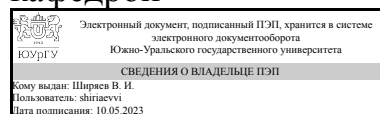


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



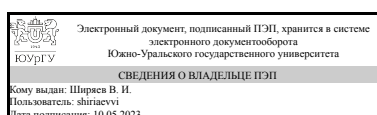
В. И. Ширяев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.07.02 Инженерный практикум
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень Специалитет
специализация Системы управления движением летательных аппаратов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

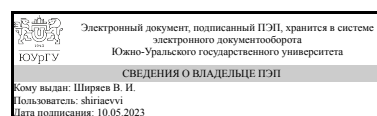
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

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 применять современные методы разработки алгоритмов системы управления летательными аппаратами. Задачи дисциплины: 1. Получение знаний о назначении, принципах работы аппаратуры системы управления летательными аппаратами, усвоение методов проектирования и корректировки структуры систем управления летательными аппаратами. 2. Получение умений и навыков применения современных методов разработки алгоритмов системы управления летательными аппаратами, использования автоматизированных методов проектирования структуры системы управления летательными аппаратами, применения методов корректирования общей структуры системы управления полетами РН и КА. 3. Получение практического опыта разработки математических моделей алгоритмов системы управления движением летательных аппаратов, анализа режимов системы управления полетами РН и КА.

Краткое содержание дисциплины

Основные разделы дисциплины: проектирование структуры систем управления летательными аппаратами, методы разработки алгоритмов системы управления летательными аппаратами, моделирование алгоритмов системы управления движением летательных аппаратов. На практических занятиях обучающиеся изучают назначение, принцип работы аппаратуры системы управления летательными аппаратами, осваивают методы проектирования и корректировки структуры систем управления летательными аппаратами, применяют современные методы разработки алгоритмов системы управления летательными аппаратами и методы корректирования общей структуры системы управления полетами РН и КА, используют автоматизированные методы проектирования структуры системы управления летательными аппаратами, разрабатывают математические модели алгоритмов системы управления движением летательных аппаратов, выполняют анализ режимов системы управления полетами РН и КА.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способность разрабатывать алгоритмы системы управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов	Знает: назначение, принцип работы аппаратуры системы управления летательными аппаратами Умеет: применять современные методы разработки алгоритмов системы управления летательными аппаратами Имеет практический опыт: разработки математических моделей алгоритмов системы управления движением летательных аппаратов
ПК-5 Способность разрабатывать общую структуру системы управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов	Знает: методы проектирования и корректировки структуры систем управления летательными аппаратами Умеет: использовать автоматизированные методы проектирования структуры системы управления летательными аппаратами; применять методы корректирования общей

	структуры системы управления полетами РН и КА Имеет практический опыт: анализа режимов системы управления полетами РН и КА
--	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Технические средства навигации и управления движением, Управляющие ЭВМ, системы и комплексы, Системы управления аэробаллистическими летательными аппаратами, Системы управления космическими аппаратами, Системы терминального управления, Испытания приборов и систем, Программное обеспечение систем управления движением и навигации, Производственная практика (эксплуатационная) (8 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (10 семестр), Производственная практика (преддипломная) (11 семестр)

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	0	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	96	48	48
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	105,25	53,75	51,5
Подготовка к экзамену	7,5	0	7.5
Подготовка к практическим занятиям	92	48	44
Подготовка к зачету	5,75	5.75	0

Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Проектирование структуры систем управления летательными аппаратами	32	0	32	0
2	Методы разработки алгоритмов системы управления летательными аппаратами	32	0	32	0
3	Моделирование алгоритмов системы управления движением летательных аппаратов	32	0	32	0

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Типы летательных аппаратов (ЛА). Ракеты-носители. Многоразовые космические транспортные системы (МКТС) и возвращаемые космические аппараты	2
2	1	Назначение, принцип работы аппаратуры системы управления летательными аппаратами	2
3	1	Методы проектирования структуры систем управления летательными аппаратами	2
4	1	Принципы построения систем управления полетом. Назначение автопилотов и решаемые ими задачи. Особенности использования автопилотов на различных типах ЛА. Методы создания управляющих усилий	2
5	1	Системы координат, координаты, определяющие положение ЛА в пространстве. Основные аэродинамические схемы ЛА. Силы, действующие на ЛА в полете. Уравнения невозмущенного движения ракет-носителей (РН) в векторной и координатной формах	2
6	1	Методы создания управляющих усилий. Расчетная траектория полета ракеты	2
7	1	Возмущения, действующие на ЛА. Шарнирный момент. Перегрузки. Учет влияния ветра и турбулентности атмосферы	2
8	1	Уравнения возмущенного движения ЛА	2
9	1	Методы упрощения системы уравнений движения и частные случаи движения ЛА. Возмущенное движение ЛА с закрепленными рулями	2
10	1	Требования к параметрам системы стабилизации. Структурная схема системы стабилизации	2
11	1	Корректирующие устройства. Корректирующий контур	2
12	1	Стабилизация вращательного движения ЛА. Стабилизация движения крена	2
13	1	Стабилизация движения ЛА при координированном управлении рулями	2
14	1	Стабилизация движения центра масс ЛА	2
15	1	Стабилизация бокового движения центра масс ЛА	2
16	1	Стабилизация высоты полета. Стабилизация скорости полета	2

17	2	Автоматизированные методы проектирования структуры системы управления летательными аппаратами, методы корректирования общей структуры системы управления полетами РН и КА	4
18	2	Современные методы разработки алгоритмов системы управления движением летательных аппаратов	4
19	2	Частично многоразовая космическая транспортная система. Модульный принцип создания МКТС. Особенности эксплуатации МКТС	4
20	2	Математическая модель углового движения МКТС и ВКА в атмосфере. Исследование свободного углового движения МКТС и ВКА. Уравнения движения МКТС и ВКА при воздействии аэродинамического момента. Угловые развороты в плотных слоях атмосферы	4
21	2	Динамика и управление при поступательном движении МКТС и ВКА в атмосфере. Математическая модель. Типовые траектории полета. Закон программного управления	4
22	2	Терминальные задачи продольного движения в однородной атмосфере	4
23	2	Терминальные задачи продольного движения в Экспоненциальной атмосфере	4
24	2	Терминальные задачи пространственного управления в атмосфере	4
25	3	Методы анализа режимов системы управления полетами РН и КА	4
26	3	Анализ режимов системы управления полетами РН и КА	4
27	3	Программа оптимального торможения. Алгоритм оптимального торможения	4
28	3	Программа торможения с ограниченной тягой	4
29	3	Программа торможения в однородной атмосфере	4
30	3	Алгоритм приземления с программой торможения для однородной атмосферы	4
31	3	Понятие об обратной задаче программного торможения. Решение обратной задачи программного торможения	4
32	3	Задача перехвата ЛА в однородной атмосфере	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 экзамену	1. Микрин, Е. А. Введение в механику полета и управление космическими аппаратами: глава 10, с. 484-510. 2. Введение в ракетно-космическую технику (А. П. Аверьянов и др.): глава 10, с. 339-354. 3. Фролов, А. Д. Параметрическое проектирование, расчет и исследование траекторий движения баллистических ракет с твердотопливными двигательными установками: глава 1, с. 11-18, глава 2, с. 19-79, глава 3, с. 80-95.	6	7,5
Подготовка к практическим занятиям	1. Введение в ракетно-космическую технику (А. П. Аверьянов и др.): глава 5,	5	48

	с. 198-224, глава 9, с. 295-338. 2. Микрин, Е. А. Введение в механику полета и управление космическими аппаратами: глава 9, с. 449-482. 3. Гарганеев, А. Г. Функциональные системы летательных аппаратов. Электрическое и электронное оборудование: глава 1, с. 9-44, глава 2, с. 45-54. 4. Математические модели динамики движения летательных аппаратов : учебное пособие (Т. Ю. Лемешонок и др.): глава 1, с. 4-31, глава 4, с. 70-109.		
Подготовка к зачету	1. Математические модели динамики движения летательных аппаратов : учебное пособие (Т. Ю. Лемешонок и др.): глава 3, с. 57-66. 2. Введение в ракетно-космическую технику (А. П. Аверьянов и др.): глава 2, с. 56-57, с. 73-76. 3. Гарганеев, А. Г. Функциональные системы летательных аппаратов. Электрическое и электронное оборудование: глава 1, с. 22-44, глава 3, с. 104-130, с. 145-149.	5	5,75
Подготовка к практическим занятиям	1. Микрин, Е. А. Введение в механику полета и управление космическими аппаратами: глава 10, с. 484-510. 2. Введение в ракетно-космическую технику (А. П. Аверьянов и др.): глава 10, с. 339-354. 3. Фролов, А. Д. Параметрическое проектирование, расчет и исследование траекторий движения баллистических ракет с твердотопливными двигательными установками: глава 1, с. 11-18, глава 2, с. 19-79.	6	44

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	5	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 1	0,3	5	Обучающийся на практических занятиях решает задачи по соответствующим темам и представляет результаты решения на проверку преподавателю в виде краткого отчета. Преподаватель	зачет

