

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

ФИО: Бакин Илья Алексеевич

Должность: И.о. директора технологического института

Дата подстановки: 025 11:47:50

Уникальный программный ключ:
f2f55155d93706e649181206093e1db26bb603c

Технологический институт
Кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора
Технологического института

И.А. Бакин
« 29 » 08 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.02.05 Имитационное моделирование инженерных объектов

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.06 – Агроинженерия

Направленность: Компьютерный инжиниринг в управлении жизненным циклом технических систем

Курс: 2

Семестр: 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

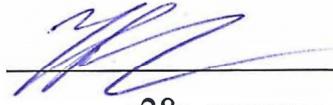
Москва, 2025

Разработчик: Торопцев В.В., к.т.н., доцент



«28» августа 2025 г.

Рецензент: Коноплин Н.А., к.ф-м.н., доцент



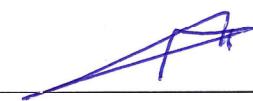
«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов (специалист по механизации, автоматизации и роботизации технологического оборудования и процессов пищевой и перерабатывающей промышленности, специалист по инжинирингу машиностроительного производства, специалист в области механизации сельского хозяйства) по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств
протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Зав. кафедрой

Бакин И.А., д.т.н., профессор



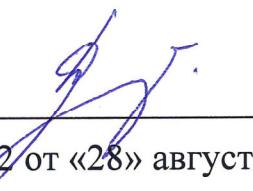
«28» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии

Технологического института

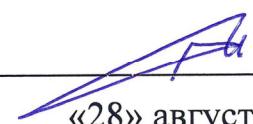
Дунченко Н.И., д.т.н., профессор



Протокол № 2 от «28» августа 2025 г.

Зав. выпускающей кафедрой

Бакин И.А., д.т.н., профессор



«28» августа 2025 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ

Зам. директора ЦНБ



Ермилова Е.В.

«28» августа 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	10
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	14
6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	16
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
7.1 Основная литература	17
7.2 Дополнительная литература.....	17
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....	17
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	20
Виды и формы отработки пропущенных занятий	21
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	21

АННОТАЦИЯ
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.В.02.05 «Имитационное моделирование инженерных объектов»
для подготовки магистров по направлению подготовки
35.04.06 «Агроинженерия» направленности «Автоматизированные
комплексы перерабатывающих производств»

Цель освоения дисциплины: формирование знаний, умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности выпускника в области проведения имитационного моделирования и оптимизации технологических процессов и оборудования в цифровом виде.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 учебного плана, при реализации программы ДПП «Создание цифровых прототипов в агроинженерии».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются компетенции ПКдпо-1.1, ПКдпо-1.2, ПКдпо-1.3.

Краткое содержание дисциплины:

Основные понятия имитационного моделирования. Имитационное моделирование, его отличия от других видов моделирования. Задачи и цели имитационного моделирования. Области применения имитационного моделирования. Основные элементы имитационной модели. Основные понятия теории моделирования систем. Принципы системного подхода в моделировании систем. Классификация моделей системы. Математические схемы моделирования технологических процессов. Этапы разработки математических моделей технических систем. Технологические и инструментальные возможности современных систем имитационного моделирования. Анализ инструментальных средств имитационного моделирования. Практическое применение сред имитационного моделирования. Имитационное моделирование технологических процессов перерабатывающих производств. Определение систем операций технологических процессов для создания имитационных моделей. Планирование вычислительных экспериментов с моделями операций технологических процессов. Проведение имитационного эксперимента и обработка результатов.

Общая трудоемкость дисциплины: 36 / 1 (ч / зач. ед.)

Промежуточный контроль: зачет.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Имитационное моделирование инженерных объектов» является изучение обучающимися теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков и формировании у обучающихся компетенций в области моделирования и расчета технологического оборудования и линий перерабатывающих производств.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Имитационное моделирование инженерных объектов» включена в перечень дисциплин части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина «Имитационное моделирование инженерных объектов» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия.

Особенностью дисциплины является умение решать задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных методов и инструментов имитационного моделирования.

