

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Инженерная академия  
(факультет/институт/академия)

Рекомендовано МСН

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Математическое моделирование оборудования и производственных процессов

Рекомендуется для направления подготовки/специальности: 15.06.01 Машиностроение

Направленность программы (профиль): Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

## 1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины Математическое моделирование оборудования и производственных процессов является ознакомление аспирантов с сущностью математического моделирования и его применение при решении задач в области проектирования, изготовления и эксплуатации технологического оснащения машиностроительного производства.

Основными задачами дисциплины являются:

- получение знаний по теоретическим основам математического моделирования объектов производства и технологических процессов машиностроения: принципам построения, классификации и использования математических моделей, проверки их адекватности;
- изучение теории численных методов решения алгебраических, трансцендентных и дифференциальных уравнений и систем уравнений, функций и алгоритмов решения уравнений в системе MathCAD;
- приобретение умений использовать математическое моделирование как самостоятельный и эффективный инструмент практической деятельности инженера-машиностроителя при решении задач проектирования объектов новой техники, эксплуатации машин, разработке технологических процессов, решении организационно-экономических задач производства;
- приобретение умений разработки математических моделей для описания, исследования и оптимизации технических характеристик и технико-экономических параметров функционирования технологического оборудования и изделий машиностроения;
- освоение умений моделирования физических процессов в современных математических пакетах как самостоятельного эффективного инструмента определения параметров и режимов работы машин, технологических процессов;
- получение опыта комплексного применения знаний и умений, полученных при изучении базовых дисциплин и дисциплин профиля подготовки, для решения междисциплинарных задач;

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Математическое моделирование оборудования и производственных процессов» относится к вариативной части блока 1. Её изучение базируется на материале предшествующих дисциплин, а также она является базовой для изучения последующих дисциплин учебного плана, перечень которых представлен в таблице 1.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общепрофессиональные компетенции			
	– способностью научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического	Методология научного исследования; Дисциплины бакалавриата и магистратуры	Научные исследования (научно-исследовательская деятельность); Научные исследования (подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук); Государственная итоговая аттестация.

	оснащения производства (ОПК-1); – способностью формулировать и решать не типовые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);		
<b>Профессиональные компетенции</b>			
	– владением теорией и практикой проектирования, монтажа и эксплуатации станков, станочных систем, в том числе автоматизированных цехов и заводов, автоматических линий, а также их компонентов (приспособлений, гидравлических узлов и т.д.), научно обоснованной оптимизации компоновки состава комплектующего оборудования и его параметров, включая использование современных методов информационных технологий (ПК-3);	Дисциплины бакалавриата и магистратуры	Научно-исследовательский семинар; Научные исследования (научно-исследовательская деятельность); Научные исследования (подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук); Государственная итоговая аттестация.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Дисциплина Математическое моделирование оборудования и производственных процессов направлена на формирование у обучающихся следующих компетенции:

– способностью научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);

– способностью формулировать и решать не типовые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);

– владением теорией и практикой проектирования, монтажа и эксплуатации станков, станочных систем, в том числе автоматизированных цехов и заводов, автоматических линий, а также их компонентов (приспособлений, гидравлических узлов и т.д.), научно обоснованной оптимизации компоновки состава комплектующего оборудования и его

параметров, включая использование современных методов информационных технологий (ПК-3).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- сущность системного подхода при моделировании;
- основы математического моделирования: терминология; задачи, методы и принципы моделирования; основные этапы моделирования; виды моделей и методы их построения.

**Уметь:**

- составлять расчетных схемы при моделировании процессов и элементов технологических систем и производств;
- выделять и обосновывать основные ограничения и допущения при построении модели;
- составлять, решать и анализировать уравнения математических моделей.

