

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

« 19 » сентября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Системы автоматизированного проектирования
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 252 (7)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
(код и наименование направления)

Направленность: Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты 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 моделирования рабочих процессов в энергетических установках двигателей летательных аппаратов.

Задачи дисциплины:

- изучение возможностей САПР и возможности их применения для моделирования рабочих процессов в энергетических установках двигателей летательных аппаратов;
- изучение методов математического моделирования и инженерного анализа с помощью современных САПР;
- формирование умения решать инженерные задачи с применением программных систем компьютерного моделирования и компьютерного инжиниринга (CAE-систем) для проведения прочностных и тепловых расчетов;
- формирование навыков применения современных численных методов и построения физико-математических и компьютерных моделей для решения задач прикладной механики с применением программных систем компьютерного инжиниринга.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

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
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает основные разновидности современных САПР, возможности их применения при проектировании деталей и узлов авиационных и ракетных двигателей	Знает терминологию в области цифровой экономики и цифровых технологий, стандартные пакеты прикладных программ; требования к информационной безопасности при решении задач профессиональной деятельности	Контрольная работа

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-2ОПК-2	Умеет проводить инженерный анализ, прочностные и тепловые расчеты с использованием современных САПР	Умеет аргументировано выбирать и использовать современные информационные технологии, выполнять трудовые действия с использованием информационных технологий, соблюдать требования информационной безопасности при решении задач профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет навыками создания расчетных моделей и проведения прочностных и тепловых расчетов	Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности (выделять смысловые конструкции для понимания всего текста, объяснять принципы работы описываемых информационных технологий), навыками использования информационных технологий и соблюдения требований информационной безопасности при решении задач профессиональной деятельности	Курсовая работа
ПКО-4	ИД-1ПКО-4	Знает принципы разработки конструкторской документации в современных пакетах автоматизированного проектирования; принципы и методы построения математических моделей для проведения прочностных и тепловых расчетов	Знает порядок и документацию, регламентирующую этапы разработки конструкторской документации для создания (модернизации) двигателей летательных аппаратов и их элементов	Контрольная работа
ПКО-4	ИД-2ПКО-4	Умеет использовать современные САПР для построения	Умеет разрабатывать конструкторскую документацию на создание	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		твердотельных моделей и разработки конструкторской документации деталей и узлов авиационных и ракетных двигателей	(модернизацию) двигателей летательных аппаратов и их элементов	
ПКО-4	ИД-3ПКО-4	Владеет современными САПР для решения задач разработки конструкторской документации деталей авиационных и ракетных двигателей	Владеет навыками разработки конструкторской документации для создания (модернизации) двигателей летательных аппаратов и их элементов с использованием современных компьютерных технологий	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	90	54	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	64	32	32
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	54	72
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет	9		9
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	252	144	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
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Использование современных компьютерных технологий при проведении расчетов на прочность и устойчивость	18	32	0	54
<p>Введение.</p> <p>Назначение комплектация и основные возможности пакета. Основные этапы решения задачи в ANSYS. Место конечно-элементного анализа при проектировании. Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ). Интерполяция искомой функции с помощью функции формы. Основные уравнения МКЭ при решении задач строительной механики. Граничные и начальные условия. Решение уравнений МКЭ. Анализ результатов решения. Реализация МКЭ в пакете ANSYS. Сравнение ANSYS APDL и ANSYS Workbench.</p> <p>Тема 1. Основы прикладной теории упругости. Соотношения между напряжениями и деформациями. Общие уравнения теории упругости. Теории прочности. Энергетическая теория прочности. Физико-механические свойства материалов.</p> <p>Тема 2. Основы работы в ANSYS Workbench. Графический интерфейс Workbench. Работа с проектом в Workbench. Подготовка геометрических моделей. Создание плоских и объемных моделей. Управление материалами и их свойствами. Генерация конечно-элементной сетки. Основные формы и типы конечных элементов. Порядок разбиения сетки и настройки сеточного генератора. Рекомендации построения сеток для различных задач. Виды нагрузок и граничных условий. Настройка решателя.</p> <p>Тема 3. Особенности построения стержневых, балочных, оболочечных моделей в ANSYS. Расчет прочности стержней, балок и ферменных конструкций. Решение прочностных задач в двумерной постановке. Аналитическое решение прогиба пластины. Особенности расчета прогиба пластин в ANSYS. Влияние закреплений на прогиб пластины. Расчеты оболочек в ANSYS в плоской, осесимметричной и трехмерной постановках.</p> <p>Тема 4. Устойчивость конструкции. Понятие устойчивости. Критические нагрузки. Устойчивость пластин и оболочек. Особенности расчетов на устойчивость в ANSYS.</p> <p>Тема 5. Динамический анализ конструкций. Понятие динамического анализа. Особенности динамического нагружения конструкций. Гармонический анализ. Модальный анализ. Анализ переходных процессов. Особенности определения</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
собственных частот колебаний конструкции в ANSYS с помощью гармонического и модального анализа. Тема 6. 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.				
ИТОГО по 5-му семестру	18	32	0	54
6-й семестр				
Использование современных компьютерных технологий при проведении тепловых расчетов	0	32	0	72
Введение. Виды теплового анализа. Тема 7. 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 8. 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 9. Излучение. Решение задач лучистого теплообмена. Решение двумерной стационарной задачи лучистого теплообмена. Тема 10. Решение задач термоупругости. Методика решения задач термоупругости.				
ИТОГО по 6-му семестру	0	32	0	72
ИТОГО по дисциплине	18	64	0	126