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование инженерных объектов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетен- ции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПКдпо-1	Сопровождение жизненного цикла и реновация продукции машиностроения	ПКдпо-1.1 Способен управлять жизненным циклом продукции машиностроения на этапе проектирования, разработки документации, производства и эксплуатации	специфику управления жизненным циклом продукции машиностроения на этапе проектирования, разработки документации, производства и эксплуатации	управлять жизненным циклом продукции машиностроения на этапе проектирования, разработки документации, производства и эксплуатации	управления жизненным циклом продукции машиностроения на этапе проектирования, разработки документации, производства и эксплуатации
			ПКдпо-1.2 Способен организовывать информационную поддержку, разрабатывать модели и использовать программные продукты по обеспечению жизненного цикла	модели и использовать программные продукты по обеспечению жизненного цикла	организовывать информационную поддержку, разрабатывать модели и использовать программные продукты по обеспечению жизненного цикла	навыками организации информационной поддержки, разработки моделей и использования программных продуктов по обеспечению жизненного цикла
			ПКдпо-1.3 Знает основные этапы жизненного цикла продукции машиностроения, способы и методы моделирования, передовые технологии в профессиональной отрасли, автоматизированные системы управления	основные этапы жизненного цикла продукции машиностроения, способы и методы моделирования, передовые технологии в профессиональной отрасли, автоматизированные системы управления	применять знания основных этапов жизненного цикла продукции машиностроения, способов и методов моделирования, передовых технологий в профессиональной отрасли, автоматизированных систем управления	навыками применения знания основных этапов жизненного цикла продукции машиностроения, способов и методов моделирования, передовых технологий в профессиональной отрасли, автоматизированных систем управления

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зач. ед. (36 ч), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	в т.ч. по семестрам
		№1
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	36	36
1. Контактная работа:	24,25	24,25
Аудиторная работа	24,25	24,25
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	12	12
практические занятия (ПЗ)	12	12
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	11,75	11,75
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и ма- териала учебников и учебных пособий, подготовка к лабо- раторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	11,75	11,75
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР	
		Л	ПЗ	ПКР		
Раздел 1 «Введение в системную инженерию»	18	6		6	-	6
Раздел 2 «Жизненный цикл технического объекта»	17,75	6		6	-	5,75
Всего за 2 семестр	35,75	12		12	-	23,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-		-	0,25	-
Итого по дисциплине	36	12		12	0,25	23,75

Раздел 1 Введение в имитационное моделирование

Тема 1 Основы имитационного моделирования

Основные понятия имитационного моделирования. Имитационное моделирование, его отличия от других видов моделирования. Задачи и цели имитационного моделирования. Области применения имитационного моделирования. Основные элементы имитационной модели.

Тема 2 Общие принципы моделирования технических систем

Основные понятия теории моделирования систем. Принципы системного подхода в моделировании систем. Классификация моделей системы. Математические схемы моделирования технологических процессов. Этапы разработки математических моделей технических систем.

Раздел 2 Разработка имитационных моделей инженерных объектов

Тема 1 Методы и средства имитационного моделирования

Технологические и инструментальные возможности современных систем имитационного моделирования. Анализ инструментальных средств имитационного моделирования. Практическое применение сред имитационного моделирования.

Тема 2 Разработка моделей объектов перерабатывающих производств

Имитационное моделирование технологических процессов перерабатывающих производств. Определение систем операций технологических процессов для создания имитационных моделей. Планирование вычислительных экспериментов с моделями операций технологических процессов. Проведение имитационного эксперимента и обработка результатов.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1	Раздел 1 Введение в имитационное моделирование		ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	Устный опрос	8
Тема 1 Основы имитационного моделирования	Лекция № 1 Основы имитационного моделирования	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	Устный опрос	2
	Практическая работа № 1 Обзор моделей имитационного моделирования	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	Устный опрос	2
Тема 2 Общие принципы моделирования технических систем	Лекция № 2 Общие принципы моделирования технических систем	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	Устный опрос	2
	Практическая работа № 2 Порядок проведения анализа объектов моделирования	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	Устный опрос	2
2	Раздел 2 Разработка имитационных моделей инженерных объектов		ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	Устный опрос	22
Тема 1 Методы и средства имитационного моделирования	Лекция № 3 Методы и средства имитационного моделирования	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3		
	Практическая работа № 3 Анализ инструментальных средств имитационного моделирования	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3		

