

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

« 06 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Современные компьютерные технологии в научных исследованиях и проектировании двигателей летательных аппаратов
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 324 (9)
(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 – получение знаний, умений и навыков применять современное программное обеспечение для расчёта параметров рабочих процессов двигателей летательных аппаратов и разработки конструкторской документации их деталей и узлов.

Задачи:

- изучение методов построения моделей деталей и узлов двигателей летательных аппаратов, создания на их основе чертежей деталей, сборочных чертежей и спецификаций;
- формирование умения самостоятельно разрабатывать законченную конструкторскую документацию деталей и узлов двигателей летательных аппаратов;
- формирование умения решать инженерные задачи с применением программных систем компьютерного моделирования;
- формирование навыков использования современных САПР при проектировании деталей и узлов двигателей летательных аппаратов;
- формирование навыков применения современных численных методов и построения физико-математических и компьютерных моделей для решения задач прикладной механики в области ракетного двигателестроения с применением программных систем компьютерного инжиниринга.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- CAD программы;
- конструкторская документация;
- программный комплекс ANSYS.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

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
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает возможности, преимущества и недостатки современных информационных технологий при выполнении научных исследований и разработок; стандартных пакетов прикладных программ; языки алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований; требования к информационной безопасности в профессиональной деятельности.	Знает возможности, преимущества и недостатки современных информационных технологий при выполнении научных исследований и разработок; стандартных пакетов прикладных программ; языки алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований; требования к информационной безопасности в профессиональной деятельности.	Зачет
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Умеет аргументированно выбирать и использовать современные информационные технологии при выполнении научных исследований и разработок, стандартные пакеты прикладных программ; алгоритмизировать процесс вычислений при проведении исследований, соблюдать требования информационной безопасности в той или иной сфере профессиональной деятельности.	Умеет аргументированно выбирать и использовать современные информационные технологии при выполнении научных исследований и разработок, стандартные пакеты прикладных программ; алгоритмизировать процесс вычислений при проведении исследований, соблюдать требования информационной безопасности в той или иной сфере профессиональной деятельности.	Индивидуальное задание
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет навыками использования современных информационных технологий при выполнении научных исследований и разработок, стандартных пакетов прикладных программ, алгоритмизации процесса вычислений при проведении	Владеет навыками использования современных информационных технологий при выполнении научных исследований и разработок, стандартных пакетов прикладных программ, алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований,	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		исследований, организации и соблюдения требований информационной безопасности в профессиональной деятельности.	организации и соблюдения требований информационной безопасности в профессиональной деятельности.	
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Знать структуру и особенности организации работы проектно-конструкторских подразделений базового предприятия и принципы разработки конструкторской документации в современных пакетах автоматизированного проектирования.	Знает структуру и особенности организации работы проектно-конструкторских подразделений базового предприятия.	Дифференцированный зачет
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Уметь использовать современные САПР для построения твердотельных моделей и разработки конструкторской документации деталей и узлов двигателей летательных аппаратов и консолидировать свою работу с работой проектно-конструкторского подразделения при разработке проектных решений на различных этапах жизненного цикла.	Умеет консолидировать свою работу с работой проектно-конструкторского подразделения при разработке проектных решений по направлению "Двигатели летательных аппаратов" на различных этапах жизненного цикла.	Индивидуальное задание
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеть навыками управления проектами и использования современных САПР для решения задач разработки конструкторской документации и навыками конкретного участия в работе проектно-конструкторских подразделений по разработке проектных решений на различных	Владеет навыками конкретного участия в работе проектно-конструкторских подразделений по разработке проектных решений двигателей летательных аппаратов на различных этапах жизненного цикла.	Индивидуальное задание

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

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах		
		Номер семестра		
		1	2	3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	156	48	54	54
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:				
- лекции (Л)	36	8	14	14
- лабораторные работы (ЛР)	108	36	36	36
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)				
- контроль самостоятельной работы (КСР)	12	4	4	4
- контрольная работа				
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	168	60	54	54
2. Промежуточная аттестация				
Экзамен				
Дифференцированный зачет	9			9
Зачет	18	9	9	
Курсовой проект (КП)				
Курсовая работа (КР)				
Общая трудоемкость дисциплины	324	108	108	108

