

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкina

Дата подписания: 14.03.2025 14:36:51

Уникальный программный ключ:

3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЦИЯ РОССИИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГРАРНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

– МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА)

Институт механики и энергетики им. В.П. Горячкina

Кафедра «Технический сервис машин и оборудования»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и

энергетики им. В.П. Горячкina

А.Л. Арженовский

2024 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.03

#### Макетирование и моделирование технических систем

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Направленность: «Реинжиниринг транспортно-технологических машин и оборудования»

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

Разработчики:

Фомин Александр Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры «Технический сервис машин и оборудования»

«29 » 08 2024 г.

Рецензент: к.т.н., Голиницкий Павел Вячеславович, доцент кафедра метрологии, стандартизации и управления качеством

«29 » 08 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профессиональных стандартов, ОПОП и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры технического сервиса машин и оборудования

протокол № 1 от «25 » 08 2024 г.

Зав. кафедрой технического сервиса машин и оборудования Апатенко А.С., д.т.н., доцент

«25 » 08 2024 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института Механики и Энергетики им. В.П. Горячина,

«25 » 08 2024 г.

Протокол № 1 от 29.08. 2024г

Заведующий выпускающей кафедрой технического сервиса машин и оборудования  
Апатенко А.С., д.т.н., доцент

«25 » 08 2024 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

## Содержание

<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	11
4.3.    Самостоятельное изучение тем дисциплины .....	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>14</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>16</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	16
6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	19
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
7.1    Основная литература .....	20
7.2    Дополнительная литература .....	21
7.3    Нормативные правовые акты .....	21
7.4    Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	22
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>23</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ ...</b>	<b>23</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>24</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>25</b>

## **Аннотация**

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.03 «Макетирование и моделирование технических систем» для подготовки магистров по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленности «Реинжиниринг транспортно-технологических машин и оборудования».

**Цель освоения дисциплины:** в соответствии с компетенциями по дисциплине подготовка квалифицированных кадров в области разработки макетных образцов и моделирования технических систем с применением инструментов цифровых технологий, а также формирование и развитие у магистрантов социально-личностных лидерских качеств (ответственности, коммуникативности, целеустремленности, организованности, трудолюбия, общей культуры и др.), позволяющих реализовать сформированные компетенции в профессиональной деятельности.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в перечень дисциплин по выбору учебного плана для подготовки магистров по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (направленность «Реинжиниринг транспортно-технологических машин и оборудования»).

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие универсальные компетенции: УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2

**Краткое содержание дисциплины:** Программные продукты динамического моделирования, МКЭ, сущность, основные этапы построения сетки нагрузений. Алгоритм комплектования элементов ТГМ в системы. Этапы моделирования, частота повторения виртуального эксперимента, оценка согласованности и ограничений с реальными системами

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 4 зач. ед. (144 часа, в том числе практической подготовки – 4 часа).

**Промежуточный контроль:** экзамен.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих подготовку квалифицированных кадров в области макетирования и моделирования технических систем с применением инструментов цифровых технологий, а также формирование и развитие у студентов социально-личностных, лидерских качеств (ответственности, коммуникативности, целеустремленности, организованности, трудолюбия, общей культуры и др.), позволяющих реализовать сформированные компетенции в профессиональной деятельности.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Макетирование и моделирование технических систем» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина «Макетирование и моделирование технических систем» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональным стандартом 13.001 «Специалист в области механизации сельского хозяйства», 31.001 «Специалист промышленного инжиниринга в автомобилестроении», ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Базовыми для дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» являются дисциплины:

1. Современные проблемы и направления развития конструкции транспортных и транспортно-технологических машин

2. Современные проблемы и направления развития технологий применения транспортных и транспортно-технологических машин

3. Программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и процессов

4. Инноватика трансфера технологий эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин

5. Техническое регулирование в сфере эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин

Дисциплина «Макетирование и моделирование технических систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин:

1. Взаимозаменяемость и нормирование точности узлов и агрегатов транспортно-технологических машин

2. Управления функционированием и развитием реинжиниринга эксплуатации транспортно-технологических машин

3. Комплексные восстановительные процессы работоспособности ТТМ методами аддитивных технологий

4. Технологическая (производственно-технологическая) практика

5. Выполнение выпускной квалификационной работы

Особенностью дисциплины является получение представления о тенденциях инновационного развития машиностроительной отрасли, ее значимости в народно-

хозяйственном процессе в масштабах отдельного региона и страны в целом, перспектив развития техники и технологий с применением платформ имитационного моделирования, разработки объектов методами макетирования, а также цифровых платформ построения жизненного цикла ТТМ.

