

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

А.Е. Рудин

« 28 » июня 2022 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.04.02** Математические модели узлов механизмов и машин как объектов управления

Учебный план: 2022-2023 15.03.04 ИИТА АТПиУвМПК ОО №1-1-149.plx

Кафедра: **28** Машиноведения

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
(специальность)

Профиль подготовки: Автоматизация технологических процессов и управления в  
(специализация) многоотраслевых производственных комплексах

Уровень образования: бакалавриат

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				
6	УП	34	34	75,75	0,25	4	Зачет
	РПД	34	34	75,75	0,25	4	
Итого	УП	34	34	75,75	0,25	4	
	РПД	34	34	75,75	0,25	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 730

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Марковец Алексей  
Владимирович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой машиноведения

\_\_\_\_\_

Марковец Алексей  
Владимирович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Энтин Виталий Яковлевич

Методический отдел: Макаренко С.В.

---

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области разработки математических моделей механических систем и их моделирования на ЭВМ

**1.2 Задачи дисциплины:**

Научить студентов разрабатывать динамические и математические модели механических систем.

Научить студентов моделировать на ЭВМ взаимодействие механической системы с приводом по их математическим моделям

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Вычислительные методы для инженеров

Прикладная механика

Теоретическая механика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-3: Способен разработать простые узлы, блоки автоматизированных систем управления технологическими процессами</b>
--

<b>Знать:</b> методы разработки математических моделей узлов машин
--

<b>Уметь:</b> решать задачи моделирования узлов машин с использованием ЭВМ
--

<b>Владеть:</b> навыками разработки программного обеспечения для решения математических моделей на ЭВМ
--

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля	
		Лек. (часы)	Пр. (часы)				
Раздел 1. Динамические модели узлов и механизмов машин	6					О	
Тема 1. Некоторые сведения из механики: связи и их классификация, число степеней свободы, обобщенные координаты, возможные перемещения, принцип освобожденности от связей, обобщенная сила, кинетическая энергия, уравнения движения.		4		9			
Тема 2. Конструктивные схемы узлов машин и механизмов. Кинематические характеристики узлов машин и механизмов. Характеристики упругих и диссипативных элементов динамических моделей. Характеристики неупругих связей на динамических моделях. Характеристики двигателей на динамических моделях. Практическое занятие: Изучение конструкций узлов машин и механизмов		4	2	8			
Тема 3. Динамические модели кулачково-рычажного механизма. Практическое занятие: Разработка динамических моделей узлов машин и механизмов		2	2	8			
Тема 4. Динамические модели приемно-намоточного механизма. Практическое занятие: Разработка динамических моделей узлов машин и механизмов (продолжение)		4	4	8	ГД		
Раздел 2. Математические модели узлов и механизмов машин							О
Тема 5. Математическая модель кулачково-зубчатого механизма. Практическое занятие: Математическое моделирование кулачкового механизма		4	4	8			
Тема 6. Математическая модель приемно-намоточного механизма. Практическое занятие: Математическое моделирование приемно-намоточного механизма	6	6	8	ГД			
Тема 7. Учет характеристики электропривода при разработке математических моделей узлов машин и механизмов	2		8				
Раздел 3. Исследование режимов движения машинного агрегата					О		
Тема 8. Динамическая и математическая модель движения машинного агрегата. Уравнение движения машинного агрегата. Режимы движения. Практическое занятие: Исследование установившегося движения машинного агрегата	4	8	9				

Тема 9. Анализ установившегося движения машинного агрегата с учетом механической характеристики двигателя Практическое занятие: Исследование установившегося движения машинного агрегата (продолжение)		4	8	9,75	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	75,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		68,25		75,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

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

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

###### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-3	Характеризует типовые элементы динамических моделей; параметры элементов динамических моделей; способы получения математических моделей. Получает расчетными методами результаты моделирования объектов исследования Разрабатывает алгоритм и программу для получения численного или аналитического решения математической модели с применением среды MATLAB	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

###### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся ответил на вопросы устного собеседования, решил практические задачи, возможно допуская несущественные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	
Не зачтено	Обучающийся не ответил на вопросы устного собеседования, не решил практические задачи, допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра	

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

###### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 6	
1	Связи и их классификация. Обобщенные координаты. Возможные перемещения. Принцип освобождения от связей
2	Обобщенная сила. Кинетическая энергия. Уравнения движения
3	Конструктивные схемы узлов машин и механизмов
4	Кинематические характеристики узлов машин и механизмов
5	Характеристики упругих элементов на динамических моделях, их приведение
6	Характеристики инерционных элементов на динамических моделях и их приведение
7	Характеристики диссипативных элементов на динамических моделях

8	Характеристики неударивающих связей на динамических моделях
9	Динамическая модель кулачкового-рычажного механизма для случая анализа влияния податливости клиноременной передачи
10	Динамическая модель приемно-намоточного механизма для случая учета податливости поверхности паковки (остальные элементы - абсолютно твердые тела)
11	Математическая модель кулачкового-рычажного механизма (анализ податливости клиноременной передачи): обобщенные координаты, кинетическая энергия, выражение элементарной работы активных сил
12	Математическая модель кулачкового-рычажного механизма (анализ податливости клиноременной передачи): аналитическое выражение сил и моментов, получение уравнений движения
13	Математическая модель приемно-намоточных механизмов (случай учета податливости поверхности паковки): кинетическая энергия, элементарная работа активных сил, уравнение движения
14	Математическая модель приемно-намоточных механизмов (случай учета податливости поверхности паковки): аналитическое выражение силы контактного взаимодействия между паковкой и фрикционным цилиндром
15	Математическая модель приемно-намоточных механизмов (случай учета податливости поверхности паковки): получение зависимости деформации поверхности паковки от угловой координаты рычага паковки
16	Динамическая модель двигателя (механическая характеристика)
17	Механические характеристики двигателя (идеальная и статическая характеристики, формула Клосса)
18	Механические характеристики двигателя (динамическая характеристика)
19	Определение приведенного момента инерции машины. Представление приведенного момента инерции в виде ряда Фурье
20	Определение приведенного момента сил сопротивления машины. Представление приведенного момента сил сопротивления в виде ряда Фурье
21	Уравнения движения машины. Режимы движения
22	Установившееся движение машины учета идеальной характеристики двигателя
23	Установившееся движение машины учета статической характеристики двигателя
24	Установившееся движение машины учета динамической характеристики двигателя

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 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

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

### 5.3.1 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»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 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

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 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>
Вульфсон И. И., Преображенская М. В.	Колебания в цикловых механизмах	СПб.: СПбГУПТД	2013	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1270">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1270</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
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>
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>

### 6.2 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>

### 6.3 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  
 MATLAB

### 6.4 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
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска