

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

« 03 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Программные комплексы инженерного анализа механических систем
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы
(код и наименование направления)

Направленность: Наноматериалы (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с основами работы в современных пакетах прикладных программ для инженерных расчетов.

Задачи дисциплины:

- Овладение основными приемами создания геометрической модели поставленной задачи;
- Получение навыков построения конечно-элементной сетки и управления вычислительным процессом;
- Изучение основных методов и принципов обработки результатов расчета;
- Овладение встроенным языком программирования APDL.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Методы построения трехмерных твердотельных аналогов виртуальных объектов;
- Программный пакет ANSYS Mechanical APDL.

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
ПК-1.4	ИД-1ПК-1.4	Знать классификацию и свойства элементов твердотельных моделей в системах конечноэлементного анализа.	Знает основные методы исследования свойств материалов и процессов их обработки и переработки, методы анализа, систематизации, представления и обобщения данных путем применения комплекса методов при решении конкретных задач, возможности инженерных программных комплексов в области оценки состояния технических объектов;	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	Уметь создавать и регулировать параметры дискретного аналога в ANSYS Mechanical APDL, осуществлять нагружение рассматриваемого объекта, проводить расчет с применением встроенных численных алгоритмов и анализировать его результаты.	Умеет использовать методы моделирования и разработки технологических процессов формирования неоднородных наноструктурированных материалов, реализовывать алгоритмы пакетов прикладных вычислительных программах;	Защита лабораторной работы
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	Владеть практическими приемами приемами математического и компьютерного моделирования виртуальных визуальных аналогов реальных технических объектов.	Владеет навыками использования методов синтеза структуры, численного моделирования, механического поведения и прогнозирования эффективных свойств конструкционных материалов;	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	88	88	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	36	
- лабораторные работы (ЛР)	48	48	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	92	92	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

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
7-й семестр				
Обзор возможностей программы. Начало работы в пакете ANSYS.	4	0	0	13
Интерфейс пользователя: методы ввода инструкций. Меню утилит. Главное меню. Окно ввода. Графическое окно. Линейка инструментов. Панель диалога. Возможности модуля Power Graphics. База данных. Основные процессоры ANSYS. Семейство ANSYS-программ: Многоцелевая программа ANSYS/Multiphysics. ANSYS/ Mechanical, ANSYS/ Structural, ANSYS/PrepPost, ANSYS/FLOTRAN, ANSYS/Emag, ANSYS/LS-DYNA. Препроцессорная подготовка: твердотельное моделирование, непосредственное создание модели. Основные графические примитивы. Построение сетки: использование экструзии, создание упорядоченной сетки, создание произвольной сетки, адаптивное разбиение. Получение решения (SOLVING): задание вида анализа и его опций, нагрузок и шага решения, запуск на счет. Методы решения уравнений: фронтальный решатель, PowerSolver, метод сопряженных градиентов Якоби, Холецкого. Постпроцессорная обработка: постпроцессор общего назначения, постпроцессор истории нагружения. Состав программной группы и функции рабочих файлов. Предварительная настройка параметров среды с помощью INTERACTIVE. Основные группы и типы файлов. Команды ввода-вывода.				
Моделирование и решение задач. Твердотельное моделирование	6	6	0	18
Этапы создания модели. Системы координат: глобальная, локальные, активная, СК рабочего поля, дисплейная, постпроцессорная. Системы координат узлов и элементов. Создание и изменение вспомогательных СК. Настройка, изменение положения и ориентации рабочего поля. Построение геометрии методом «снизу-вверх». Иерархия геометрических объектов. Основные команды создания, удаления и модификации ключевых точек, линий, областей, объемов. Булевы операции: объединение, исключение, разделение над геометрическими объектами.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Построение конечно-элементной сетки.	7	15	0	28
Атрибуты элементов: тип, материал, геометрические характеристики, система координат. Назначение и изменение атрибутов. Установка параметров сетки: форма элементов, выбор размера, параметры автоматического сгущения. Команды нанесения плоской и объемных сеток, проверки качества и модификации. Терминология, выбор и выделение, основные виды выделения и группировки. Создание компонентов (Components) и сборок (Assemblies).				
Приложение внешних нагрузок.	4	9	0	12
Терминология для различных типов анализа. Типы нагружения: ограниченные степени свободы, сосредоточенные силы, поверхностные и объемные нагрузки, инерционные нагрузки, связанное нагружение. Способы приложения. Понятие о шагах нагружения (Load Steps). Команды генерирования и модификации граничных условий. Особенности приложения распределенных усилий, не нормальных к поверхности. Специальные поверхностные элементы. Зависимость от координат и номеров узлов. Связанные нагрузки. Обмен данными между различными типами анализа				
Настройка вычислительного процесса. Расчет.	5	6	0	9
Параметры шагов нагружения: основные опции, некоторые настройки динамического и нелинейного анализов. Регулирование параметров выходных данных. Типы решателей. Методы управления многошаговым процессом: создание файлов шагов нагружения, метод таблиц. Возобновление прерванных вычислений.				
Постпроцессорная обработка результатов. Основы программирования на APDL. Некоторые виды нелинейного анализа	10	12	0	12
Главный постпроцессор. Загрузка выходных данных и команды доступа к ним. Элементные таблицы: активизация, математические операции, преобразование в массив, удаление. Использование "вариантов нагружения". Операции над данными по пути слежения. Основные команды графического отображения результатов. Постпроцессор времениистории нагружения. Загрузка выходных данных и команды доступа к ним. Таблицы данных по времени: активизация, математические операции, преобразование в массив, удаление. Типы переменных. Обработка				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
массивов. Присваивание, команда *GET. Операторы цикла, условный оператор, безусловный переход. Ввод-вывод в текстовые файлы. Контактные термоупругие задачи. Би- и мультилинейная пластичность. Вязкоупругость. Ползучесть.				
ИТОГО по 7-му семестру	36	48	0	92
ИТОГО по дисциплине	36	48	0	92

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Построение геометрической модели сверху-вниз.
2	Создание модели с помощью булевых операций.
3	Построение сеточной модели. Назначение опций сеточного генератора и управление процессом построения сетки.
4	Применение балочных элементов для расчета ферм.
5	Расчет рам.
6	Определение геометрических характеристик поперечных сечений.
7	Статический анализ уголкового кронштейна.
8	Применение р-элементов для расчета пластины с отверстием.
9	Решение задачи Ламе.
10	Анализ напряженно-деформированного вала, нагруженного однонаправленным поверхностным давлением.
11	Моделирование контактного взаимодействия двух сфер.
12	Моделирование изгиба металлической линейки в кольцо.
13	Упругопластический изгиб консольной балки.
14	Вычисление эффективных параметров волокнистого композита.
15	Использование деактивации элементов для моделирования разрушения трубы с начальным дефектом.
16	Моделирование деформирования образца с центральной трещиной.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление 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.

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, 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	Котов А. Г. САПР изделий из композиционных материалов. Моделирование процессов деформирования и разрушения в среде ANSYS : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 350 с.	123
2	Чигарев А. В., Кравчук А. С., Смалюк А. Ф. ANSYS для инженеров : справочное пособие. Москва : Машиностроение, 2004. 511 с.	43
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

1	Каплун А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М. А. ANSYS в руках инженера : практическое руководство. 2-е изд., испр. Москва : УРСС, 2004. 270 с.	24
2	Шингель Л. П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач с использованием пакета программ ANSYS : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2009. 31 с.	16
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)
Основная 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	локальная сеть; свободный доступ
Основная 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	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	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

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
Лабораторная работа	Компьютер	12
Лекция	Ноутбук	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»**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

(фонд оценочных средств)

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

«Программные комплексы инженерного анализа механических систем»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	28.03.03 Наноматериалы
Направленность (профиль) образовательной программы:	Информационные технологии механики и наноматериаловедения
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Экспериментальная механика и конструкционное материаловедение
Форма обучения:	Очная
Форма промежуточной аттестации:	Экзамен

Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливаются 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 (1-го семестра учебного плана) и разбито на 6 учебных модулей. В каждом модуле 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, освоенных 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		Промежуточный / рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР/ КИЗ		Экзамен
Усвоенные знания						
З.1 знать классификацию и свойства элементов твердотельных моделей в системах конечно-элементного анализа		ТО		КР 1-2		ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь создавать и регулировать параметры дискретного аналога в ANSYS Mechanical APDL, осуществлять нагружение рассматриваемого объекта, уметь проводить расчет с применением встроенных численных алгоритмов и анализировать его результаты			ОЛР 1-16	КР 1-2		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть практическими приемами математического и компьютерного моделирования виртуальных визуальных аналогов реальных технических объектов			ОЛР 1-16			КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КИЗ – комплексное индивидуальное задание на самостоятельную работу; КЗ – комплексное задание экзамена.

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

1. 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 бланчного 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 собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 5-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Промежуточный и рубежный контроль

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

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 16 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 5 «Настройка вычислительного процесса. Расчет», вторая КР – по модулю 6 «Постпроцессорная обработка результатов. Основы программирования на APDL. Некоторые виды нелинейного анализа».

Типовые задания первой КР:

1. Статический анализ пластины с концентратором.
2. Применение балочных элементов для расчета ферм.

Типовые задания второй КР:

1. Расчет сжатых стержней на устойчивость.
2. Моделирование процесса разрушения с помощью деактивации конечных элементов.

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

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине 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, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Этапы решения задачи в ANSYS.
2. Типы объёмных конечных элементов. Реализация в ANSYS.
3. Осесимметричные конечные элементы. Реализация в ANSYS.
4. Приведение распределённых нагрузок к узловым.
5. Плоское напряжённое и плоское деформированное состояния.

Типовые практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Определить величину коэффициента концентрации напряжений вблизи отверстия.
2. Определить геометрические характеристики поперечных сечений.
3. Задать свойства трансверсально-изотропного материала в окне описания ортотропного материала для плоскости изотропии xu .

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных умений и владений.

Перечень типовых комплексных заданий для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *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 экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 5-ти 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 и 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, промежуточного и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 5-ти 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.

Приложение 1.

Типовые комплексные задания для проверки умений и владений

Задание № __.

Проверяемые результаты обучения: y1; в1

Задание. Внимательно прочитайте текст задания и выполните расчет средствами ANSYS Mechanical APDL.

Критерии оценки заданий

Оценка «пять» ставится, если обучающийся понимает суть задания, правильно определил путь решения, сумел проанализировать полученные результаты.

Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть задания, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.

Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в задаче, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения задачи.

Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной задачи, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.

Задание 1. Оценить прочность цилиндрической оболочки, нагруженной внутренним давлением, полученной методом намотки однонаправленного стеклопластикового ровинга на оправу. Длина оболочки 500мм, радиус срединной поверхности 50мм, число слоев 6, толщина одного слоя 0.35мм, схема армирования $90^{\circ}/70^{\circ}/-70^{\circ}/45^{\circ}/-45^{\circ}/90^{\circ}$, давление 2 МПа.

Задание 2. Определить опорные реакции и усилия в стержнях фермы, показанной на рисунке 1, вместе с действующими в узлах силами.

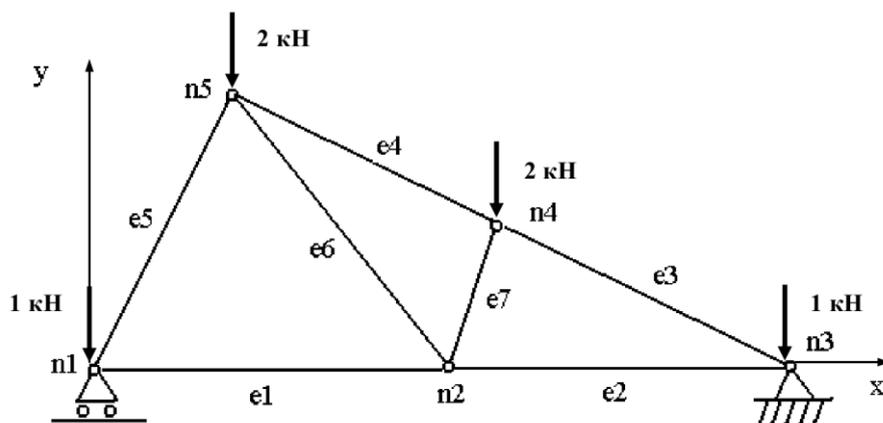


Рисунок 1. Расчетная схема конструкции.