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
Тема 2 Разработка моделей объектов перерабатывающих производств	Лекция № 4 Разработка моделей объектов перерабатывающих производств	Практическая работа № 4 Имитационное моделирование технологических процессов перерабатывающих производств	ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	Устный опрос	4
			ПКдпо-1.1 ПКдпо-1.2 ПКдпо-1.3	Устный опрос	4

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1		
Компетенция: ПКдпо-1.1		
1.	Тема 1 Основы имитационного моделирования	Структура представления данных в имитационных моделях
2.	Тема 2 Общие принципы моделирования технических систем	Классификация видов моделирования систем
Раздел 2		
Компетенция: ПКдпо-1.1		
3.	Тема 1 Методы и средства имитационного моделирования	Сравнительный анализ возможностей пакетов прикладных программ для моделирования систем
4.	Тема 2 Разработка моделей объектов перерабатывающих производств	Управляемые и неуправляемые факторы при создании имитационной модели

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Основы трехмерного моделирования деталей	Л	Тренинг
2.	Оформление технической документации на проектируемое технологическое оборудование	Л	Разбор конкретной ситуации
3.	Создание трехмерных сборочных единиц технологического оборудования	ПЗ	Компьютерная симуляция

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) Вопросы для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся, для устного опроса:

1. Этапы построения имитационных моделей.
2. Применение теории вероятностей и математической статистики к имитационному моделированию.
3. Статистические проблемы имитационного моделирования.
4. Сбор информации о системе, формулирование проблемы и определение целей исследования.
5. Структура представления данных в имитационных моделях.
6. Виды оценок и методы оценивания параметров имитационной модели.
7. Общие положения проверки гипотез о согласии.
8. Логико-математическое описание моделируемой системы в соответствии с формулировкой проблемы.
9. Создание имитационной модели средствами системы моделирования.
10. Испытание и исследование имитационной модели с использованием исходных данных моделирования.
11. Проведение направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели.
12. Анализ и интерпретация результатов имитационного моделирования.
13. Аналитический метод имитационного моделирования.
14. Метод статистических испытаний.
15. Комбинированный метод построения имитационных моделей.
16. Параметры и переменные имитационной модели.
17. Классификация имитационных моделей.
18. Моделирование дискретных случайных величин
19. Моделирование непрерывных случайных величин
20. Статистические проблемы имитационного моделирования.

21. Условие системности имитационного моделирования.
22. Модели общих систем.
23. Возможности интеграции имитирующих моделей с помощью моделей общих систем.
24. Принципы и методы построения имитационных моделей.
25. Сетевое имитационное моделирование, входные и выходные спецификации.
26. Построение моделей в компьютерных средах для производственно-технологических систем.
27. Виды применяемых систем и примеры формирования имитирующих моделей.
28. Возможности использования имитационных языков. Сведения о современных программных продуктах в этой области и обучение их применению.
29. Современные программные продукты для имитационного моделирования
30. Планирование имитационного эксперимента.

2) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Понятия «модель системы» и «моделирование»
2. Характеристики адекватности модели реальному моделируемому объекту
3. Сущность системного подхода к имитационному моделированию систем
4. Процесс функционирования системы
5. Цель компьютерного моделирования системы
6. Классификация видов моделирования систем
7. Математическое моделирование систем
8. Особенности имитационного моделирования систем
9. Метод статистического компьютерного моделирования
10. Критерии эффективности компьютерного моделирования систем
11. Статические и динамические модели объектов
12. Сущность методики машинного моделирования систем
13. Требования, предъявляемые к машинной модели системы
14. Концептуальная модель системы
15. Метод статистического компьютерного моделирования систем
16. Пакеты прикладных программ для моделирования систем
17. Особенности машинного эксперимента по сравнению с другими видами экспериментов
18. Виды факторов в имитационном эксперименте с моделями систем
19. Оценка точности и достоверности результатов компьютерного моделирования систем
20. Методики обработки результатов компьютерного имитационного эксперимента

