петров. — Москва: Колос, 2026. — 350 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Сити-фермерство и вертикальное земледелие: учебное пособие / Е.А. Устименко, Е.В. Голосной, А.Н. Есаулко [и др.]. — Ставрополь: СтГАУ, 2026. — 222 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Защищённый грунт и вертикальные системы: учебник / В.Е.Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова, С.В. Артюхова; под ред. В.Е.

Торикова. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 604 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Аквапоника и интегрированные вертикальные системы: учебное пособие / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, С.А. Бельченко, Н.С. Шпилев. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 184 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Институт фундаментальных и прикладных агробиотехнологий

Кафедра растениеводства и кормопроизводства

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине _____

Выполнил(а):

студент(ка) ___ курса, группы

направления подготовки 35.03.04 Агрономия

(Ф.И.О.)

Шифр зачётной книжки:

Проверил(а):

Новосибирск 2026