

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт транспорта и логистики  
Кафедра «Подъемно-транспортная техника»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

транспорта и логистики

В.В. Быкадоров

(подпись)

2023 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДЪЕМНО-  
ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ МАШИН»**

Специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства  
Специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства  
и оборудование»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин» по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. – 30 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12 августа 2020 года № 954.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Киркин А.П.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры подъемно-транспортной техники «11» 04 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  
подъемно-транспортной техники  Коструб В.А.

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Директор института транспорта и логистики  Быкадоров В.В.

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики «14» 04 2023 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической  
комиссии института транспорта и логистики  Е.И. Иванова

## **Структура и содержание дисциплины**

### **1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

Цели изучения дисциплины:

- формирование у студентов знаний, умений и навыков в области создания математических моделей рабочих процессов и расчета подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин.
- обучение приемам и методам представления как исходных данных в задаче, так и ее решения в виде числа или набора чисел.

Задачи изучения дисциплины:

- овладение студентами методами создания математических моделей;
- формирование у студентов системного инженерного мышления и мировоззрения в отрасли исследований подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин;
- овладение методами математического аппарата.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Математическое моделирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин» относится к вариативной части обязательных дисциплин математического и естественно-научного цикла учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания: основных принципов и положений математики и информатики; умения: выполнять математические расчеты; навыки: работы с персональным компьютером и литературой.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов и других общетехнических дисциплин. Служит основой для изучения дисциплины динамика грузоподъемных кранов и является инструментом для выполнения выпускной квалификационной работы.

### **3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
<p>ОПК-4. Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов;</p>	<p>ОПК-4.1. Владение навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области проведения поиска и отбора информации, математического и имитационного моделирования</p> <p>ОПК-4.2 Знание основных направлений научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности.</p>	<p><b>знать:</b> современные методики исследований наземных транспортно-технологических машин и средств; методики поиска и обработки информации; методики проведения теоретических исследований наземных транспортно-технологических машин и средств; методики проведения экспериментальных исследований наземных транспортно-технологических машин и средств; современные средства и оборудование для проведения исследований; методики обработки и анализа полученных результатов; методики обеспечения безопасности при проведении экспериментальных исследований;</p> <p><b>уметь:</b> применять современные методики исследований наземных транспортно-технологических машин и средств; настраивать и использовать современное оборудование для исследований наземных транспортно-технологических машин и средств; выполнять теоретические и натурные экспериментальные работы по исследованию характеристик наземных транспортно-технологических машин и средств; обрабатывать, сопоставлять и анализировать полученные</p>

		<p>результаты; применять методики обеспечения безопасности при проведении исследований;</p> <p><b>владеть:</b> единой системой конструкторской документации; стандартами, техническими условиями, нормативными и руководящими материалами на проведение испытаний и исследований; методами и средствами выполнения экспериментальных работ; основными принципами и методами анализа полученных экспериментальных результатов;</p>
<p>ОПК-5. Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов;</p>	<p>ОПК-5.1 Знание инструментария формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов.</p> <p>ОПК-5.2 Применение инструментария формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов.</p> <p>ОПК-5.3. Владение навыками применения инструментария формализации инженерных, научно-технических задач, использования прикладного программного обеспечения при расчете, моделировании и проектировании</p>	<p><b>знать:</b> основные законы и физические и методологические основы планирования постановки и проведения теоретических, экспериментальных и научных исследований средств механизации и автоматизации подъёмно-транспортных, строительных и дорожных работ, их технологического оборудования и комплексов на их базе;</p> <p><b>уметь:</b> воспринимать, обобщать и анализировать информацию и применять ее для решения задач проведения научных исследований средств механизации и автоматизации подъёмно - транспортных, строительных и дорожных работ, их технологического оборудования и комплексов на их базе.</p>

		<b>владеть:</b> основными принципами и методами поиска и обработки информации; основными теоретическими и экспериментальными методами проведения научных исследований.
--	--	--

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>180</b> (5 зач. ед)	<b>180</b> (5 зач. ед)	<b>180</b> (5 зач. ед)
<b>Обязательная контактная работа (всего)</b>	<b>68</b>		<b>20</b>
<b>в том числе:</b>			
Лекции	34		10
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	34		10
Лабораторные работы	-		-
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> )	-		-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>112</b>		<b>160</b>
Форма аттестации	экзамен/зачет	экзамен/зачет	экзамен/зачет

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 5.

