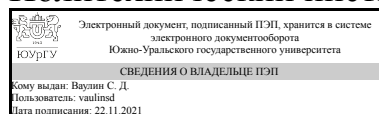


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



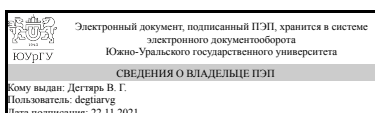
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.27 Теория автоматического управления  
для специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели  
уровень специалист тип программы Специалитет  
специализация Технология производства, снаряжения и испытаний боеприпасов  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Летательные аппараты

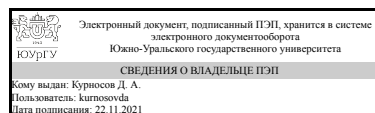
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.09.2016 № 1161

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



В. Г. Дегтярь

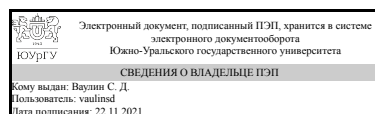
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент (кн)



Д. А. Курносов

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой  
Двигатели летательных  
аппаратов  
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель - изучить назначение, состав и содержание систем автоматического управления (САУ) проектируемыми изделиями. Задачи: - оценить реакцию САУ на действие внешних и внутренних возмущений; - определить устойчивость системы регулирования и качество переходных процессов.

## Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются принципы контроля положения летательного аппарата в пространстве, формируются принципы и структура канала управления с обратной связью, статическое и астатическое регулирование. Дифференциальные уравнения систем, расчет свободных и вынужденных процессов. Частотные характеристики, ряды Фурье, частотные спектры. Переходные процессы в системах управления, интеграл Фурье, преобразование Лапласа. Передаточные функции систем. Понятие об устойчивости систем автоматического управления. Критерии устойчивости коэффициентные, частотные. Понятие о запасе устойчивости, построение областей устойчивости, устойчивость многоконтурных систем. Качество процессов автоматического регулирования. Оценки качества регулирования с помощью метода преобразования Лапласа, по распределению корней характеристического уравнения, по интегральным характеристикам, по частотным характеристикам, по вещественной характеристике замкнутой системы. Показатель колебательности и диапазон пропускания частот.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-8 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знать: естественнонаучные методы решения профессиональных задач;
	Уметь: анализировать и применять разнообразные методы исследований к профессиональным проблемам;
	Владеть: методами исследования проблем эксплуатации проектируемых изделий; математическим аппаратом для решения профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.
ПК-5 способностью демонстрировать знание современного уровня и тенденций в развитии соответствующих сфере профессиональной деятельности образцов боеприпасов и взрывателей	Знать: общие законы мышления и методы научного познания действительности; современную проблематику в области эксплуатации проектируемых изделий;
	Уметь: применять разнообразные методы исследований к профессиональным проблемам
	Владеть: методами определения и методами повышения степени надежности проектируемого изделия

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.10 Физика, Б.1.09.02 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.1.09.02 Математический анализ	Формирование и решение дифференциальных уравнений, описывающих управление летательным аппаратом
Б.1.10 Физика	Траектории движения и воздействия на летательный аппарат

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость 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)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	24	24	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Проработка теоретического материала	40	40	
Подготовка к зачету	20	20	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие положения о системах автоматического управления	4	4	0	0
2	Анализ систем автоматического управления	18	6	0	12
3	Оценка качества систем автоматического управления	8	8	0	0
4	Синтез систем автоматического управления	18	6	0	12

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Понятие о системах управления и регулирования. Дифференциальные уравнения систем автоматического управления (САУ), расчет свободных процессов.	2
2	1	Расчет вынужденных процессов при гармоническом и периодическом воздействии, ряды Фурье и частотные спектры	2
3	2	Переходные процессы в линейных системах автоматического управления, интеграл Фурье, преобразование Лапласа.	2
4	2	Переходная функция, частотные характеристики, передаточные функции САУ при различных включениях звеньев, уравнения разомкнутой и замкнутой систем, связь между передаточными функциями.	2
5	2	Понятие об устойчивости САУ. Алгебраические и частотные критерии устойчивости, понятие о запасе устойчивости.	2
6	3	Качество процессов автоматического управления, метод оценки качества с помощью преобразования Лапласа.	4
7	3	Приближенные, косвенные методы оценки качества, оценки качества САУ по распределению корней.	4
8	4	Синтез САУ.	6

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Расчёт переходного процесса системы автоматического управления. От передаточной функции перейти к описанию в пространстве состояний с помощью первой и второй канонических форм. Рассчитать аналитически переходный процесс в системе. Провести компьютерное моделирование системы и сравнить с аналитическим решением.	3
2	2	Синтез наблюдателя Люенбергера полного порядка. Рассчитать наблюдатель полного порядка двумя способами. Провести компьютерное моделирование и сравнительный анализ обоих наблюдателей.	6
3	2	Синтез наблюдателя Люенбергера пониженного порядка (редуцированного наблюдателя). Рассчитать редуцированный наблюдатель Люенбергера. Провести компьютерное моделирование и сравнить редуцированный наблюдатель с полноразмерным.	3
4	4	Система с модальным управлением. Выполнить модальный синтез двумя способами. Провести компьютерное моделирование системы управления с модальным регулятором, проанализировать результаты.	6
5	4	Модально-инвариантная система. Выполнить модальный синтез по доминирующей части спектра с учётом неуправляемой части спектра. Рассчитать управление без учёта динамики нижнего (исполнительного) уровня. Провести компьютерное моделирование и сравнительный анализ обеих систем управления.	6

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Основная и дополнительная литература	20
Проработка теоретического материала	Основная и дополнительная литература	40

