

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Бойко Елена Григорьевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.06.2025 10:49:24
Уникальный идентификатор:
e69eb689122030af7d22cc354bf0eb9d453ecf8f

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья
Инженерно-технологический институт
Кафедра технических систем в АПК

«Утверждаю»
И.о. заведующего кафедрой

А.В.Ставицкий
«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование технологических процессов в агроинженерии

для направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Магистерская программа: Цифровизация технических систем в агроинженерии

Уровень высшего образования – магистратура

Форма обучения: очная, заочная

Тюмень, 2025

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

- 1) ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденный Министерством образования и науки РФ «26» июля 2017 г., приказ № 709.
- 2) Учебный план магистерской программы «Цифровизация технических систем в агроинженерии» одобрен Ученым советом ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья от «27» февраля 2025 г. Протокол № 9.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена на заседании кафедры «Технические системы в агробизнесе» от «27» февраля 2025 г., протокол № 6

И.о. заведующего кафедрой



А.В.Ставицкий

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией института от «27» февраля 2025 г. Протокол № 6

Председатель методической комиссии института



С.М.Каюгина

Разработчики:

Устинов Н.Н., доцент кафедры «Технические системы в АПК», к.т.н.

Мартыненко Д.С., начальник отдела механизации Департамента АПК Тюменской области, к.т.н.

Директора института:



Н.Н. Устинов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<i>Код компетенции</i>	Результаты освоения	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	ПК-1 Способен осуществлять проектирование механизированных и автоматизированных технологических процессов в сельском хозяйстве с использованием методов математического моделирования	ИД-1 _{ПК-1} Пользуется методами математического моделирования при проектировании процессов в инженерно-технической сфере сельского хозяйства	Знать: -основные принципы построения математических моделей; -основные типы математических моделей; - методику проведения вычислительного эксперимента на ЭВМ; -методы исследования математических моделей разных типов; -основные исследовательские прикладные программные средства. Уметь: - проводить формализацию исследуемых технических объектов; -применять модели для проведения работ по анализу применяемых проектных решений; - интерпретировать полученные результаты, Владеть: - методикой разработки и применения математических моделей технических устройств различной физической природы; - навыками работы с компьютерными системными и прикладными программами.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к Блоку 1, части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения дисциплины необходимы знания в области: математики, методики экспериментальных исследований.

Моделирование технологических процессов в агроинженерии является предшествующей дисциплиной для государственной итоговой аттестации.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре по очной форме обучения, на 2 курсе в 4 семестре по заочной форме обучения.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов (3 зачетных единицы).

Вид учебной работы	Форма обучения	
	очная	заочная
Аудиторные занятия (всего)	30	14
<i>В том числе:</i>	-	-
Лекционного типа	10	4
Семинарского типа	20	10
Самостоятельная работа (всего)	78	94
<i>В том числе:</i>	-	-
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	39	70
Самостоятельное изучение тем	6	
Индивидуальное задание	19	12
Реферат	14	-
Контрольные работы	-	12
Вид промежуточной аттестации:	зачет	зачет
Общая трудоемкость:		
часов	108	108
зачетных единиц	3	3

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Основы математического моделирования	Обоснование выбора вида математического моделирования. Этапы разработки имитационной модели. Выбор инструментальных средств программной реализации имитационных моделей.
2	Моделирование технологических процессов.	Моделирование процессов при проектировании рабочих органов почвообрабатывающих машин. Моделирование движения машинно-тракторных агрегатов. Моделирование процессов зерноочистительных машин. Моделирование процессов зерноуборочного комбайна. Моделирование гидравлических, пневматических систем.
3	Применение ПО в моделировании процессов в агроинженерии.	Применение САПР при построении имитационных моделей технологических процессов и технических систем. Цифровой двойник.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Общие вопросы теории моделирования	Понятие объекта и его модели. Классификация моделей. Понятие математической модели (ММ). Аксиоматическое и конструктивное определения ММ. Формы представления ММ. Классификация математических моделей, области их применения. Математические модели состояния объектов. Операнды. Отношения. Основные типы пространств, области их применения. Математические модели эволюции состояний, их классификация, свойства, области применения. Имитационные модели.
2	Методика составления моделей	Основные этапы математического моделирования Пример составления математической модели состояния объекта Описание объекта моделирования. Идеализация объекта. Построение ММ. Исследование пространства состояний. Закономерности, действующие в области применения модели. Математическая формулировка этих закономерностей. Качественное исследование математических моделей. Применение современного ПО.
3	Решение задач оптимизации	Структура оптимизационных задач Оптимизация задач при линейном программировании. Оптимизация задач при нелинейном программировании. Аппроксимация данных вычислительного и натурного экспериментов регрессионными зависимостями Представление результатов эксперимента (любого вычислительного или натурного) поверхностью отклика при оптимизации объектов исследования Статистическая обработка результатов эксперимента Анализ результатов эксперимента по регрессионным уравнениям
4	Прикладные аспекты применения МКЭ (метода конечных элементов)	Использование твердотельных моделей элементов конструкций с/х машин. Применение САПР для построения моделей рабочих органов с/х техники. Моделирование напряженно-деформированного состояния элементов конструкций.
5	Имитационное моделирование	Построение имитационных моделей сложных систем. Моделирование в гидро-газо динамике. Моделирование поведения сыпучих сред. Применение современного ПО.