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
1-й семестр				
Общие сведения о САПР.	1	0	0	2
Тема 1. Общие сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР). Основные понятия, термины, определения. САПР высокого/среднего/нижнего уровня. Модули САД, САЕ, САМ и их связь между собой. Разновидности САПР. Общие сведения о различных САПР (SolidWorks, SolidEdge). Место САПР в машиностроении.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Создание твердотельных моделей деталей.	3	10	0	6
Тема 2. Создание твердотельных моделей деталей Этапы построения геометрических объектов. Основные принципы создания геометрических объектов. Типы геометрических объектов. Интерфейс SolidWorks. Режим эскиза. Плоскость построения эскиза (стандартные, вспомогательные). Правила построения эскизов. Начало координат. Объекты эскиза. Нанесение размеров и ограничений. Информация курсора. Отображение ошибок. Цветовые коды эскиза. Корректный эскиз. Создание литьевого тела. Условия создания элемента. Тонкое тело. Создание тела вращения. Правила построения эскиза для тела вращения. Условия создания элемента. Простановка размера диаметра. Элементы редактирования тел. Массивы. Зеркальное отображение тел. Уклон. Накладные элементы. Сложные элементы. Элемент по траектории. Пространственная кривая – спираль. Элемент по сечениям. Создание справочных плоскостей. Трехмерный эскиз: правила построения, использование. Конфигурации, простая конфигурация, таблица конфигураций. Физические свойства детали. Присвоение материалов. Библиотека материалов. Массовые характеристики. Свойства детали.				
Создание сборочных единиц и конструкторской документации.	2	10	0	6
Тема 3. Создание сборочных единиц. Создание новой сборки. Сборка метод «снизу». Сборка метод «сверху». Вставка компонентов в сборку. Сопряжения в сборке. Проверка конфликтов в сборке. Тема 4. Создание конструкторской документации. Настройки чертежа. Панель «Слой». Панель «Тип линий». Редактирование формата листа. Создание чертежа детали. Главные виды, проекционные виды, разрезы. Примечания, настройка отображения примечаний. Пустой вид разрезов. Выравнивание видов, свободное расположение видов. Конфигурации в чертеже. Размеры чертежа. Проставление с сохранением параметризации. Настройка выносных линий, разрыв стрелок, наклон выносных линий. Выравнивание размеров. Нанесение примечаний: шероховатость, допуски формы, допуски размеров. Связь размера чертежа с примечанием. Создание чертежа сборки. Проставление позиций. Разрезы, исключение детали из разреза. Изменение штриховки. Спецификация сборочного чертежа.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Разработка конструкторской документации конструкций энергетического машиностроения.	0	16	0	38
Тема 5. Разработка конструкторской документации конструкций энергетического машиностроения. Изучение конструкции. Определение геометрических параметров деталей по сборочному чертежу конструкции. Определение и выбор материалов. Создание твердотельных моделей деталей и сборки конструкции. Создание чертежей из твердотельных моделей деталей. Создание сборочного чертежа конструкции. Создание спецификации сборочного чертежа. Оформление конструкторской документации согласно требованиям ЕСКД.				
Системы электронного документооборота.	2	0	0	8
Тема 6. Системы электронного документооборота. Представление данных в PLM. Объектно-ориентированная модель данных системы PLM для представления и хранения различной информации, описывающей изделие и его составные части. Представление конструкторской и технологической информации в различной форме – чертежи, текстовая документы, 3D-модели и другие электронные документы. Разработка и изменение конструкторской и технологической информации на протяжении всего жизненного цикла изделия. Информационная модель данных системы PLM для обеспечения хранения и управления конструкторской и технологической информацией.				
ИТОГО по 1-му семестру	8	36	0	60
2-й семестр				
Использование современных компьютерных технологий при проведении расчетов на прочность и устойчивость.	14	36	0	54
Введение. Сравнение ANSYS APDL и ANSYS Workbench. Нагрузки, действующие на ракетные двигатели при их эксплуатации. Тема 7. Основы прикладной теории упругости. Соотношения между напряжениями и деформациями. Общие уравнения теории упругости. Теории прочности. Энергетическая теория прочности. Физико-механические свойства материалов. Тема 8. Основы языка APDL. Тема 9. Особенности построения стержневых, балочных, оболочечных моделей в ANSYS. Аналитическое решение прогиба пластины. Особенности расчета прогиба пластин в ANSYS.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Влияние закрепленных на прогиб пластины. Расчеты оболочек в ANSYS в плоской, осесимметричной и трехмерной постановках. Тема 10. Устойчивость конструкции. Понятие устойчивости. Критические нагрузки. Устойчивость пластин и оболочек. Особенности расчетов на устойчивость в ANSYS. Тема 11. Решение контактных задач в ANSYS. Классификация контактов. Контактные и целевые элементы. Создание контактных пар в ANSYS. Модели контакта реализованные в ANSYS. Конечно-элементное разбиение контактных пар. Анализ начального состояния и постпроцессинг контактных пар. Моделирование связей в ANSYS. Задача Герца. Тема 12. Расчеты на прочность элементов конструкции двигателей летательных аппаратов в ANSYS.				
ИТОГО по 2-му семестру	14	36	0	54
3-й семестр				
Использование современных компьютерных технологий при проведении тепловых расчетов.	14	36	0	54
Введение. Виды теплового анализа. Тема 13. Стационарный тепловой анализ. Определение стационарного анализа. Доступные для теплового анализа элементы. Алгоритм проведения теплового анализа. Задание граничных условий (постоянные температуры, тепловой поток, конвекция, плотность теплового потока, энерговыделение). Задание типа анализа. Анализ результатов. Тема 14. Нестационарный тепловой анализ. Определение нестационарного теплового анализа. Конечные элементы и команды, используемые в нестационарном тепловом анализе. Задание начальных и граничных условий, типа анализа и получение решения. Управление выводом результатов расчета. Анализ результатов. Тема 15. Излучение. Решение задач лучистого теплообмена. Решение двумерной стационарной задачи лучистого теплообмена. Тема 16. Решение задач термоупругости.				
ИТОГО по 3-му семестру	14	36	0	54
ИТОГО по дисциплине	36	108	0	168