**Тема 1. Введение в математическое моделирование. Основные определения и понятия.**

Введение в математическое моделирование. Основные определения и понятия. Виды математических моделей. Принципы и методы построения простейших математических моделей. Этапы моделирования систем. Методы моделирования систем.

**Тема 2. Методы решения нелинейных уравнений.**

Методы решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод Ньютона (метод касательных). Метод простой итерации.

### **Тема 3. Методы решения систем уравнений.**

Методы решения систем уравнений. Метод исключения (метод Гаусса). Итерационный метод Гаусса - Зейделя. Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона. Выбор метода решения систем уравнений.

### **Тема 4. Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.**

Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши и краевая задача. Одношаговые методы решения задачи Коши. Конечно-разностные методы решения краевых задач.

### **Тема 5. Численное решение уравнений в частных производных.**

Численное решение уравнений в частных производных. Типы дифференциальных уравнений в частных производных. Метод конечных разностей.

### **Тема 6. Введение в метод конечных элементов.**

Введение в метод конечных элементов. Основная идея МКЭ. Уравнения метода конечных элементов.

### **Тема 7. Введение в оптимальное проектирование.**

Введение в оптимальное проектирование. Вводные замечания. Проектные параметры. Целевая функция. Ограничения. Постановка и метод решения задач многокритериальной оптимизации.

### **Тема 8. Многокритериальное проектирование в машиностроении.**

Многокритериальное проектирование в машиностроении. Общий алгоритм проектирования и доводки изделия.

### **Тема 9. Компьютерные системы символьных вычислений (excel, mathcad, maple, matematica).**

Компьютерные системы символьных вычислений (EXCEL, MATHCAD, MAPLE, МАТЕМАТИКА). Основные принципы работы в этих средах. Возможности пакетов символьных вычислений. Задачи, решаемые с помощью пакетов символьных вычислений.

Семестр 6.

### **Тема 10. Математическое моделирование системных объектов подъёмно-транспортных машин (ПТМ).**

Математическое моделирование системных объектов подъёмно-транспортных машин (ПТМ). Модели простейших систем, основные требования.

### **Тема 11. Построение математических моделей в виде графических образов.**

Построение математических моделей в виде графических образов. Возможные схемы соединения упругих элементов. Эквивалентные схемы динамических систем. Приведенные массы и моменты инерции. Коэффициент демпфирования.

### **Тема 12. Построение математических моделей детерминированных систем.**

Построение математических моделей детерминированных систем. Принцип Даламбера. Уравнения Лагранжа. Инерциальная координатная система.

**Тема 13. Построение математических моделей случайных процессов.**

Построение математических моделей случайных процессов. Аппроксимирующие зависимости корреляционных функций. Законы распределения: нормальное (Гауссово), логарифмически нормальное распределение, распределения Пирсона, Пуассона, Вейбула и др.

**Тема 14. Моделирование механизма подъема мостового крана.**

Моделирование механизма подъема мостового крана. Обзор существующих моделей механизмов подъема мостового крана. Обзор исследований по рациональным режимам работы машин с активным рабочим органом. Системный анализ. Физическая модель подсистемы

**Тема 15. Моделирование механизма передвижения тележки мостового крана.**

Моделирование механизма передвижения тележки мостового крана. Обзор существующих моделей механизма передвижения тележки мостового крана. Обзор исследований по рациональным режимам работы механизма передвижения тележки грузоподъемных машин. Зависимости движения грузоподъемной тележки в разных режимах работы грузоподъемных кранов. Оценка влияния отдельных параметров элементов на выходные характеристики механизма передвижения.