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционн о типа	Семинарског о типа	СР	Всего, часов
1	2	3	4	5	6
1.	Общие вопросы теории моделирования	2	4	14	20
2.	Методика составления моделей	2	4	14	20
3.	Решение задач оптимизации	2	4	14	20
4.	Прикладные аспекты применения МКЭ (метода конечных элементов)	2	4	16	22
5.	Имитационное моделирование	2	4	20	26
	Итого:	10	20	78	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционн о типа	Семинарског о типа	СР	Всего, часов
1	2	3	4	5	6
1.	Общие вопросы теории моделирования	2	-	16	18
2.	Методика составления моделей	-	2	16	18
3.	Решение задач оптимизации	-	-	18	18
4.	Прикладные аспекты применения МКЭ (метода конечных элементов)	2	2	14	18
5.	Имитационное моделирование	-	6	30	36
	Итого:	4	10	94	108

4.3. Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема	Трудоемкость (час)	
			очная	заочная
1	2	3	4	5
1.	1	Табличные формы представления математических моделей.	2	-
2.	1	Графические формы представления математических моделей.	2	-
3.	2	Дифференциальные уравнения при моделировании процессов и систем.	2	-
4.	2	Численные методы.	2	2
5.	3	Методы решения задач оптимизации.	2	-
6.	3	Многокритериальные задачи.	2	-
7.	4	Твердотельное моделирование.	2	-
8.	4	Расчет напряженно-деформированного состояния МКЭ.	2	2
9.	5	Моделирование гидравлических систем процессов.	2	2
10	5	Моделирование сыпучих сред.	2	4
		Итого:	20	10

4.4. Учебные занятия, развивающие у обучающихся навыки командной работы, межличностные коммуникации, принятие решений, лидерские качества
не предусмотрено ОПОП.

4.5. Учебные занятия в форме практической подготовки

№ п/п	Номер темы	Место проведения
1	1	Непосредственно в университете (Инженерно-технологический институт, аудитория 4-214)
2	3	
3	4	

4.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)
не предусмотрено ОПОП.

5. Организация самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

5.1. Типы самостоятельной работы и её контроль

Тип самостоятельной работы	Форма обучения		Текущий контроль
	очная	заочная	
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	39	70	тестирование
Самостоятельное изучение тем	6		тестирование или собеседование
Индивидуальное задание	19	12	собеседование
Реферат	14	-	собеседование
Контрольные работы	-	12	защита
всего часов:	78	94	

5.2. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы:

Бучельникова, Т. А. Работа с прикладными модулями в САПР КОМПАС : учебно-методическое пособие / Т. А. Бучельникова. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2019. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131648> (дата обращения: 21.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.3. Темы, выносимые на самостоятельное изучение:

Раздел 1. Использование статистической информации при моделировании. Статистические и теоретические модели процессов, выполняемых сельскохозяйственными машинами и оборудованием.

Раздел 2. Уравнение Лагранжа 2-го рода в исследовании динамических процессов.

Раздел 3. Разработка функциональной схемы проектируемой машины.

Раздел 4. Методы оценки динамических свойств МКЭ.

Раздел 5. Реологические модели почвы (грунта).

5.4 Темы рефератов

1. Компьютерная модель изделия.
2. Simulink, среда для имитационного моделирования
3. FluidSIM в моделировании гидравлических систем
4. Цифровой двойник изделия.
5. Метод-конечных элементов. Применение в инженерных расчётах.
6. Использование MATLAB в инженерных расчетах.
7. Моделирование поведения почв (грунта) при взаимодействии с рабочими органами машин.
8. Методы планирования эксперимента.
9. Визуализация в инженерных расчетах.
10. Оптимальное проектирование.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций и оценочные средства индикатора достижения компетенций

Код компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Наименование оценочного средства
ПК-1	ИД-1пк-1 Пользуется методами математического моделирования при проектировании процессов в инженерно-технической сфере сельского хозяйства	Знать: -основные принципы построения математических моделей; -основные типы математических моделей; методику проведения вычислительного эксперимента на ЭВМ; -методы исследования математических моделей разных типов; -основные исследовательские прикладные программные средства. Уметь: - проводить формализацию исследуемых технических объектов; -применять модели для проведения работ по анализу применяемых проектных решений; интерпретировать полученные результаты, Владеть: методикой разработки и применения математических моделей технических устройств различной физической природы; навыками работы с компьютерными системными и прикладными программами.	Тест Собеседование Контрольная работа Индивидуальное задание Реферат

6.2. Шкалы оценивания

Шкала оценивания тестирования на зачете

% выполнения задания	Результат
50 – 100	зачтено
менее 50	не зачтено

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы:

Указаны в приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211529>.
2. Храмешин, А. В. Моделирование в агроинженерии : учебное пособие / А. В. Храмешин. — Ижевск : Ижевская ГСХА, 2019. — 46 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/178015>.