- 21.Методы математической статистики для анализа результатов имитационного моделирования систем
- 22.Структура иерархической модели системы
- 23.Требования, предъявляемые к модели, реализуемой в реальном масштабе времени
- 24.Основные этапы моделирования системы
- 25.Общие правила построения и способы реализации моделей систем
- 26.Переход от концептуальной к машинной модели системы
- 27.Управляемые и неуправляемые факторы при создании имитационной модели
- 28.Законы распределения эксплуатационных показателей технологического оборудования
- 29.Законы распределения показателей надежности технологического оборудования
- 30.Преимущества имитационного моделирования по сравнению с аналитическим

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая и традиционная** система контроля и оценки успеваемости обучающихся.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга обучающегося осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 7

Шкала оценивания	Экзамен
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости обучающихся должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий .

Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний) .
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный .
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, не сформированы .

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Кутузов, О. И. Моделирование систем. Имитационный метод / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 224 с. – ISBN 978-5-507-48872-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/365882>

2. Веремчук, Н. С. Элементы имитационного моделирования : учебно-методическое пособие / Н. С. Веремчук. – 2-е изд., испр. и доп. – Омск : СибАДИ, 2023. – 161 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/407150>

3. Скворцов, С. В. Алгоритмы и программные средства имитационного моделирования систем : учебное пособие / С. В. Скворцов, В. И. Хрюкин. – Рязань : РГРТУ, 2023. – 112 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/380480>

4. Кабирова, А. Н. Методы имитационного и интеллектуального моделирования: практикум : учебное пособие / А. Н. Кабирова, Л. Ю. Емалетдинова. – Казань : КНИТУ-КАИ, 2023. – 204 с. – ISBN 978-5-7579-2654-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/399551>

7.2 Дополнительная литература

1. Лисяк, В. В. Прикладные аспекты имитационного моделирования : учебное пособие / В. В. Лисяк. – Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2022. – 112 с. – ISBN 978-5-9275-4110-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/345485>

2. Лебедь, Н. И. Имитационное моделирование автоматизированных систем управления технологических процессов в электроэнергетике и АПК : учебно-методическое пособие / Н. И. Лебедь. – Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2022. – 88 с. – ISBN 978-5-4479-0360-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/343889>

3. Лепп, Н. Э. Математические методы в инженерии. Основы имитационного моделирования : учебное пособие / Н. Э. Лепп, С. В. Ушанов. – Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2023. – 80 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/400481>

4. Ткачев, А. Н. Цифровое имитационное моделирование : учебное пособие / А. Н. Ткачев. – Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2021. – 155 с. – ISBN 978-5-9997-0762-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/292220>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://window.edu.ru/> - открытый доступ
2. <http://ru.wikipedia.org/> - открытый доступ
3. www.library.timacad.ru - открытый доступ

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программы: MS Office, электронные ресурсы технических библиотек.

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы
1	Раздел 1 Введение в Имитационное моделирование инженерных объектов	MS Office, КОМПАС-3D, T-Flex PLM	Обучающие
2	Раздел 2 Проектирование элементов технологического оборудования в CAD-системах	MS Office, КОМПАС-3D, T-Flex PLM	Обучающие

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебный корпус №1, ауд.102	1.Стенды с рабочими органами технологического оборудования разм. 810x910,инв.№602878. 2.Стенд с рабочими органами технологического оборудования разм. 900x1200, инв. № 602879. 3.Стенд с рабочими органами технологического оборудования разм.1200x1200, инв. № 602880. 3.Проекционный экран с электроприводом-