**Тема 16. Введение в математическое модели грузоподъемных кранов приведенной силы привода.**

Введение в математическое модели грузоподъемных кранов приведенной силы привода. Приведенная к канатам масса вращающихся и поступательно движущихся частей механизма подъёма

**Тема 17. Математические модели мостовых электрических кранов.**

Математические модели мостовых электрических кранов. Общие положения. Обзор существующих моделей мостовых кранов. Построение графиков зависимостей механизма движения мостового крана.

**Тема 18. Математические модели мостовых кранов.**

Математические модели мостовых кранов. Исследование переходных процессов подъема груза мостовыми кранами.

**4.3. Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Введение в математическое моделирование. Основные определения и понятия.	2		2
2.	Методы решения нелинейных уравнений.	2		2
3.	Методы решения систем уравнений.	2		

4.	Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	2		
5.	Численное решение уравнений в частных производных.	2		
6.	Введение в метод конечных элементов.	2		
7.	Введение в оптимальное проектирование.	2		
8.	Многокритериальное проектирование в машиностроении.	2		
9.	Компьютерные системы символьных вычислений (excel, mathcad, maple, matematica).	1		
10.	Математическое моделирование системных объектов подъемнотранспортных машин (ПТМ).	2		2
11.	Построение математических моделей в виде графических образов.	2		2
12.	Построение математических моделей детерминированных систем.	2		2
13.	Построение математических моделей случайных процессов.	2		
14.	Моделирование механизма подъема мостового крана.	2		
15.	Моделирование механизма передвижения тележки мостового крана.	2		
16.	Введение в математическое моделирование грузоподъемных кранов приведенной силы привода.	2		
17.	Математические модели мостовых электрических кранов.	2		
18.	Математические модели мостовых кранов.	1		
<b>Итого:</b>		<b>34</b>		<b>10</b>

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Динамический анализ механизма подъема груза в системе Mathcad	8		2
2.	Расчет напряжений и перемещений моста крана при подъеме груза в системе CAE SolidWorks.	8		2
3.	Расчет консольной балки на удар и колебания (свободные и вынужденные)	8		2
4.	Обработка результатов испытаний на усталость	10		4
<b>Итого:</b>		<b>34</b>		<b>10</b>

**4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Математическое моделирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин» не предусмотрены учебным планом**

**4.6. Самостоятельная работа студентов**

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Имитационное моделирование рабочих процессов подъемно-транспортных машин (ПТМ). Понятие численного эксперимента. Датчики случайных чисел. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло. Построение статистических моделей, общие оценки их качества. Построение моделей на основе нечеткой логики.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	8		12
2.	Математическое моделирование рабочих процессов НТТМ при помощи передаточных функций.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	8		12
3.	Моделирование механизма подъема мостового крана. Обзор существующих моделей механизмов подъема мостового крана. Обзор исследований по рациональным режимам работы машин с активным рабочим органом. Системный анализ. Физическая модель подсистемы	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	8		12
4.	Моделирование механизма передвижения тележки мостового крана. Обзор существующих моделей механизма передвижения тележки мостового крана. Обзор исследований по рациональным режимам	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	8		12

	работы механизма передвижения				
5.	Физическая модель механизма передвижения тележки. Зависимости движения грузоподъемной тележки в разных режимах работы грузоподъемных кранов. Оценка влияния отдельных параметров элементов на выходные характеристики механизма передвижения.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	8		12
6.	Математическая модель мостового крана. Обзор существующих моделей мостовых кранов. Построение графиков зависимостей механизма движения мостового крана.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	8		12
7.	Исследование переходных процессов подъема груза мостовыми кранами.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	8		10
8.	Анализ переходных процессов подъема груза с жесткого основания.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	8		10
9.	Анализ переходных процессов подъема груза с веса.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	8		10
10.	Анализ влияния различных параметров крана на величину динамических нагрузок.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	8		10
11.	Управление безопасностью наземных транспортно-технологических машин.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	6		10

