

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

(наименование дисциплины)

**15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**Физика высоких технологий**

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2022



### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-3. Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности.	ОПК-3.1. Знает современные информационно-коммуникационные технологии, относящиеся к машиностроению. ОПК-3.2. Умеет применять глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности. ОПК-3.3. Владеет навыками использования современных информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательской деятельности.	Знает современные информационно-коммуникационные технологии, относящиеся к машиностроению. Умеет применять глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности. Владеет навыками использования современных информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательской деятельности.	Индивидуальное практико-ориентированное задание для практических занятий и самостоятельной работы, тестовые вопросы.
ОПК-6. Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.	ОПК-6.1. Знает типовые алгоритмы и цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств. ОПК-6.2. Умеет разрабатывать алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств. ОПК-6.3. Владеет навыками применения алгоритмов и современных цифровых систем автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.	Знает типовые алгоритмы и цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств. Умеет разрабатывать алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств. Владеет навыками применения алгоритмов и современных цифровых систем автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.	Индивидуальное практико-ориентированное задание для практических занятий и самостоятельной работы, тестовые вопросы.

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов

#### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки	СРП			
	<b>Раздел 1</b>										
1	Моделирование динамических систем, операторная запись дифференциальных уравнений, преобразования Лапласа для анализа динамических систем.	4	1	1	2				10	<b>Рейтинг контроль № 1</b>	
2	Представление динамических систем в виде структурных схем. Правила преобразования структурных схем.		2	1	2				10		
	<b>Раздел 2</b>										
3	Звенья динамических систем, их частотные характеристики.		3	1	2				10	<b>Рейтинг контроль № 2</b>	
4	Определение динамических характеристик звеньев динамической системы. Виды стандартных воздействий.		4	1	2				10		
5	Передаточные функции динамических систем. Переходные процессы в динамических системах.		5	1	2				10		
	<b>Раздел 3</b>										
6	Понятие устойчивости динамической системы, алгебраические критерии устойчивости динамических систем.		6	1	2				10	<b>Рейтинг контроль № 3</b>	
7	Понятие устойчивости динамической системы, частотные критерии устойчивости динамических систем.	7	1	2				12			
8	Параметры оценки качества переходных процессов динамических систем.	8	1	2				12			
Всего за 4 семестр:				8	16				84	Зачет	
Наличие в дисциплине КП/КР				-	-	-	-	-	-	-	
Итого по дисциплине				8	16				84	Зачет	

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### Раздел 1.

#### Тема 1

Содержание темы.

Моделирование динамических систем, операторная запись дифференциальных уравнений, преобразования Лапласа для анализа динамических систем.

#### Тема 2

Содержание темы.

Представление динамических систем в виде структурных схем. Правила преобразования структурных схем.

### Раздел 2.

#### Тема 3

Содержание темы.

Звенья динамических систем, их частотные характеристики.

#### Тема 4

Содержание темы.

Определение динамических характеристик звеньев динамической системы. Виды стандартных воздействий.

#### Тема 5

Содержание темы.

Передаточные функции динамических систем. Переходные процессы в динамических системах.

### Раздел 3.

#### Тема 6

Содержание темы.

Понятие устойчивости динамической системы, алгебраические критерии устойчивости динамических систем.

#### Тема 7

Содержание темы.

Понятие устойчивости динамической системы, частотные критерии устойчивости динамических систем.

#### Тема 8

Содержание темы.

Параметры оценки качества переходных процессов динамических систем.

## Содержание практических занятий по дисциплине

### Раздел 1.

Тема 1. Моделирование динамических систем, операторная запись дифференциальных уравнений, преобразования Лапласа для анализа динамических систем.

Содержание темы: назначение, возможности и интерфейс пакета визуального математического моделирования Simulink.

Тема 2. Представление динамических систем в виде структурных схем. Правила преобразования структурных схем.

Содержание темы: построение структурных схем в среде Simulink. Преобразование структурных схем.

### Раздел 2.

Тема 3. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики.

Содержание темы: исследование частотных характеристик элементарных звеньев структурных схем динамических систем.

Тема 4. Определение динамических характеристик звеньев динамической системы. Виды стандартных воздействий.

Содержание темы: исследование переходных характеристик элементарных звеньев структурных схем динамических систем.

Тема 5. Передаточные функции динамических систем. Переходные процессы в динамических системах.

Содержание темы: определение передаточных функций динамических систем.

### **Раздел 3.**

Тема 6. Понятие устойчивости динамической системы, алгебраические критерии устойчивости динамических систем.

Содержание темы: исследование устойчивости моделей динамических систем, используя алгебраические критерии.

Тема 7. Понятие устойчивости динамической системы, частотные критерии устойчивости динамических систем.

Содержание темы: исследование устойчивости моделей динамических систем, используя частотные критерии.

Тема 8. Параметры оценки качества переходных процессов динамических систем.

