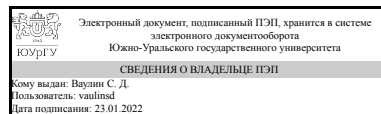


УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



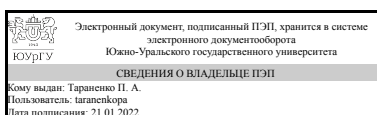
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.05.02 Устойчивость движения  
для направления 15.03.03 Прикладная механика  
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат  
профиль подготовки Прикладная механика, динамика и прочность машин  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Техническая механика

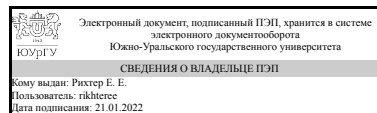
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 220

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



П. А. Тараненко

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Е. Е. Рихтер

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование профессиональных знаний в области теории устойчивости движения механических систем в плане совершенствования техники в направлении повышения работоспособности и минимизации массы. Задачи дисциплины: 1. Знакомство с основными понятиями и теоремами теории устойчивости движения; 2. Изучение классического понятия устойчивости в смысле Ляпунова и его современных модификаций; 3. Изучение примеров использования метода Ляпунова для исследования устойчивости движения механических систем; 4. Выработка практических навыков исследования устойчивости и влияния структуры сил на устойчивость движения.

## Краткое содержание дисциплины

Общие проблемы теории устойчивости движения. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая и экспоненциальная устойчивость. Критерии устойчивости линейных систем. Влияние структуры сил на устойчивость движения. Автоколебательные системы и их особенности. Задачи стабилизации.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Знать: теоретические основы устойчивости движения нелинейных динамических систем и методы исследования устойчивости движения этих систем
	Уметь: поставить задачу об устойчивости нелинейных динамических систем (технических) и определить критические параметры функционирования этих систем
	Владеть: способностью к решению задач по оценке устойчивости нелинейных динамических систем с использованием современных средств вычислительной техники
ПК-7 готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	Знать: - базовую терминологию теории устойчивости и теории стабилизации; - основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова; - классификацию обобщенных сил.
	Уметь: - решать задачи теории устойчивости движения в классических постановках.
	Владеть: - навыками экспериментальных исследований в этом разделе механики.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.05.02 Математический анализ	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.05.02 Математический анализ	Дифференциальные уравнения в частных производных

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	12	12	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	12	12	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Подготовка к экзамену	30	30	
Подготовка отчетов по лабораторным работам	30	30	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Задачи и общие проблемы теории устойчивости	6	2	2	2
2	Теоремы и критерии устойчивости	10	4	4	2
3	Влияние на устойчивость движения консервативной системы диссипативных и гироскопических сил	10	2	4	4
4	Явление потери аэроупругой динамической устойчивости	14	2	10	2
5	Задачи стабилизации	8	2	4	2

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Многообразие случаев проявления неустойчивости движения технических систем	2
2	2	Дифференциальные уравнения возмущенного движения. Линеаризация этих уравнений.	2
3	2	Теорема Лагранжа об устойчивости равновесия консервативных систем.	2

		Критерии устойчивости линейных систем ( Гурвица, Найквиста, Вышнеградского, Михайлова)	
4	3	Теорема Кельвина о влиянии диссипативных сил. Влияние на устойчивость движения консервативной системы гироскопических сил.	2
5	4	Динамические явления аэроупругости. Явление аэроупругости и родственные им явления у многоступенчатых ракет-носителей. Явление потери аэроупругой динамической устойчивости.	2
6	5	Задача устойчивости движения ракеты. Принципиальная схема стабилизации.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Вывод уравнений движения системы крыло-руль с помощью уравнений Лагранжа	2
2	2	Устойчивость одноосного гиросtabilизатора (критерии Гурвица и Вышнеградского)	2
3	2	Устойчивость двигателя внутреннего сгорания (критерии Вышнеградского и Михайлова)	2
4	3	Стабилизация однорельсового вагона.	2
5	3	Устойчивость гировертиканта	2
6	4	Собственные изгибно-крутильные колебания лопасти авиационного винта	2
7	4	Классический флаттер	2
8	4	Исследование характеристик флаттера НВ при набегании потока сзади	2
9	4	Динамическая реакция сферического и цилиндрического резервуаров на порыв ветра	2
10	4	Шимми колеса	2
11	5	Аэроупругие характеристики дымовой трубы при резонансе, вызванном срывом вихрей	2
12	5	Принцип настройки автомата стабилизации	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Неустойчивость при истечении струи из трубки	2
2	2	Трех-степенной гироскоп и его свойства	2
3	3	Моделирование земного резонанса	2
4	3	Шимми колеса	2
5	4	Моделирование панельного флаттера	2
6	5	Курсовая стабилизация модели самолета	2

