

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

*Инженерная академия*

Рекомендовано МССН

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:** Моделирование технологических процессов

**Рекомендуется для направления подготовки:**

23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

**Направленность программы (профиль):**

Эксплуатация и техническая экспертиза автотранспортных средств

## 1. Цели и задачи дисциплины:

### 1.1 Цель преподавания дисциплины:

Целью преподавания данной дисциплины является формирование у магистрантов знаний умений и навыков использования методов физического и математического моделирования для исследования рабочих процессов, осуществляющихся в системах и агрегатах транспортных и транспортно- технологических машин и оборудования.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- ознакомление с общими принципами и основными возможностями методов физического и математического моделирования;
- изучение основ теории подобия, являющейся теоретической базой создания физических моделей процессов в системах и агрегатах транспортных и транспортно- технологических машин и оборудования;
- ознакомление с некоторыми физическими моделями, разработанными для исследования рабочих процессов в системах и агрегатах транспортных и транспортно- технологических машин и оборудования;
- изучение возможностей математического моделирования с использованием современной вычислительной техники (персональных компьютеров);
- ознакомление с некоторыми математическими моделями процессов в системах и агрегатах транспортных и транспортно- технологических машин и оборудования, реализованными с помощью ЭВМ и АВМ.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Моделирование технологических процессов» относится к вариативной части блока 1 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

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

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1.		Научные основы технологии и нормативы ТО, ТР и диагностики

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- Способен применять инструментальной формализации научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и процессов; (ОПК-5);
- Готов к использованию знания конструкции и элементной базы, рабочих процессов, принципов и особенностей работы транспортных и транспортно-технологических машин отрасли и применяемого при технической эксплуатации и сервисном обслуживании оборудования (ПК-4).

В результате освоения дисциплины студент должен:

### Знать:

- сущность методов физического и математического моделирования;
- методы теории подобия, используемые при физическом моделировании;
- методы математического моделирования с использованием персонального компьютера.
- современные методы моделирования процессов в автотранспортных средствах;
- методы сбора, обработки и анализа эксплуатационной информации;

- методы повышения точности моделирования;
- основные положения теории моделирования и подобия;
- назначение и характеристики технических средств моделирования;
- методические основы моделирования;
- организацию процесса моделирования.

**Уметь:**

- пользоваться методами теории подобия при составлении физических моделей;
- составлять математические модели процессов, происходящих в системах и агрегатах транспортных и транспортно- технологических машин и оборудования;
- оценивать степень точности выбранных моделей;
- использовать персональный компьютер при реализации составленных математических моделей;
- анализировать результаты моделирования;
- использовать технические средства моделирования;
- организовывать сбор исходных данных для формирования моделей;
- производить статистическую обработку и анализ точности результатов моделирования и на основе этого анализа дать рекомендации по улучшению показателей точности моделирования и по совершенствованию моделей;
- использовать основные разновидности компьютерного моделирования;
- анализировать результаты моделирования в общей системе технического проектирования и ремонта систем и агрегатов транспортных и транспортно- технологических машин и оборудования в целях повышения их надежности.

**Владеть навыками:**

- использования прикладных компьютерных программ для решения задач моделирования,
- проведения исследований моделей процессов,
- анализа полученных результатов моделирования в целях оптимизации показателей процессов, для поверочно - конструкторского расчета и анализа условий работы основных элементов систем и агрегатов транспортных и транспортно- технологических машин и оборудования с применением ЭВМ.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль	
		1	2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	68	36	32
В том числе:	-	-	
<i>Лекции</i>	34	18	16
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	18	16
<i>Семинары (С)</i>			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	76	36	40
Общая трудоемкость, час	144	72	72
зач. ед.	4	2	2

**5. Содержание дисциплины**

**5.1. Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Введение. Назначение и задачи дисциплины.	Роль моделирования в науке и технике. Существо метода моделирования. Основные понятия математического моделирования. Этапы моделирования. Задачи моделирования.