Содержание темы: оценка качества переходных процессов динамических систем.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**5.1. Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).**

### **Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. Определение модели. Свойства моделей.
2. Цели и задачи моделирования. Понятие об иерархии математического моделирования. Значение триады «модель-алгоритм-программа».
3. Алгоритмизация математических моделей. Способы преобразования математических моделей к алгоритмическому виду. Методы решения.
4. Основные этапы математического моделирования. Особенности этапов, задачи и связь между ними.
5. Основные методы реализации моделей. Достоинства и недостатки.
6. Свойства математических моделей. Понятие «предсказательности» моделей.
7. Классификация моделей в зависимости от параметров и переменных моделирования. Материальное моделирование.
8. Классификация моделей в зависимости от целей моделирования.
9. Когнитивная и содержательная модели.
10. Концептуальная модель. Метод характеристик. Свойства линий скольжения.
11. Понятие математической модели. Универсальность. Взаимосвязь моделей.
12. Классификация математических моделей в зависимости от сложности, и параметров модели.
13. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования. Свойства математических моделей. Полнота.
14. Классификация математических моделей в зависимости от методов реализации. Понятие о методе характеристик.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. Понятие о математической постановке задачи математического моделирования.
2. Выбор и обоснование метода решения задачи моделирования.
3. Линеаризация уравнений динамических систем, цель и методы.

4. Представление уравнений в операторной форме, преобразования Лапласа.
5. Свойства преобразований Лапласа.
6. Представление динамических систем в виде структурных схем. Правила преобразования структурных схем.
7. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Пропорциональное звено.
8. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Интегрирующее звено.
9. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Форсирующее звено.
10. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Аperiodическое звено.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Дифференцирующее звено.
2. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Колебательное звено.
3. Понятие устойчивости динамической системы. Алгебраические критерии устойчивости Рауса-Гурвица.
4. Понятие устойчивости динамической системы. Частотные критерии устойчивости.
5. Понятие устойчивости динамической системы. Критерий устойчивости Михайлова.
6. Анализ устойчивости САР по ЛФЧХ разомкнутой передаточной функции.
7. Переходные процессы в динамических системах. Виды стандартных воздействий.
8. Параметры оценки качества переходных процессов. Временные показатели качества.
9. Параметры оценки качества переходных процессов. Частотные показатели качества.
10. Параметры оценки качества переходных процессов. Корневые оценки качества переходных процессов.

### **5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет).**

#### **Вопросы к зачету**

1. Определение модели. Свойства моделей.
2. Цели и задачи моделирования. Понятие об иерархии математического моделирования. Значение триады «модель-алгоритм-программа».
3. Алгоритмизация математических моделей. Способы преобразования математических моделей к алгоритмическому виду. Методы решения.
4. Основные этапы математического моделирования. Особенности этапов, задачи и связь между ними.
5. Основные методы реализации моделей. Достоинства и недостатки.
6. Свойства математических моделей. Понятие «предсказательности» моделей.
7. Классификация моделей в зависимости от параметров и переменных моделирования. Материальное моделирование.
8. Классификация моделей в зависимости от целей моделирования.
9. Когнитивная и содержательная модели.
10. Концептуальная модель. Метод характеристик. Свойства линий скольжения.
11. Понятие математической модели. Универсальность. Взаимосвязь моделей.
12. Классификация математических моделей в зависимости от сложности, и параметров модели.
13. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования. Свойства математических моделей. Полнота.
14. Классификация математических моделей в зависимости от методов реализации. Понятие о методе характеристик.

15. Понятие о математической постановке задачи математического моделирования.
16. Выбор и обоснование метода решения задачи моделирования.
17. Линеаризация уравнений динамических систем, цель и методы.
18. Представление уравнений в операторной форме, преобразования Лапласа.
19. Свойства преобразований Лапласа.
20. Представление динамических систем в виде структурных схем. Правила преобразования структурных схем.
21. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Пропорциональное звено.
22. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Интегрирующее звено.
23. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Форсирующее звено.
24. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Аperiodическое звено.
25. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Дифференцирующее звено.
26. Звенья динамических систем, их частотные и временные характеристики. Колебательное звено.
27. Понятие устойчивости динамической системы. Алгебраические критерии устойчивости Рауса-Гурвица.
28. Понятие устойчивости динамической системы. Частотные критерии устойчивости.
29. Понятие устойчивости динамической системы. Критерий устойчивости Михайлова.
30. Анализ устойчивости САР по ЛФЧХ разомкнутой передаточной функции.
31. Переходные процессы в динамических системах. Виды стандартных воздействий.
32. Параметры оценки качества переходных процессов. Временные показатели качества.
33. Параметры оценки качества переходных процессов. Частотные показатели качества.
34. Параметры оценки качества переходных процессов. Корневые оценки качества переходных процессов.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу.

Самостоятельная работа студентов направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает в себя:

- поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к практическим занятиям.