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Расчет напряженно-деформированного состояния уголкового кронштейна в ANSYS APDL.
2	Расчет напряженно-деформированного состояния уголкового кронштейна в ANSYS Workbench.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
3	Построение конечно-элементной сетки в ANSYS Workbench.
4	Расчет ферменных конструкций с использованием ANSYS APDL и ANSYS Workbench.
5	Расчет прочности пластин с использованием ANSYS APDL и ANSYS Workbench.
6	Расчет прочности оболочек с использованием ANSYS APDL и ANSYS Workbench.
7	Расчет устойчивости конструкций с использованием ANSYS APDL и ANSYS Workbench.
8	Гармонический анализ конструкции с использованием ANSYS APDL и ANSYS Workbench.
9	Модальный анализ конструкции с использованием ANSYS APDL и ANSYS Workbench.
10	Анализ переходных процессов.
11	Решение задачи Герца в Ansys Workbench.
12	Проведение стационарного теплового анализа конструкции.
13	Проведение нестационарного теплового анализа конструкции.
14	Решение двумерной задачи лучистого теплообмена.
15	Решение задачи термоупругости.

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Расчет напряженно-деформированного проточной части компрессора.
2	Определение критических частот вращения роторной системы.
3	Нестационарный тепловой анализ конструкции.

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, 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 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	Басов К. А. ANSYS : справочник пользователя. Москва : ДМК Пресс, 2018. 639 с. 52 усл. печ. л.	5
2	Каплун А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М. А. ANSYS в руках инженера : практическое руководство. Москва : Едиториал УРСС, 2003. 270 с.	14
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Котов А. Г. САПР изделий из композиционных материалов. Моделирование процессов деформирования и разрушения в среде ANSYS : учебное пособие. Пермь : ПГТУ, 2008. 350 с.	122
2	Чигарев А. В., Кравчук А. С., Смалюк А. Ф. ANSYS для инженеров : справочное пособие. Москва : Машиностроение, 2004. 511 с.	42
3	Шингель Л. П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач прочностного анализа с использованием пакета программ ANSYS 12.1 : учебно-методическое пособие. Пермь : ПНИПУ, 2015. 52 с. 3,5 усл. печ. л.	20
4	Янишевская А.Г., Пергун И.Н. Использование программного комплекса ANSYS при расчетах тепловых процессов в машиностроении : учебное пособие. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2001. 95 с.	2
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	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.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2826	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Чигарев А. В. ANSYS для инженеров : справочное пособие / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. - Москва: Машиностроение, 2004.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2374	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Шингель Л. П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач с использованием пакета программ ANSYS : учебно-методическое пособие / Л. П. Шингель. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2934	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Басов К. А. ANSYS : справочник пользователя / К. А. Басов. - Москва: ДМК Пресс, 2005.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2514	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Басов К. А. ANSYS в примерах и задачах : [совместная работа в системах САД и ANSYS] / К. А. Басов. - Москва: КомпьютерПресс, 2002.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2371	сеть Интернет; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)

Вид ПО	Наименование ПО
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	NX Academic Perpetual License Core +CAD +CAE +CAM (договор №P/43469-02-ПНИПУ от 03.12.2015)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	SOLIDWORKS Education Edition (дог.№ L271113-83M от 27.10.2013 каф.РКТЭС АКФ)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Компас-3D V14, ПНИПУ 2013 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/
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/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Компьютеры	12
Лабораторная работа	Компьютеры	12
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	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
«Системы автоматизированного проектирования»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Специальность:	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация программы специалитета	Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты двигателей летательных аппаратов
Квалификация выпускника:	специалист
Выпускающая кафедра:	Ракетно-космическая техника и энергетические системы
Форма обучения:	очная

Курс: 3

Семестры: 5,6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 7 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 252 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 5 семестр
Зачет: 6 семестр
Курсовая работа 6 семестр