Рабочая программа дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» 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**

В результате освоения дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» у обучающихся формируются следующие универсальные и общепрофессиональные компетенции: УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2. Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

*Владение цифровыми компетенциями предполагает умение формулировать задачи в области Data Science*

#### **Планирование и организация работы**

Иметь навык использования облачных сервисов для хранения и совместного использования файлов

#### **Сбор данных**

Знать основные источники данных в интернете и университетской подписке, относящиеся к данной предметной области

Иметь навык использования интернет-браузеров для поиска информации, относящейся к предметной области

Иметь навык скачивания и\или переноса данных в программную среду для дальнейшего анализа

Уметь использовать библиографические менеджеры для сбора и хранения источников литературы

Иметь навык выгрузки и\или переноса данных в программную среду для дальнейшего анализа

#### **Подготовка данных**

Уметь использовать MS Word и MS Excel для описания данных

#### **Визуализация данных**

Знать принципы визуализации данных в привязке к предметной области

Уметь использовать MS Power Point и MS Excel для построения графиков и диаграмм

Уметь выбирать тип визуализации под конкретную профессиональную задачу

Уметь использовать Excel для построения графиков и диаграмм

#### **Интерпретация и подготовка отчетов**

Уметь использовать PowerPoint и EndNote для подготовки презентаций

Уметь использовать библиографические менеджеры для цитирования источников

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	стратегии решения проблемной ситуации	выявлять стратегии решения проблемной ситуации, ее составляющие и связи между ними	навыками анализа проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними
2			УК-1.2 Находит и критически анализирует, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации и разработки стратегии действий	пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации и разработки стратегии действий	критически анализировать, определяя пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации и разработки стратегии действий	навыками поиска и критически анализирует, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации и разработки стратегии действий
3	ПК-5	Способен организовывать и проводить оценку новых и усовершенствованных образцов наземных транспортно-технологических машин, разрабатывать рекомендации по повышению эксплуатационных свойств	ПКос-5.1 Способен проводить оценку надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний	методы оценки функциональных, энергетических и технических параметров наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)	применять методы оценки функциональных, энергетических и технических параметров наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний, посредством электронных ресурсов официальных сайтов	навыками оценки функциональных, энергетических и технических параметров наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др.

					осуществления коммуникаций посредством Outlook, Miro, Zoom	
4		ПКос-5.2 Способен проводить оценку надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний	базовые положения теории надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)	проводить оценку надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин, посредством электронных ресурсов официальных сайтов	навыками оценки надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)	
5	ПК-8	Способен управлять механизацией и автоматизацией технологических процессов реинжиниринга транспортно-технологических машин	ПКос-8.2 Способен составлять план и проводить испытания новой (усовершенствованной) сельскохозяйственной техники	алгоритм проведения испытания новой (усовершенствованной) сельскохозяйственной техники, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)	составлять план испытания новой (усовершенствованной) сельскохозяйственной техники, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)	навыки проводить испытания новой (усовершенствованной) сельскохозяйственной техники, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)

## **4. Структура и содержание дисциплины**

Дисциплина «Макетирование и моделирование технических систем» в соответствии с действующим Учебным планом изучается на первом курсе во втором семестре на кафедре «Технический сервис машин и оборудования».

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4,0 зачётных единиц (144 академических часа, в том числе практической подготовки – 4 часа), их распределение по видам работ семестра представлено в таблице 2.

Таблица 2.  
**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. Всего	семестр
		№2
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>144/4*</b>	<b>144/4*</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>52,4/4*</b>	<b>52,4/4*</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>52,4/4*</b>	<b>52,4/4*</b>
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	34/4*	34/4*
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>91,6</b>	<b>91,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	67	67
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:		<b>экзамен</b>

### **4.2 Содержание дисциплины**

Дисциплина «Макетирование и моделирование технических систем» включает в себя восемь тем для аудиторного и самостоятельного изучения.

Тематический план дисциплины представлен в таблице 3.

Таблица 3.

#### **Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторная работа	Внеаудиторная
-----------------------------	-------	-------------------	---------------

<b>дисциплин</b> (укрупнённо)		<b>Л</b>	<b>ПЗ/С всего</b>	<b>ПКР всего</b>	<b>работа СР</b>
Тема 1 Программные продукты динамического моделирования ИТ-технологии и нейронные сети	10	2	2		6
Тема 2 МКЭ, сущность, основные этапы построения сетки нагружений с использованием инструментов цифровых технологий	17	2	6		9
Тема 3 Алгоритм комплектования элементов ТТМ в системы	12	2	4		6
Тема 4 Этапы моделирования с использованием инструментов цифровых технологий	20/4*	2	8/4*		10
Тема 5 Частота повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий	14	2	4		8
Тема 6 Оценка согласованности и ограничений с реальными системами	12	2	2		8
Тема 7 Объектное макетирование, общие принципы	14	2	2		10
Тема 8 Методы подобия и масштабирование объектов в цифровых средах	18	2	6		10
<i>подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6				24,6
<i>консультации перед экзаменом</i>	2			2	
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4			0,4	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144/4*</b>	<b>16</b>	<b>34/4*</b>	<b>2,4</b>	<b>91,6</b>