12.	Численное решение уравнений и систем уравнений	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	6		10
13.	Основные методы решения систем уравнений	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	6		10
14.	Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Краткие теоретические сведения	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний.	6		10
15	Зачет и экзамен		8	8	8
<b>Итого:</b>			<b>112</b>		<b>160</b>

**4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Математическое моделирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин» не предполагаются учебным планом.**

### **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);
- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;
- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим

особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

- технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

- технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

## **6. Формы контроля освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

разноуровневые задачи;

доклады.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного/письменного зачета (ответы на теоретические вопросы) и экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение разноуровневых задач). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания (экзамен)	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
-------------------------------	---	--------

отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

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

### а) основная литература:

1. Белостоцкий А.М., Математическое и компьютерное моделирование в основе мониторинга зданий и сооружений : Учебное пособие / Белостоцкий А.М., Акимов П.А., Кайтуков Т.Б. - М. : Издательство АСВ, 2018. - 712 с. - ISBN 978-5-4323-0275-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302755.html>

2. Трусова П.В., Введение в математическое моделирование: учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова - М. : Логос, 2017. - 440 с. - ISBN 978-5-98704-637-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987046371.html>.
3. Губарь Ю.В., Введение в математическое моделирование / Губарь Ю.В. - М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [http://www.studentlibrary.ru/book/intuit\\_059.html](http://www.studentlibrary.ru/book/intuit_059.html).
4. Дуев С.И., Решение задач математического моделирования в системе MathCAD : учебное пособие / Дуев С. И. - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. - 128 с. - ISBN 978-5-7882-2251-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента":[сайт]. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222516.html>.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Будиков Л.Я. Многопараметрические исследования динамики мостовых кранов. Учебное пособие. Луганск: Изд-во Луганского университета имени В. Даля, 2017. - 236 с.
2. Темам Р., Математическое моделирование в механике сплошных сред / Р. Темам, А. Миранвиль - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 323 с. (Математическое моделирование) - ISBN 978-5-00101-494-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014942.html>.
3. Плохотников К.Э., Метод и искусство математического моделирования / Плохотников К.Э. - М. : ФЛИНТА, 2017. - 519 с. - ISBN 978-5-9765-1541-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976515413.html>.
4. Аверченков В.И., Основы математического моделирования технических систем / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец - М. : ФЛИНТА, 2016. - 271 с. - ISBN 978-5-9765-1278-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976512788.html>.
5. Осташков В.Н., Практикум по решению инженерных задач математическими методами : учебное пособие / Осташков В. Н. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - 207 с. (Математическое моделирование.) - ISBN 978-59963-2991-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329915.html>.
6. Юрчук С.Ю., Методы математического модел : учеб. пособие / С.Ю. Юрчук - М. : МИСиС, 2018. - 96 с. - ISBN 978-5-906953-43-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906953438.html>.
7. Селезнев В.А., Структурные свойства математического языка : учебное пособие / Селезнев В.А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 116 с. - ISBN 978-5-7782-3059-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант

студента": [сайт]. - URL :  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230590.html>.

8. Меняйлов А.И., Математический практикум : Учебное пособие для высшей школы / Меняйлов А.И., Меняйлова М.А. - М.: Академический Проект, 2020. - 92 с. ("Gaudeamus") - ISBN 978-5-8291-2774-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829127749.html>.

9. Киркинский А.С., Математический анализ : Учебное пособие для вузов / Киркинский А.С. - М.: Академический Проект, 2020. - 526 с. (Gaudeamus) - ISBN 978-5-8291-3040-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130404.html>.

10. Твердохлебова Е.В., Исследование функций: задачник / Е.В. Твердохлебова. - М. : МИСиС, 2019. - 179 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [http://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_430.html](http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_430.html).

