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

Методические указания по выполнению контрольной и самостоятельной работы по дисциплине «Оператор наземных средств БПЛА»

Новосибирск 2026

Кафедра растениеводства и кормопроизводства

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

Оператор наземных средств и БПЛА: 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

Современное растениеводство невозможно представить без применения наземных автоматизированных средств и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Эти технологии обеспечивают мониторинг посевов, дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений, оценку фитосанитарного состояния, картографирование полей и прогнозирование урожайности. Дисциплина «Оператор наземных средств и БПЛА в агрономии» формирует у магистрантов знания о технических средствах, программном обеспечении и методах работы с наземными и воздушными роботизированными системами в агрономии.

Цель дисциплины — формирование теоретических знаний и практических навыков эксплуатации наземных средств и БПЛА для мониторинга, оценки состояния агроценозов и выполнения агротехнологических операций, а также подготовки магистрантов к профессиональной деятельности в области цифрового и точного земледелия.

Задачами дисциплины являются:

- изучение классификации и технических характеристик наземных средств и БПЛА, применяемых в агрономии;
- освоение методов аэрофотосъёмки и наземного мониторинга посевов;
- изучение основ дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и вегетационных индексов;
- освоение методов обработки данных БПЛА и построения карт NDVI, ортофотопланов;
- изучение технологий дифференцированного внесения удобрений и средств защиты растений с использованием наземных и воздушных средств;
- овладение методами оценки фитосанитарного состояния и степени полегания посевов с помощью БПЛА;
- изучение нормативно-правовой базы использования БПЛА в сельском хозяйстве;
- формирование навыков анализа научной литературы и обоснования выбора технических средств для конкретных агрономических задач.

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 применения наземных средств и БПЛА в агрономии

Понятие о точном земледелии, цифровом мониторинге и роботизированных системах в растениеводстве. Основные признаки и свойства современных агротехнологий с применением БПЛА и наземных средств. Отличие традиционного мониторинга от дистанционного. Роль человека в формировании и регулировании цифровых агроценозов. Значение

наземных средств и БПЛА в растениеводстве, кормопроизводстве и земледелии.

Тема 1.1. Классификация наземных средств и БПЛА. Наземные автоматизированные средства: агроскауты, роботы-пропольщики, беспилотные тракторы. БПЛА: мультироторные, самолётного типа, гибридные. Основные технические характеристики: полезная нагрузка, время полёта, радиус действия.

Тема 1.2. Нормативно-правовая база и безопасность полётов. Регистрация БПЛА, разрешения на полёты, ограничения по высоте и зонам. Техника безопасности при работе с наземными средствами и БПЛА. Ответственность оператора.

Тема 1.3. Сенсоры и полезная нагрузка БПЛА. Мультиспектральные, гиперспектральные, тепловизионные и RGB-камеры. LiDAR. Датчики для наземных средств. Применение сенсоров для оценки состояния посевов.

Раздел 2. Дистанционный мониторинг посевов с помощью БПЛА

Тема 2.1. Аэрофотосъёмка и планирование полётных заданий. Выбор высоты, перекрытия снимков, маршрута полёта. Программное обеспечение для планирования полётов. Условия съёмки (освещённость, облачность, время суток).

Тема 2.2. Вегетационные индексы и их интерпретация. NDVI, EVI, NDRE, GNDVI. Оценка биомассы, содержания хлорофилла, влагообеспеченности. Построение карт вегетационных индексов.

Тема 2.3. Оценка фитосанитарного состояния и полегания посевов. Выявление сорняков, болезней, вредителей с помощью БПЛА. Оценка степени полегания зерновых. Картирование проблемных участков поля.

Раздел 3. Наземные средства мониторинга и агротехнологических операций

Тема 3.1. Наземные агроскауты и датчики. Датчики влажности почвы, температуры, метеостанции. Системы «Интернета вещей» (IoT) в агрономии. Сбор и передача данных.

Тема 3.2. Дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений. Технологии переменного нормирования (VRA). Наземные опрыскиватели и разбрасыватели с GPS-навигацией. Использование карт NDVI для дифференцированного внесения.

Тема 3.3. Роботизированные наземные средства. Роботы-пропольщики, беспилотные тракторы, автоматизированные системы полива. Перспективы применения робототехники в растениеводстве.

Раздел 4. Обработка и анализ данных

Тема 4.1. Программное обеспечение для обработки данных БПЛА. Фотограмметрические программы (Agisoft Metashape, Pix4D). Построение ортофотопланов, цифровых моделей рельефа. ГИС-системы (QGIS, ArcGIS) для анализа данных.

Тема 4.2. Интеграция данных БПЛА и наземных средств. Совместный анализ данных дистанционного зондирования и наземных датчиков. Создание карт заданий для дифференцированного внесения.

Тема 4.3. Прогнозирование урожайности и оценка состояния агроценозов. Моделирование урожайности на основе данных БПЛА. Оценка эффективности применения БПЛА и наземных средств в агрономии.

Раздел 5. Оценка эффективности применения наземных средств и БПЛА

Тема 5.1. Оценка продуктивности агроценозов с использованием БПЛА.

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 с использованием данных дистанционного мониторинга.