### **Содержание разделов и тем дисциплины**

**Тема 1 Программные продукты динамического моделирования ИТ-технологии и нейронные сети** (Динамическое моделирование. Детерминированные модели. Точность моделирования. Чувствительность и грубость модели. Программные продукты для динамического моделирования. AnyLogic. SILA Union. ARIS Platform. Применение нейронных сетей в динамическом моделировании)

**Тема 2 МКЭ, сущность, основные этапы построения сетки нагружений с использованием инструментов цифровых технологий** (Основы МКЭ, МКЭ в программе Inventor. Типы элементов сетки. Методика построения сетки нагружений. Способы приложения нагрузок в Inventor)

**Тема 3 Алгоритм комплектования элементов ТТМ в системы** (Комплектование деталей машин. Классификация комплектований. Штучное комплектование. Групповое комплектование. Смешанное комплектование. Применение цифровых технологий при комплектовании элементов ТТМ)

**Тема 4 Этапы моделирования с использованием инструментов цифровых технологий** (Основы моделирования. Этапы моделирования. ГОСТ Р 57700.37-2021. Моделирование. Inventor. Моделирование в MathCAD.)

**Тема 5 Частота повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий** (Применение виртуальных экспериментов в исследованиях. Программы для создания виртуальных экспериментов. Этапы создания виртуальных экспериментов. Анализ результатов виртуальных экспериментов)

**Тема 6 Оценка согласованности и ограничений с реальными системами** (Классификация систем, системные свойства, создание технических систем, основы системного анализа, теория систем, методология системного анализа, прогрессивные направления развития технических систем)

**Тема 7 Объектное макетирование, общие принципы** (Основные понятия моделирования систем, основы объектного макетирования, классификация форм моделей технических систем, достоинства и недостатки макетирования)

**Тема 8 Методы подобия и масштабирование объектов в цифровых средах** (Теоретические основы подобия и масштабирования, теоремы подобия, критерии подобия и масштабирования, методы реализации условий подобия, следствия теоремы подобия, цифровые среды, позволяющие масштабировать параметры технических систем, реализация теорем подобия в MathCAD)

#### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4  
Содержание лекций/практические занятия и контрольные мероприятия

№ п/п	№ темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	Тема 1 Программные продукты динамического моделирования ИТ-технологии и нейронные сети	Лекция 1 Программные продукты динамического моделирования. Программные продукты для динамического моделирования. AnyLogic. SILA Union. ARIS Platform.	УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2	Устный опрос	2
2		Практическое занятие №1 Выбор программных продуктов динамического моделирования: ИТ-технологии и нейронные сети			2
3	Тема 2 МКЭ, сущность, основные этапы построения сетки нагрузений с использованием инструментов цифровых технологий. МКЭ в программе Inventor	Лекция 2 МКЭ, сущность, основные этапы построения сетки нагрузений с использованием инструментов цифровых технологий. МКЭ в программе Inventor	УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2	Устный опрос	2
4	Использование инструментов цифровых технологий для решения задач МКЭ	Практическое занятие №2			6

<b>№ п/п</b>	<b>№ темы</b>	<b>№ и название лекций/ практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
	ровых технологий	Отработка навыков выполнения модели детали методом конечных элементов в цифровой среде. МКЭ в программе Inventor.			
5	Тема 3 Алгоритм комплектования элементов ТТМ в системы	Лекция 3 Алгоритм комплектования элементов ТТМ в системы	УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2		2
6		Практическое занятие №3 Разработка алгоритма комплектования элементов ТТМ в системы: задание свойств; формирование модели		Устный опрос	4
7	Тема 4 Этапы моделирования с использованием инструментов цифровых технологий	Лекция 4 Этапы моделирования с использованием инструментов цифровых технологий. Основы программы Inventor.	УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2		2
8		Практическое занятие №4 Отработка навыков моделирования компонентов ТТМ с использованием инструментов цифровых технологий: деталь-сопряжение-узел, динамика взаимодействия. Inventor. Моделирование в MathCAD		Устный опрос	8
9	Тема 5 Частота повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий	Лекция 5 Частота повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий	УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2		2
10		Практическое занятие №5 Расчет частота повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий: однофакторный, многофакторный		Устный опрос	4
11	Тема 6 Оценка согласованности и ограничений с реальными системами	Лекция 6 Оценка согласованности и ограничений с реальными системами	УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2		2
12		Практическое занятие №6 Отработка навыков: оценки согласованности с реаль-		Устный опрос	2

