

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 22 » апреля 20\_\_ г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_  
Современные математические пакеты в электротехнике  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_  
очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_  
бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_  
108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_  
Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)  
\_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - получение информации о системах, позволяющих осуществить инженерные расчеты, анализ, моделирование и оптимизацию проектных решений. Изучение существующих систем компьютерного моделирования с целью использования в дальнейшей работе. Использование современных САЕ-продуктов (Computer-aided engineering, программы и программные пакеты, предназначенные для решения различных инженерных задач) при автоматизированном проектировании элементов кабельного производства.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение принципов моделирования технологических процессов кабельного производства с применением современных САЕ-систем;
- формирование умения работы с конечно-элементным программным комплексом ANSYS;
- формирование навыков применения методов и приемов численного анализа к объектам профессиональной деятельности.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- элементы графической среды пакета ANSYS;
- способы приведения реального технологического процесса к счетной модели;
- навыки применения математического аппарата и информационных технологий для проведения необходимых исследований;
- методы построения математических моделей физических процессов;
- способы проверки адекватности математических моделей процессов и их численной реализации;
- навыки работы в среде САЕ-моделирования.

### 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-1.2	ИД-1ПК-1.2	Студент знает задачи и методы проектирования, методы оптимизации технических объектов в системах автоматизированного проектирования, функции и структуры систем генерации конечно-элементной модели проектируемого изделия	Знает физико-математические основы теории электромагнитного поля, переработки полимеров, основы теории автоматического управления, теплопередачи, математические основы статистики и численных методов	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Студент умеет сформулировать задачу и определить направление поиска решения, моделировать сложные объекты в поверхностном и твердотельном виде, создать конечно-элементную модель проектируемого изделия, осуществить методами САЕ системы проектировочные, проверочные расчеты объектов кабельного производства.	Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Студент владеет основными навыками работы в САЕ-системах.	Владеет навыками анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию

### 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:	45	45
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	9	9
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачет		
Зачет	9	9
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	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
7-й семестр				
Структура ANSYS. Модуль Steady-State Thermal для проведения стационарного теплового анализа	2	0	9	20
<p>Тема 1. ANSYS программа конечно-элементного анализа общего назначения. Этапы создания и развития программы ANSYS, альтернативные программы, ANSYS как законченная среда, включающая в себя твердотельное моделирование, препроцессирование, решение, пост-процессирование, графическое отображение результатов, возможность оптимизации проекта.</p> <p>Тема 2. Проведение стационарного теплового анализа при помощи модуля Steady-State Thermal. Стационарная теплопередача. Контактная теплопроводность. Задачи теплового анализа, стационарная теплопередача, матрица узловых температур, допущения, физическая модель, закон теплопроводности Фурье, анализ теплопередачи, физический фильтр, геометрические модели, свойства материалов при тепловом анализе, модель и типы контакта, тепловой поток.</p> <p>Тема 3. Тепловой анализ. Тепловые нагрузки и граничные условия.</p> <p>Тема 4. Конвекция. Коэффициент теплопередачи. Для поверхностей, или в ребрах для двумерных моделей, коэффициент теплоотдачи, температурно-зависимая конвекция, внешние данные.</p> <p>Тема 5. Расчет температурных полей и тепловых напряжений. Опции и установки решателя. Расчет температурных полей, расчет тепловых напряжений. Результаты и постпроцессинг.</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
Модуль Static Structural для проведения статического конструкционного анализа	2	0	8	10
Тема 6. Проведение статического конструкционного анализа при помощи модуля Static Structural. Решение задачи о напряженно-деформированных состояниях. Основные шаги конструкционного анализа. Типы анализа. Анализ «Stress Branch» (расчет напряжений). «Verify Materials» (изменить материалы). Вкладка «Engineering Data» (свойства материалов). Тема 7. Конструкционный анализ элемента теплотехнического аппарата. Нахождение напряжения, деформации и запаса прочности элементов конструкции теплотехнического аппарата. Допущения физической модели. Тип закрепления без трения (frictionless support). Контроль величины смещений.				
Модуль CFX для проведения гидрогазодинамического анализа	3	0	8	21
Тема 8. Проведение гидрогазодинамического анализа при помощи модуля Fluid Flow CFX. Знакомство с основными возможностями технологии ANSYS CFD на примере метода конечных объемов в рамках гидрогазодинамического анализа теплообменных элементов в программе ANSYS CFX. Технология ANSYS CFD и известные программные продукты ANSYS CFX и ANSYS FLUENT. Тема 9. Модели турбулентности. Модели вихревой вязкости. Модели напряжения Рейнольдса. Тема 10. Специализированные модули. Тема 11. Проведение гидродинамического анализа. Тема 12. Проведение газодинамического анализа.				
Междисциплинарные расчеты. Вспомогательные инструменты и средства ANSYS	2	0	9	12
Тема 13. Технология движущихся сеток. Моделирование с учетом движения, деформации сеток. Концепция связанных расчетов типа «газовая динамика-прочность» или «теплообмен-прочность». Тема 14. Препроцессорная подготовка к расчету. Создание сетки из конечных элементов для твердых тел, поверхностных тел, одномерных тел. Трансляция геометрической модели, состоящей из одного геометрического объекта, соединение в одной детали нескольких разнородных геометрических объектов, задание свойств материалов, контактные элементы и поверхности, визуализация контактов, генерация сетки, плотность сетки, локальное изменение плотности сетки, гексагональная сетка.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 15. Постпроцессинговая обработка результатов. Обработка результатов при помощи средств постпроцессора CFX-Post. Заключение.				
ИТОГО по 7-му семестру	9	0	34	63
ИТОГО по дисциплине	9	0	34	63

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Применение модуля Steady-State Thermal для стационарного (установившегося) теплового анализа элементов конструкции кабеля.
2	Применение модуля Steady-State Thermal для анализа процессов конвекции, процессов излучения. Определение коэффициентов теплопередачи.
3	Применение модуля Static Structural для проведения статического конструкционного анализа элементов конструкции кабеля.
4	Применение модуля Static Structural для нахождения напряжений, деформации и запаса прочности элементов конструкции кабеля.
5	Моделирование с учетом деформации сеток на примере связанных расчетов типа «газовая динамика-прочность».
6	Моделирование с учетом деформации сеток на примере связанных расчетов типа «теплообмен-прочность».

## 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.

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

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

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям.
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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Берлинер Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: ФОРУМ, 2011.	3
2	Шингель Л. П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач с использованием пакета программ ANSYS : учебно-методическое пособие / Л. П. Шингель. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	21
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Басов К. А. ANSYS для конструкторов / К. А. Басов. - М.: ДМК Пресс, 2009.	5
2	Моделирование и виртуальное прототипирование : учебное пособие для вузов / И. И. Косенко [и др.]. - Москва: Альфа-М, Уником Сервис, ИНФРА-М, 2012.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Кабель-news : информационно-аналитический и научно-технический журнал / Кабель. - Москва: Кабель, 2008 - .	
2	Телекоммуникации : научно-технический, информационно-аналитический и учебно-методический журнал / Наука и технологии. - Москва: Наука и технологии, 2000 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	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	Системы автоматизированного проектирования. Решение задач с использованием пакета программ ANSYS	<a href="http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=484">http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=484</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=749">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=749</a>	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 8.1 (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
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS ( лиц. 444632 ЦВВС)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор	1



Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	ПК	15

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Современные математические пакеты в электротехнике»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

Направление подготовки:	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Конструирование и технологии в электротехнике
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Конструирование и технологии в электротехнике
Форма обучения:	Очная

Курс: 4 Семестр: 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачёт: 7 семестр.

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

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и 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, выполнении практических заданий и сдаче зачета. 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		Итоговый
	ТТ	ОПР	РКР	Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>				
3.1. знать возможности модуля Steady-State Thermal для проведения стационарного теплового анализа	ТТ1			ТВ
3.2. знать возможности модуля Static Structural для проведения статического конструкционного анализа	ТТ2			ТВ
3.3. знать возможности модуля CFX для проведения гидрогазодинамического анализа	ТТ3			ТВ
3.4. знать возможности проведения межрасчетов	ТТ4			ТВ
3.5. знать вспомогательные инструменты и средства ANSYS	ТТ5			ТВ
<b>Освоенные умения</b>				
У.1. уметь применять модуль Steady-State Thermal для стационарного (установившегося) теплового анализа элементов конструкции кабеля и для анализа процессов конвекции, излучения		ОПР1	РКР1	ПЗ
У.2. уметь применять модуль Static Structural для проведения статического конструкционного анализа, нахождения напряжений, деформации и запаса прочности элементов конструкции кабеля		ОПР2-3	РКР1	ПЗ
У.3. уметь создавать модели с учетом деформации сеток для расчетов типа «газовая динамика-прочность»		ОПР4-5	РКР2	ПЗ
У.4. уметь создавать модели с учетом деформации сеток для расчетов типа «теплообмен-прочность»		ОПР6	РКР2	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>				
В.1. владеть методикой расчета теплового поля кабеля в стационарном режиме, с учетом конвективного теплообмена и излучения		ОПР1	РКР1	КЗ
В.2. владеть методикой прочностного расчета конструкции кабеля		ОПР2	РКР1	КЗ
В.3. владеть приемами расчета гидрогазодинамики и теплообмен для свободной конвекции		ОПР3	РКР2	КЗ
В.4. владеть методикой использования деформируемой сетки на границе жидкой и газообразной сред		ОПР4-5	РКР2	КЗ
В.5. владеть приемами визуализации результатов конечно-элементного анализа		ОПР6	РКР2	КЗ

*ТТ – текущее тестирование на лекционных занятиях; ОПР – отчет о практической работе; РКР – рубежная контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде 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 тестирования студентов проводится по мере изучения тем. 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, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов к практическим работам и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### 2.2.1. Защита отчетов к практическим работам

Всего запланировано 6 практических работ. Типовые темы работ приведены в РПД.