Пермь, 2023 г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Системы автоматизированного проектирования». 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 двух семестров (5-го и 6-го семестров учебного плана) и разбито на 6 модулей. В 1-ом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. Во 2-ом модуле – лабораторные занятия и самостоятельная работа студентов над закреплением материала и над курсовым проектом. 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 индивидуальным заданиям, экзамена в 5-ом семестре и зачета в 6-ом семестре. 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	Т/КР	ИЗ	Зачет	Экзамен
Усвоенные знания						
ИД-1ОПК-2 Знает основные разновидности современных САПР, возможности их применения при проектировании деталей и узлов авиационных и ракетных двигателей.	ТО				ТВ	ТВ
ИД-1ПК-4 Знает принципы и методы построения расчетных и математических моделей для проведения прочностных и тепловых расчетов при создании (модернизации) двигателей летательных аппаратов и их элементов.	ТО		КР1-КР3		ТВ	ТВ
Освоенные умения						
ИД-2ОПК-2 Умеет проводить инженерный анализ, прочностные и тепловые расчеты с использованием современных САПР.		ОЛР1-ОЛР15			ПЗ	ПЗ

ИД-2ПК-4 Умеет использовать современные САПР для построения твердотельных моделей и проведения прочностных и тепловых расчетов при создании (модернизацию) двигателей летательных аппаратов и их элементов.		ОЛР1- ОЛР15		ИЗ		ПЗ
Приобретенные владения						
ИД-3ПК-2 Владеет навыками создания расчетных моделей и проведения прочностных и тепловых расчетов.		ОЛР1- ОЛР15			ПЗ	ПЗ
ИД-3ПК-4 Владеет навыками проведения прочностных и тепловых расчетов при создании (модернизации) двигателей летательных аппаратов и их элементов с использованием современных компьютерных технологий.		ОЛР1- ОЛР15			ПЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ИЗ – индивидуальное задание; ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине в 5-ом семестре является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине в 6-ом семестре является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля, а также дифференцированная оценка по итогам защиты курсовой работы.

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.

2.2. Рубежный контроль

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

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 15 лабораторных работ. 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.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Использование современных компьютерных технологий при проведении расчетов на прочность и устойчивость», вторая КР – по модулю 2 «Использование современных компьютерных технологий при проведении тепловых расчетов».

Типовые задания первой КР:

1. Основные уравнения МКЭ при решении задач строительной механики.
2. Основные уравнения теории упругости.
3. Рекомендации построения сеток для различных задач.
4. Аналитическое решение прогиба пластины.
5. Особенности расчетов на устойчивость в ANSYS.
6. Особенности динамического нагружения конструкций.
7. Модели контакта реализованные в ANSYS.

Типовые задания второй КР:

1. Виды теплового анализа.
2. Алгоритм проведения стационарного теплового анализа.
3. Алгоритм проведения нестационарного теплового анализа.
4. Алгоритм решения задачи лучистого теплообмена.
5. Методика решения задач термоупругости.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Защита индивидуальных заданий

Индивидуальные задания по одному на каждого студента запланированы для модулей 1 и 2 по темам «Динамический анализ конструкций» и «Нестационарный тепловой анализ». Защита работы проводится с каждым студентом индивидуально. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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.

Согласно РПД в 5-м семестре промежуточная аттестация проводится в виде экзамена 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.

В 6-м семестре промежуточная аттестация проводится в виде зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения индивидуального задания, 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.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Основные уравнения МКЭ при решении задач строительной механики.
2. Основные уравнения теории упругости.
3. Рекомендации построения сеток для различных задач.
4. Аналитическое решение прогиба пластины.
5. Особенности расчетов на устойчивость в ANSYS.
6. Особенности динамического нагружения конструкций.
7. Модели контакта реализованные в ANSYS.
8. Виды теплового анализа.
9. Алгоритм проведения стационарного теплового анализа.
10. Алгоритм проведения нестационарного теплового анализа.
11. Алгоритм решения задачи лучистого теплообмена.
12. Методика решения задач термоупругости.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений и владений:

1. Создать геометрическую модель для расчета по предоставленной схеме.
2. Построить расчетную сетку с заданными параметрами для предоставленной геометрической модели.
3. Провести расчет прочности детали в соответствии с предоставленной схемой нагружения и расчетной сеткой.
4. Провести модальный анализ конструкции.
5. Провести гармонический анализ конструкции.
6. Провести стационарный тепловой анализ в соответствии с предоставленным заданием и расчетной сеткой.
7. Провести нестационарный тепловой анализ в соответствии с предоставленным заданием и расчетной сеткой.

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

2.3.2. 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 дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы специалитета.

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.