

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«30» 06 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ФТД.1</b>	<b>Асимптотические методы в механике</b>
<i>(Индекс дисциплины)</i>	<i>(Наименование дисциплины)</i>
Кафедра: <b>28</b>	<b>Машиноведения</b>
<i>Код</i>	<i>Наименование кафедры</i>
Направление подготовки:	<b>15.06.01 – Машиностроение</b>
Направленность программы:	<b>Машины, агрегаты и процессы (текстильная и легкая промышленность)</b>
Уровень образования:	<b>подготовка кадров высшей квалификации</b>

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>180</b>		<b>180</b>
	Аудиторные занятия	<b>63</b>		<b>63</b>
	Лекции	21		21
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	42		42
	Самостоятельная работа	117		117
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	3		3
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>5</b>		<b>5</b>

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная			<b>5</b>									
Очно-заочная												
Заочная			<b>5</b>									

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по соответствующему направлению подготовки

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
 Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области асимптотических методов решения нелинейных математических моделей

## 1.3. Задачи дисциплины

- Научить асимптотическим методам получения решения нелинейных математических моделей механических систем
- Рассмотреть особенности получения приближенных аналитических решений нелинейных дифференциальных уравнений с использованием асимптотических методов
- Раскрыть практические приемы получения приближенного аналитического решения нелинейных математических моделей механических систем

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-2	способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники.	первый
<b>Планируемые результаты обучения</b>		
Знать:	асимптотические методы решения прикладных задач в области математического моделирования узлов машин и механизмов текстильной и легкой промышленности;	
Уметь:	применять асимптотические методы исследования математических моделей применительно к задачам моделирования узлов машин и механизмов текстильной и легкой промышленности;	
Владеть:	методологией использования асимптотических методов исследования математических моделей применительно к задачам моделирования узлов машин и механизмов текстильной и легкой промышленности;	

## 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Асимптотический метод Н.М. Крылова и Н.Н. Боголюбова</b>			
Тема 1. Постановка задачи решения для нелинейной математической модели механической системы	43		43
Тема 2. Решение нелинейных дифференциальных уравнений методом Н.М. Крылова и Н.Н. Боголюбова	44		44
<b>Текущий контроль 1 (опрос)</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
<b>Учебный модуль 2. Метод малого параметра (метод Пуанкаре)</b>			
Тема 5. Суть теоремы Пуанкаре для решения нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих автономные динамические системы. Описание метода решений Пуанкаре	43		43
Тема 6. Примеры применения метода Пуанкаре для решения нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, соответствующих	44		44

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
автономным динамическим системам			
Текущий контроль 2 (опрос)	1		1
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	4		4
<b>ВСЕГО:</b>	<b>180</b>		<b>180</b>

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	3	5			3	5
2	3	5			3	5
3	3	5			3	5
4	3	6			3	6
<b>ВСЕГО:</b>		21				21

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1, 2	Решение нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, содержащих малый параметр асимптотическим методом Н.М. Крылова, Н.Н. Боголюбова. Практическое занятие	3	21			3	21
3, 4	Решение нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений методом Пуанкаре. Примеры использования метода для анализа нелинейных математических моделей механических систем	3	21			3	21
<b>ВСЕГО:</b>			42				42

#### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	Опрос	3	1			3	1
2	Опрос	3	1			3	1

### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	76			3	76
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	3	37			3	37
Подготовка к зачету	3	4			3	4
<b>ВСЕГО:</b>		117				117

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Проблемная лекция, лекция-диалог (проводятся с целью активного и глубокого усвоения новых прогрессивных технологий, развития познавательного интереса у обучающихся)	10		2
Практические и семинарские занятия	Разработка динамических и математических моделей в группе	10		2
<b>ВСЕГО:</b>		20		4

### 7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

#### Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций и практических занятий, прохождение текущего контроля	20	2 балла за посещение лекций (21 час. лекций, максимум 42 балла) 1 балл за посещение практических занятий (42 час. практических занятий, максимум 42 балла) 8 баллов за ответы на вопросы текущего контроля (2 текущих контроля, максимум 16 баллов)
2	Практические занятия и защита отчетов	50	25 баллов за ответы на вопросы по теоретической подготовке к занятию (2 темы практических занятий, максимум 50 баллов) 25 баллов за подготовку отчета о выполненном практическом задании (2 темы практических занятий, максимум 50 баллов)
3	Сдача зачета	30	Ответ на теоретический вопрос (полнота и качество ответа, владение терминологией) – максимум 50 баллов; Выполнение практического задания (1 задание) – максимум 50 баллов.
<b>Итого (%):</b>		100	

#### Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60		
40 – 50	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	
1 – 16		
0		

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Качественные свойства решений дифференциальных уравнений и смежные вопросы спектрального анализа [Электронный ресурс] : научное издание / И.В. Асташова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2015. — 646 с. — 978-5-238-02368-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52616.html>
2. Козлов В.В. Асимптотики решений сильно нелинейных систем дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] / В.В. Козлов, С.Д. Фурта. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2009. — 312 с. — 978-5-93972-739-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16491.html>
3. Кузьмина Р.П. Асимптотические методы для обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] / Р.П. Кузьмина. — Электрон. текстовые данные. — Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2015. — 328 с. — 978-5-4344-0257-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69340.html>

#### б) дополнительная учебная литература

4. Васильев А.Н. Matlab [Электронный ресурс]: самоучитель. Практический подход/ А.Н. Васильев— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Наука и Техника, 2015.— 448 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43318.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Саталкина Л.В. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: задачи и методы механики. Учебное пособие/ Л.В. Саталкина, В.Б. Пеньков— Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 97 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22880.html>.— ЭБС «IPRbooks».