Выполнение и защита отчета к практической работе проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Критерии и шкала оценивания уровня освоения компетенций на практической работе

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного материала
знания	умения		
5	5	Максимальный уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>

4	4	Средний уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

Результаты защиты отчетов к практическим работам по 4-балльной шкале оценивания знаний и умений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая РКР1 по модулю 1 «Основы САЕ-моделирования», вторая РКР2 – по модулю 2 «Дополнительные сведения о возможностях САЕ-систем».

#### **Типовые задания РКР1:**

1. Перечислить и охарактеризовать основные адиабатические и тепловые граничные условия.
2. Температурные поля, плотность теплового потока, скорость обратного теплового потока.

#### **Типовые задания РКР2:**

1. Объяснить принципы реализации концепции связанных расчетов на основе комплексов ANSYS (прочностной анализ и CFX).
2. Описать основные этапы препроцессорной подготовки к расчету: выбор расчетных параметров.

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Критерии и шкала оценивания уровня освоения компетенций на контрольной работе

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного модуля
знания	умения		
5	5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в</i>

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного модуля
знания	умения		
			<i>оформлении отчета по контрольной работе.</i>
3	3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.</i>
2	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

### 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 и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### 2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Зачет по дисциплине основывается на результатах текущего и рубежного контроля выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

**Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета:**

- интегральная оценка за знание по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля;
- интегральная оценка за умение по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля;
- интегральная оценка за владение по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля.

Полученные интегральные оценки за образовательные результаты заносятся в оценочный лист, форма которого приведена в виде табл. 2.3.

Таблица 2.3. Форма и пример оценочного листа уровня сформированности компетенций

Оценка уровня сформированности компетенций			Средняя оценка уровня сформированности компетенций	Итоговая оценка
Знания	Умения	Владения		
5	4	5	4.67	Зачтено
3	3	3	3.0	Зачтено
3	4	3	3.33	Зачтено
2	3	3	2.67	Незачтено

4	4	2	3.33	Незачтено
---	---	---	------	-----------

По первым 3-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным ниже критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированности заявленных компетенций.

**Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета:**

- «Зачтено» – средняя оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.
- «Незачтено» – средняя оценка <3,0 или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях 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 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. Пример билета для зачета представлен в приложении 1.

#### **2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Перечислить основные этапы создания и развития программы ANSYS, назвать стандарты управления проектами.
2. Основные этапы компьютерного моделирования физических процессов.
3. Типичные математические модели физических процессов; математическая физика и компьютерное моделирование.
4. Решение задач различного типа методом Галеркина.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Описать алгоритм решения задачи в ANSYS.
2. Описать алгоритм генерации сетки.
3. Какие данные можно получить по результатам решения задачи теплопроводности в постпроцессоре ANSYS?

##### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Осуществить генерацию сетки узел в узел для сборки.
2. Запишите уравнение теплопроводности в дифференциальном виде для стационарного и нестационарного случая, а также оба этих уравнения в матричном виде.

#### **2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения при зачете**

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 зачета.

Шкала и критерии оценки результатов обучения при зачете для компонентов



знать, уметь и владеть приведены в таблицах 2.4 - 2.6

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.6. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

### 3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

#### 3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

Полученные интегральные оценки за образовательные результаты заносятся в оценочный лист, форма которого приведена в виде табл. 3.1.

Таблица 3.1. Форма и пример оценочного листа уровня сформированности компетенций

Оценка уровня сформированности компетенций			Средняя оценка уровня сформированности компетенций	Итоговая оценка
знания	умения	владения		
5	4	5	4.67	Зачтено
3	3	3	3.0	Зачтено
3	4	3	3.33	Зачтено
2	3	3	2.67	Незачтено
4	4	2	3.33	Незачтено

По первым 3-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным ниже критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированности заявленных компетенций.

#### 3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета:

- «Зачтено» – средняя оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.
- «Незачтено» – средняя оценка <3,0 или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

## Приложение 1. Пример билета для зачета



13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Конструирование и технологии в электротехнике  
Кафедра «Конструирование и технологии в электротехнике»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)

Дисциплина «Современные математические пакеты в электротехнике»

### БИЛЕТ № 1

1. Перечислить основные этапы создания и развития программы ANSYS, назвать стандарты управления проектами.
2. Описать алгоритм генерации сетки.
3. Осуществить генерацию сетки узел в узел для сборки.

Составитель

\_\_\_\_\_ (подпись)

А.В.Казаков

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (подпись)

Н.М.Труфанова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.