б) дополнительная:

1. Берестова, С. А. Математическое моделирование в инженерии : учебник / С. А. Берестова, Н. Е. Мисюра, Е. А. Митюшов. — Екатеринбург : УрФУ, 2018. — 244 с. — ISBN 978-5-7996-2499-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170101>.
2. Белякова, А. Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / А. Ю. Белякова. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2020. — 120 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183493>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие / С. В. Поршнев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-1063-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210530>.
4. Мальцева, О. Г. Методика применения трёхмерного моделирования в современной агроинженерии : методические указания / О. Г. Мальцева. — Самара : СамГАУ, 2021. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/222194>.
5. Карангин, В. П. Обработка экспериментальных данных: учебное пособие / В. П. Карангин, С. Ф. Елецкая. — Омск : ОмГТУ, 2018. — 48 с. — ISBN 978-5-8149-2603-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149107> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Базы ГОСТов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии www.protect.gost.ru, www.gosthelp.ru;
2. Научная электронная библиотека www.elibrary.ru;
3. Электронно-библиотечная система «Лань» www.e.lanbook.com;
4. Электронно-библиотечная система «IPR-books» www.iprbookshop.ru;
5. Поисковые системы Федерального института промышленной собственности www.fips.ru;
6. Exponenta.ru, образовательный математический сайт (<http://www.exponenta.ru/>);
7. Практикум по математическому анализу (видеокурс) (<https://hghltd.yandex.net/>)

8. Перечень информационных технологий

1. Операционная система Windows (лицензионно-программное обеспечение)
2. Пакет прикладных программ MS Office 2007 (университетская лицензия)
3. Google meet (www.meet.google.com)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий используются аудитории с мультимедийным оборудованием. Практические занятия по дисциплине «Современное оборудование мясоперерабатывающих предприятий» проводится в специальных аудиториях.

11. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы), использование версии сайта для слабовидящих ЭБС IPR BOOKS и специального мобильного приложения IPR BOOKS WV-Reader (программы не визуального доступа к информации, предназначенной для мобильных устройств, работающих на операционной системе Android и iOS, которая не требует специально обученного ассистента, т.к. люди с ОВЗ по зрению работают со своим устройством привычным способом, используя специальные штатные программы для незрячих людей, с которыми IPR BOOKS WV-Reader имеет полную совместимость);
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет
Северного Зауралья Инженерно-технологический институт
Кафедра технических систем в АПК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине **Моделирование технологических процессов в
агроинженерии**

для направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия
Магистерская программа: Цифровизация технических систем в
агроинженерии

Уровень высшего образования – магистратура

Разработчики:

Устинов Н.Н., доцент кафедры «Технических систем в АПК», к.т.н.
Мартыненко Д.С., начальник отдела механизации Департамента АПК
Тюменской области, к.т.н.

Утверждено на заседании кафедры
протокол № 6 от «27» февраля 2025г.

И.о. заведующего кафедрой  Ставицкий А.В.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ
знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие
этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины
Моделирование технологических процессов в агроинженерии**

Вопросы для подготовки к зачёту

Наименование компетенции	Вопросы
ПК-1 Способен проводить анализ эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники, анализ передового отечественного и зарубежного опыта, рассматривать предложения персонала, разрабатывать предложения и вносить коррективы в планы работ по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники	Аксиоматическое и конструктивное определения математической модели. Способы представления математических моделей. Система линейных алгебраических уравнений. Методика решения систем линейных алгебраических уравнений с помощью симплекс-таблиц. Формализация составления дифференциальных уравнений отыскания экстремальных точек в случае задачи нелинейного программирования с двумя переменными. Алгоритм решения. Математические модели состояния объектов. Операнды. Основные типы пространств существования объектов. Особенности их описания. Метод множителей Лагранжа для решения задач нелинейного программирования на примере задачи с двумя переменными. Системы линейных алгебраических уравнений. Способы задания. Матричное задание. Допустимые преобразования и методы решения. Методика численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Общая методика решения задач нелинейного программирования. Алгоритм решения. Недостатки. Особенности задач нелинейного программирования. Основные требования к алгоритмам задач моделирования эволюции состояний. Алгоритмы самоорганизации и самонастройки. Сложные системы. Системный анализ, теория систем и системный подход. Структура оптимизационных задач. Целенаправленность элементов сложных систем. Функциональные свойства элементов систем. Использование методики описания объектов полиномами второй степени при оптимизации исследуемых процессов. Понятие о «звездных» точках пространства независимых переменных. Структура оптимизационных задач. Особенность математического моделирования функционирования сложных систем. Алгоритм действий исследователя при оптимизации многофакторных зависимостей методом крутого восхождения.