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Основные принципы построения деталей. Построение детали типа «Основание».
2	Работа с эскизом. Построение детали типа «Корпус».
3	Построение детали типа «Крышка». Создание тел вращения. Работа с массивами. Построение детали типа «Зубчатое колесо».
4	Элемент по траектории. Создание детали типа «Ручка». Спираль. Работа с материалами. Свойства детали. Создание детали типа «Пружина».
5	Трехмерный эскиз: правила построения, использование. Конфигурации, простая конфигурация, таблица конфигураций. Физические свойства детали.
6	Сборка метод «снизу». Библиотека стандартных элементов. Создание сборки типа «Редуктор». Сборка метод «сверху». Создание сборки типа «Ременная передача».
7	Создание штампа стандартного формата. Создание чертежа «Вала». Создание сборочного чертежа и спецификации «Редуктора».
8	Детализировка сборочной единицы.
9	Настройка параметров чертежа. Создание основной надписи.
10	Создание чертежей сложных деталей. Вырезы, местные виды, вспомогательные виды. Создание чертежа сборки. Создание спецификации.
11	Расчет напряженно-деформированного состояния кронштейна.
12	Расчет напряженно-деформированного состояния прочноскрепленного заряда при действии внутреннего давления (модель ПДС).
13	Расчет напряженно-деформированного состояния прочноскрепленного заряда при действии внутреннего давления (осесимметричная модель).
14	Расчет напряженно-деформированного состояния прочноскрепленного заряда при действии внутреннего давления (трехмерная постановка).
15	Модальный анализ прочноскрепленного заряда.
16	Гармонический анализ прочноскрепленного заряда.
17	Расчет напряженно-деформированного состояния прочноскрепленного заряда при выходе двигателя на режим.
18	Расчет на устойчивость элементов конструкции ракетного двигателя.
19	Проведение стационарного теплового анализа конструкции.
20	Проведение нестационарного теплового анализа конструкции.
21	Решение двумерной задачи лучистого теплообмена.
22	Решение задачи термоупругости.