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

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Технология уровневой дифференциации	Лабораторные занятия	Студентам выдаются разноуровневые темы заданий, которые создают условия для продвижения студентов в учебе в соответствии с их возможностями.	15

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

Не предусмотрены

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	ОПК-8 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	зачет	1-11
Все разделы	ПК-5 способностью демонстрировать знание современного уровня и тенденций в развитии соответствующих сфере профессиональной деятельности образцов боеприпасов и взрывателей	лабораторная работа	1-11

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачет	Студент вправе прийти на зачет для улучшения своего рейтинга (приказ ректора от 24.05.2019 г. № 179) и получить оценку с учетом текущего рейтинга и баллов за промежуточное испытание. Рейтинг обучающегося по дисциплине $R_d$ определяется из рейтинга по текущему	Зачтено: Полные и исчерпывающие ответы на три теоретических вопроса соответствуют $R_{па}=75...100$ Зачёт выставляется, если $R_d=0,6xR_{тек}+0,4xR_{па}+R_б \geq 60$

	<p>контролю, рейтинга по промежуточной аттестации и бонус-рейтинга по формуле: <math>R_d = 0,6 \times R_{тек} + 0,4 \times R_{па} + R_b</math>. Зачет проводится в форме устного опроса. Студент выбирает билет, состоящий из трех вопросов. Каждый вопрос относится к соответствующему разделу</p>	<p>Не зачтено: Неверные ответы и беспомощность при наводящих вопросах соответствуют <math>R_{па} = 0 \dots 59</math> Зачёт не выставляется, если <math>R_d = 0,6 \times R_{тек} + 0,4 \times R_{па} + R_b \leq 59</math></p>
лабораторная работа	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается полнота выполнения задания, качество оформления, правильность выводов по результатам работы Балл начисляется по нижеприведённым соотношениям (за каждую лабораторную работу): Для каждого контрольно-рейтингового мероприятия <math>i</math> (<math>i=1 \dots n</math>) рассчитывается рейтинг обучающегося по мероприятию <math>R_i</math> по формуле: <math>R_i = V_i \times 100 / V_{i\_max}</math>, где <math>V_i</math> -балл обучающегося за контрольное мероприятие <math>i</math> (лабораторную работу), <math>V_{i\_max}</math> -максимально возможный балл за контрольное мероприятие <math>i</math> (равен 100). Рейтинг обучающегося по текущему контролю <math>R_{тек}</math> (по всем лабораторным занятиям) определяется как средний рейтинг обучающегося по всем контрольно-рейтинговым мероприятиям с учетом их сложности (веса) по формуле: <math>R_{тек} = \sum(W_i \times R_i) / \sum W_i</math>, где <math>W_i</math> -вес (вклад) контрольно-рейтингового мероприятия <math>i</math> в формирование рейтинга. Вес <math>W_i</math> выбирается в диапазоне от 0,1 до 0,3 в зависимости от сложности лабораторной работы, <math>\sum W_i = 1</math>. Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется по результатам текущего контроля по формуле: <math>R_d = R_{тек} + R_b</math>. Здесь <math>R_b</math> - бонус-рейтинг (<math>R_b \leq 15</math>). Для получения зачёта необходимо набрать больше 59 баллов.</p>	<p>Зачтено: Количество баллов больше 59 баллов Не зачтено: Количество баллов меньше 60 баллов</p>

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачет	<p>Типовые контрольные задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие о системах автоматического управления и регулирования.</li> <li>2. Дифференциальные уравнения систем автоматического регулирования.</li> <li>3. Расчет свободных и вынужденных процессов, ряды Фурье и частотные характеристики.</li> <li>4. Переходные процессы в системах автоматического регулирования, интеграл Фурье и преобразование Лапласа</li> <li>5. Передаточные функции систем при различном включении звеньев.</li> <li>6. Устойчивость систем автоматического регулирования.</li> <li>7. Алгебраические и частотные критерии устойчивости (критерий Гурвица, критерий Найквиста).</li> </ol>

	8. Запасы устойчивости систем, построение областей устойчивости. 9. Качество процессов автоматического регулирования. Методы оценки качества. 10. Некоторые положения теории вероятностей. Анализ точности систем автоматического регулирования, средняя квадратическая ошибка. 11. Синтез корректирующих элементов систем автоматического регулирования.
лабораторная работа	sula.pdf

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления Текст учеб. пособие для вузов по специальности 210106 - "Промышл. электроника" Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 3-е изд., доп. и перераб. - СПб. и др.: Лань, 2010. - 218, [1] с. ил.
2. Петраков, Ю. В. Теория автоматического управления технологическими системами Текст учеб. пособие для вузов по направлению 220100 "Систем. анализ и упр." Ю. В. Петраков, О. И. Драчев. - М.: Машиностроение, 2008. - 336 с. ил. 1 электрон. опт. диск

#### б) дополнительная литература:

1. Бесекерский, В. А. Динамический синтез систем автоматического регулирования В. А. Бесекерский. - М.: Наука, 1970. - 575 с. черт.

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

1. нет

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

1. нет

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. нет

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лебедев, Ю. М. Теория автоматического управления : учебное пособие / Ю. М. Лебедев, Б. И. Коновалов. — Москва : ТУСУР, 2010. — 162 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/4947">https://e.lanbook.com/book/4947</a> (дата обращения: 27.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0995-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

			<a href="https://e.lanbook.com/book/168873">https://e.lanbook.com/book/168873</a> (дата обращения: 27.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Певзнер, Л.Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Д. Певзнер. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 604 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/75516">https://e.lanbook.com/book/75516</a> . — Загл. с экрана.

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

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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
Лабораторные занятия	100 (2в)	Гироскопы
Лекции	246 (2)	Оборудование аудитории