	Метод множителей Лагранжа для решения задач нелинейного программирования на примере задачи с двумя переменными. Статистическая обработка результатов эксперимента при использовании полиномиального моделирования. Экспериментальные (натурные и вычислительные) планы многофакторного анализа. Общая методика определения коэффициентов регрессионного уравнения и вычисления дисперсии. Оценки коэффициентов регрессионного уравнения. Регрессионные зависимости многофакторных исследований. Планы многофакторного анализа и планы изучения поверхности отклика. Представление результатов эксперимента поверхностью отклика при оптимизации многофакторных объектов исследования. Условие оптимизации взаимодействия с.х. машины с обрабатываемым материалом в составе МТА в случае наличия упругой сцепки. Использование композиционных планов при описании параметров оптимизации исследуемых процессов полиномами второй степени. Условие оптимизации взаимодействия с.х. машины с обрабатываемым материалом в составе МТА в случае наличия упругой сцепки. Составление математической модели взаимодействия с.х. машины с обрабатываемым материалом в составе МТА. Принципиальная схема преобразования нагружения с.х. машины, машинно-тракторного агрегата.
--	---

Тестовые задания

1) Метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей – это

- программирование;
- дискретизация;
- моделирование;
- пикселизация;

2) Упрощенное подобие реального объекта, явления или процесса, это такой материальный или мысленно представляемый объект, который замещает объект-оригинал с целью его исследования, сохраняя важные для данного исследования типичные черты и свойства оригинала – это ...

- модель;
- описание;
- программа;
- формализация;

3) Процесс выделения и перевода внутренней структуры предмета, явления или процесса в определенную информационную структуру – это

- модель;
- описание;
- программа;
- формализация;

4) Компьютерная модель базируется на

- аналоговом моделировании;
- интуитивном моделировании;
- математическом моделировании;
- физическом моделировании.

5) Что представляет собой информационная модель объекта?

- физическое подобие объекта;
- совокупность информации, характеризующая свойства и состояния объекта, процесса, явления, а также взаимосвязь с внешним миром.

6) Что представляет собой материальная модель?

- физическое подобие объекта;
- совокупность информации, характеризующая свойства и состояния объекта, процесса, явления, а также взаимосвязь с внешним миром

7) Исследование объекта, процесса, явления и т.д., базирующееся на его модели называется ...

- компьютеризацией;
- моделированием;
- программированием;
- экспериментированием.

8) Установите порядок этапов компьютерного моделирования:

- компьютерный эксперимент;
- анализ результатов моделирования;
- разработка модели;
- постановка задачи.

9) Определённый способ объединения элементов, составляющих единый сложный объект, называется

- моделью;
- структурой;
- системой;
- формализацией.

10) Сложный объект, представляющий собой совокупность взаимосвязанных элементов, объединённых в некоторую структуру, называется

- моделью;
- структурой;
- системой;
- формализацией.

11) Физическое моделирование - это

создание уменьшенных копий реальных объектов и систем;

создание блок-схем взаимодействия подсистемы процессов в пределах более сложных систем;

-изображение зависимости между переменными в одной из систем координат;

-формализация поведения систем на основе математических выражений.

12) Графическое моделирование - это

создание уменьшенных копий реальных объектов и систем;

создание блок-схем взаимодействия подсистемы процессов в пределах более сложных систем;

изображение зависимости между переменными в одной из систем координат;

13) Модели, описанные различными символами (схемы, чертежи, формулы, ...), называют

-графическими;

-знаковыми;

-математическими;

-теоретическими;

-физическими.

14) По области применения модели можно разделить на:

- учебные;
- структурные;
- опытные;
- игровые;
- описательные;
- формализованные;
- имитационные.

15) Модели с учетом временного фактора различают:

- динамические;
- жесткого времени;
- мягкого времени;
- статические.

Полный перечень тестовых заданий по дисциплине размещен в Банке вопросов на сервисе университетской Test ЭИОС ГАУСЗ на платформе Google <https://lms-test.gausz.ru>

Критерии оценки:

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если по результатам тестирования получен результат более 50%, успешно защищена контрольная работа и выполнено хотя одно индивидуальное задание

Оценка «не зачтено» - если по результатам тестирования получен результат менее 50 %, или не сдана/защищена контрольная работа, или не выполнено ни одного индивидуального задания.