№ п/п	№ темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		ными системами, выявления ограничений моделирования			
13	Тема 7 Объектное макетирование, общие принципы	Лекция 7 Объектное макетирование, общие принципы	УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2		2
14		Практическое занятие №7 Объектное макетирование: выбор материала, способа создания матрицы визуализации в 3D формат. 3D макетирование в Inventor Pro	Устный опрос		2
15	Тема 8 Методы подобия и масштабирование объектов в цифровых средах	Лекция 8 Методы подобия и масштабирование объектов в цифровых средах, MathCAD	УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2		2
16	Методы подобия и масштабирования объектов в цифровых средах	Практическое занятие №8 Отработка навыков применения методов подобия и масштабирования объектов в цифровых средах и MathCAD	Устный опрос		6

### 4.3. Самостоятельное изучение тем дисциплины

Таблица 5

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1	Тема 1 Программные продукты динамического моделирования ИТ-технологии и нейронные сети	История развития нейронных сетей. Применение нейронных сетей в моделировании технических систем. Статические системы. Метод экстраполяции (УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)
2	Тема 2 МКЭ, сущность, основные этапы построения сетки нагрузений с использованием инструментов цифровых технологий	Типовые операции, выполняемые на этапе постпроцессирования конечно-элементного анализа. Методы отображения, используемые для построения структурированной сетки. Пространственная декомпозиция. (УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)
3	Тема 3 Алгоритм комплектования элементов ТТМ в системы	Применение кодированных записей при комплектовании. Смешанный способ подбора деталей. Приборы, применяемые при комплектовании. Программы учета деталей (УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)
4	Тема 4 Этапы моделирования с использованием	Правила составления технического задания. Основы моделирование деталей из листового металла. Способы приложения нагрузок, при прочностном расчете в среде

<b>№ п/п</b>	<b>№ темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>
	инструментов цифровых технологий	Inventor. Способы анализа результатов прочностных расчетов в Inventor (УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)
5	Тема 5 Частота повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий	История развития технологий создания виртуальных технических систем. Применение VR и AR технологий при проведении экспериментов. Основы создания виртуальных экспериментальных сред (УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)
6	Тема 6 Оценка согласованности и ограничений с реальными системами	Типовые проблемы, возникающие при оценке. Интерполяция. Экстраполяция. Линейность и нелинейность. Закономерности иерархической упорядоченности систем (УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)
7	Тема 7 Объектное макетирование, общие принципы	Быстрое проектирование. Стратегии макетирования и конструирования. Инкрементная модель (УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)
8	Тема 8 Методы подобия и масштабирование объектов в цифровых средах	Центрбежное моделирование. Четвертая координата как важный показатель оценки эффективности машины. Дополнительные положения к теоремам подобия (УК-1.1; УК-1.2; ПКос-8.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)

## 5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» используются формы обучения:

- *активные образовательные технологии (АОТ)*: подготовка и защита контрольной работы; участие в научных конференциях; самостоятельная работа; работа с информационными ресурсами.
- *интерактивные образовательные технологии (ИОТ)*: компьютерные симуляции, дискуссионные, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, рефлексивные технологии, психологические и иные тренинги и т.п.

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

<b>№ п/п</b>	<b>№ темы</b>	<b>№ и название лекций/ практических занятий</b>	<b>Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)</b>
1	Тема 1 Программные продукты динамического моделирования	Лекция 1 Программные продукты динамического моделирования: ИТ-технологии и нейронные сети	<i>AOT</i> : - лекция-установка
2	IT-технологии и нейронные сети	Практическое занятие №1 Выбор программных продуктов динамического моделирования: ИТ-технологии и нейронные сети	<i>ИОТ</i> : - организационно-деятельная игра

