

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

« 23 » апреля 20\_\_ г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Переработка полимеров \_\_\_\_\_  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 144 (4) \_\_\_\_\_  
(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 «Переработка полимеров» – формирование теоретической базы в области производства кабелей с пластмассовой изоляцией, формирование знаний в области теории теплопереноса.

Задачи учебной дисциплины

формирование знаний

- теория переработки полимеров - литье под давлением, каландрование, экструзия;
- технология производства кабелей с пластмассовой изоляцией;
- физико-химических свойства полимерных изоляционных материалов;
- методы расчета и исследования параметров технологических режимов;

формирование умений

- анализ работы технологического изоляционного оборудования;

формирование навыков

- работа с интегрированными средами разработки аппаратных средств и прикладного программного обеспечения;
- обработка, анализ и представление результатов исследований процессов теплопереноса.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- технология получения кабелей и проводов с полимерной изоляцией;
- явления переноса;
- математические модели процесса экструзии при изготовлении кабелей;
- технология и математические модели процесса охлаждения изоляции;
- методы решения задач теплопереноса;
- физико-механические свойства полимерных изоляционных материалов;
- модели реологического поведения полимерных материалов

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Студент знает законы сохранения, математическое описание процессов переноса, реологические особенности полимеров; технологию производства кабелей с пластмассовой изоляцией; технологические основы экструзии изоляционных полимеров; конструктивные особенности прессов для производства кабелей с пластмассовой изоляцией; принципы работы экструзионного оборудования; классификацию полимерных материалов; терминологию, определения основных свойств и технологических характеристик, основы строения полимерных веществ, особенности подвижности полимерных макромолекул; физические состояния полимеров и закономерности деформационного и реологического поведения полимеров; технологические способы переработки электроизоляционных материалов.	Знает физико-математические основы теории электромагнитного поля, переработки полимеров, основы теории автоматического управления, теплопередачи, математические основы статистики и численных методов	Дифференцированный зачет
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Студент умеет формулировать задачи исследования, разрабатывать математические модели процессов тепломассообмена, обосновывать упрощающие предположения,	Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>обосновывать рациональные режимы процесса наложения пластмассовой изоляции, анализировать полученные результаты, рассчитывать параметры технологических режимов переработки термопластов на шнековых прессах, выбирать оптимальные способы переработки полимерных изоляционных материалов, использовать в практической деятельности экспериментальные факторы, результаты исследований, формулы, термины, введенные в данном курсе, прогнозировать изменение свойств диэлектрических материалов под влиянием внешних факторов, производить обоснованный выбор необходимых параметров технологических операций.</p>		
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	<p>Студент владеет опытом реализации математических моделей с помощью численных методов, навыками расчета основных параметров технологического режима экструзии, методом математического моделирования процессов теплопереноса, навыками измерения прочностных, вязкостных и теплофизических характеристик расплавов и растворов полимеров.</p>	<p>Владеет навыками анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Защита лабораторной работы</p>