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Основная литература: [1] гл.1 с.5-31, гл.2 с.45-53, гл.3 с.60-73; [2] гл.1 с.13-23, гл.2 с.29-67, гл.3 с.77-89, гл.4 с.97-110, гл.5	30

	с.124-142, гл.6 с.150-203, гл.6 с.214-254, гл.7 с.261-277, гл.9 с.286-296; [3] гл.1 с.11-49, гл.7 с.151-161, гл.8 с.160-178, гл.9 с.180-206.	
Подготовка отчетов по лабораторным работам	Результаты и исходные данные по лабораторным работам	30

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Чтение лекций в мультимедийной аудитории	Лекции	Использование слайд-фильмов и презентаций	12
Использование современного оборудования при проведении цикла лабораторных работ	Лабораторные занятия	Использование современного оборудования при проведении цикла лабораторных работ	12

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Использование современных средств измерений при проведении лабораторных работ	Использование современного оборудования при проведении цикла лабораторных работ
Чтение лекций в мультимедийной аудитории	Использование слайд фильмов и презентаций

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Текущий контроль: защита лабораторных работ по выполненным отчетам	отчеты по лабораторным работам
Все разделы	ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Промежуточный контроль экзамен	вопросы к экзамену (30 вопросов)
Все разделы	ПК-7 готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области	Промежуточный контроль: экзамен	вопросы к экзамену (30)

	<p>прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям</p>		вопросов)
--	--	--	-----------

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
<p>Текущий контроль: защита лабораторных работ по выполненным отчетам</p>	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. №179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - выполнена обработка экспериментальных данных, сравнение с теоретическими значениями - 1 балл; сделаны обоснованные выводы и заключение - 1 балл; - работа оформлена в соответствии с требованиями - 1 балл; - правильный ответ на один вопрос - 1 балл. Максимальное количество баллов - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1. Лабораторная работа оценивается в 15 баллов. В соответствии с учебным планом обучающийся должен выполнить и защитить 6 лабораторных работ. Общее количество баллов за лабораторные работы - 60.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60% Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие ниже 60%</p>
<p>Промежуточный контроль экзамен</p>	<p>На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. №179). Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 % К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы, сдавшие текущие</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % . Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>

	<p>контрольные работы. Максимальное количество баллов за экзамен -40. Промежуточная аттестация включает два мероприятия: ответы на два теоретических вопроса и решение двух практических задач. Контрольные мероприятия промежуточной аттестации проводятся во время экзамена. Тематика теоретических вопросов и практических задач позволяют оценить сформированность компетенций. На ответы по вопросам теории отводится 1 час. Критерии оценивания теоретических вопросов:  Правильный ответ на теоретический вопрос соответствует 10 баллам. Ответ на вопрос с незначительными неточностями 8 баллов. Ответ на вопрос с неполным изложением информации - 4 балла. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. На решение задач отводится 1 час. Критерии оценивания решения задач: - расчет выполнен верно – 10 баллов; - расчет выполнен в целом верно, имеет недочеты – 8 баллов; - расчет выполнен с ошибками – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов.  Максимальное количество баллов на экзамене - 40.</p>	
--	--	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Текущий контроль: защита лабораторных работ по выполненным отчетам	отчеты по лабораторным работам
Промежуточный контроль экзамен	вопросы для экзаменационных билетов (30 вопросов) Вопросы для подготовки к экзамену_Уст_Движ.docx

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Алфутов, Н. А. Устойчивость движения и равновесия Учеб. для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов в обл. машиностроения и систем упр. Н. А. Алфутов, К. С. Колесников; Под ред. К. С. Колесникова. - 2-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 252,[1] с.
2. Меркин, Д. Р. Введение в теорию устойчивости движения Учеб. пособие Д. Р. Меркин. - 4-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2003. - 304 с.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Меркин, Д. Р. Введение в теорию устойчивости движения : Учеб. пособие / Д. Р. Меркин СПб. и др. : Лань , 2003

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Меркин, Д. Р. Введение в теорию устойчивости движения : Учеб. пособие / Д. Р. Меркин СПб. и др. : Лань , 2003

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	eLIBRARY.RU	Безгласный, С. П. Стабилизация и управление движением динамических систем [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т), С. П. Безгласный. — Самара : Изд-во СГАУ, 2010. — 102 с. — Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1,57 Мбайт) <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>
2	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Балакин, В. Л., Лазарев, Ю.Н. Динамика полета самолета. Устойчивость и управляемость продольного движения [Электронный ресурс] : электрон. курс лекций / В.Л. Балакин, Ю.Н. Лазарев; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (1,01 Мбайт). - Самара, 2011. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	336 (2)	оборудование мультимедийной аудитории
Практические занятия и семинары	332 (2)	вычислительный центр кафедры "Техническая механика" компьютеры с установленным требуемым программным обеспечением
Лабораторные	033	лабораторные установки для проведения работ по курсу



занятия	(1)	
---------	-----	--