<b>№ п/п</b>	<b>№ темы</b>	<b>№ и название лекций/ практических занятий</b>	<b>Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)</b>
3	Тема 2 МКЭ, сущность, основные этапы построения сетки нагружений с использованием инструментов цифровых технологий	Лекция 2 МКЭ, сущность, основные этапы построения сетки нагружений с использованием инструментов цифровых технологий	<i>AOT:</i> - лекция-визуализация
4	Практическое занятие №2 Отработка навыков выполнения модели детали методом конечных элементов в цифровой среде	<i>IOT:</i> - организационно-деятельная игра	
5	Тема 3 Алгоритм комплектования элементов ТТМ в системы	Лекция 3 Алгоритм комплектования элементов ТТМ в системы	<i>AOT:</i> - лекция-визуализация
6	Практическое занятие №3 Разработка алгоритма комплектования элементов ТТМ в системы: задание свойств; формирование модели	<i>IOT:</i> - технология ситуационного анализа	
7	Тема 4 Этапы моделирования с использованием инструментов цифровых технологий	Лекция 4 Этапы моделирования с использованием инструментов цифровых технологий	<i>AOT:</i> - лекция-визуализация
8	Практическое занятие №4 Отработка навыков моделирования компонентов ТТМ с использованием инструментов цифровых технологий: деталь-сопряжение-узел, динамика взаимодействия	<i>IOT:</i> - технология ситуационного анализа	
9	Тема 5 Частота повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий	Лекция 5 Частота повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий	<i>AOT:</i> - лекция-визуализация
10	Практическое занятие №5 Расчет частота повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий: однофакторный, многофакторный	<i>IOT:</i> - организационно-деятельная игра	
11	Тема 6 Оценка согласованности и ограничений с реальными системами	Лекция 6 Оценка согласованности и ограничений с реальными системами	<i>AOT:</i> - лекция-визуализация
12	Практическое занятие №6 Отработка навыков: оценки согласованности с реальными системами, выявления ограничений моделирования	<i>IOT:</i> - технология ситуационного анализа	
13	Тема 7 Объектное макетирование, общие принципы	Лекция 7 Объектное макетирование, общие принципы	<i>AOT:</i> - лекция-проблема
14	Практическое занятие №7 Объект-		<i>IOT:</i>

<b>№ п/п</b>	<b>№ темы</b>	<b>№ и название лекций/ практических занятий</b>	<b>Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)</b>
		ное макетирование: выбор материала, способа создания матрицы визуализации в 3D формат	- технология ситуационного анализа
15	Тема 8 Методы подобия и масштабирование объектов в цифровых средах	Лекция 8 Методы подобия и масштабирование объектов в цифровых средах	<i>AOT:</i> - лекция-проблема
16		Практическое занятие №8 Отработка навыков применения методов подобия и масштабирование объектов в цифровых средах	<i>IOT:</i> - технология ситуационного анализа

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

При изучении разделов дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль:** успеваемости студентов осуществляется в процессе освоения дисциплины в форме контроля посещаемости студентами лекционных и практических занятий; с помощью опроса по теме лекционного и практических занятий; оценки самостоятельной работы студентов по подготовке к лекционным и практическим занятиям.

**Промежуточный контроль знаний:** проводится в форме контроля по дисциплине - экзамен.

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

#### **1) Перечень вопросов к устному опросу**

*Практическое занятие №1 Выбор программных продуктов динамического моделирования: IT-технологии и нейронные сети*

1. Какие программы, используются для динамического моделирования.
2. Критерии выбора программ для динамического моделирования.
3. Применение нейронных сетей для динамического проектирования
4. Перечислите, нейронные сети, применяемы при моделировании технических систем.

*Практическое занятие №2 Отработка навыков выполнения модели детали методом конечных элементов в цифровой среде*

1. Дайте определение МКЭ.
2. Цифровые среды, в которых можно использовать МКЭ?
3. Особенности применения МКЭ в Inventor Pro?
4. Способы визуализации и анализа результатов МКЭ в Inventor Pro.

*Практическое занятие №3 Разработка алгоритма комплектования элементов ТТМ в системе: задание свойств; формирование модели*

1. Перечислите существующие способы комплектования.
2. Как сформировать модель?
3. Как задать свойства алгоритма комплектования?
4. Последовательность составления алгоритма комплектования элементов ТТМ.

*Практическое занятие №4 Отработка навыков моделирования компонентов ТТМ с использованием инструментов цифровых технологий: деталь-сопряжение-узел, динамика взаимодействия*

1. Особенности моделирования элементов ТТМ в КОМПАС-3D и Inventor Pro?
2. Как создать сборочную единицу или узел машины в среде Inventor Pro?
3. Как ограничить передвижение деталей в сборочных единицах?
4. Способы визуализации движения узла ТТМ в Inventor Pro и КОМПАС-3D.

*Практическое занятие №5 Расчет частоты повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий: одноФакторный, многофакторный*

1. Среды, в которых можно проводить виртуальные эксперименты.
2. Отличия VR технологий от AR.
3. Факторы, влияющие на количество повторений виртуального эксперимента.
4. Методика расчета частоты повторений виртуального эксперимента.

*Практическое занятие №6 Отработка навыков: оценки согласованности с реальными системами, выявления ограничений моделирования*

1. Показатели согласованности с реальными системами.
2. Принцип системности. Системный анализ.
3. Классификация систем.
4. Способы выявления ограничений при моделировании технических систем?