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2015811](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811), по паролю.
2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2014550](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550), по паролю.

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>.
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://publish.sutd.ru/>
3. Электронный каталог фундаментальной библиотеки СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://library.sutd.ru>

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Программное обеспечение (программа для работы с электронными таблицами Excel и программа для работы с текстовыми документами Word, входящие в состав Microsoft Office);
2. Система инженерных и научных расчетов MATLAB, включая Optimization Toolbox (License #292054, Academic, Designated Computer);
3. GNU Octave – прикладное программное обеспечение для решения инженерных и математических задач, GNU General Public License, (<http://www.gnu.org/software/octave/>; <http://sourceforge.net/projects/octave-workshop/>);

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

1. Компьютерный класс в ауд. 265-В (учебный корпус СПбГУПТД, пр. Вознесенский, 46), оснащенный учебными комплектами программного обеспечения и оборудованный мультимедийным комплексом для демонстрации презентаций.

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Не предусмотрено

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;</li><li>• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</li><li>• работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе.</li></ul> <p>Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Практические занятия	<p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся анализируют конструкции лабораторных стендов, составляют по ним динамические и математические модели. Студенты овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, навыками подготовки информационных обзоров и аналитических отчетов по соответствующей тематике; навыками работы в малых группах; развивают организаторские способности по подготовке коллективных проектов. Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ: ;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• работа с конспектом лекций</li><li>• анализ конструкций лабораторных стендов;</li><li>• составление динамических моделей</li><li>• составление математических моделей</li><li>• моделирование на ЭВМ</li></ul>
Лабораторные занятия	Не предусмотрены
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации; выполнения отчетов по практическим занятиям, подготовка к зачету и экзамену. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством (при участии) преподавателя.</p>

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-2 / первый	Воспроизводит основные положения асимптотических методов Н.М. Крылова, Н.Н. Боголюбова и малого параметра (Пуанкаре)	Вопросы для устного собеседования	Перечень вопросов (9 шт.)
	использует асимптотические методы для исследования математических моделей нелинейных систем применительно к задачам моделирования машин текстильной и легкой промышленности	Практическое задание	Практические задания (5 вариантов)
	применяет асимптотические методы при исследовании математических моделей нелинейных систем применительно к задачам моделирования машин текстильной и легкой промышленности		

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Устное собеседование
40 – 100	Зачтено	Обучающийся своевременно освоил материал курса на лекциях и практических занятиях. Представил результаты в виде отчета (Microsoft Office Word), выполненного в соответствии с ЕСКД; <i>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>
0 – 39	Не зачтено	Обучающийся не освоил материал курса на лекциях и практических занятиях. НЕ представил результаты в виде отчета (Microsoft Office Word), выполненного в соответствии с ЕСКД; <i>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>

### 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

#### 10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов
1	Динамические модели, описываемые нелинейными обыкновенными дифференциальными уравнениями. Автономные и неавтономные динамические системы
2	Асимптотический метод Н.М. Крылова, Н.Н. Боголюбова. Постановка задачи решения
3	Методика построения решений для систем с одной степенью свободы
4	Вид решения и формулы для нахождения первого приближения для системы с одной степенью свободы
5	Формулы для нахождения второго приближения для системы с одной степенью свободы
6	Постановка задачи и методика нахождения решений системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений
7	Суть метода малого параметра (метода Пуанкаре)
8	Вид решения и формулы для нахождения первого приближения методом Пуанкаре для системы с одной степенью свободы
9	Методика нахождения второго приближения методом Пуанкаре для системы с одной степенью свободы

#### Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Не предусмотрено.

#### 10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Не предусмотрено.



**Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Задано нелинейное обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка, описывающее математическую модель механической системы. Построить решение уравнения используя метод Н.М. Крылова, Н.Н. Боголюбова	Обучающийся задает вид решения и ищет с использованием методов асимптотического решения первое приближение решения
2	Задано нелинейное обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка, описывающее автономную систему. Найти решение с использованием метода Пуанкаре.	Обучающийся выделяет малый параметр и переносит его в правую часть уравнения. Находит порождающее решение, считая член с малым параметром равным нулю, а затем первое приближение. При этом следует внимательно отнестись к наличию секулярных членов.

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета)

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

\*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

**10.3.3. Особенности проведения зачета**

Зачет проводится в форме ответов на вопросы билета. Обучающийся должен дать четкие пояснения для всех обозначений, используемых им.