11. Горушкина Н.В., Математика: теория функций комплексного переменного : практикум / Н.В. Горушкина, В.А. Карасев, Г.Д. Левшина. - М. : МИСиС, 2019. - 101 с. - ISBN 978-5-907061-15-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907061156.html>.

12. Коннова Л.П., Математический анализ. Практико-ориентированный курс с элементами кейсов : Учебник для бакалавриата по направлениям подготовки 38.03.01 "Экономика" и 38.03.02 "Менеджмент" / Л.П. Коннова, А.А. Рылов, И.К. Степанян - М. : Прометей, 2019. - 280 с. - ISBN 978-5-907100-61-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907100619.html>.

13. Крупин В.Г., Высшая математика. Функции нескольких переменных. Элементы дифференциальной геометрии. Сборник задач с решениями : учебное пособие / Крупин В.Г., Павлов А.Л., Попов Л.Г. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01396-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013960.html>.

14. Крупин В.Г., Высшая математика. Теория функций комплексного переменного. Операционное исчисление. Сборник задач с решениями : учебное пособие / Крупин В.Г. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-38301224-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012246.html>.

### **в) методические рекомендации:**

1. Методические указания к индивидуальным заданиям по дисциплине «Математическое моделирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин» (для студентов очного и заочного отделений, по

специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства) / Сост. А.А. Мирошников. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2021. – 27 с.

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Математическое моделирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин» (для студентов очного и заочного отделений, по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства) / Сост. А.А. Мирошников. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2019. – 39 с.

#### г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

#### Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

#### Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

#### 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Экономическая теория и макроэкономика» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a>

		<a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 9. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт

#### оценочных средств по учебной дисциплине

«Математическое моделирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-4	Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении	ОПК-4.1	Тема 3. Методы решения систем уравнений	5
			ОПК-4.2	Тема 4. Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений	5
				Тема 5. Численное решение уравнений в	5

		инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов		частных производных	
				Тема 6. Введение в метод конечных элементов	5
				Тема 7. Введение в оптимальное проектирование	5
				Тема 8. Многокритериальное проектирование в машиностроении	5
				Тема 9. Компьютерные системы символьных вычислений (excel, mathcad, maple, matematica).	6
				Тема 11. Построение математических моделей в виде графических образов.	6
				Тема 14. Моделирование механизма подъема мостового крана	6
				Тема 15. Моделирование механизма передвижения тележки мостового крана.	6
				Тема 16. Введение в математическое модели грузоподъемных кранов приведенной силы привода	6
				Тема 18. Математические модели мостовых кранов	6
2.	ОПК-5	Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3	Тема 1. Введение в математическое моделирование. Основные определения и понятия.	5

		<p>технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов</p>	Тема 2. Методы решения нелинейных уравнений.	5
			Тема 3. Методы решения систем уравнений.	5
			Тема 4. Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	5
			Тема 5. Численное решение уравнений в частных производных.	5
			Тема 7. Введение в оптимальное проектирование	5
			Тема 8. Многокритериальное проектирование в машиностроении	5
			Тема 10. Математическое моделирование системных объектов подъёмно-транспортных машин (ПТМ).	6
			Тема 12. Построение математических моделей детерминированных систем.	6
			Тема 13. Построение математических моделей случайных процессов	6
			Тема 15. Моделирование механизма передвижения тележки мостового крана.	6
Тема 17. Математические модели мостовых электрических кранов.	6			

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал  
оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-4	ОПК-4.1  ОПК-4.2	<b>знать:</b> современные методики исследований наземных транспортно-технологических машин и средств; методики поиска и обработки информации; методики проведения теоретических исследований наземных транспортно-технологических машин и средств; методики проведения экспериментальных исследований наземных транспортно-технологических машин и средств; современные средства и оборудование для проведения исследований; методики обработки и анализа полученных результатов; методики обеспечения безопасности при проведении экспериментальных исследований; <b>уметь:</b> при	Тема 3-9,  Тема 11,  Тема 14-16,  Тема 18	Разноуровневые задачи, доклады, промежуточная аттестация (зачет, экзамен)