*Практическое занятие №7 Объектное макетирование: выбор материала, способа создания матрицы визуализации в 3D формат*

1. Особенности выбора материала модели. Как изменить параметры материала?
2. Дайте определение «матрица визуализации».
3. Последовательность создания матрицы визуализации.
4. Дайте определение «объектное макетирование».

*Практическое занятие №8 Отработка навыков применения методов подобия и масштабирование объектов в цифровых средах*

1. Какие объекты называют подобными?
2. Дайте определение понятия «прогнозирование».
3. Перечислите теории подобия.
4. Подобие сложных систем.

Критерии оценивания устного опроса проводится по системе полноты ответа: «ответ полный», «ответ не полный» представлены в таблица 7.

Таблица 7

<b>Оценка</b>	<b>Характеристика ответа</b>
<b>Ответ полный</b>	<p>Зачет заслуживает магистрант, 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.</p> <p>Также зачет заслуживает магистрант, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, в основном сформировал практические навыки.</p> <p>Зачет также может получить магистрант, если он частично с пробелами освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания выполнил, некоторые практические навыки не сформированы.</p> <p><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы</b></p>
<b>Ответ не полный</b>	<p>Незачет заслуживает магистрант, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.</p> <p><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b></p>

## 2) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию

1. Дайте определение «Нейронные сети».
2. Применение нейронных сетей в динамическом моделировании.
3. Дайте определение «МКЭ».
4. Основы прочностного расчета в Inventor Pro
5. Визуализация результатов МКЭ?
6. Основные понятия системного анализа?
7. Принцип системности
8. Определение понятия «модель». Классификация моделей.
9. Структура моделей.
10. Этапы моделирования.
11. Стадии разработки проектной документации
12. Какой параметр машины называется главным техническим?
13. Перечислите показатели эффективности ТТМ.
14. Дайте определение четвертой координаты рабочего процесса.
15. Зависимость показателей эффективности от четвертой координаты процесса?
16. Какие объекты называются подобными?
17. Что такое физическое моделирование?
18. Что такое математическое моделирование?
19. Материальные модели.
20. Дайте определение понятия «модель»
21. Дайте определение понятия «прогнозирование»

22. Методы прогнозирования
23. Сформулируйте первую теорию подобия
24. Доказательство первой теоремы подобия
25. Сформулируйте вторую теорию подобия
26. Доказательство второй теоремы подобия
27. Какие объекты являются подобными
28. Определение подобия сложных систем
29. Как установить подобие двух объектов?
30. Применение VR технологий при выполнении эксперимента.
31. Отличия VR технологий от AR
32. Отличия моделирования в КОМПАС-3D от Inventor Pro
33. Основы создания 3D моделей
34. Как подобрать материал для детали?
35. Как изменить параметры материала?
36. Как создать сборочную единицу в КОМПАС-3D и Inventor Pro?
37. Что такое ЕСКД?
38. Правила составления спецификаций сборочных единиц и узлов ТТМ
39. Создание дополнительных плоскостей при моделировании деталей
40. Дополнительные операции в КОМПАС-3D, применяемые при моделировании деталей
41. Дайте определение понятия «макетирование»
42. Сформулируйте следствие, определяющее связи между параметрами для подобных объектов
43. Дайте определение следствия по установлению связей между параметрами для приближенно-подобных ТТМ
44. Дайте определение следствия для оценки эффективности ТТМ для подобных объектов.
45. Сформулируйте следствия для оценки эффективности при условии приближенно-подобных ТТМ.
46. Дайте определение «предметно-математическая модель»

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

Для допуска к промежуточному контролю (экзамен) по дисциплине «Макетирование и моделирование технических систем» магистранту в семестре необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекционных и практических занятий.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Макетирование и моделирование технических систем» применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости магистранта.

Критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» представлены в таблица 8.

Таблица 8

### **Критерии оценивания результатов обучения**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, 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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, 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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (недовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Худякова, Е.В. Имитационное моделирование процессов и систем в АПК: учебное пособие / Е. В. Худякова , А.А. Липатов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – Москва: ИКЦ «Колос-с», 2021. – 256 с.: рис., табл., цв.ил.– Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. – Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование).– Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/s03032022im.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации.– <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/full/s03032022im.pdf>>.

2. Лемешко, Т. Б. Информационные технологии в профессиональной деятельности / Т. Б. Лемешко; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2018. — 102 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo358.pdf>.

