

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по УР  
\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**2.1.8.2(Ф)** Математическое моделирование технических систем отрасли

Учебный план: 2.5.21. Машиноведения 2025 2025-2026 уч.год.plx

Кафедра: **28** Машиноведения

Научная специальность: 2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы

Уровень образования: аспирантура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
5	УП	21	42	45		3	Зачет
	РПД	21	42	45		3	
Итого	УП	21	42	45		3	
	РПД	21	42	45		3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)"

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

Марковец Алексей  
Владимирович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой машиноведения

Марковец Алексей  
Владимирович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Марковец Алексей  
Владимирович

Методический отдел:

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать у аспирантов знания, умения и навыки, в области математического моделирования узлов и механизмов машин на стадии их проектирования

### 1.2 Задачи дисциплины:

Научить обучающегося переходить от конструктивных схем реальных узлов и механизмов машин согласно выбранной цели исследования к динамическим моделям.

Рассмотреть методы и методики получения математических моделей узлов и механизмов машин в соответствии с выбранными динамическими моделями.

Раскрыть особенности моделирования узлов и механизмов машин по их математическим моделям.

### 1.3 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Знания и умения, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена и написании диссертационной работы

Программные средства инженерных и научных расчетов

Современные информационные технологии в научной деятельности

## 3 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Динамические модели узлов машин и механизмов	5				О
Тема 1. Конструктивные схемы узлов машин и механизмов. Кинематические характеристики узлов машин и механизмов. Характеристики упругих и диссипативных элементов динамических моделей. Учет неустойчивых связей. Характеристики двигателей на динамических моделях. Практическое занятие: разработка динамических моделей узлов машин и механизмов отрасли.		4	4	7	
Тема 2. Динамические модели узлов и механизмов. Динамические модели кулачково-зубчатых механизмов. Динамические модели приемно-намоточного механизма. Практическое занятие: разработка динамических моделей узлов машин и механизмов отрасли (продолжение).		3	4	8	
Раздел 2. Математические модели узлов машин и механизмов					О
Тема 3. Математические модели кулачково-зубчатого механизма. Математические модели приемно-намоточного механизма. Практическое занятие: математическое моделирование приемно-намоточных механизмов.		4	12	7	
Тема 4. Учет характеристик электропривода при разработке математических моделей узлов машин и механизмов. Практическое занятие: математическое моделирование узлов машин и механизмов с учетом характеристик электропривода		2	4	8	
Тема 5. Динамические и математические модели быстровращающихся роторных узлов. Математическая модель жесткого ротора, вращающегося в упругих опорах. Математическая модель гибкого вала в жестких опорах. Практическое занятие: Математическое моделирование быстровращающихся роторных узлов		2	4	7	

Тема 6. Динамические и математические модели узла прижимной лапки механизма транспортирования материалов швейных машин. Практическое занятие: Математическое моделирование узла прижимной лапки механизма транспортирования материалов швейных машин		6	14	8	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		21	42	45	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		63		45	

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 4.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся ответил на вопросы устного собеседования, решил практические задачи, возможно допуская несущественные ошибки в ответе на вопросы преподавателя.	
Не зачтено	Обучающийся не ответил на вопросы устного собеседования, не решил практические задачи, допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя.	

##### 4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

###### 4.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Конструктивные схемы узлов машин и механизмов
2	Кинематические характеристики узлов машин и механизмов
3	Характеристики упругих элементов на динамических моделях, их приведение
4	Характеристики инерционных элементов на динамических моделях и их приведение
5	Характеристики диссипативных элементов на динамических моделях
6	Характеристики неударяющих связей на динамических моделях
7	Динамическая модель кулачкового-рычажного механизма для случая анализа влияния податливости клиноременной передачи
8	Динамическая модель приемно-намоточного механизма для случая учета податливости поверхности паковки (остальные элементы - абсолютно твердые тела)
9	Математическая модель кулачкового-рычажного механизма (анализ податливости клиноременной передачи): обобщенные координаты, кинетическая энергия, выражение элементарной работы активных сил)
10	Математическая модель кулачкового-рычажного механизма (анализ податливости клиноременной передачи): аналитическое выражение сил и моментов, получение уравнений движения
11	Математическая модель приемно-намоточных механизмов (случай учета податливости поверхности паковки): кинетическая энергия, элементарная работа активных сил, уравнение движения
12	Математическая модель приемно-намоточных механизмов (случай учета податливости поверхности паковки): аналитическое выражение силы контактного взаимодействия между паковкой и фрикционным цилиндром
13	Математическая модель приемно-намоточных механизмов (случай учета податливости поверхности паковки): получение зависимости деформации поверхности паковки от угловой координаты рычага паковки
14	Динамическая модель двигателя (механическая характеристика)
15	Механические характеристики двигателя (идеальная и статическая характеристики, формула Клосса)
16	Механические характеристики двигателя (динамическая характеристика)

17	Динамические модели быстровращающихся роторных узлов
18	Математические модели быстровращающихся роторных узлов
19	Динамические модели узла прижимной лапки механизма транспортирования материалов швейных машин
20	Математические модели узла прижимной лапки механизма транспортирования материалов швейных машин

#### 4.2.2 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Для заданной конструктивной схемы механизма и цели исследования представить динамическую модель, записать характеристики элементов динамической модели.
2. Для заданной динамической модели получить математическую модель, выражение кинетической энергии и обобщенных сил, уравнение движения
3. Для заданной математической модели узла машины представить алгоритм решения дифференциального уравнения движения с использованием возможностей пакета MATLAB

#### 4.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

##### 4.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

##### 4.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

##### 4.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На зачете обучающийся отвечает на теоретические вопросы и выполняет практико-ориентированное задание. Решение практической задачи выполняется в компьютерном классе. Время для подготовки к ответу не превышает 40 минут. При подготовке к ответу допускается использование справочных материалов

### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Плохотников, К. Э.	Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета MATLAB	Москва: СОЛОН-ПРЕСС	2017	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/64926.html">https://www.iprbooks.hop.ru/64926.html</a>
Подгорный, Ю. И., Скиба, В. Ю., Мартынова, Т. Г.	Математическое моделирование технологических машин	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2017	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/91235.html">https://www.iprbooks.hop.ru/91235.html</a>
Белов, П. С.	Математическое моделирование технологических процессов	Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН»	2016	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/43395.html">https://www.iprbooks.hop.ru/43395.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Анашкина Е. В., Марковец А. В.	Математическое моделирование	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021179">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021179</a>
Мазин Л. С., Марковец А. В.	Математические модели узлов машин и механизмов как объектов управления	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020288">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020288</a>

#### 5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)  
Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru>  
Электронный каталог фундаментальной библиотеки СПбГУПТД <http://library.sutd.ru>  
Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes: <http://matlab.exponenta.ru>

### 5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

Microsoft Windows Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic

Octave

SolidWorks Education Edition на SolidWorks 500 CAMPUS

Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения Корпоративный справочник Материалы и Сортаменты

Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения Пакет обновления КОМПАС-3D

MATLAB

### 5.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду