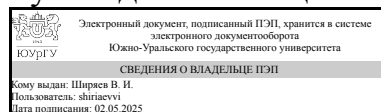


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель специальности



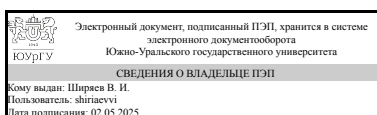
В. И. Ширяев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.03 Нелинейные системы управления
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

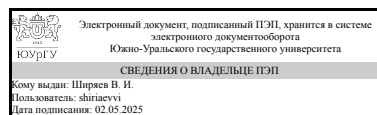
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

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



В. И. Ширяев

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., заведующий
кафедрой



В. И. Ширяев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - научить студентов составлять математические модели нелинейных объектов управления, выполнять исследование нелинейных систем управления, осуществлять синтез нелинейных систем управления. Задачи дисциплины: 1. Получение знаний о типовых нелинейных элементах, математических моделях типовых нелинейных систем управления, 2. Получение знаний о методах анализа и синтеза нелинейных систем, методах исследования устойчивости и автоколебаний в нелинейных системах управления, методах обеспечения качества нелинейных систем. 3. Получение умений и навыков математического моделирования нелинейных систем управления с применением специализированных программных пакетов.

Краткое содержание дисциплины

Модели нелинейных систем управления, линейные представления нелинейной модели. Устойчивость процессов в нелинейных системах, периодические процессы в нелинейных системах, анализ качества нелинейных систем управления. Оптимальные системы управления и системы управления с адаптацией. Хаотические процессы в нелинейных системах.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность определять структуру системы управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов	Знает: типовые нелинейные элементы, математические модели типовых нелинейных систем управления, методы анализа и синтеза нелинейных систем, методы исследования устойчивости и автоколебаний в нелинейных системах управления, методы обеспечения качества нелинейных систем Умеет: составлять математические модели нелинейных объектов управления, выполнять исследование нелинейных систем управления, осуществлять синтез нелинейных систем управления Имеет практический опыт: математического моделирования нелинейных систем управления с применением специализированных программных пакетов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.02 Методы оптимизации, 1.О.28 Устройство летательных аппаратов	1.Ф.05 Фильтрация и идентификация в динамических системах, 1.Ф.09 Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта,

	1.Ф.08 Статистическая динамика систем управления, 1.Ф.06 Оптимальные системы управления
--	--

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.02 Методы оптимизации	Знает: методы оптимизации в системах управления летательными аппаратами Умеет: пользоваться методами определения оптимизации системы управления полетами РН и КА Имеет практический опыт: применения методов оптимизации для решения инженерных задач
1.О.28 Устройство летательных аппаратов	Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей, классификацию деталей и механизмов летательных аппаратов; основные требования к деталям, узлам и механизмам летательных аппаратов; общие принципы и правила конструирования деталей и узлов механизмов летательных аппаратов Умеет: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности, обосновывать выбор устройств в изделиях ракетно-космической техники; проводить конструирование деталей и узлов механизмов летательных аппаратов с использованием системного подхода Имеет практический опыт: управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, расчета параметров деталей и узлов механизмов летательных аппаратов; разработки рабочих и сборочных чертежей деталей и узлов механизмов летательных аппаратов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48

Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	53,75	53,75
Подготовка к зачету	6,75	6.75
Подготовка к практическим занятиям, выполнение индивидуальных заданий	47	47
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид 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	Нелинейные системы управления	48	32	16	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Модели нелинейных систем управления	4
2	1	Линейные представления нелинейной модели	4
3	1	Устойчивость процессов в нелинейных системах	4
4	1	Периодические процессы в нелинейных системах, анализ качества нелинейных систем управления	4
5	1	Оптимальные системы управления	4
6	1	Системы управления с адаптацией	4
7	1	Хаотические процессы в нелинейных системах	4
8	1	Устойчивость хаотических движений в нелинейных системах	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Модели нелинейных систем управления. Линейные представления нелинейной модели	4
2	1	Устойчивость процессов в нелинейных системах. Периодические процессы в нелинейных системах, анализ качества нелинейных систем управления	4
3	1	Оптимальные системы управления и системы управления с адаптацией	4
4	1	Хаотические процессы в нелинейных системах	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС

Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	1. Певзнер, Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие для вузов - с. 83-107, с. 214-244, с. 349-417. 2. Шушляпин, Е. А. Анализ и синтез нелинейных систем на основе прогноза конечного состояния неуправляемого движения : монография - с. 14-25. 3. Фурсов, В. А. Лекции по теории управления : учебное пособие - с. 125-134. 4. Воронин, А. В. Адаптивные системы управления : учебное пособие - с. 9-35, 37-71, 86-114, 116-129. 5. Толпегин, О. А. Методы адаптивного управления летательными аппаратами - с. 2-52.	7	6,75
Подготовка к практическим занятиям, выполнение индивидуальных заданий	1. Певзнер, Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие для вузов - с. 83-107, с. 214-244, с. 349-417. 2. Шушляпин, Е. А. Анализ и синтез нелинейных систем на основе прогноза конечного состояния неуправляемого движения : монография - с. 14-25, с. 38-88. 3. Воронин, А. В. Адаптивные системы управления : учебное пособие - с. 9-35, 37-71, 86-114, 116-129.	7	47

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 1	0,25	5	Обучающийся получает индивидуальное задание и приступает к его выполнению. Обучающийся подготавливает отчет по выполненной работе и представляет его на проверку преподавателю. Преподаватель проверяет отчет во внеаудиторное время и выставляет оценку. Представленный отчет оценивается по пятибалльной системе. Отчет, не содержащий ошибок и	зачет