		Методы моделирования.
2.	Линейные и нелинейные математические модели	<p>Формы линейных динамических математических моделей</p> <p>Линейные динамические математические модели системы автоматического регулирования частоты вращения двигателя внутреннего сгорания. Модель подвески транспортных машин. Математическая модель движения транспортной машины в заданных дорожных условиях. Инструментальные средства для исследования динамических математических моделей. Реализация математических моделей на ЭЦВМ и в среде визуального графического программирования Simulink (Matlab).</p> <p>Модели типовых нелинейных статических зависимостей в динамических математических моделях в форме характеристик тип: зоны нечувствительности; неоднозначной – типа люфта, гистерезиса; насыщения – ограничение, упор и др. Реализация моделей типовых нелинейных характеристик на ЭЦВМ и в среде визуального графического программирования Simulink (Matlab). Формирование посредством использования типовых нелинейных статических зависимостей нелинейных динамических математических моделей процессов транспортных машин. Модели систем технической диагностики.</p>
3.	Формы линейных математических моделей и их применение	<p>Операторная форма линейных динамических математических моделей. Порядок формирования структурных схем линейных динамических математических моделей процессов в САРЧВ ДВС и подвеске транспортных машин. Реализация структурных схем линейных и нелинейных динамических математических моделей с типовыми нелинейными характеристиками на ЭЦВМ, АВМ и в среде визуального графического программирования Simulink (Matlab). Структурные схемы моделей систем технической диагностики.</p>
4.	Формы нелинейных математических моделей и их применение	<p>Выбор метода интегрирования динамической математической модели, соответствующей ему прикладной программы, параметров интегрирования и заданной точности. Исследование модели: качественная и количественная оценка переходных процессов по форме кривых и значениям показателей, полученным по результатам интегрирования. Оценка точности и адекватности разработанной математической модели. Анализ возможного наличия избыточности модели. Упрощение модели.</p>
5.	Идентификация	<p>Методы идентификации параметров модели. Формирование исходных данных для идентификации по данным наблюдений или эксперимента процесса разгона транспортной машины. Требования по представлению исходных данных. Особенности параметрического и непараметрического методов идентификации. Компьютерные программы пакета IDENT (Matlab) для решения задач идентификации. Преобразование динамической математической модели в другие формы. Оценка точности полученной модели. Оценка динамических характеристик модели. Упрощение модели.</p>
6.	Формы математических моделей физических полей.	<p>Формы математических моделей физических полей. Формирование математических моделей для исследования распределения температур, напряжений и деформаций деталей в системах и агрегатах транспортных машин. Инструментальные средства для исследования математических моделей физических полей.</p>

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц	Практ. зан.	Лаб зан.	Семи н	СРС	Всего час.
1.	Введение. Назначение и задачи дисциплины.	5	5			9	19
2.	Линейные и нелинейные математические модели	5	5			9	19
3.	Формы линейных математических моделей и их применение	6	6			9	21
4.	Формы нелинейных математических моделей и их применение	6	6			10	22
5.	Идентификация	6	6			10	22
6.	Формы математических моделей физических полей.	6	6			10	22
7.	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации по дисциплине					19	19
	Всего:	34	34			76	144

## 6. Лабораторный практикум

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

## 7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	Введение.	Назначение и задачи дисциплины.	5
2.	Линейные и нелинейные математические модели	Элементы языка программирования Matlab. Основные элементы библиотеки моделей Simulink. Модели генераторов воздействий и регистрирующих приборов. Основные элементы библиотеки моделей Simulink. Модели непрерывные, нелинейные, математических операций, переключателей, табличного задания функций и др.	5
3.	Формы линейных математических моделей и их применение	Формирование динамических математических моделей процессов: системы автоматического Регулирования частоты вращения двигателя внутреннего сгорания, подвески транспортных машин, движения транспортной машины в заданных дорожных условиях, в среде визуального графического программирования Simulink (Matlab). Моделирование управляющих и возмущающих воздействий	6
4.	Формы нелинейных математических моделей и их применение	Статистическое оценивание случайных переменных и моделирование воздействий с нерегулярной составляющей по заданной плотности распределения формирование и исследование модели системы технической диагностики элементов подвески транспортной машины	6
5.	Идентификация	Изучение интерфейса прикладной программы Ident (Matlab). Выбор параметрического метода идентификации для определения параметров динамической математической модели процесса разгона транспортной машины по данным эксперимента. Определение значений параметров дифференциального уравнения модели процесса разгона. Преобразование модели в другие формы. Упрощение модели. Оценка точности модели	6

		исходной и упрощенной модели. Исследование динамических характеристик: переходных, реакции на импульс, АЧХ, ФЧХ, полученных моделей	
6.	Формы математических моделей физических полей.	Ознакомление с интерфейсом прикладной программы для моделирования физических полей метод конечных элементов пакета PDE (Matlab). Формирование стационарной и нестационарной модели процессов теплопередачи в осевом сечении поршня ДВС. Оценка распределений локальных температур в исследуемом сечении. Исследование точности модели от размеров конечного элемента. Формирование стационарной модели упруго-напряженного деформированного состояния поршня ДВС. Оценка распределений напряжений и деформаций в исследуемом сечении	6

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

База проведения занятий – Инженерная академия РУДН, департамент транспорта.

Для проведения лекционных занятий используется комплект технических средств обучения: проектор Epson EMP S-42 – 1 шт.; интерактивная доска Smart Board 680i4 со встроенным проектором – 1 шт; ноутбук Samsung RC730 – 1 шт.; выход в Интернет.

Изложение лекционного материала сопровождается демонстрационным материалом, оформленным в виде видео презентации.