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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, 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 лабораторным работам 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	SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский [и др.]. - СПб: БХВ-Петербург, 2005.	8
2	Берлинер Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: ИНФРА-М, 2010.	11
3	Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство : [учебное пособие] / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. - Москва: Либроком, 2015.	6
4	Котов А. Г. САПР изделий из композиционных материалов. Моделирование процессов деформирования и разрушения в среде ANSYS : учебное пособие / А. Г. Котов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	126

5	Янишевская А.Г. Использование программного комплекса ANSYS при расчетах тепловых процессов в машиностроении : учебное пособие / А.Г. Янишевская, И.Н. Пергун. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2001.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Басов К. А. ANSYS для конструкторов / К. А. Басов. - М.: ДМК Пресс, 2009.	5
2	Васильев Б. Е. Численное моделирование задач динамики и прочности деталей газотурбинных установок и двигателей : учебное пособие / Б. Н. Васильев. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018.	4
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. Ю. Петрова ; Р. В. Бульбовича. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Т. 1 / Под ред. О. В. Букатина. - Москва: , Машиностроение, 1992. - (Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т.; Т. 1).	26
2	Т. 2 / Под ред. А. В. Громака. - Москва: , Машиностроение, 1992. - (Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т.; Т. 2).	21
3	Т. 3 / Под ред. В. Н. Волкова. - Москва: , Машиностроение, 1992. - (Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т.; Т. 3).	27
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	Каменских А. А. Реализация решения задач механики контактного взаимодействия в прикладном пакете ANSYS : учебное пособие / А. А. Каменских, М. Л. Бартоломей. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3967	локальная сеть; 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.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	SOLIDWORKS Education Edition (дог.№ L271113-83М от 27.10.2013 каф.РКТЭС АКФ)

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/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
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/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Персональный компьютер IBM PC	8
Лекция	Видеопроектор	1
Лекция	Персональный компьютер IBM PC	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Современные компьютерные технологии в научных исследованиях и проектировании
двигателей летательных аппаратов»

Приложение к рабочей программе дисциплины

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

Курс: 1, 2

Семестры: 1, 2, 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 9 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 324 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачет: 1, 2 семестр
Дифференцированный зачет: 3 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Современные компьютерные технологии в научных исследованиях и проектировании 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 трех семестров (1-го, 2-го и 3-го семестров учебного плана). В каждом семестре предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные 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 в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный	Промежуточный	
	ТО	ОЛР	ИЗ	Зачет	Дифф. зачет
Усвоенные знания					
ИД-1ОПК-2 Знает возможности, преимущества и недостатки современных информационных технологий при выполнении научных исследований и разработок; стандартных пакетов прикладных программ; языки алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований; требования к информационной безопасности в профессиональной деятельности.	ТО			ТВ	
ИД-1ОПК-5 Знает структуру и особенности организации работы проектно-конструкторских подразделений базового предприятия и принципы разработки конструкторской документации в современных пакетах автоматизированного проектирования.	ТО			ТВ	ТВ
Освоенные умения					
ИД-2ОПК-2 Умеет аргументированно выбирать и использовать современные информационные		ОЛР			ПЗ

технологии при выполнении научных исследований и разработок, стандартные пакеты прикладных программ; алгоритмизировать процесс вычислений при проведении исследований, соблюдать требования информационной безопасности в той или иной сфере профессиональной деятельности.					
ИД-2ОПК-5 Умеет использовать современные САПР для построения твердотельных моделей и разработки конструкторской документации деталей и узлов двигателей летательных аппаратов и консолидировать свою работу с работой проектно-конструкторского подразделения при разработке проектных решений на различных этапах жизненного цикла.			ИЗ	ПЗ	
Приобретенные владения					
ИД-3ОПК-2 Владеет навыками использования современных информационных технологий при выполнении научных исследований и разработок, стандартных пакетов прикладных программ, алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований, организации и соблюдения требований информационной безопасности в профессиональной деятельности		ОЛР	ИЗ		
ИД-3ОПК-5 Владеет навыками управления проектами и использования современных САПР для решения задач разработки конструкторской документации и навыками конкретного участия в работе проектно-конструкторских подразделений по разработке проектных решений на различных этапах жизненного цикла			ИЗ		ПЗ

ТО – теоретический опрос; ОЛР – отчет по лабораторной работе; ИЗ – индивидуальное задание; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине в 1-ом семестре является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине во 2-ом семестре является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине в 3-ем семестре является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом 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 усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.1.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 22 лабораторных работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты индивидуальных заданий.

2.2.1. Защита индивидуальных заданий

Индивидуальные задания по одному на каждого студента запланированы для семестров 1, 2 и 3 по темам: «Создание деталей, узлов, конструкций двигателей летательных аппаратов»; «Использование пакета ANSYS для проведения прочностных расчетов деталей, узлов, конструкций двигателей летательных аппаратов»; «Использование пакета ANSYS для проведения тепловых расчетов деталей, узлов, конструкций двигателей летательных аппаратов». Каждому студенту выдается индивидуальное задание по подготовке конструкторской

документации детали и узла двигателя летательного аппарата.