### 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:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 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				
Введение	1	0	0	0
Цели, предмет и задачи курса «Переработка полимеров»; содержание дисциплины. Классификация способов наложения изоляционных материалов. Исторический путь развития экструзии. Характеристика технологического процесса наложения изоляции. Шнековые аппараты - как основные элементы технологической цепи. Классификация, сходство и различие пресс-машин, используемых для наложения различных изоляционных материалов. Библиографический список. Терминология.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Явления переноса	2	0	2	10
Прикладная наука о транспортных явлениях, рассматривающая перенос массы, количества движения, энергии. Характеристика и вывод основных соотношений теории переноса: закона сохранения количества движения, закона сохранения массы, закона сохранения энергии. Силы в сплошной среде. Тензор напряжения. Уравнения неразрывности, движения, энергии, их характеристика и физическая интерпретация. Тензоры деформаций, градиентов скоростей, скоростей деформаций, вращательный тензор.				
Реология полимеров	2	0	2	10
Теплофизические и реологические характеристики изоляционных материалов, их зависимость от различных факторов. Вязкость полимеров. Классификация полимерных материалов. Модели вязких жидкостей. Степенной закон, закон Керри. Температурная зависимость вязкости. Математические модели вязкоупругих полимеров. Релаксация напряжений, явление ползучести. Получение и анализ физических (реологических) законов для различных материалов. Вискозиметры. Экспериментальные способы определения вязкости. Реологические зависимости, полученные по экспериментальным данным.				
Математические модели течения	1	4	4	15
Виды и режимы течения. Общая система дифференциальных уравнений, описывающих течение движения в жидкой среде. Уравнения Навье-Стокса. Условия однозначности, граничные и начальные условия в процессах переработки полимерных материалов. Основные допущения о характере течения. Квазистационарность процессов. Условия реализации взаимодействия среды со стенками канала: прилипание, проскальзывание, «стик-слип».				
Наложение изоляции на провод и кабель	4	4	2	15
Разновидности головок, используемых для наложения изоляции. Геометрия и составляющие части кабельных головок. Анализ течение полимерного материала в кабельной головке. Параметры течения. Математические модели, описывающие течение полимера в канале кабельной головки. Методы реализации математических моделей. Влияние технологических и реологических параметров на толщину изоляции и ее качество. Инженерная методика и общий подход к расчету давления, расхода, толщины изоляции. Принципы				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
наложения многослойной изоляции на жилу. Конструкция кабельной головки. Подходы к решению задач тепломассообмена в каналах сложной геометрии.				
Теоретические основы экструзии изоляционных материалов	4	4	2	20
Характеристика схемы экструзионной линии для изолирования провода кабеля, Классификация и разновидности пресс-машин. Назначение экструдера, принцип работы. Критерии работы экструдера конструктивные особенности шнекового аппарата. Геометрия шнека. Влияние геометрии шнека на производительность машины, качество изоляции. Характеристика функциональных зон экструдера. Особенности движения материала в винтовом канале экструдера. Обоснование запускаящего предложения о характере движения. Теоретический анализ процессов движения и теплообмена материала в зоне загрузки. Трение - как основная движущая и нагнетающая сила механизма транспортировки. Вывод зависимости распределение давления по длине канала. Физическая природа процессов в зоне плавления экструдера. Теоретический анализ процессов тепломассообмена в условиях фазового перехода. Вывод определяющих соотношений. Характеристика зоны плавления, влияние геометрии, технологических и теплофизических факторов на длину зоны плавления, интенсивность плавления. Анализ работы зоны дозировки. Закономерности процессов течения в зоне. Расходно-напорные характеристики. Особенности и отличие процессов тепломассообмена в зоне дозирования.				
Теоретические основы процессов охлаждения изолированной жилы или оболочки кабеля	4	4	4	20
Способы охлаждения изоляции, методы контроля толщины изоляции. Виды и причины брака, возникающего при охлаждении кабеля. Теоретические основы процессов охлаждения изолированного провода (кабеля) в охлаждающей ванне. Постановка температурных задач. Методы решения задач охлаждения. Определение длины охлаждающей ванны, температуры на выходе из охлаждающей ванны, выбор температур охлаждающей среды по длине ванны. Определение зависимости последней от различных факторов: геометрических, технологических, теплофизических. Влияние технологических параметров на процесс охлаждения				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
изолированного провода. Способы регулирования технологических процессов. Взаимосвязь и взаимовлияние различных технологических факторов на качество и скорость наложения изоляции. Выбор оптимальных режимов работы элементов технологической цепи. Критерии качества изоляции.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	16	16	90
ИТОГО по дисциплине	18	16	16	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Явления переноса. Законы сохранения: закон сохранения массы, энергии импульса. Массовые и поверхностные силы. Тензор напряжения. Тензор градиентов скоростей. Тензор скоростей деформаций. Уравнение неразрывности.
2	Реология полимеров. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Реологические уравнения. Степенной закон. Второй инвариант тензора скоростей деформаций. Определение реологических констант по экспериментальным данным. Температурные зависимости вязкости термопластов.
3	Математические модели течения. Условия однозначности. Определяющие уравнения. Течение Пуазейля. Течение Куэтта. Режим заданного расхода. Режим заданного градиента давления. Неизотермическое течение ньютоновской жидкости между параллельными пластинами. Течение неньютоновской жидкости в трубе.
4	Наложение изоляции на провод и кабель. Классификация кабельных головок. Характеристики течения в каналах трубных и напорных головок. Модель Мак-Келви. Модель цилиндрического зазора. Обобщенная модель течения.
5	Теоретические основы экструзии изоляционных материалов. Геометрия шнека. Критерии работы экструдера. Функциональные зоны экструдера. Зона загрузки. Математическая модель движения и теплообмена в зоне питания.
6	Зоны плакации. Зона задержки плавления. Постановка задачи течения и плавления в зоне. Граничные условия. Допущения. Модель Тадмора. Баланс масс. Баланс потоков тепла. Определение длины зоны плавления. Методы реализации математических моделей.
7	Зона дозирования. Течение в винтовом канале экструдера. Принцип обращенного движения. Математические модели неизотермического течения. Методы решения задач. Решение задач теплообмена в пакете прикладных задач ANSYS.
8	Теоретические основы процессов охлаждения изолированной жилы. Постановка задачи. Математические модели охлаждения изолированной жилы. Допущения. Определение коэффициентов теплоотдачи. Метод конечных разностей. Методы решения систем алгебраических уравнений.



## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Математические модели течения в каналах кабельных головок. При экструзии полимерных материалов одним из наиболее важных узлов, отвечающих за качество готового изделия, с точки зрения обеспечения его геометрических размеров является кабельная головка. Производится расчет параметров течения в напорной кабельной головке по модели Мак-Келви и модели цилиндрического зазора.
2	Зона загрузки. Твердый материал в канале зоны загрузки пластицирующего экструдера продвигается вдоль канала за счет сил трения, возникающих между полимером и цилиндрическим корпусом. Материал, захваченный цилиндрической поверхностью, наталкивается на встречающий гребень шнека и продвигается по винтовому каналу. Производится расчет длины зоны загрузки, изменение температурного поля в полимере при различных значениях технологически параметров.
3	Зона плавления. Изучение процессов тепломассопереноса полимера в зоне плавления червячного пресса. Задачей лабораторной работы является исследование влияния геометрических, технологических и физических факторов на изучаемый процесс с применением метода математического моделирования, позволяющего избежать проведения длительных и дорогостоящих экспериментов.
4	Охлаждение изолированного провода. Изучение процесса охлаждения изолированной жилы. Задачей лабораторной работы является исследование влияния параметров технологического режима охлаждения изолированной жилы на процесс охлаждения с применением метода математического моделирования и численных методов. Задача лабораторной работы заключается в определении температурного поля в сечениях проводника и изоляции с целью выбора рационального режима охлаждения.

## Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Численное исследование процесса охлаждения пластмассовой изоляции с учетом нелинейных свойств материалов (по вариантам)

## 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.

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 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Основы кабельной техники : учебник для вузов / В. М. Леонов [и др.]. - Москва: Академия, 2006.	79
2	Труфанова Н. М. Основы математического моделирования и численные методы : учебное пособие для вузов / Н. М. Труфанова, А. Г. Щербинин, А. В. Казаков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018.	10

3	Труфанова Н. М. Переработка полимеров : учебное пособие / Н. М. Труфанова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	48
4	Экструзионные головки для пластмасс и резины: Конструкции и технические расчеты : пер. с англ. / В. Микаэли [и др.]. - Санкт-Петербург: Профессия, 2007.	5
5	Экструзия полимеров : пер. с 4-го англ. изд. / К. Раувендааль [и др.]. - СПб: Профессия, 2008.	13
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Технические свойства полимерных материалов : учебно-справочное пособие / В. К. Крыжановский [и др.]. - Санкт-Петербург: Профессия, 2005.	24
2	Труфанова Н. М. Плавление полимеров в экструдерах / Н. М. Труфанова, А. Г. Щербинин, В. И. Янков. - Москва Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., Регуляр. и хаот. динамика, 2009.	2
3	Шварц О. Переработка пластмасс : пер. с нем. / О. Шварц, Ф.-В. Эбелинг, Б. Фурт. - Санкт-Петербург: Профессия, 2005.	25
4	Шварц О. Переработка пластмасс : пер. с нем. / О. Шварц, Ф.-В. Эбелинг, Б. Фурт. - Санкт-Петербург: Профессия, 2008.	6
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<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)
Основная литература	Плавление полимеров в экструдерах	<a href="http://www.iprbookshop.ru/16593.html">http://www.iprbookshop.ru/16593.html</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