Помещения для самостоятельной работы студентов это аудитории, оснащенные всей необходимой для обучения мебелью, персональными компьютерами с выходом в Интернет, а именно: рабочее место в составе - монитор LG W1943SE-PF Black, системный блок, клавиатура, компьютерная мышь - 15 шт.; интерактивная доска Smart Board 680i4 со встроенным проектором – 1 шт; многофункциональное устройство для печати и сканирования документов HP Laserjet Pro M1132 MFP - 1 шт.; доступ в интернет: ЛВС и Wi-Fi.

Информационное и учебно-методическое обеспечение: ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров.

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

### а) программное обеспечение:

- Autodesk Inventor Professional 2012 Russian
- Autodesk Inventor View 2012 Russian
- Adobe Flash Player 11 ActiveX
- Adobe Flash Player 21 NPAPI
- AutoCAD2012-Russian
- AutoCAD Mechanical 2012
- Microsoft Office 2003 Web Components
- Microsoft Office Профессиональный плюс 2007
- Solid Works 2012
- Adobe Acrobat Reader DC - Russian
- 

### б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- 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/>

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

### а) основная литература

1. Моделирование систем и процессов. Практикум : учебное пособие / В. Н. Волкова [и др.] ; под ред. В. Н. Волковой. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 295 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01442-6. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/3DF77B78-AF0B-48EE-9781-D60364281651](http://www.biblio-online.ru/book/3DF77B78-AF0B-48EE-9781-D60364281651).
2. Степанов, В. Н. Автомобильные двигатели. Расчеты: учебное пособие / В. Н. Степанов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 148 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-01073-2. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/5E364A15-EA04-462E-A09B-51FB9D936D0D](http://www.biblio-online.ru/book/5E364A15-EA04-462E-A09B-51FB9D936D0D).
3. Моделирование систем и процессов : учебник / В. Н. Волкова [и др.] ; под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 450 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02422-7. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/E7D370B9-3C64-4A0F-AF1B-F6BD0EEEBD0](http://www.biblio-online.ru/book/E7D370B9-3C64-4A0F-AF1B-F6BD0EEEBD0).

### б) дополнительная литература

4. Павлов, В.П. Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация : учебное пособие / В.П. Павлов, Г.Н. Карасев. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 240 с. - ISBN 978-5-7638-2296-0 ; То же [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229151>
5. Березкин, Е.Ф. Надежность и техническая диагностика систем: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 244 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75707>
6. Каштанов, В.А. Теория надежности сложных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Каштанов, А.И. Медведев. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2010. — 608 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59517>

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

**11.1 Методические указания при проведении практических занятий** выдаются преподавателем непосредственно на занятии.

### 11.2 Методические указания к самостоятельной работе магистрантов.

Самостоятельная работа магистранта посвящена изучению технологических процессов в отрасли транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов, умения аналитически их описать. Самостоятельная работа заключается в выполнении в течение семестра индивидуального задания в виде реферата и подготовки доклада/сообщения, которые включают в себя вопросы всех разделов дисциплины.

Задание выдаётся преподавателем лично каждому магистранту на первом практическом занятии. После выполнения задания магистранты сдают работы преподавателю на проверку. Получив рецензию и исправив замечания, магистрант защищает свою работу для получения допуска к зачету.

Пояснительная записка реферата выполняется на бумаге формата А4 - 210 x 297 мм. На титульном листе должно быть указание дисциплины, номер и наименование задания, фамилия, имя, группа и № зачётной книжки магистранта. Вторым листом работы должно быть содержание, где не более чем на двух уровнях (глава, параграф) перечисляются разделы с указанием страниц. Брошюровка работы должна быть книжной; поля: сверху - 2 см, слева - 3 см, внизу - 2 см, справа - 1,5 см. Шрифт набора текста должен быть 14 пунктов. Межстрочный интервал полуторный. Текст должен иллюстрироваться схемами, графиками, рисунками, таблицами. Подрисуночная подпись должна располагаться под рисунком. Нумерация рисунков сквозная. Текст отчёта должен содержать: содержание, введение, основную часть, заключение и список литературы (не менее 5 наименований). Минимальный объём работы 10 страниц печатного текста. Доклад/сообщение представляется на одном из последних в семестре практических занятий в виде видео презентации. Студент выступает с докладом (3-5 минут). После доклада студент сдает преподавателю свою презентацию на печатном носителе с приложением электронного носителя с файлом презентации. Реферат сдаётся в печатном виде на одном из последних в

семестре занятий.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Моделирование технологических процессов» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, 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, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### **Разработчики:**

Профессор департамента  
транспорта Инженерной  
академии

должность, название кафедры



подпись

И.К. Данилов

инициалы, фамилия

### **Руководитель программы:**

Профессор департамента  
транспорта Инженерной  
академии

должность, название кафедры



подпись

И.К. Данилов

инициалы, фамилия

### **Директор департамента:**

Профессор департамента  
транспорта Инженерной  
академии

должность, название кафедры



подпись

И.К. Данилов

инициалы, фамилия