	<p>1 комплект. 4.Телевизор модели49PFT4100\60-1 шт. 5.Ноутбук инв. № 210138000003695. 6.Доска маркерная с алюминиевой рамой 180x120 см,TSA-1218 инв. № 210138000003695</p>
Учебный корпус №1, ауд.328	<p>1.Лабораторная установка для испытания конструкций теплообменников инв. №591242;</p> <p>2.Лабораторная установка по исследованию процесса перемешивания инв. №591239;</p> <p>3.Лабораторная установка для определения гидравлического сопротивления инв. №591247;</p> <p>4.Лабораторная установка исследования расстойки и выпечки хлеба инв. №591250;</p> <p>5.Лабораторная установка для испытания теплообмена излучением инв. № 591246;</p> <p>6.Лабораторная установка для испытания теплообмена конвекцией инв. № 591246;</p> <p>7.Лабораторная установка для определения теплопроводности инв.№591243;</p> <p>8.Лабораторная установка для определения характеристик насосов инв. № 591249;</p> <p>9.Лабораторная установка исследования фазовых переходов газов инв. №591251;</p> <p>10.Лабораторная установка по определению плотности сыпучих материалов инв. № 591237;</p> <p>11.Лабораторная установка по ректификации инв. № 591240; --12.Лабораторная установка по определению способов сушки инв. № 591241.</p> <p><u>Ноутбуки для работы с указанными лабораторными установками:</u></p> <p>1.Инв. № 210138000002176</p> <p>2.Инв. №210138000002178</p> <p>3.Инв. № 210138000002181</p> <p>4.Инв. № 210138000002182</p> <p>5.Инв. № 210138000002184,</p> <p>6.Инв.№ 210138000002185</p> <p>7.Инв. № 410134000002962.</p> <p><u>Другое оборудование:</u></p> <p>1.Монитор Lenovo инв. № 554211</p> <p>комплект оборудования для модернизации инв.№ 410134000002958</p> <p>2.Дежа инв. № 410134000002957</p> <p>3.Беспроводная плата ДС-1 инв. №410138000001002</p> <p>4.Беспроводная плата ДС-4 инв. № 600481</p> <p>5. Проектор инв. № 591891/1</p> <p>6.Экран Targa инв.№ 591688 .</p> <p>7.Проектор инв. № 591691/1</p> <p>8.Системный блок инв. №591680</p> <p>9.Монитор инв. № 597407</p> <p>10.Доска белая металлическая 180x120 инв. № 591672/1</p> <p>11.Крепление для проектора инв. № 591684</p> <p>12.Беспроводная компьютерная система измерения</p>

	и визуализации инв. №410134000002959 13.Беспроводная система измерения и визуализации инв.№410134000002961 14. Комплект коммутации инв. № 591699/3 15. Водонагреватель Thermex H10-0 инв. № 631775.
Учебный корпус №1, ауд.327	Мультимедийный проектор, экран, компьютеры
Учебный корпус №1, ауд.326	1.Комплект учебного оборудования для совместной работы с изображением при системном проектировании инв. № 410124000603100. 2.Комплект учебного оборудования для создания графических объектов при системном проектировании (тип 1). инв.№410124000603097. 3.Комплект учебного оборудования для создания графических объектов при системном проектировании (тип 2) инв. № 410124000603098.
Центральная научная библиотека имени Н.И.Железнова, читальный зал	Компьютеры

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для успешного овладения материалом дисциплины «Имитационное моделирование инженерных объектов» необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет - ресурсами, консультации преподавателя.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- практические занятия;
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Занятия, пропущенные обучающимся по уважительной причине, компенсируются в форме собеседования с преподавателем с последующим выполнением

практического занятия в полном объеме с оцениванием в баллах. Занятия, пропущенные студентом без уважительной причины - не отрабатываются.

Обучающийся, пропустивший лекционные занятия, обязан предоставить рукописный конспект лекций или написать реферат по пропущенным темам.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Лекции должны носить проблемный характер, а их изложение - в русле опережающего образования.

Реализация компетентностного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий. Занятия в интерактивной форме должны составлять не менее 15 %.

Самостоятельная работа обучающихся должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем применения новых конструкционных материалов при создании современного оборудования для перерабатывающих и пищевых предприятий АПК России, последних достижений науки и возможностей их использования для интенсификации производственных процессов повышения качества продуктов питания, созданию безлюдных технологий и охраны окружающей среды.

Программу разработал:

Торопцев В.В., к.т.н., доцент