3. Лемешко, Т. Б. Цифровые технологии в профессиональном обучении = Digital technologies in vocational training: учебное пособие / Т. Б. Лемешко; рец. В. А. Веселовская; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. —

Москва, 2022. — 84 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/s22122022Lemeshko.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. - <https://doi.org/10.26897/978-5-9675-1964-2-2022-84>.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Надежность технических систем: учебник / А. В. Чепурин [и др.]. – Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. – 361 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Систем. требования : Режим доступа: свободный Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/3067.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. – <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/3067.pdf>>.
2. Дунченко, Н.И. Планирование и выполнение экспериментальных исследований = Planning and designing of experiments: учебное пособие / Н. И. Дунченко , С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, 2021. — 138 с.: рис., табл., цв.ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Доступ по паролю из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/s03032022-3DunchenkoKuptsova.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. - <https://doi.org/10.26897/978-5-00166-496-3-2021-138>
3. Землянский, Адольф Александрович. Информационные технологии в науке и образовании: учебник / А. А. Землянский, И. Е. Быстренина; Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013. — 147 с.: рис., табл., цв.ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/319.pdf>.

## 7.3 Нормативные правовые акты

- 1 Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 г. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. - 80 с.
- 2 Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. N 642).
- 3 Автомобильный справочник /Перевод с англ. «Бош» Под ред. В.В. Мас-лов/-М.: Из-во «За рулем», 2000. – 896с.
- 4 Российская энциклопедия самоходной техники. Справочное и учебное пособие для специалистов отрасли «Самоходные машины и механизмы». Т.1, 2 / Под. ред. Зорин В.А.. – М.: Просвещение, 2001. – 892 с.

- 5 Федеральный закон «О техническом регулировании»
- 6 Технический регламент «О безопасности автотранспортных средств»

7 Технический регламент «О безопасности колесных транспортных средств и их компонентов»

8 Технический регламент «О безопасности тракторов, сельскохозяйственных машин и машин для лесного хозяйства»

#### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Технология машиностроения : Лабораторный практикум / А. В. Коломейченко, И. Н. Кравченко, Н. В. Титов [и др.]. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2020. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-6647-4.
2. Лехтер, Владимир Робертович. Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин: рабочая тетрадь для студентов, обучающихся по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» по про-филю «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В. Е. Путырский; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Факультет агрономии и биотехнологии, Кафедра метеорологии и климатологии. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. — 30 с.: табл., рис. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Коллекция: Рабочие тетради. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo47.pdf>.
3. Леонтьев, Юрий Петрович. Машины и оборудование для природообустройства. Лабораторный практикум: Учебное пособие / Ю. П. Леонтьев; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Факультет техносферной безопасности, экологии и природопользования, Кафедра «Машины и оборудование природообустройства и ЗОС». — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. — 84 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/153.pdf>.
4. Теловов, Нормурод Кандахорович. Выполнение лабораторных и практических работ в системах Компас - график и Компас - 3D: учебно-методическое пособие / Н. К. Теловов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. — 80 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo316.pdf>

#### **Журналы, периодические издания**

"Автомобильная промышленность", "Вестник машиностроения", "Грузовик", "Мелиорация", "Приводная техника", "Природообустройство", "Строитель-

ные и дорожные машины", "Строительные, дорожные и коммунальные машины и оборудование", "Автомобилестроение. Реферативный журнал" и пр.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Для освоения дисциплины необходимы следующие ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Электронная библиотечная система. <http://www.library.timacad.ru/> (открытый доступ)
2. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». <https://cyberleninka.ru/> (открытый доступ)
3. Российская государственная библиотека. <https://www.rsl.ru/> (открытый доступ)
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (открытый доступ)

## **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Таблица 9

### **Перечень программного обеспечения**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы учебной дисциплины</b>	<b>Наименование программы<sup>1</sup></b>	<b>Тип программы<sup>2</sup></b>	<b>Автор</b>	<b>Год разработки</b>
1	Тема 1 Программные продукты динамического моделирования IT-технологии и нейронные сети	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) Kaspersky -	Оформительская, текстовая Антивирусная защита	Microsoft Kaspersky	2010 2022
2	Тема 2 МКЭ, сущность, основные этапы построения сетки нагрузений с использованием инструментов цифровых технологий	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) Kaspersky -	Оформительская, текстовая Антивирусная защита	Microsoft Kaspersky	2010 2022
3	Тема 3 Алгоритм комплектования элементов ТТМ в системы	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) Kaspersky -	Оформительская, текстовая Антивирусная защита	Microsoft Kaspersky	2010 2022
4	Тема 4 Этапы моде-	Microsoft Office	Оформительская,	Microsoft	2010

<sup>1</sup> Например: Adobe Photoshop, MathCAD, Автокад, Компас, VBasic 6, Visual FoxPro7.0; Delphi 6 и др.

<sup>2</sup> Указывается тип программы: расчётная, или обучающая, или контролирующая.