						замечаний, оценивается в 5 баллов. Отчет с незначительными неточностями или упущениями оценивается в 4 балла. Отчет с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Отчет с ошибками оценивается в 2 балла. Отчет с грубыми ошибками оценивается в 1 балл. Отчет, не соответствующий требованиям индивидуального задания, оценивается в 0 баллов.	
2	7	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 2	0,25	5	Обучающийся получает индивидуальное задание и приступает к его выполнению. Обучающийся подготавливает отчет по выполненной работе и представляет его на проверку преподавателю. Преподаватель проверяет отчет во внеаудиторное время и выставляет оценку. Представленный отчет оценивается по пятибалльной системе. Отчет, не содержащий ошибок и замечаний, оценивается в 5 баллов. Отчет с незначительными неточностями или упущениями оценивается в 4 балла. Отчет с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Отчет с ошибками оценивается в 2 балла. Отчет с грубыми ошибками оценивается в 1 балл. Отчет, не соответствующий требованиям индивидуального задания, оценивается в 0 баллов.	зачет
3	7	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 3	0,25	5	Обучающийся получает индивидуальное задание и приступает к его выполнению. Обучающийся подготавливает отчет по выполненной работе и представляет его на проверку преподавателю. Преподаватель проверяет отчет во внеаудиторное время и выставляет оценку. Представленный отчет оценивается по пятибалльной системе. Отчет, не содержащий ошибок и замечаний, оценивается в 5 баллов. Отчет с незначительными неточностями или упущениями оценивается в 4 балла. Отчет с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Отчет с ошибками оценивается в 2 балла. Отчет с грубыми ошибками оценивается в 1 балл. Отчет, не соответствующий требованиям индивидуального задания, оценивается в 0 баллов.	зачет
4	7	Текущий	Выполнение	0,25	5	Обучающийся получает индивидуальное	зачет

		контроль	индивидуального задания, часть 4			задание и приступает к его выполнению. Обучающийся подготавливает отчет по выполненной работе и представляет его на проверку преподавателю. Преподаватель проверяет отчет во внеаудиторное время и выставляет оценку. Представленный отчет оценивается по пятибалльной системе. Отчет, не содержащий ошибок и замечаний, оценивается в 5 баллов. Отчет с незначительными неточностями или упущениями оценивается в 4 балла. Отчет с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Отчет с ошибками оценивается в 2 балла. Отчет с грубыми ошибками оценивается в 1 балл. Отчет, не соответствующий требованиям индивидуального задания, оценивается в 0 баллов.	
5	7	Промежуточная аттестация	Зачетная работа	-	5	Зачетная работа проводится в письменной форме. Студенту выдается билет, состоящий из 2-х вопросов, которые позволяют оценить сформированность компетенций. Ответы оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов за исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы. 4 балла за правильные, но не развернутые ответы на задаваемые вопросы. 3 балла за ответы на задаваемые вопросы с упущениями и неточностями. 2 балла за ответы на задаваемые вопросы с ошибками. 1 балл за ответы на задаваемые вопросы с грубыми ошибками. 0 баллов за недостаточный уровень понимания материала.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Рейтинг обучающегося по дисциплине может формироваться только по результатам текущего контроля. Студент может повысить рейтинг за счет прохождения контрольного мероприятия промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-1	Знает: типовые нелинейные элементы, математические модели типовых нелинейных систем управления, методы анализа и синтеза нелинейных систем, методы исследования устойчивости и автоколебаний в нелинейных системах управления, методы обеспечения качества нелинейных систем	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: составлять математические модели нелинейных объектов управления, выполнять исследование нелинейных систем управления, осуществлять синтез нелинейных систем управления	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: математического моделирования нелинейных систем управления с применением специализированных программных пакетов	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Мехатроника, автоматизация, управление теорет. и приклад. науч.-техн. журн. Изд-во "Машиностроение" журнал. - М., 2002-
2. Авиакосмическое приборостроение науч.-техн. и произв. журн. ООО "Изд-во "Научтехлитиздат" журнал. - М., 2002-
3. Известия Академии наук. Теория и системы управления науч. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние энергетики, машиностроения, механики и процессов управления, Гос. науч.-исслед. ин-т авиац. систем (ГосНИИАС) журнал. - М.: Наука, 1995-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Нелинейные системы управления" (для СРС) (в локальной сети кафедры)
2. Методические указания по освоению дисциплины "Нелинейные системы управления" (в локальной сети кафедры)

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Нелинейные системы управления" (для СРС) (в локальной сети кафедры)

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в	Библиографическое описание
---	----------------	------------------------	----------------------------

		электронной форме	
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Шушляпин, Е. А. Анализ и синтез нелинейных систем на основе прогноза конечного состояния неуправляемого движения : монография / Е. А. Шушляпин. — Севастополь : СевГУ, 2023. — 306 с. https://e.lanbook.com/book/369266
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Певзнер, Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие для вузов / Л. Д. Певзнер. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 448 с. https://e.lanbook.com/book/437243
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Толпегин, О. А. Методы адаптивного управления летательными аппаратами: тексты лекций : учебное пособие / О. А. Толпегин. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 76 с. https://e.lanbook.com/book/63708
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Фурсов, В. А. Лекции по теории управления : учебное пособие / В. А. Фурсов. — Самара : Самарский университет, 2021. — 136 с. https://e.lanbook.com/book/256979
5	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Воронин, А. В. Адаптивные системы управления : учебное пособие / А. В. Воронин. — Томск : ТПУ, 2022. — 138 с. https://e.lanbook.com/book/332432

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	629 (36)	ЭВМ с системой "Персональный Виртуальный Компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к MATLAB