

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
АГРАРНЫЙ ИНСТИТУТ



УТВЕРЖДАЮ

Исполнительный директор
программы развития,
руководитель научно-
исследовательской политики

Г.Н. Суворов

«23» июня 2026 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Рабочая программа для обучающихся по научной специальности

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

форма обучения (очная)

(для 2024, 2025 года поступления)

Абрамов Н.В. Использование космических систем в земледелии. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство, форма обучения (очная). Тюмень, 2026.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ, утвержденными приказом Минобрнауки от 20.10.2021 г. № 951.

Рабочая программа дисциплины Использование космических систем в земледелии опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Актуальность использования космических систем в земледелии обусловлена необходимостью обеспечения продовольственной безопасности в условиях глобального изменения климата, роста народонаселения и ограниченности земельных ресурсов. Спутниковый мониторинг позволяет получать объективную, оперативную и масштабируемую информацию о состоянии посевов и почв на огромных территориях, что невозможно сделать наземными методами. Это дает возможность своевременно выявлять стрессовые состояния растений, прогнозировать урожайность, оптимизировать применение удобрений и средств защиты, существенно снижая материальные затраты и экологический ущерб.

Цель дифференцированного зачета по дисциплине «Использование космических систем в земледелии» состоит в формировании компетенций, необходимых для владения цифровыми технологиями точного земледелия с использованием космических систем.

Задачи:

- 1) Разработка и верификация новых алгоритмов и методик обработки спутниковых данных
- 2) Освоение оцифровки сельскохозяйственных угодий
- 3) Мониторинг состояния плодородия почвы и посевов при дистанционном зондировании земли
- 4) Освоение дифференцированного внесения удобрений по элементарным участкам в зависимости от состояния плодородия почв
- 5) Разработка автоматизированной системы управления опрыскивателем при борьбе с сорняками, вредителями и болезнями
- 6) Изучение картирования урожайности сельскохозяйственных культур по микроучасткам поля

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

ПК-1 - способность проектировать, осуществлять комплексные исследования и способность к критическому анализу, оценке научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

ПК-2 - владеть методологией теоретических и экспериментальных исследований в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

ПК-3 - уметь разрабатывать системы: севооборотов, обработки почвы, защиты растений, удобрений, семеноводства и соблюдать систему и культуру земледелия.

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:

Знать:

- основные методы сбора и анализа информации, способы формализации цели и методы ее достижения;
- схему глобального позиционирования спутниковых и навигационных сигналов;
- методики применения географических информационных систем (ГИС) для проведения научных исследований аспирантами (создание электронных карт полей, разбивка их на элементарные участки, отбор почвенных образцов), схему глобального позиционирования спутниковых и навигационных сигналов;

Уметь:

- сформировать комплект оборудования электронно-технологических систем для выполнения цифровых агротехнологий;

- изготавливать электронные карты полей для внесения удобрений;
- составлять системы удобрений;
- создавать электронную карту проведения опытов с географической привязкой к координатам, сформировать электронную карту для агрохимического обследования;
- с моделировать агроэкосистемы различного уровня продуктивности

Владеть:

- навыками проведения исследований в области агрохимии и диагностики питания растений с использованием коэффициента NDVI
- навыками определения площади полей по их электронным картам
- навыками расчета нормы внесения средств химизации по элементарным участкам с учетом особенностей агроценозов;
- методами расчета норм внесения органических и минеральных удобрений, методикой отбора почвенных образцов с привязкой к географическими координатам;
- математическим аппаратом моделирования агроэкосистем

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		4 семестр (для 2025 г.п.) 5 семестр (для 2024 г.п.)
Общий объем зач. ед. час	3	3
	108	108
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	22	22
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	50	50
Вид промежуточной аттестации (диф. зачет, кандидатский экзамен, экзамен)	36	Дифференцированный зачет 36

4. Система оценивания

Система оценивания пятибалльная. На каждом занятии аспиранты выполняют практическую работу.

Форма промежуточной аттестации - дифференцированный зачет.

Проводится в формате прохождения теста или собеседования.