	лирования с использованием инструментов цифровых технологий	(Word, Excel, Power Point) Kaspersky -	текстовая Антивирусная защита	Kaspersky	2022
5	Тема 5 Частота повторения виртуального эксперимента при использовании инструментов цифровых технологий	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) Kaspersky -	Оформительская, текстовая Антивирусная защита	Microsoft Kaspersky	2010 2022
6	Тема 6 Оценка согласованности и ограничений с реальными системами	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) Kaspersky -	Оформительская, текстовая Антивирусная защита	Microsoft Kaspersky	2010 2022
7	Тема 7 Объектное макетирование, общие принципы	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) Kaspersky -	Оформительская, текстовая Антивирусная защита	Microsoft Kaspersky	2010 2022
8	Тема 8 Методы подобия и масштабирование объектов в цифровых средах	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) Kaspersky -	Оформительская, текстовая Антивирусная защита	Microsoft Kaspersky	2010 2022

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

Аудитория лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций

Таблица 10

### **Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

<b>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	1	2
Учебный корпус № 22, ауд. № 104	Доска классическая – 1 шт., Компьютер – 1 шт., ТВ монитор – 1 шт., Проектор – 1 шт., Экран – 1 шт., Комплект для аудиторий двухместный: скамья/парта – 24 шт., Стол, стул преподавателя – 1 шт.		
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,	ПК с программным наполнением Office Доступ в Интернет, Wi-Fi		

Читальные залы библиотеки	
Комнаты для самоподготовки в общежитиях университета (для студентов проживающих в общежитиях)	ПК с программным наполнением Office Доступ в Интернет, Wi-Fi

## **11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины**

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 (занятия семинарского типа);
- 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.

Для качественного освоения дисциплины рекомендуется регулярное посещение лекционных и практических занятий. Целесообразно закрепление материала после каждого вида занятий, просматривая конспект, литературные источники.

Дисциплина «Макетирование и моделирование технических систем» подразумевает значительный объем самостоятельной работы магистрантов. Для изучения дисциплины необходимо использовать информационно-справочные и поисковые ресурсы Интернет.

Сдача экзамена осуществляется по утвержденному графику в период зачетной сессии. К экзамену допускаются магистранты, выполнившие учебную нагрузку по дисциплине.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Магистрант, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать материал и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы лектора по теме лекции.

Магистрант, пропустивший практическую работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме практической работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок практических занятий.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

При организации учебного процесса по изучению дисциплины необходимо учитывать принципиальную особенность концепции ФГОС ВО – их компетентностную ориентацию. Компетентностный подход – подход, наполненный на результат образования, где в качестве результата рассматривается не столько сумма усвоенной информации, а способность человека принимать решения в различных ситуациях и нести за них ответственность.

При обучении дисциплине следует учитывать последние достижения науки и техники в области макетирования и моделирования технических систем, современные тенденции в информационно-цифровых технологиях, действующие законодательные и нормативные акты. На лекционных занятиях наиболее важные положения, магистранты должны иметь возможность фиксировать, путём конспектирования материала или иными средствами, для чего лектор должен делать в определённых местах соответствующие акценты.

**Программу разработали:**

Фомин Александр Юрьевич к.т.н., доцент



**на рабочую программу дисциплины Б1.В.03 «Макетирование и моделирование технических систем» ОПОП ВО по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Реинжиниринг транспортно-технологических машин и оборудования»  
(квалификация выпускника – магистр)**

Голиницким Павлом Вячеславовичем доцентом кафедры «Метрология, стандартизация и управление качеством» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидатом технических наук, доцентом (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» ОПОП ВО по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Реинжиниринг транспортно-технологических машин и оборудования» (уровень обучения - магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре «Технический сервис машин и оборудования» (разработчики – Фомин Александр Юрьевич, к.т.н., доцентом кафедры «Технический сервис машин и оборудования»).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Макетирование и моделирование технических систем» закреплено 3 компетенции. Дисциплина «Макетирование и моделирование технических систем» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях, требованиях, в соответствии с требованиями трудовых функций профессионального стандарта 13.001 «Специалист в области механизации сельского хозяйства», 31.001 «Специалист промышленного инжиниринга в автомобилестроении». Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» составляет 4 зачётных единиц (144 часа, в том числе 4 часа практической подготовки).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Макетирование и моделирование технических систем» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы магистрантов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, участие в дискуссиях (в профессиональной области) и аудиторных заданиях - работа со специализированными журналами), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний магистрантов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, методических материалов – 3 наименования; периодическими изданиями – 8 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 4 источника и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации магистрантам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Макетирование и моделирование технических систем».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Макетирование и моделирование технических систем» ОПОП ВО по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Ремонтируя транспортно-технологических машин и оборудования» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Фоминым Александром Юрьевичем, к.т.н., доцентом кафедры «Технический сервис машин и оборудования» соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: к.т.н., Голиницкий Павел Вячеславович, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством



« 29 » 08

2024 г.

2