Тема 5.3. Экономическая оценка применения БПЛА и наземных средств.

Себестоимость продукции. Экономическая эффективность внедрения БПЛА и наземных средств в агроценозах. Пути повышения экономической эффективности растениеводства.

Раздел 6. Анализ опыта передовых хозяйств по применению наземных средств и БПЛА

Зональные особенности формирования агроценозов. Инновационные технологии конструирования высокопродуктивных агроценозов с применением БПЛА и наземных средств. 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 точном земледелии, цифровом мониторинге и роботизированных системах в растениеводстве.
2. Основные признаки и свойства современных агротехнологий с применением БПЛА и наземных средств.
3. Роль человека в формировании и регулировании цифровых агроценозов.
4. Значение наземных средств и БПЛА в растениеводстве и кормопроизводстве.
5. Классификация наземных средств и БПЛА, применяемых в агрономии.

6. Технические характеристики мультироторных БПЛА.

7. Технические характеристики БПЛА самолётного типа.

8. Нормативно-правовая база использования БПЛА в сельском хозяйстве.

9. Техника безопасности при работе с наземными средствами и БПЛА.

10. Мультиспектральные камеры и их применение в агрономии.

11. Тепловизионные камеры и их применение для оценки состояния посевов.

12. LiDAR и его применение в агрономии.

13. Планирование полётных заданий для аэрофотосъёмки.

14. Условия съёмки и их влияние на качество данных БПЛА.

15. Вегетационный индекс NDVI и его интерпретация.

16. Вегетационные индексы EVI и NDRE.

17. Построение карт вегетационных индексов.

18. Оценка биомассы посевов с помощью БПЛА.

19. Оценка содержания хлорофилла с помощью БПЛА.

20. Оценка влагообеспеченности посевов с помощью БПЛА.

21. Выявление сорняков с помощью БПЛА.

22. Выявление болезней растений с помощью БПЛА.

23. Выявление вредителей с помощью БПЛА.

24. Оценка степени полегания зерновых с помощью БПЛА.

25. Картирование проблемных участков поля.

26. Наземные агроскауты и их применение.

27. Датчики влажности почвы и температуры.

28. Метеостанции в агрономии.

29. Системы «Интернета вещей» (IoT) в агрономии.

30. Технологии переменного нормирования (VRA).

31. Дифференцированное внесение удобрений с использованием карт NDVI.

32. Дифференцированное внесение средств защиты растений.

33. Наземные опрыскиватели с GPS-навигацией.

34. Роботы-пропольщики и их применение.

35. Беспилотные тракторы: перспективы применения.

36. Автоматизированные системы полива.

37. Программное обеспечение для обработки данных БПЛА.

38. Фотограмметрические программы (Agisoft Metashape, Pix4D).

39. Построение ортофотопланов и цифровых моделей рельефа.

40. ГИС-системы (QGIS, ArcGIS) для анализа данных.

41. Интеграция данных БПЛА и наземных средств.

42. Создание карт заданий для дифференцированного внесения.

43. Прогнозирование урожайности на основе данных БПЛА.

44. Оценка эффективности применения БПЛА в агрономии.

45. Оценка эффективности применения наземных средств в агрономии.

46. Учёт урожая основной и побочной продукции с использованием БПЛА.

47. Оценка выхода продукции с единицы площади.

48. Сравнительная оценка продуктивности различных агроценозов.

49. Питательная и технологическая ценность продукции.

50. Оценка ботанического состава и качества урожая с использованием данных дистанционного мониторинга.

51. Себестоимость продукции и пути её снижения.

52. Экономическая эффективность внедрения БПЛА в агроценозах.

53. Экономическая эффективность внедрения наземных средств в агроценозах.

54. Пути повышения экономической эффективности растениеводства.

55. Зональные особенности формирования агроценозов.

56. Инновационные технологии конструирования высокопродуктивных агроценозов с применением БПЛА.

57. Внедрение результатов научных исследований в производство.

58. Перспективы развития БПЛА в сельском хозяйстве.

59. Перспективы развития наземных роботизированных средств.

60. Проблемы и барьеры при внедрении БПЛА в агрономии.

61. Подготовка операторов БПЛА для сельского хозяйства.

62. Сертификация и обучение операторов БПЛА.

63. Применение БПЛА для картографирования полей.

64. Применение БПЛА для оценки эффективности удобрений.

65. Применение БПЛА для оценки эффективности средств защиты растений.

66. Применение БПЛА в селекции и семеноводстве.

67. Применение БПЛА в кормопроизводстве.

68. Применение наземных средств в овощеводстве.

69. Применение наземных средств в садоводстве.

70. Интеграция БПЛА и наземных средств в единую систему точного земледелия.

71. Будущее роботизации в агрономии.

---

4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Точное земледелие и БПЛА в агрономии: 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. Дистанционное зондирование в сельском хозяйстве: 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. Беспилотные летательные аппараты в агрономии: 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. Цифровые технологии в растениеводстве: 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. Робототехника и БПЛА в АПК: 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 35.04.04 Агрономия

(Ф.И.О.)

Шифр зачётной книжки:

Проверил(а):

Новосибирск 2026