«Отлично» — аспирант дал полный, развернутый ответ на все вопросы преподавателя. Ответ логически выстроен, имеет четкую структуру (вступление, основная часть, выводы). Раскрыты все предусмотренные программой аспекты каждого вопроса. Ответ не содержит фактических ошибок, неточностей или пробелов. При необходимости аспирант уверенно и полно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

«Хорошо» — аспирант дал полный ответ на вопросы, но имеются отдельные, незначительные пробелы. Ответ в целом логичен и структурирован, однако один из аспектов вопроса раскрыт не в полном объеме или недостаточно глубоко. Аспирант в

основном правильно использует терминологию, но допускает 1-2 негрубые неточности. Ответ содержит незначительные ошибки, не искажающие сути излагаемого материала. Аспирант отвечает на дополнительные вопросы, но отдельные ответы требуют уточнений или наводящих вопросов преподавателя.

«Удовлетворительно» — аспирант дал неполный ответ на вопросы. Один из вопросов раскрыт поверхностно или частично (менее 50% от требуемого объема), либо второй вопрос практически не раскрыт. В ответе отсутствует логика и системность, нарушена структура изложения. Аспирант допускает существенные фактические ошибки. Терминология используется неточно или с ошибками. Аспирант затрудняется при ответе на дополнительные вопросы, дает неверные или неуверенные ответы.

«Неудовлетворительно» — аспирант не дал ответа на вопросы преподавателя либо ответ полностью не соответствует содержанию вопросов. Оба вопроса не раскрыты или раскрыты менее чем на 25% от требуемого объема. Аспирант демонстрирует отсутствие базовых знаний по дисциплине, допускает грубые фактические ошибки, свидетельствующие о непонимании предмета. Ответ отсутствует, бессвязен или не по существу. На дополнительные вопросы преподавателя ответить не может.

5. Содержание дисциплины

5.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия о цифровых технологиях в точном земледелии. Создание электронных карт полей с уточнением площади	2	2	0	0	0
2.	Агрохимическое обследование почвы по элементарным участкам поля и сканирование электропроводности почв	4	2	2	0	0
3.	Мониторинг почвенного и растительного	4	2	2	0	0

	покрова методом дешифрирования растрового изображения. Технология параллельного движения агрегатов по полю при выполнении агротехнических работ					
4.	Дифференцированное внесение минеральных удобрений в режиме off-line и on-line.	4	2	2	0	0
5.	Автоматизация управления механизмами при внесении минеральных удобрений и средств защиты растений.	4	2	2	0	0
6.	Мониторинг сельскохозяйственной и транспортной техники. Картирование урожайности сельскохозяйственных культур при уборке.	4	2	2	0	0
7.	Дифференцированный зачет	36	0	0	0	36
	Итого (часов)	58	12	10	0	36

5.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Дисциплина состоит из шести тем.

Первая тема: Основные понятия о цифровых технологиях в точном земледелии. Создание электронных карт полей с уточнением площади

- Предмет «Использование космических систем в земледелии». Методы исследований. Основные задачи. Основные этапы истории развития. Связь дисциплины с другими науками. Классификация спутниковых навигационных систем.

- Метод объезда по контуру поля. Метод векторизации растрового снимка.

Вторая тема: Агрохимическое обследование почвы по элементарным участкам поля и сканирование электропроводности почв

- Создание электронной карты поля с разделением на элементарные участки. Методы отбора почвенных образцов. Сравнительный анализ традиционного и

современного метода. Комплектация и оснащение приборами и материалами выездной бригады

- Комплект оборудования. Технология выполнения работы. Определение элементов питания по результатам сканирования.

Третья тема: Мониторинг почвенного и растительного покрова методом дешифрирования растрового изображения

- Классификация и пути образования растрового изображения. Методы дешифрирования космоснимков и аэрофотоснимков. Интерпретация полученных данных.

- Разновидность бортовых навигационных комплексов. Дифференцированная коррекция точности приемника спутниковых навигационных сигналов. Применяемость в зависимости от вида выполняемых работ. Классификация подруливающих устройств и возможность их установки. Эффективность применения.

Четвёртая тема: Дифференцированное внесение минеральных удобрений в режиме off-line и on-line.

- Расчет нормы внесения удобрений на запланированную урожайность сельскохозяйственных культур по результатам агрохимического обследования почв. Создание электронной карты для дифференцированного внесения минеральных удобрений. Комплектность дополнительного оборудования. Эффективность применения.