Вид ПО	Наименование ПО
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
Курсовой проект	ПК	15
Лабораторная работа	ПК	15
Лекция	Проектор	1
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  
**«Переработка полимеров»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

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

**Курс:** 4

**Семестр:** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч

**Форма промежуточной аттестации:**

Дифференцированный зачёт – 7 семестр, курсовой проект – 7 семестр.

Пермь 2020

**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, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий, сдаче дифференцированного зачета и защите курсового проекта. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения по дисциплине (ЗУВы)	Виды контроля				
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Итоговый	
	*ТТ	РТ	ЛР	КР	Диф.зач
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>З.1.</b> знает принципы решения сложных задач с использованием ЭВМ;	ТТ 1	РТ 1			ТВ
<b>З.2.</b> знает теоретические основы численного метода – метода конечных разностей;	ТТ 2	РТ 2			
<b>З.3.</b> знает методы дискретизации задач;	ТТ 3	РТ 3			
<b>З.4.</b> знает методы решения систем алгебраических уравнений	ТТ 4	РТ 4			
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1.</b> умеет формулировать проблемы исследования;			ОЛР 1-7	РКР 1	ПЗ
<b>У.2.</b> умеет осуществлять постановку физической и математической задачи;			ОЛР 1-7	РКР 1	
<b>У.3.</b> умеет обосновывать и вводить в рассмотрение допускающие предположения и гипотезы;			ОЛР 1-7	РКР 1	
<b>У.4.</b> умеет анализировать обобщать и интерпретировать полученные результаты			ОЛР 1-7	РКР 1	
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В.1.</b> владеет навыками решения краевых задач с использованием численных методов;			ОЛР 1-7	РКР 2	КЗ
<b>В.2.</b> владеет умением формулировать дискретный аналог краевой задачи;			ОЛР 1-7	РКР 2	
<b>В.3.</b> владеет методами и приемами решения систем алгебраических уравнений;			ОЛР 1-7	РКР 2	
<b>В.4.</b> владеет практической реализацией численных методов на ЭВМ;			ОЛР 1-7	РКР 2	
<b>В.5.</b> владеет опытом использования современных программных средств и пакетов программ			ОЛР 1-7	РКР 2	

\*ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

РТ – рубежное тестирование по модулю (автоматизированная система контроля знаний);

КР – контрольные работы;

ЛР – выполнение тренажей и лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения).

*ТТ – текущее тестирование на лекционных занятиях; ОЛР – отчет о лабораторной работе; ИЗ – индивидуальное задание; ПКР – промежуточная контрольная работа; КП – курсовое проектирование; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета с оценкой, проводимая с учетом результатов текущего и промежуточного 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 обучающегося 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 тестирования студентов проводится по мере изучения тем.

#### 2.1.1. Перечень вопросов тестов для текущего контроля

1. Вариационные принципы, вариационная формулировка задачи теплопроводности
2. Методы решения систем сеточных уравнений. Системы линейных алгебраических уравнений.
3. Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса-Зейделя.
4. Специальные методы решения. Метод прогонки. Сравнение методов.

