



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.04 Точное земледелие

Направление подготовки: 35.04.04 Агрономия

Профиль подготовки: Цифровые двойники в растениеводстве

Квалификация (степень): магистр

Форма обучения: очная, очно-заочная

Институт: агробиотехнологий и технических систем

Кафедра: агротехнологий, хранения и переработки с/х продукции

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2	2	
Семестр/триместр	4	6	

Лекции			
Лабораторные занятия			
Практические (семинарские) занятия	18	6	
Консультации			
Форма промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	
Контроль			
Самостоятельная работа	34	67	

Всего часов: 144

Трудоемкость: 4 з.е

Разработчик (и) рабочей программы: кандидат с.-х. наук, доцент Кравченко В.А.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины

Формирование у магистрантов системы теоретических знаний и практических компетенций в области технологий точного земледелия, с акцентом на создание, верификацию и применение цифровых двойников агротехнологических процессов для оптимизации управления производственным процессом и принятия ресурсосберегающих решений.

Задачи изучения дисциплины

1. Изучить компонентный состав, принципы функционирования и техническое обеспечение систем точного земледелия.
2. Сформировать понимание роли и места цифровых двойников в контуре управления агротехнологиями.
3. Освоить методы сбора, анализа и интерпретации пространственно-временных данных (GeoSpatial Data) для агромоделирования.
4. Научить принципам построения и калибровки простейших агрономических и технологических моделей (цифровых двойников) на основе реальных данных.
5. Развить навыки принятия управленческих решений на основе прогнозов, полученных с помощью цифровых двойников.

Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01.04 Точное земледелие реализуется в рамках базовой дисциплин блока Б1. Модуль 3 "Профильно-ориентированный"

Планируемые результаты обучения дисциплине.

ПКС-2 Готовность использовать инновационные процессы в агропромышленном комплексе при проектировании и реализации экологически безопасных и экономически эффективных технологий	Знает: <ul style="list-style-type: none">- термины и понятия в информационной деятельности, основные нормативные материалы по информационной деятельности в сельском хозяйстве;- информационные технологии выращивания сельскохозяйственных и декоративных культур, принципы, методы и приемы распространения инноваций
	Умеет: <ul style="list-style-type: none">- составлять информационные базы по инновационным технологиям, их анализировать и применять в получении продукции растениеводства при возделывания полевых культур.
	Владеет: <ul style="list-style-type: none">- навыками использования современных информационных технологий для сбора, обработки и распространения инноваций в агрономии, использования и создания базы данных по инновационным технологиям в агрономии, создания цифровых двойников;

	- методами построения схем инновационных процессов, операций и приемов в новых технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.
--	---

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу
Очная форма обучения

Модуль 1. Основы и техническое обеспечение точного земледелия

- **Тема 1.1.** Введение в точное земледелие. История, цели, задачи. Экономические и экологические аспекты. От точного земледелия к цифровому сельскому хозяйству.
- **Тема 1.2.** Технические средства получения данных: GPS/GNSS-системы, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), датчики на технике (Yield Mapping, Soil Scanning), IoT-сенсоры в агрономии.
- **Тема 1.3.** Технические средства исполнения решений: система автоматического вождения (Autosteering), дифференциального внесения (VRA), роботизированные платформы.

Модуль 2. Цифровые двойники в агротехнологиях

- **Тема 2.1.** Понятие цифрового двойника. Отличие от модели и цифровой тени. Структура цифрового двойника: данные, модели, интерфейсы.
- **Тема 2.2.** Источники данных для цифровых двойников: почвенные, вегетационные, метеорологические, биологические данные. Проблемы качества и гармонизации данных.
- **Тема 2.3.** Основы агромоделирования. Типы моделей: фенологические, ростовые, модели продукционного процесса, фитосанитарные модели. Валидация и калибровка моделей.
- **Тема 2.4.** Принятие решений на основе цифровых двойников. Прогнозирование урожайности, оптимизация сроков сева, норм высева, внесения удобрений и СЗР. Оценка рисков.

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- **Тесты** по терминологии и основным понятиям.
- **Проверка практических заданий** (например, создание карты вегетационного индекса в QGIS, написание скрипта для расчета фенологической фазы).
- **Защита проекта** по разработке концепции цифрового двойника.
- **Устный опрос** по темам модулей.

Зачет проходит в форме **защиты итогового проекта** и устного собеседования по теоретическим вопросам.

- **Критерии оценки итогового проекта (максимум 50 баллов):**
 - Актуальность и постановка задачи (0-10 баллов).
 - Корректность собранных и использованных данных (0-10 баллов).
 - Сложность и адекватность примененной модели (цифрового двойника) (0-15 баллов).
 - Качество анализа результатов и предложенных решений (0-10 баллов).
 - Оформление и качество презентации (0-5 баллов).
- **Теоретическая часть (максимум 50 баллов):**
 - Ответ на 2 теоретических вопроса из перечня (например, "Принципы работы и состав системы дифференциального внесения удобрений", "Этапы построения и верификации цифрового двойника").

Шкала оценки:

- «Отлично» (5): 86-100 баллов
- «Хорошо» (4): 71-85 баллов
- «Удовлетворительно» (3): 51-70 баллов
- «Неудовлетворительно» (2): 0-50 баллов

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Якушев В.В., Лахвич Ф.Ф. Точное земледелие. — СПб.: Лань, 2019.
2. Сабирзянов Т.Р., Иванов П.В. Цифровые технологии в сельском хозяйстве: модели и методы. — М.: ИНФРА-М, 2021.
3. Шпаар Д. и др. Точное земледелие / пер. с нем. — М.: ИД "Техника и оборудование для села", 2012.

4.2. Дополнительная литература

1. Handbook of Precision Agriculture. Principles and Applications. / ed. by A. Srinivasan. — Food Products Press, 2006.
2. Site-Specific Crop Management. / ed. by J.V. Stafford. — 1999.
3. Научные статьи из журналов: "Computers and Electronics in Agriculture", "Precision Agriculture", "Agricultural Systems".

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Ссылка на	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
--------------	------------------	--	--------------------

	информационный ресурс		
1.	https://infourok.ru/	Инфоурок: образовательный интернет-проект России. Включает: конспекты уроков, презентации, тесты, видеоуроки и другие материалы по предметам школьной программы.	Свободный доступ
2.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.garant.ru	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	www.consultant.ru	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Компьютерный класс с доступом в интернет и установленным ПО (QGIS, RStudio, Python, Jupyter Notebook).

Лицензионное ПО для анализа данных точного земледелия (по возможности).

Видеопроектор, интерактивная доска.

Демонстрационные образцы оборудования (GPS-приемник, портативный NDVI-сенсор, др.).