- Составление калибровочного графика с помощью прибора N-Tester. Расчет нормы внесения азотных удобрений. Комплектность дополнительного оборудования. Принцип работы. Интерпретация полученных данных. Эффективность применения.

Пятая тема: Автоматизация управления механизмами при внесении минеральных удобрений и средств защиты растений.

- Создание калибровочной таблицы под определенный вид удобрений. Расчет нормы внесения минеральных удобрений. Комплектность дополнительного оборудования. Принцип работы. Эффективность применения.

- Классификация опрыскивателей. Комплектность дополнительного оборудования. Калибровка механизмов различных агрегатов. Научно обоснованный подбор средств защиты растений. Эффективность применения

Шестая тема: Мониторинг сельскохозяйственной и транспортной техники. Картирование урожайности сельскохозяйственных культур при уборке.

- Системы слежения. Приборы учета. Контроль дисциплинированности работников. Определение местонахождения агрегатов в реальном времени. Эффективность применения.

- Учет урожая зерновых культур. Учет урожая кормовых и овощных культур. Принцип работы системы картирования. Создание электронных карт по: урожайности, скорости уборочных машин, некоторых технологических качеств убираемой культуры. Эффективность применения.

Аспиранты обязаны подготовить краткий конспект лекционных материалов.

Для текущего контроля используются тестовые задания, расчётные задачи.

Лабораторное оборудование не требуется.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
--------	------	---

1.	Основные понятия о цифровых технологиях в точном земледелии. Создание электронных карт полей с уточнением площади	Изучение, анализ и конспектирование основной и вспомогательной литературы; углубленная самостоятельная проработка лекционного курса и закрепление освоенных тем.
2.	Агрохимическое обследование почвы по элементарным участкам поля и сканирование электропроводности почв	Изучение, анализ и конспектирование основной и вспомогательной литературы; углубленная самостоятельная проработка лекционного курса и закрепление освоенных тем.
3.	Мониторинг почвенного и растительного покрова методом дешифрирования растрового изображения. Технология параллельного движения агрегатов по полю при выполнении агротехнических работ	Изучение, анализ и конспектирование основной и вспомогательной литературы; углубленная самостоятельная проработка лекционного курса и закрепление освоенных тем.
4.	Дифференцированное внесение минеральных удобрений в режиме off-line и on-line.	Изучение, анализ и конспектирование основной и вспомогательной литературы; углубленная самостоятельная проработка лекционного курса и закрепление освоенных тем.
5.	Автоматизация управления механизмами при внесении минеральных удобрений и средств защиты растений.	Изучение, анализ и конспектирование основной и вспомогательной литературы; углубленная самостоятельная проработка лекционного курса и закрепление освоенных тем.
6.	Мониторинг сельскохозяйственной и транспортной техники. Картирование урожайности сельскохозяйственных культур при уборке.	Изучение, анализ и конспектирование основной и вспомогательной литературы; углубленная самостоятельная проработка лекционного курса и закрепление освоенных тем.
7.	Дифференцированный зачет (4 семестр/5 семестр)	Подготовка устных ответов по перечню вопросов, подготовка к тестированию

7. Промежуточная аттестация по дисциплине:

7.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Зачет проходит в формате прохождения собеседования, оценивание по пятибалльной шкале.

Вопросы к дифференцированному зачету:

1. Информационно-коммуникационные технологии в изучении вопросов земледелия с использованием космических систем.
2. Теоретические предпосылки развития точного земледелия.
3. ГИС-технологии в агрохимии.
4. Системы глобального позиционирования.
5. Прецизионное земледелие зарубежных стран.
6. История развития точного земледелия.
7. Принципы работы спутниковых и навигационных сигналов.
8. Комплектация оборудования для автоматизации производственных процессов с использованием космических систем.

