

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 27 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Системный анализ двигателей летательных аппаратов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
(код и наименование направления)

Направленность: Аэродинамика, гидродинамика и процессы теплообмена
двигателей летательных аппаратов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование знаний, умений и навыков применения системного анализа в задачах исследования и проектирования двигателей летательных аппаратов

Задачи:

- изучение теоретических основ и прикладных методов системного анализа в исследованиях и проектировании;
- формирование умений организации и проведения системного анализа эффективности вариантов технических решений в области проектирования двигателей летательных аппаратов;
- формирование навыков системного подхода к постановке и решению задач проектирования отдельных узлов ракетных двигателей.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Терминологический аппарат системного анализа.

Методология системного подхода.

Принципы, задачи и методы системного анализа в исследованиях и проектировании ракетных двигателей.

Задачи системного проектирования устройств управления вектором тяги ракетных двигателей твердого топлива (РДТТ).

1.3. Входные требования

Знание основ:

- техники ракетного управляемого полета;
- конструкции двигателей летательных аппаратов;
- автоматики и регулирования двигателей летательных аппаратов

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает: - принципы, задачи и этапы системного анализа при проектных исследованиях; - методы моделирования в задачах системного анализа; - способы и средства информационно-аналитических исследований - назначение и устройство систем управления вектором тяги РДТТ; - способы системного анализа конструктивной эффективности средств управления вектором тяги.	Знает структуру построения технического предложения.	Экзамен
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет: - выполнять информационно-аналитические обзоры по предмету исследований; - составлять функциональные модели проектных задач - составлять описание проектных задач разработки РДТТ; - использовать системный подход к обоснованию технических решений проектирования ракетных двигателей.	Умеет анализировать техническое задание и предлагать варианты возможных решений с оценкой эффективности их реализации при проектировании ракетных двигателей.	Индивидуальное задание
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет: - навыками формализации и проведения системного анализа объекта исследований - навыками реализации системного подхода к постановке и решению проектных задач отдельных узлов РДТТ.	Владеет навыками разработки технического предложения, выбора и аргументации оптимальных вариантов решений при проектировании ракетных двигателей.	Индивидуальное задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	27	27	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	23	23	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Системный анализ в исследованиях и проектировании	10	0	8	40
Системный подход как методологическая основа системного анализа, общей теории систем и системного проектирования. Системный подход к анализу объектов и решению проблем. Системный подход в задачах проектирования. Методы системного анализа и проектирования. Функциональное моделирование объектов и процессов проектирования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Системный подход при проектировании систем управления вектором тяги РДТТ	17	0	15	50
Назначение и функциональный состав системы управления вектором тяги (СУВТ) твердотопливных ракет. Требования к СУВТ со стороны РДТТ и системы управления полетом. Частные и обобщенные критерии конструктивной эффективности СУВТ. Цели и задачи внешнего и внутреннего проектирования СУВТ. Системный анализ конструктивной эффективности вариантов СУВТ.				
ИТОГО по 3-му семестру	27	0	23	90
ИТОГО по дисциплине	27	0	23	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Решение проблем на основе системного подхода
2	Математические задачи системного анализа
3	Неформализованные методы проектирования
4	Графическое представление процессов проектирования
5	Построение функциональной модели объекта и процесса проектирования в стандарте IDEF0
6	Определение нагрузочной характеристики поворотного управляющего сопла (ПУС)
7	Определение составляющих шарнирного момента ПУС по нагрузочной характеристике
8	Определение требуемых характеристик рулевого привода
9	Проектный анализ конструктивной эффективности СУВТ РДТТ с ПУС
10	Параметрический анализ конструкции ПУС

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Володин В. В. Автоматизация проектирования летательных аппаратов / В. В. Володин. - Москва: Машиностроение, 1991.	8
2	Тарасенко Ф. П. Прикладной системный анализ : учебное пособие / Ф. П. Тарасенко. - Москва: КНОРУС, 2015.	15
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Волкова В. Н. Основы теории систем и системного анализа : учебник для вузов / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. - Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2003.	20
2	Володин В. В. Автоматизация проектирования летательных аппаратов / В. В. Володин. - Москва: Машиностроение, 1991.	8

3	Основы теории автоматического управления ракетными двигательными установками : учебник для вузов / А. И. Бабкин [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1986.	6
4	Семечкин А. Е. Системный анализ и системотехника / А. Е. Семечкин. - Москва: SvR-Аргус, 2005.	5
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Соломонов Ю. С. Твердотопливные регулируемые двигательные установки / Соломонов Ю. С., Липанов А. М., Алиев А. В., Дорофеев А. А. - Москва: Машиностроение, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/lan3311	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютеры	12

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

«Системный анализ двигателей летательных аппаратов»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
Направленность (профиль) образовательной программы:	Аэродинамика, гидродинамика и процессы теплообмена двигателей летательных аппаратов
Квалификация выпускника:	магистр
Выпускающая кафедра:	Ракетно-космическая техника и энергетические системы
Форма обучения:	очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 3 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Системный анализ двигателей летательных аппаратов». Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля (раздела), в которых предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций – *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий, сдаче экзамена и при текущем и рубежном контроле. Средства оценки результатов обучения указаны в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает: - принципы, задачи и этапы системного анализа при проектных исследованиях; - методы моделирования в задачах системного анализа; - способы и средства информационно-аналитических исследований - назначение и устройство систем управления вектором тяги РДТТ; - способы системного анализа конструктивной эффективности средств управления вектором тяги	Знает структуру построения технического предложения.	Вопросы тестов текущего контроля. Вопросы рубежных контрольных работ.

ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет: - выполнять информационно-аналитические обзоры по предмету исследований; - составлять функциональные модели проектных задач - составлять описание проектных задач разработки РДТТ; - использовать системный подход к обоснованию технических решений проектирования ракетных двигателей	Умеет анализировать техническое задание и предлагать варианты возможных решений с оценкой эффективности их реализации при проектировании ракетных двигателей.	Задания к практическим занятиям. Практические задания к контрольным работам рубежного контроля. Индивидуальное задание
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет: - навыками формализации и проведения системного анализа объекта исследований - навыками реализации системного подхода к постановке и решению проектных задач отдельных узлов РДТТ	Владеет навыками разработки технического предложения, выбора и аргументации оптимальных вариантов решений при проектировании ракетных двигателей.	Индивидуальное задание

Итоговой оценкой результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

– межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

– контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль предназначен для оценивания систематичности аудиторной и самостоятельной работы обучающихся в учебном процессе дисциплины. Проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД

2.1.1. Текущий контроль усвоения знаний

Текущий контроль усвоения знаний проводится в форме бланочного экспресс-тестирования в конце аудиторного занятия. Тест содержит ограниченное число заданий по темам текущего и/или прошлых занятий. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются при проведении промежуточной аттестации.

2.1.2. Текущий контроль освоения умений и приобретения владений

Текущий контроль таких компонентов компетенций как умения и владения (табл. 1.1) осуществляется систематическим учетом своевременности и полноты решения задач практических занятий. Результаты учета отражаются в книжке преподавателя и учитываются при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Системный анализ в исследованиях и проектировании» и вторая КР – по модулю 2 «Системный подход при проектировании систем управления вектором тяги РДТТ».

Типовые задания первой КР:

1. Описание понятий хорошо структуризованных, слабо структуризованных и неструктуризованных проблем.

2. Описание понятий блочно-иерархического и системного подхода в проектировании.

3. Описание метода исследования операций.

4. Описание методологии функционального моделирования.

Типовые задания второй КР:

1. Описание назначения и функционального состава системы управления вектором тяги РДТТ.
2. Описание требований к системе управления вектором тяги
3. Описание целей и задач внешнего и внутреннего проектирования СУВТ.
4. Описание частных и обобщенных критериев конструктивной эффективности органов управления вектором тяги.

2.3. Выполнение индивидуального задания на самостоятельную работу

Для развития способности и оценки самостоятельного усвоения знаний, освоения умений и приобретения владения навыками дисциплинарных частей компетенций дисциплины, как не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное задание студенту

Индивидуальное задание представляет собой использование методологии системного анализа в магистерской научно-исследовательской работе.

Защита индивидуального задания включает краткое устное изложение содержания и результатов выполнения индивидуального задания с одновременным собеседованием по теоретическим аспектам.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

Тема индивидуального задания – «Системный анализ темы магистерской научно-исследовательской работы»

Цель индивидуального задания – приобретение умений и навыков применения методологии системного анализа при постановке и решении практических задач научных и проектных исследований.

Содержание индивидуального задания – с позиций системного анализа рассматривается выбранная тема индивидуальной магистерской научно-исследовательской работы.

Задачи, решаемые при выполнении индивидуального задания:

- информационно-аналитический обзор предмета исследования;
- структурирование целей и задач исследования;
- выбор и обоснование методов исследования;
- разработка функциональной модели процесса исследования;
- составление плана исследований.

В результате выполнения индивидуального задания обучающийся должен освоить следующие компоненты компетенции ПК-2.1:

- умение: анализировать техническое задание и предлагать варианты возможных решений с оценкой эффективности их реализации при проектировании ракетных двигателей;
- владение навыками: разработки технического предложения, выбора и аргументации оптимальных вариантов решений при проектировании ракетных двигателей.

2.4. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ, защита курсовой работы и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Промежуточная аттестация в виде экзамена

Промежуточная аттестация, согласно РПД, осуществляется в виде экзамена. Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций. Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровнем сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета и критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде экзамена приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Принципы, задачи и этапы системного подхода.
2. Системный подход в задачах проектирования.
3. Математические методы системного анализа.
4. Неформализованные методы системного анализа.
5. Методологии функционального моделирования IDEF0.
6. Виды и классификация органов управления вектором тяги РДТТ.
7. Проектирование СУВТ в структуре проектных задач РДТТ.
8. Системный анализ конструктивной эффективности вариантов СУВТ.

Типовые задания для контроля усвоенных умений и приобретенных навыков:

1. Сформулировать математическую задачу оценки конструктивной эффективности СУВТ.
2. Выполнить инженерный анализ выбора конструктивных параметров газового руля.
3. Составить функциональную модель процесса проектирования СУВТ.
4. Выделить стадии внешнего и внутреннего проектирования при проектировании СУВТ.
5. Сформулировать технические требования к рулевым приводам органов управления вектором тяги.
6. Сформулировать технические требования к СУВТ со стороны системы управления полетом.

2.4.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня

сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.