**Владеть:**

- практическим моделированием типовых процессов и элементов технологических систем;
- формулировать заключения и выводы о полученных результатах.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего, ак. часов	Семестр	
			3
Аудиторные занятия	76		76
в том числе:	-		-
Лекции	18		18
Практические/семинарские занятия	38		38
Лабораторные работы	-		-
Курсовой проект/курсовая работа	-		-
Самостоятельная работа (СРС), включая контроль	52		52
Вид аттестационного испытания	зачет		зачет
Общая трудоемкость	академических часов	108	108
	зачетных единиц	3	3

**5. Содержание дисциплины**

**5.1. Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Понятие математической модели.	Множественность и единство моделей. Требование адекватности. Требование простоты. Другие требования.
2.	Типы математических моделей.	Структурные и функциональные модели. Дискретные и непрерывные модели. Линейные и нелинейные модели. Детерминированные и вероятностные модели.
3.	Математические схемы моделирования систем.	Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы). Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Дискретно-стохастические модели (P-схемы).

		Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы). Сетевые модели (N-схемы). Комбинированные модели (A-схемы).
4.	Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем	Методика разработки и машинной реализации моделей системы. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Получение и интерпретация результатов моделирования систем.
5.	Построение математической модели.	Формулирование математической задачи. Задачи анализа и синтеза. Определяющие соотношения. Уравнения для функции одного и нескольких переменных.
6.	Упрощения и уточнения модели	Рабочие гипотезы. Упрощение уравнений. Метод малого параметра. Регулярные и сингулярные возмущения. Анализ влияния упрощений.
7.	Методы исследования решений.	Методы построения и исследования решений. Асимптотические разложения. Интегральные представления решений. Автомодельные решения. Фазовый портрет. Определение степени точности решения.
8.	Моделирование процессов конструкторско-технологической подготовки производства	Предприятие как производственная система. Основные бизнес-процессы Физическое моделирование однозубой фрезой Разработка математической модели вынужденных колебаний технологической системы при фрезеровании Моделирование процесса получения порошкового материала ротационным точением Моделирование расположения направляющих опор свёрл.

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лек.	Практ. / семинар.	Лаб.	СРС	Всего час.
<b>3 СЕМЕСТР</b>						
1.	Понятие математической модели.	2	4	-	4	10
2.	Типы математических моделей.	2	4	-	4	10
3.	Математические схемы моделирования систем.	2	4	-	6	12
4.	Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем	2	4	-	6	12
5.	Построение математической модели.	2	4	-	6	12
6.	Упрощения и уточнения модели	3	5	-	6	14
7.	Методы исследования решений.	3	5	-	6	14
8.	Моделирование процессов конструкторско-технологической подготовки производства	2	4	-	6	12
	Зачет с оценкой	-	4	-	8	12
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>18</b>	<b>38</b>		<b>52</b>	<b>108</b>

6. Лабораторный практикум: нет

7. Практические занятия (семинары) *(при наличии)*

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	Понятие математической модели.	Множественность и единство моделей. Требование адекватности. Требование простоты. Другие требования.	4
2.	Типы математических моделей.	Структурные и функциональные модели. Дискретные и непрерывные модели. Линейные и нелинейные модели. Детерминированные и вероятностные модели.	4
3.	Математические схемы моделирования систем.	Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы). Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Дискретно-стохастические модели (P-схемы). Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы). Сетевые модели (N-схемы). Комбинированные модели (A-схемы).	4
4.	Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем	Методика разработки и машинной реализации моделей системы. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Получение и интерпретация результатов моделирования систем.	4
5.	Построение математической модели.	Формулирование математической задачи. Задачи анализа и синтеза. Определяющие соотношения. Уравнения для функции одного и нескольких переменных.	4
6.	Упрощения и уточнения модели	Рабочие гипотезы. Упрощение уравнений. Метод малого параметра. Регулярные и сингулярные возмущения. Анализ влияния упрощений.	5
7.	Методы исследования решений.	Методы построения и исследования решений. Асимптотические разложения. Интегральные представления решений. Автомодельные решения. Фазовый портрет. Определение степени точности решения.	5
8.	Моделирование процессов конструкторско-технологической подготовки производства	Предприятие как производственная система. Основные бизнес-процессы Физическое моделирование однозубой фрезой Разработка математической модели вынужденных колебаний технологической системы при фрезеровании Моделирование процесса получения порошкового материала ротационным точением Моделирование расположения направляющих опор сверл	4

#### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
Лекционная аудитория № 104 Оборудование и мебель: - переносной мультимедиа проектор; - столы и скамейки, стулья.	Москва, Подольское ш., д.8, к.5

<p>Учебная аудитория для проведения практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации № 112</p> <p>Оборудование и мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- персональные компьютеры с доступов к сети «Интернет»;</li> <li>- рабочие столы, скамейки, стулья.</li> </ul>	<p>Москва, Подольское ш., д.8, к.5</p>
<p>Учебно-методический кабинет для самостоятельной, научно-исследовательской работы обучающихся № 112</p> <p>Оборудование и мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- персональные компьютеры с доступов к сети «Интернет»;</li> <li>- рабочие столы, скамейки, стулья.</li> </ul>	<p>Москва, Подольское ш., д.8, к.5</p>

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Программное обеспечение:*

Специализированное программное обеспечение проведения лекционных, практических занятий и самостоятельной работы студентов: не предусмотрено.

*Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся и изучения дисциплины (также размещены в ТУИС РУДН в соответствующем разделе дисциплины):*

1. Курс лекций по дисциплине «Математическое моделирование оборудования и производственных процессов»
2. Методические указания для самостоятельной и практической работы обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование оборудования и производственных процессов».

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

*Основная литература:*

1. Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для вузов / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05365-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode>

2. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476288>
3. Мышкис Д.А. Элементы теории математических моделей. Изд. 3-е, исправ. М., КомКнига, 2007. – 192 с.
4. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. М., Высшая школа, 2001. 343 с.

*Дополнительная литература:*

1. Ящерицин П.И., Махоринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении. Минск. Вышэйш. шк., 1985. - 286 с.
2. 2. Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных. – Л., Судостроение, 1980. - 384 с.
3. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470988>
4. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470195>

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Приступая к изучению дисциплины необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, где в разделе «Содержание разделов дисциплины» приведено общее распределение часов аудиторных занятий и самостоятельной работы по темам дисциплины и видам занятий.

Залогом успешного освоения дисциплины является посещение лекционных занятий и выполнение лабораторных и практических работ, так как пропуск одного, а тем более нескольких занятий может осложнить освоение разделов курса.

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний по содержанию дисциплины. При изучении и проработке теоретического материала необходимо: – повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

– при самостоятельном изучении теоретической темы подготовить конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и электронные образовательные ресурсы;

– ответить на контрольные вопросы по теме, представленные в учебно-методических разработках, входящих в состав УМК;

– при подготовке к текущему контролю использовать материалы ФОС;

– при подготовке к промежуточной аттестации, использовать материалы РПД и ФОС.

Практические занятия (лабораторные работы, семинары, занятия по решению задач) проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы с учебной и научной литературой, посредством выполнения экспериментальных исследований и других практических работ.

При подготовке к практическому занятию необходимо:

– изучить или повторить лекционный материал по соответствующей теме;

– изучить материалы учебно-методических разработок лабораторного практикума по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам;

– при выполнении домашних расчетных заданий изучить, повторить типовые задания, выполнявшиеся на аудиторных занятиях.

Просмотр учебных видеофильмов может проводиться в ходе любых видов занятий. Он имеет целью дать наглядное представление об изучаемых явлениях и технических разработках, основанных на этих явлениях.



## 12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств, сформированный для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Математическое моделирование оборудования и производственных процессов к рабочей программе представлен в *ТУИС РУДН* на странице дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### Разработчики:

Доцент департамента  
машиностроения и приборостроения  
Инженерной академии

должность, название кафедры



подпись

Д.Г. Алленов

инициалы, фамилия

### Руководитель программы:

Профессор департамента  
машиностроения и приборостроения  
Инженерной академии

должность, название кафедры



подпись

А.В. Корнилова

инициалы, фамилия

### Директор департамента:

Профессор департамента  
машиностроения и приборостроения  
Инженерной академии

должность, название кафедры



подпись

А.В. Корнилова

инициалы, фамилия