Творческая самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) компетенций, повышение творческого потенциала студентов. Эта работа включает в себя:

- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- исследовательскую работу и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

### **Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Перечень научных проблем и направлений научных исследований:



- эквивалентные динамические системы станок – приспособление – инструмент - деталь (СПИД);
- определение характеристик динамической системы СПИД;
- эквивалентные упругие системы СПИД;
- моделирование динамики привода мехатронной системы.  
Темы, выносимые на самостоятельную проработку:
- построение структурной схемы моноблочного привода с роликовинтовым механизмом;
- определение законов выходного перемещения моноблочного привода с роликовинтовым механизмом в зависимости от вида возмущений и оценка устойчивости.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
<b>Основная литература</b>		
Математическое моделирование технологических процессов: учебное пособие / А. А. Крутько. — Омск: ОмГТУ, 2019. — 141 с. — ISBN 978-5-8149-2882-5.	2019	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/149119">https:// e.lanbook.com/book/149119</a>
Моделирование инженерных систем и технологических процессов: учебное пособие / П. Д. Чельшков, А. В. Дорошенко, А. А. Волков. — Москва: МИСИ – МГСУ, 2017. — 64 с. — ISBN 978-5-7264-1753-0.	2017	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117537">https:// e.lanbook.com/book/117537</a>
Моделирование и автоматизированное проектирование технологических процессов обработки металлов давлением: учебное пособие / С. Б. Сидельников, И. Н. Довженко, И. Ю. Губанов [и др.]. — 2-е изд., доп. и перераб. — Красноярск: СФУ, 2019. — 252 с. — ISBN 978-5-7638-4079-7.	2019	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/157570">https://e.lanbook.com/book/157570</a>
MATLAB. Теория и практика / Г. Амос; перевод с английского Н. К. Смоленцев. — 5-е изд. — Москва: ДМК Пресс, 2016. - 416 с. — ISBN 978-5-97060-183-9.	2016	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/82814">https://e.lanbook.com/book/82814</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics) : учебное пособие / В. М. Мусалимов, Г. Б. Замоуев, И. И. Калапышина, А. Д. Перечесова.-Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013.- 114 с	2013	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/70925">https://e.lanbook.com/book/70925</a>
Моделирование объектов управления в MatLab: учебное пособие для спо / Л. Г. Тугашова, А. В. Затонский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-8986-2.	2022	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/186058">https://e.lanbook.com/book/186058</a>
Моделирование измерительных задач в среде MATLAB+ Simulink: учебное пособие / В. В. Земляков, В. Л. Земляков, С. А. Толмачев. — Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-9275-3499-9.	2020	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/1703452">https://e.lanbook.com/book/1703452</a>

### 6.2 Периодические издания:

1. СТИН: научно-технический журнал. – Москва: ООО "СТИН".
2. Вестник машиностроения: научно-технический и производственный журнал - Москва: Машиностроение
3. Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал. – Москва: Технология машиностроения.
4. Электронный журнал «САПР и графика». Журнал может использоваться как практическое руководство при проектировании оснастки. Режим доступа <https://sapr.ru/issue>.

### 6.3 Интернет-ресурсы

Название портала	ссылка
Учебно-методический комплекс дисциплины размещен на образовательном сервере ВлГУ.	<a href="https://cs.cdo.vlsu.ru">https://cs.cdo.vlsu.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
«Единое окно» доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Междисциплинарное обучение	<a href="http://www.nano-obr.ru/">http://www.nano-obr.ru/</a>
Статьи о машиностроении	<a href="http://machineguide.ru/">http://machineguide.ru/</a>
Портал отраслевой информации о машиностроении	<a href="http://www.mashportal.ru/">http://www.mashportal.ru/</a>
Ресурс о машиностроении	<a href="http://www.i-mash.ru/">http://www.i-mash.ru/</a>

Техническая литература по машиностроению	<a href="http://www.mirstan.ru/index.php?page=tech">http://www.mirstan.ru/index.php?page=tech</a>
Библиотека технической литературы	<a href="http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.11.34">http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.11.34</a>
Все о машиностроении	<a href="http://dlja-mashinostroitelja.info/">http://dlja-mashinostroitelja.info/</a>
Союз машиностроителей России	<a href="http://www.soyuzmash.ru/">http://www.soyuzmash.ru/</a>
Информационно-аналитический сайт по материалам зарубежной печати о современных технологиях и инструментах для металлообработки	<a href="http://www.stankoinform.ru/index.htm">http://www.stankoinform.ru/index.htm</a>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретические занятия, проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в компьютерных классах, связанных с суперкомпьютером «СКИФ МОНОМАХ» производительностью 4,7 Т-Флопс. Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: программные комплексы компьютерной математики MATLAB, MathCAD, ANSYS, SolidWorks, PTC CREO.

Рабочую программу составил д.т.н., доцент кафедры ТМС Иваненко А.В.  
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):  
Главный инженер ООО «КИТ»

Степенькин А.В.

(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»

Протокол № 1 от 31.08.2022 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Протокол № 1 от 31.08.2022 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.  
(ФИО, должность, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_