#### 2.1.2. Критерии оценки ответов на вопросы текущего контроля

Таблица 2.1. Критерии и шкала оценивания уровня освоения компетенций текущего контроля

Аттестация	Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного материала
Аттестация по данному	5	Максимальный	<i>Студент полностью выполнил задание теста, показал отличные знания и умения в рамках</i>



виду контроля пройдена		уровень	<i>усвоенного учебного материала</i>
	4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание теста, показал хорошие знания и умения, но не смог полностью применить теоретические знания к реальным фактам</i>
	3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание теста, но допустил существенные неточности</i>
Аттестация по данному виду контроля не пройдена	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание теста, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений</i>

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 проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты отчетов к лабораторным работам, индивидуальных заданий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### 2.2.1. Защита отчетов к лабораторным работам

Всего запланировано 7 лабораторных работ. Типовые темы работ приведены в РПД.

Защита отчета к лабораторной работе проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Критерии и шкала оценивания уровня освоения компетенций на лабораторной 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 лабораторным 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. Рубежное тестирование

Всего запланировано 4 рубежных теста.

Типовые темы рубежного тестирования совпадают с темами контрольных работ. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Критерии и шкала оценивания результатов защиты тестирования

Балл за		Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
умения	владения		
5	5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил тест.</i>
4	4	Средний уровень	<i>Студент выполнил тест с небольшими неточностями.</i>
3	3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил тест с существенными неточностями..</i>
2	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении теста студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.</i>

Результаты выполнения индивидуальных заданий по 4-балльной шкале оценивания знаний, умений и владений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.2.3. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая РКР1 по модулю 1 «Физико-механические основы переработки полимеров», вторая РКР2 – по модулю 2 «Экструзионный метод наложения изоляции».

#### Типовые задания РКР1:

1. Суть метода конечных разностей. Сетки на плоскости.
2. Аппроксимация второй производной, порядок аппроксимации.
3. Геометрическая интерпретация производных. Аппроксимация первых производных.
4. Явные и неявные разностные схемы.

#### Типовые задания РКР2:

1. Устойчивость и сходимость разностных схем..
2. Консервативные разностные схемы
3. Конечно-элементная аппроксимация. Понятие конечного элемента.
4. Вариационные методы построения конечно-элементных соотношений.

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4. 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 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)

Промежуточная аттестация обучающихся ориентирована на оценку освоения заданных частей компетенций по достигнутым результатам обучения по дисциплине: приобретенным знаниям, умениям, навыкам и (или) опыту работы (владениям).

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

Дифференцированный 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. 2.5.

Таблица 2.5. Форма и примеры заполнения оценочного листа

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)			Средняя оценка уровня сформированности компетенций	Итоговая оценка уровня сформированности компетенций (итоговая оценка по дисциплине)
знания	умения	владения		
5	4	5	4.75	<i>Отлично</i>
3	3	3	3.25	<i>Удовлетворительно</i>
5	4	3	3.75	<i>Хорошо</i>
3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>
3	4	2	3.0	<i>неудовлетворительно</i>

### **Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:**

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,7$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,7$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – 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 дифференцированного 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. Пример билета для дифференцированного зачета представлен в приложении 1.

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

1. Суть метода конечных разностей. Сетки и сеточные функции.
2. Конечно-элементная аппроксимация решений систем дифференциальных уравнений (на примере плоской задачи теории упругости).

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

1. Построить дискретный аналог задачи нестационарной теплопроводности в единичном стержне.
2. Построение матриц жесткости и вектора сил упругой конструкции в случае ПНС.

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

1. Воспроизвести алгоритм решения СЛАУ методом прогонки.

### **2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения при дифференцированном 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 дифференцированного зачета.

Шкала и критерии оценки результатов обучения при дифференцированном

зачете для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.6 - 2.8

Таблица 2.6. 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 2.7. 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 2.8. 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>

## 2.4. Курсовое проектирование

Курсовое проектирование (КП) является отдельной формой промежуточной аттестации в виде защиты отчета.

Критерии оценки содержания и результатов курсового проектирования могут различаться в зависимости от ее характера:

- реферативно-теоретические работы – на основе сравнительного анализа изученной литературы рассматриваются теоретические аспекты по теме, история вопроса, уровень разработанности проблемы в теории и практике, анализ подходов к решению проблемы с позиции различных теорий и т.д.;
- практические работы – кроме обоснований решения проблемы в теоретической части необходимо привести данные, иллюстрацию практической реализации теоретических положений на практике (проектные, методические, дидактические и иные разработки);
- опытно-экспериментальные работы – предполагается проведение эксперимента и обязательный анализ результатов, их интерпретации, рекомендации по практическому применению.