9. Изготовление электронных карт задания для внесения средств химизации.
10. Элементы точного земледелия с использованием спутниковых навигационных систем.
11. Критерии оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур
12. Агрохимические свойства почвы.
13. Агроэкологическое обоснование применения космических систем при внесении удобрений.
14. Изготовление электронных карт для внесения минеральных удобрений в режиме off line.
15. Расчёт норм минеральных удобрений по элементарным участкам поля
16. Применение географических информационных систем (ГИС) в проведении научных исследований.
17. Создание электронной карты проведения опытов с географической привязкой к координатам.
18. Формирование электронной карты задания для внесения средств защиты растений.
19. Формирование электронной карты задания для внесения минеральных удобрений.
20. Определение площади полей по электронным картам.
21. Оптимизация параметров почвенного плодородия.
22. Моделирование агроэкосистем различного уровня продуктивности.
23. Потенциальная продуктивность культур по фотосинтетической активной радиации (ФАР).
24. Расчет действительно возможной урожайности сельскохозяйственных культур по влагообеспеченности.
25. Расчет действительно возможного урожая сельскохозяйственных культур по температурному режиму.
26. Генерирование новых идей для разработки инновационных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.
27. Критический анализ предлагаемых разработок в области агрохимии.
28. Альтернативные варианты предлагаемых технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

1. Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Есаулко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2013. — 352 с. — 978-5-9596-0793-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47281.html> (дата обращения: 24.06.2026).

8.2. Дополнительная литература:

1. Можаяев Е.Е. Оценка эффективности управления сельскохозяйственного производства/ Е.Е. Можаяев, Е.И. Семенова, Г.Е. Смирнов. – М.: РАКО, 2007. 4. Янчевская Т.Г. Оптимизация минерального питания растений [Электронный ресурс] / Т.Г. Янчевская. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2014. — 459 с. — 978-985-08-1768-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29587.html> (дата обращения: 24.06.2026).

8.3. Интернет-ресурсы:

1. <https://e.lanbook.com/> - электронная библиотечная система «Лань»
2. <https://lib.utmn.ru/ru> - электронная библиотека ТюмГУ
3. <https://znanium.ru/> - электронная библиотечная система «Znanium»
4. <https://www.iprbookshop.ru> - электронная библиотечная система «IPRbooks»

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Любое ПО для демонстрации презентаций, созданных в Microsoft Power Point, выхода в Интернет и просмотра видеоматериалов.

Для обеспечения учебного процесса по данной дисциплине необходимо специальное программное обеспечение типа Cropwise, Onesoil.

10. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий практического типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер, цифровые платформы беспилотных летательных аппаратов и искусственные спутники Земли, линейный актуатор, бортовой навигационный компьютер, лазерные датчики

11. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

12. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа по дисциплине строится на сочетании теоретического изучения материала и практической работы с реальными спутниковыми данными. Рекомендуются начинать с освоения открытых источников космической информации, таких как порталы Copernicus Open Access Hub, Earth Explorer или отечественные сервисы, и регистрации на платформах геопространственного анализа, включая Google Earth Engine и QGIS с соответствующими плагинами.

При изучении теоретических разделов важно вести структурированный конспект с фиксацией ключевых понятий, спектральных характеристик культур и алгоритмов расчета индексов, сопровождая его выполнением промежуточных тестовых заданий для самопроверки. Практическая часть самостоятельной работы включает выполнение поэтапных заданий: от загрузки и предварительной обработки снимков до построения временных рядов NDVI, создания тематических карт и подготовки аналитических отчетов по состоянию посевов, при этом рекомендуется начинать с простых задач на одном поле и постепенно усложнять анализ, добавляя разновременные данные и сравнивая различные индексы.

Для успешного освоения дисциплины полезно вести рабочий дневник с фиксацией всех этапов обработки, параметров съемки, использованных алгоритмов и полученных результатов, что позволит систематизировать знания и быстро возвращаться к предыдущим наработкам. Особое внимание следует уделить интерпретации полученных данных и их привязке к реальным агрономическим процессам, используя открытые метеоданные и справочную литературу по фазам развития культур и критическим периодам вегетации.

Каждая практическая работа должна завершаться кратким выводом с оценкой качества данных, выявленных проблемных зон и предложениями по агротехническим мероприятиям, а перед защитой выполненных заданий рекомендуется подготовить краткую презентацию с визуализацией основных карт и графиков. Для углубленного изучения тем целесообразно использовать научные статьи из журналов по дистанционному зондированию и точному земледелию, а также участвовать в вебинарах и онлайн-курсах по обработке спутниковых данных. Контроль самостоятельной работы осуществляется через регулярную сдачу практических заданий, защиту созданных ГИС-проектов и итоговое тестирование по теоретическим основам дисциплины.