			<p>менять современные методики исследований наземных транспортно-технологических машин и средств; настраивать и использовать современное оборудование для исследований наземных транспортно-технологических машин и средств; выполнять теоретические и натурные экспериментальные работы по исследованию характеристик наземных транспортно-технологических машин и средств; обрабатывать, сопоставлять и анализировать полученные результаты; применять методики обеспечения безопасности при проведении исследований;</p> <p><b>владеть:</b> единой системой конструкторской документации; стандартами, техническими условиями, нормативными и руководящими материалами на проведение испытаний и исследований; методами и средствами</p>		
--	--	--	---	--	--

			выполнения экспериментальных работ; основными принципами и методами анализа полученных экспериментальных результатов;		
2.	ОПК-5	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3	<p><b>знать:</b> основные законы и физические и методологические основы планирования постановки и проведения теоретических, экспериментальных и научных исследований средств механизации и автоматизации подъёмно-транспортных, строительных и дорожных работ, их технологического оборудования и комплексов на их базе;</p> <p><b>уметь:</b> воспринимать, обобщать и анализировать информацию и применять ее для решения задач проведения научных исследований средств механизации и автоматизации подъёмно - транспортных, строительных и дорожных работ, их технологического оборудования и комплексов на их базе.</p> <p><b>владеть:</b> основными принципами и методами поиска и обработки</p>	Тема 1-5, Тема 7, Тема 8, Тема 10, Тема 12-13, Тема 15, Тема 17	Разноуровневые задачи, доклады, промежуточная аттестация (зачет, экзамен)

			информации; основными теоретическими и экспериментальными методами проведения научных исследований.		
--	--	--	---	--	--

**Фонды оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин»**

**Темы разноуровневых задач:**

1. Динамический анализ механизма подъема груза в системе Mathcad.
2. Расчет напряжений и перемещений моста крана при подъеме груза в системе CAE SolidWorks.
3. Расчет консольной балки на удар и колебания (свободные и вынужденные).
4. Обработка результатов испытаний на усталость.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству разноуровневые задачи**

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Решение разноуровневых задач выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% задач)
4	Решение разноуровневых задач выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% задач)
3	Решение разноуровневых задач выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% задач)
2	Решение разноуровневых задач выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% задач)

**Темы докладов:**

1. Имитационное моделирование рабочих процессов подъемно-транспортных машин (ПТМ). Понятие численного эксперимента. Датчики случайных чисел.
2. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло. Построение статистических моделей, общие оценки их качества. Построение моделей на основе нечёткой логики.
3. Моделирование механизма подъема мостового крана. Обзор существующих моделей механизмов подъема мостового крана.
4. Обзор исследований по рациональным режимам работы машин с активным рабочим органом. Системный анализ. Физическая модель

подсистемы.

5. Моделирование механизма передвижения тележки мостового крана. Обзор существующих моделей механизма передвижения тележки мостового крана.

6. Обзор исследований по рациональным режимам работы механизма передвижения тележки грузоподъемных машин.

7. Математическая модель мостового крана. Обзор существующих моделей мостовых кранов. Построение графиков зависимостей механизма движения мостового крана.

8. Исследование переходных процессов подъема груза мостовыми кранами.

9. Анализ переходных процессов подъема груза с жесткого основания.

10. Анализ влияния различных параметров крана на величину динамических нагрузок.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству доклады

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Доклад представлен на высоком уровне (студент полно осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным)
4	Доклад представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Доклад представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным
2	Доклад представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

#### Вопросы к промежуточной аттестации (зачет, экзамен):

(3 семестр)

1. Общие принципы построения математических моделей. Виды математических моделей.

2. Методы решения нелинейных уравнений. Привести общую структуру.

3. Для каких целей конструктор использует "Метод конечных элементов" (МКЭ)?

4. Понятия математической модели и математического

моделирования. Классификация моделей.