Индивидуальное задание по теме «Создание деталей, узлов, конструкций двигателей летательных аппаратов» выполняется в течение первого семестра. В ходе данной работы студент изучает конструкцию и работу полученной сборочной единицы, по мере изучения материала строит твердотельные модели деталей сборочной единицы и из построенных деталей собирает общую сборку. Далее студент создает чертежи трех деталей по выбору преподавателя, сборочный чертеж и спецификацию.

Индивидуальное задание по теме «Использование пакета ANSYS для проведения прочностных расчетов деталей, узлов, конструкций двигателей летательных аппаратов» выполняется в течение второго семестра. Студент изучает конструкцию и работу полученной сборочной единицы, по мере изучения материала оценивает инерциальные и конструкционные нагрузки действующие на сборочную единицу. Далее студент создает геометрическую, конечно-элементную и расчетную модель сборочной единицы. Студент проводит прочностной расчет сборочной единицы при действии инерциальных и конструкционных нагрузок.

Индивидуальное задание по теме «Использование пакета ANSYS для проведения тепловых расчетов деталей, узлов, конструкций двигателей летательных аппаратов» выполняется в течение третьего семестра. Студент изучает конструкцию и работу полученной сборочной единицы, по мере изучения материала оценивает температурные нагрузки действующие на сборочную единицу. Далее студент создает геометрическую, конечно-элементную и расчетную модель сборочной единицы. Студент проводит тепловой расчет сборочной единицы при действии температурных нагрузок.

Защита работы проводится с каждым студентом индивидуально. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые темы индивидуальных заданий:

1. Проектирование твердотопливного ракетного двигателя с канально-щелевым зарядом и проведение прочностных и тепловых расчетов.
2. Проектирование твердотопливного ракетного двигателя с телескопическим зарядом и проведение прочностных и тепловых расчетов.
3. Проектирование твердотопливного ракетного двигателя с звездообразным зарядом и проведение прочностных и тепловых расчетов.
4. Проектирование твердотопливного ракетного двигателя с зарядом торцевого горения и проведение прочностных и тепловых расчетов.
5. Проектирование твердотопливного ракетного двигателя с зарядом, горящим только по каналу, и проведение прочностных и тепловых расчетов.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

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

В 1-ом и 2-ом семестре промежуточная аттестация проводится в виде зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий, лабораторных работ, а также при наличии положительной интегральной оценки по результатам текущего и рубежного контроля студента по данной дисциплине.

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных 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, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

Согласно РПД в 3-ем семестре промежуточная аттестация проводится в виде дифференцированного зачета по дисциплине комплексно (устно и с работой на ЭВМ) по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Интерфейс SolidWorks. Дерево построения, работа с деревом построения. Панель «Виды», управление видами (ориентация детали, разрез в окне вида, цвет детали/грани, фильтр выбора).

2. Создание чертежа детали. Главные виды, проекционные виды. Разрезы. Примечания, настройка отображения примечаний. Пустой вид разрезов. Выравнивание видов, свободное расположение видов. Конфигурации в чертеже.

3. Размеры чертежа. Проставление с сохранением параметризации. Перемещение размеров между видами, слоями. Настройка выносных линий, разрыв стрелок, наклон выносных линий. Выравнивание размеров.

4. Обобщенный закон Гука. Физико-механические свойства конструкционных материалов. Изотропные и анизотропные материалы.

5. Создание конечно-элементной сетки в ANSYS Workbench. Основные этапы создания сетки. Настройки размера и формы конечных элементов. Построение структурированной сетки.

Типовые практические задания для контроля приобретенных владений:

1. Построить модели деталей по чертежам.

2. Создать геометрическую модель для расчета по предоставленной схеме.

3. Построить расчетную сетку с заданными параметрами для предоставленной геометрической модели.

4. Провести расчет прочности детали в соответствии с предоставленной схемой нагружения и расчетной сеткой.

5. Провести тепловой расчет детали в соответствии с предоставленной схемой нагружения и расчетной сеткой.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета 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 дифференцированном зачете 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 дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.