						проверяет работу 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.	
2	5	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 2	0,3	5	Обучающийся на практических занятиях решает задачи по соответствующим темам и представляет результаты решения на проверку преподавателю в виде краткого отчета. Преподаватель проверяет работу 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	5	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 3	0,4	5	Обучающийся на практических занятиях решает задачи по соответствующим темам и представляет результаты решения на проверку преподавателю в виде краткого отчета. Преподаватель проверяет работу 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	зачет

						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.	
4	5	Промежуточная аттестация	Зачетная работа	-	5	На зачетной работе обучающемуся задается 2 вопроса, которые позволяют оценить сформированность компетенций. Работа выполняется письменно. 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
5	6	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 1	0,3	5	Обучающийся на практических занятиях решает задачи по соответствующим темам и представляет результаты решения на проверку преподавателю в виде краткого отчета. Преподаватель проверяет работу 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.	экзамен
6	6	Текущий	Выполнение	0,3	5	Обучающийся на практических	экзамен

		контроль	индивидуального задания, часть 2			занятиях решает задачи по соответствующим темам и представляет результаты решения на проверку преподавателю в виде краткого отчета. Преподаватель проверяет работу 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.	
7	6	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 3	0,4	5	Обучающийся на практических занятиях решает задачи по соответствующим темам и представляет результаты решения на проверку преподавателю в виде краткого отчета. Преподаватель проверяет работу 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.	экзамен
8	6	Промежуточная аттестация	Экзаменационная работа	-	5	На экзаменационной работе обучающемуся задается 3 вопроса, которые позволяют оценить сформированность компетенций. Работа выполняется письменно. Ответы оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов за исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.	экзамен

					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.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене 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
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 6 семестра. 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	6	7	8
ПК-4	Знает: назначение, принцип работы аппаратуры системы управления летательными аппаратами	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: применять современные методы разработки алгоритмов системы управления летательными аппаратами			+	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: разработки математических моделей алгоритмов системы управления движением летательных аппаратов							+	+
ПК-5	Знает: методы проектирования и корректировки структуры систем управления летательными аппаратами			+	+	+	+	+	+
ПК-5	Умеет: использовать автоматизированные методы проектирования структуры системы управления летательными аппаратами; применять методы корректирования общей структуры системы управления полетами РН и КА			+	+	+	+	+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: анализа режимов системы управления полетами РН и КА							+	+

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 "Практикум по виду профессиональной деятельности" (для СРС) (в локальной сети кафедры)
2. Методические указания по освоению дисциплины "Практикум по виду профессиональной деятельности" (в локальной сети кафедры)

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Практикум по виду профессиональной деятельности" (для СРС) (в локальной сети кафедры)

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Микрин, Е. А. Введение в механику полета и управление космическими аппаратами : учебник / Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. — 566 с. https://e.lanbook.com/book/172728
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Введение в ракетно-космическую технику : учебное пособие : в 2 томах / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокин [и др.] ; под общей редакцией Г. Г. Вокина. — Вологда : Инфра-Инженерия, [б. г.]. — Том 1 — 2018. — 380 с. https://e.lanbook.com/book/108636
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Математические модели динамики движения летательных аппаратов : учебное пособие / Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов, В. А. Санников. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2020. — 121 с.

			https://e.lanbook.com/book/172232
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Фролов, А. Д. Параметрическое проектирование, расчет и исследование траекторий движения баллистических ракет с твердотопливными двигательными установками : учебное пособие / А. Д. Фролов. — Пермь : ПНИПУ, 2007. — 288 с. https://e.lanbook.com/book/160727
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гарганеев, А. Г. Функциональные системы летательных аппаратов. Электрическое и электронное оборудование : учебное пособие / А. Г. Гарганеев. — Томск : ТПУ, 2016. — 240 с. https://e.lanbook.com/book/107717
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Романова, И. К. Управление сложными техническими объектами : учебное пособие / И. К. Романова. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 3 : Построение математических моделей систем — 2010. — 68 с. https://e.lanbook.com/book/52408
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ельцин, С. И. Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов : учебное пособие / С. И. Ельцин. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, [б. г.]. — Часть 1 — 2011. — 98 с. https://e.lanbook.com/book/64101
8	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Тестоедов, Н. А. Проектирование и конструирование баллистических ракет и ракет-носителей : учебное пособие / Н. А. Тестоедов, В. В. Кольга, Л. А. Семенова. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2014. — 308 с. https://e.lanbook.com/book/147502

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 (3б)	ЭВМ с системой "Персональный виртуальный компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к MATLAB