Проект – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Таким образом, курсовой проект, как правило, содержит больше граничных условий, формализации требований, и может рассматриваться как частный случай проектного обучения. Проект выполняется в индивидуальном порядке. Типовые темы курсового проекта приведены в РПД.

В общем случае оценивание проекта складывается из трех составных частей:

1. оценка процесса выполнения проекта, осуществляемая по контрольным точкам, распределенным по времени выполнения проекта (четыре контрольные точки или еженедельно), проводится по критериям:
  - умение самоорганизации, в том числе, систематичность работы в соответствии с планом;
  - самостоятельность;
  - активность интеллектуальной деятельности;
  - творческий подход к выполнению поставленных задач;
  - умение работать с информацией;

2. оценка полученного результата (представленного в пояснительной записке):
  - конкретность и ясность формулировки цели и задач проекта, их соответствие теме;
  - обоснованность выбора источников (полнота для раскрытия темы, наличие новейших работ – журнальных публикаций, материалов сборников научных трудов и т.п.);
  - глубина/полнота/обоснованность раскрытия проблемы и ее решений;
  - соответствие содержания выводов заявленным в проекте целям и задачам;
  - наличие элементов новизны теоретического или практического характера;
  - практическая значимость; оформление работы (стиль изложения, логичность, грамотность, наглядность представления информации – графики, диаграммы, схемы, рисунки, соответствие стандартам по оформлению текстовых и графических документов);
3. оценки выступления на защите проекта, процедура которой имитирует процесс профессиональной экспертизы:
  - соответствие выступления заявленной теме, структурированность, логичность, доступность, минимальная достаточность;
  - уровень владения исследуемой темой (владение терминологией, ориентация в материале, понимание закономерностей, взаимосвязей и т.д.);
  - аргументированность, четкость, полнота ответов на вопросы;
  - культура выступления (свободное выступление, чтение с листа, стиль подачи– материала и т.д.).

Шкала и критерии оценки результатов обучения при оценивании проекта приведены в таблице 2.8

Таблица 2.8. Критерии и шкала оценивания курсового проектирования

1. Оценка процесса выполнения проекта	маx 10 баллов
2. Оценка полученного результата: формулировка цели и задач проекта, их соответствие теме; глубина/полнота/обоснованность раскрытия проблемы и ее решений; соответствие содержания выводов заявленным в проекте целям и задачам; оформление работы	маx 25 баллов
3. Защита проекта	маx 15 баллов

**Критерии выведения оценки за курсовой проект:**

- «Отлично» – балл > 45.
- «Хорошо» – балл >35 и ≤ 44.
- «Удовлетворительно» – балл ≥25 и ≤34.
- «Неудовлетворительно» – балл <25.

**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 дифференцированном зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

**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 с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Форма и примеры заполнения оценочного листа

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за дифференцированный зачет для каждого результата обучения			Средняя оценка уровня сформированности компетенций	Итоговая оценка за промежуточную аттестацию
	знания	умения	владения		
5	5	4	5	4.75	<i>Отлично</i>
4	3	3	3	3.25	<i>Удовлетворительно</i>
3	5	4	3	3.75	<i>Хорошо</i>
3	3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>
3	3	4	2	3.0	<i>неудовлетворительно</i>

**Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:**

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,7$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,7$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка  $< 3,0$  или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.



# Приложение 1. Пример билета для диф.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 «Переработка полимеров»

## БИЛЕТ № 1

1. Суть метода конечных разностей. Сетки и сеточные функции
2. Построить дискретный аналог задачи нестационарной теплопроводности в единичном стержне.
3. Воспроизвести алгоритм решения СЛАУ методом прогонки.

Составитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

Н.М. Труфанова

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

(подпись)

Н.М.Труфанова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.