

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

13.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

М.1.1.9 Математическое моделирование автоматизированных процессов и оборудования

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

15.04.01 Машиностроение

Квалификация выпускника

Магистр

(бакалавр/магистр/специалист)

Программа магистратуры

Современные технологии машиностроительных  
производств

Курс 2  
Семестр 3, 4

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	324 / 9	часов/зачетных единиц
Лекции	44	часов
Лабораторные работы	40	часов
Практические занятия	28	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	112	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	212	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	3, 4	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.04.01 Машиностроение

Программу составили:

доцент	МиМ	СОГЛАСОВАНО	Н.А. Крысь
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра машиностроения и материаловедения

(наименование кафедры)		
09.01.2025	протокол №	6
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.В. Костромин
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Копылов Владимир Иванович, генеральный директор ООО Объединение «Родина»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 17.02.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен участвовать в организации процесса разработки и производства машиностроительных изделий, производственных и технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств различного назначения	ПК-1.5 Использует прикладные компьютерные программы в профессиональной деятельности.	<b>знания:</b> основных программ математического моделирования в профессиональной деятельности. <b>умения:</b> анализировать исходных данных для построения математических моделей. <b>навыки:</b> работы по созданию элементов математических моделей.
2. ПК-2 Способен проводить анализ и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля параметров технологических процессов, элементов машиностроительных производств	ПК-2.4 Применяет системы автоматизации производства в профессиональной деятельности.	<b>знания:</b> требований к математическим моделям. <b>умения:</b> создания параметрических моделей. <b>навыки:</b> применения систем автоматизации при математическом моделировании.

3. ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ОПК-5.1 Знает принципы построения математических моделей.	<b>знания:</b> принципов построения математических моделей. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ОПК-5.2 Использует аналитические и численные методы в своей профессиональной деятельности.	<b>знания:</b> основ создания математических моделей. <b>умения:</b> создавать модели машин, приводов, технических систем. <b>навыки:</b> разработки аналитических и численных методов в своей профессиональной деятельности.
4. ОПК-12 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии	ОПК-12.1 Знает современные системы автоматизированного проектирования.	<b>знания:</b> современных систем автоматизированного проектирования. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ОПК-12.3 Владеет навыками работы с системами автоматизированного проектирования.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> работы с системами автоматизированного проектирования.

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: САПР изделий и технологических процессов (ПК-1), Технологическое оборудование, механизация, автоматизация производств (ПК-1), Проектирование и расчет технологической оснастки машиностроительного производства (ПК-1), САПР изделий и технологических процессов (ПК-2), САПР изделий и технологических процессов (ОПК-5), Информационные потоки машиностроительного производства (ОПК-12), САПР изделий и технологических процессов (ОПК-12); практик: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-1), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-2), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ОПК-12)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-2), Преддипломная практика (ОПК-5), Преддипломная практика (ОПК-12); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-5), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-12)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, проблемная лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Математическое моделирование автоматизированных процессов и оборудования</b>	<b>144</b>	ОПК-12, ОПК-5
Лекция. Математическое моделирование автоматизированных процессов и оборудования.	4	
Лекция. Виды математических моделей и особенности их применения.	4	
Лекция. Создание элементов экспертной системы для анализа результатов экспериментов и нахождения оптимальных математических моделей.	6	
Практическое занятие. Создание элементов экспертной системы для анализа результатов экспериментов и нахождения оптимальных математических моделей.	6	
Практическое занятие. Создание параметрических моделей статических механических систем.	4	
Практическое занятие. Создание параметрических моделей динамических механических систем.	4	
Практическое занятие. Создание математических моделей при планировании и оптимизации машиностроительных производств.	8	
Практическое занятие. Создание математических моделей случайных процессов.	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР Проработка лекционного и практического материала. Выполнение РГР на базе практических занятий. Подготовка к зачету.	102	
Иная контактная работа:	0	

#### 4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Математическое моделирование автоматизированных процессов и оборудования</b>	<b>180</b>	ОПК-12, ОПК-5, ПК-1,
Лекция. Создание моделей систем измерения механических систем.	4	
Лабораторная работа. Создание моделей систем измерения механических систем.	6	
Лекция. Создание математической моделей транспортных систем в машиностроении и их оптимизация.	6	
Лабораторная работа. Создание математической моделей транспортных систем в машиностроении и их оптимизация.	10	
Лекция. Создание оптимальных математических моделей загрузки машиностроительного оборудования.	10	
Лабораторная работа. Создание оптимальных математических моделей загрузки машиностроительного оборудования.	10	
Лекция. Математическое моделирование и оптимизация роботизированных систем.	10	
Лабораторная работа. Математическое моделирование и оптимизация роботизированных систем.	14	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР Проработка лекционного и практического материала. Выполнение РГР на базе практических занятий. Подготовка к зачету.	110	
Иная контактная работа:	0	

#### Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического и лабораторного занятий; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение расчётно-графической работы. По окончании проведения формирующего контроля успеваемости системы оценивания

хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёты.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Иванов, Владимир Константинович. Математическое моделирование процессов в машиностроении [Текст] : учеб. пособие / В. К. Иванов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. - 88 с. ISBN 5-8158-0099-6. Экземпляры: всего 66.	66
2.	Моделирование [Текст] : [методические указания к лабораторным работам для студентов направления подготовки бакалавров 220100.62] / М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост. А. В. Смирнов]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 54 с. Экземпляры: всего 24.	24 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Smirnov_modelirovanie_2014.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Smirnov_modelirovanie_2014.pdf</a>
3.	Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Тарасик. Минск: Новое знание, 2013. - 584 с. ISBN 978-985-475-539-7.	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=4324">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=4324</a>
4.	Флегонтов, А. В. Моделирование задач принятия решений при нечетких исходных данных [Электронный ресурс] : монография / Флегонтов А. В., Вилков В. Б., Черных А. К. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 332 с. ISBN 978-5-8114-4402-1.	<a href="https://e.lanbook.com/book/329102">https://e.lanbook.com/book/329102</a>
5.	Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс] / Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В. 2-е изд. перераб. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 464 с. ISBN 978-5-8114-1573-1.	<a href="https://e.lanbook.com/book/211466">https://e.lanbook.com/book/211466</a>

### 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	209 (VI)	Доска аудиторная трехстворчатая (1), Крепление для м/м проектора универсальное (штанга 610-930 мм) (1), Ноутбук Acer Aspire 3 A315-42 (1), Персональный компьютер (1), ПК(сист.бл,клав,мышь (1), опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4+спец.монит 19" (12),	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio

	Проектор BENQ MW529 (1), Сейф/шкаф (2), Сет.карта D-Link DES-1024D+Switch (1), СТАНОК МЕТАЛЛОРЕЖ (1), СТАНОК МЕТАЛЛОРЕЖ. (1), Стенд информационный 1100x1200x20 (1), Экран настенный рулонный 200x200 см (1), Комплект учебной мебели (1)	Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
--	---	---

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### Тест

#### 1. Что такое математическая модель?

1. Это совокупность математических объектов (чисел, переменных, множеств и т.д.) и отношений между ними, которая адекватно отображает некоторые (существующие)



свойства проектируемого технического объекта.

2. Набор формул.

3. Набор алгоритмов.

4. Не одно из перечисленных.

2. Какая форма математической модели связи между выходными параметрами и параметрами входными и внутренними в виде алгоритма.

1. Алгоритмическая.

2. Цифровая.

3. Графическая.

4. Аналитическая.

3. Адекватность математической модели и объекта это...

1. Правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования.

2. Полнота отображения объекта моделирования.

3. Количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования.

4. Объективность результата моделирования.

4. Имитационное моделирование ...

1. Моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс.

2. Моделирование, воспроизводящее только физические процессы.

3. Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – аналогами.

4. Воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени.

5. Возможность ручного или с помощью ЭВМ исследования качественных и количественных закономерностей функционирования объекта (системы), называется ...

1. Вычислимость.

2. Модульность.

3. Алгоритмизируемость.

4. Наглядность.

6. Математические модели создаются в результате исследования объектов (процессов) на теоретическом уровне, называются ...

1. Теоретические математические модели.

2. Функциональные математические модели.

3. Структурные математические модели.
4. Математические модели на макроуровне.
7. При каком моделировании часто используется понятие системного времени?
  1. Имитационном моделировании.
  2. Функциональном моделировании.
  3. Структурном математическом моделировании.
  4. Не одним из перечисленных.
8. Ожидаемые объемы выпуска сверхплановой продукции производственным участком это модели
  1. Вероятностные математические модели.
  2. Детерминированные математические модели.
  3. Математические модели на метауровне.
  4. Имитационные математические модели.
9. Позволяет отображать непрерывный процесс в системе...
  1. Непрерывное моделирование.
  2. Прерывное динамическое моделирование.
  3. Дискретное моделирование.
  4. Математическое моделирование.
10. Расставьте по порядку этапы построения математической модели.
  - 1) Постановка задачи.
  - 2) Построение модели и ее анализ.
  - 3) Разработка методов получения проектных решений на модели.
  - 4) Экспериментальная проверка и корректировка модели и методов.
  1. 1,2,3,4
  2. 2,3,4,1
  3. 3,4,1, 2
  4. 2,1,3,4

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

### **Вопросы на зачет**

#### **Семестр 3**

5. Математическая модель. Главные требования к математическим моделям в САПР. Адекватность. Область адекватности.

6. Математическая модель. Главные требования к математическим моделям в САПР. Экономичность. Точность.
7. Математическая модель. Требования к математическим моделям в САПР. Вычислимость. Модульность. Алгоритмизируемость. Наглядность.
8. Математическое моделирование. Этапы.
9. Математическое моделирование. Постановка задачи.
10. Математическое моделирование. Преимущества и недостатки.
11. Классификация математических моделей по принадлежности к иерархическому уровню.
12. Классификация математических моделей по характеру отображаемых свойств объекта.
13. Классификация математических моделей по способу представления свойств объекта.
14. Классификация математических моделей по способу получения модели.
15. Классификация математических моделей по особенности поведения объекта.
16. Системное время.

#### **Семестр 4**

17. Just in Time.
18. Метод FIFO.
19. Метод LIFO.
20. Метод FEFO.
21. Метод FPFO.
22. Метод BBD.
23. MRP II.
24. Опишите как вы будете создавать на основе математического моделирования системы измерения механических систем.
25. Опишите как вы будете создавать на основе математического моделирования системы измерения транспортных систем.
26. Опишите как вы будете создавать на основе математического моделирования оптимальные системы загрузки машиностроительного оборудования.
27. Опишите как вы будете создавать на основе математического моделирования модели роботизированных систем и проводить их оптимизацию.