5. Метод хорд. Привести общую структуру.
6. В модели 520 узлов и 800 конечных элементов. 50 узлов "жестко" закреплены, а другие 100 закреплены только от смещений по оси X. В каждом узле 3 степени свободы.  
Чему равно число неизвестных модели?
7. Что такое математическая модель? Общий процесс построения структуры модели.
8. Метод Ньютона (метод касательных). Привести общую структуру.
9. Какой из параметров конечно-элементной модели наибольший?
10. Привести общую классификацию математических моделей. Виды математических моделей.
11. Балка загружена своим собственным весом (масса распределена в узлах). Перемещения в узлах и внутри элементов были получены методом конечных элементов. В какой точке прогиб максимальный?
12. Имитационное моделирование - это? Основные принципы.
13. Итерационный метод Гаусса - Зейделя. Привести общую структуру.
14. Чему равно минимальное возможное число узлов для объемного элемента?
15. Принципы и методы построения простейших математических моделей.
16. Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона. Привести общую структуру.
17. Что такое граничные условия?
18. Комбинированное моделирование - это? Привести пример.
19. Задача Коши и краевая задача. Привести общую структуру.
20. Всегда ли необходимо иметь плотную сетку КЭ в зонах, где приложена сила?
21. Метод половинного деления - это? Привести пример.
22. Метод конечных разностей. Привести общую структуру.
23. Привести пример КЭ сетки.
24. Основная идея МКЭ. Привести общую структуру.
25. Какой этап обычно выполняется после создания твердотельной модели?  
(4 семестр)
26. Методы решения систем уравнений. Привести классификацию.
27. Уравнения метода конечных элементов. Привести общую структуру.
28. Какую из задач следует решать с помощью тонкостенных элементов оболочки?
29. Применение мат. моделей в научной и инженерной деятельности.
30. Представление работы дорожно-строительной машины в виде системного процесса.
31. Формирование показателя оценки эффективности как системного

процесса.

32. Моделирование процесса с использованием предметно-математических моделирующих систем на базе ЭВМ.

33. Описать основание классификации мат. модели на базе материалистического понимания.

34. Классификация мысленных мат. моделей по способам построения и составу.

35. Классификация мат. моделей по видам решаемых задач.

36. Схема проведения исследований на модели объекта.

37. Раскрыть свойства и область применения мат. модели на базе ЭВМ.

38. Раскрыть свойства и область применения физической мат. модели с изменением свойств среды.

39. Основные этапы и виды работ, выполняемых при изучении динамики и рабочих процессов машин методами моделирования.

40. Изобразить схему математической модели простейшей системы колебания груза.

41. Граничные условия - это?

42. Изобразить схему математической модели простейшей системы маятника.

43. Параметры системы - это?

44. Привести основные требования к математическим моделям.

45. Раскрыть понятие приведенной массы и момента инерции.

46. Раскрыть понятие величины суммарной приведенной массы и суммарного приведенного момента инерции.

47. Привести пример схемы соединения упругих элементов и описать математически.

48. Привести пример суммарной приведенной массы и момента инерции для механизма передвижения колесной машины.

49. Изобразить эквивалентную схему трехмассовой системы привода механизма передвижения пневмоколесной машины.

50. Раскрыть понятия приведенные к валу двигателя моменты инерции ведущих колес машины и самой машины.

51. Раскрыть понятия суммарной приведенной жесткости привода и ведущих колес пневмоколесной машины.

52. Изобразить разветвленную схему элементов привода. Математически описать основные понятия.

53. Раскрыть понятие - принцип Даламбера.

54. Изобразить эквивалентную схему двухмассовой системы с двумя упруго-демпфирующими связями.

55. Используя принцип Даламбера получить уравнения движения для эквивалентной схемы двухмассовой системы с двумя упруго-демпфирующими связями.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (зачет, экзамен)

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

## Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Математическое моделирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование»).

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки магистров, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической  
комиссии института транспорта  
и логистики



Е.И. Иванова