

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

« 30 » октября 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

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

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

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

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ **180 (5)** \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника** \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ **Управление и информационные технологии в электротехнике** \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

# 1. Общие положения

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины

- Ознакомление с современными представлениями об методах получения полимеров, основах строения и физико-механических свойствах.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение взаимосвязи химической структуры и физико-механических свойств полимеров, возможности получения полимерных изделий с комплексом свойств, обусловленных их видом и условиями переработки; методов получения полимеров, структуры основных типов полимеров, особенностей физико-механических свойств;
- формирование умений анализировать основные закономерности поведения полимерных материалов, математического описания закономерностей физико-механического поведения полимеров;
- формирование навыков экспериментального исследования свойств и закономерностей поведения полимерных материалов, освоение подходов и методов для оценки эффективности их применения.

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- способы получения полимеров;
- структура и физические состояния полимеров;
- релаксационные процессы, механические модели вязко-упругого тела;
- физико-механические свойства аморфных и кристаллических полимеров, особенности их поведения.

## 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
УК-1	ИД-1УК-1	Студент знает типологию полимеров, физические и фазовые состояния, термомеханические кривые аморфных, кристаллических и сшитых полимеров, физические и механические свойства полимеров, методы теоретического и экспериментального исследования закономерностей поведения полимерных материалов, методы математического моделирования поведения полимерных материалов.	Знает методы решения проблемных ситуаций в научно-технической и производственной профессиональной практике.	Экзамен
УК-1	ИД-2УК-1	Студент умеет формулировать структурные особенности полимерных материалов, использовать механические модели для описания вязко-упругого поведения высокомолекулярных соединений, анализировать влияние различных параметров на прочностные и реологические свойства материалов.	Умеет получать новые знания на основе системного подхода; критически анализировать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск решений на основе научной методологии.	Защита лабораторной работы
УК-1	ИД-3УК-1	Студент владеет методами теоретического и экспериментального исследования закономерностей поведения полимерных материалов, методами математического моделирования поведения полимерных материалов.	Владеет навыками прогностической деятельности, позволяющей выстраивать стратегию исследований и практических решений; навыками эвристического анализа перспективных направлений науки и техники; навыками стратегического планирования в различных областях профессиональной деятельности.	Контрольная работа

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	99	99	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 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
2-й семестр				
Введение в механику полимеров	4	7	0	31
Тема 1. Структура и классификация полимеров. Введение. Основные понятия о высокомолекулярных соединениях - природных и синтетических полимеров, мономере, макромолекуле, степени полимеризации полимеров. Классификация полимеров. Понятие изометрии. Химическая структура полимеров. Понятие конформации и конфигурации макромолекулы.				
Тема 2. Способы получения синтетических полимеров. Классификация способов получения полимеров. Реакция цепной полимеризации. Ступенчатый синтез. Понятие молекулярной массы и молекулярно-массового распределения.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Физико-механические свойства полимеров	12	20	0	68
<p>Тема 3. Структура и физические состояния полимеров. Структура макромолекул. Гомополимеры. Сополимеры. Надмолекулярная структура. Понятие сегмента макромолекулы, флуктуационной сетки. Механизм возникновения больших деформаций, физические состояния.</p> <p>Тема 4. Релаксационные свойства полимера. Общие закономерности релаксации. Релаксация напряжений. Время релаксации. Модель Максвелла. Явление ползучести полимеров. Модель Кельвина-Фойхта. Объединенные механические модели вязкоупругого тела. Кривая напряжение-деформирование. Циклические деформации. Температурно-временная аналогия. Спектр времен релаксаций.</p> <p>Тема 5. Стеклование и стеклообразное состояние. Стеклообразное состояние. Структурное стеклование. Температура стеклования. Понятие свободного объема. Способы определения температуры стеклования: методы, связанные с температурной зависимостью свойств полимера - теплоемкости, удельного объема, показателя преломления. Механические свойства стекол.</p> <p>Тема 6. Реология растворов и расплавов полимеров. Типы реологического поведения полимеров. Законы течения полимеров. Механизм течения полимеров. Приборы для получения кривых течения. Аномалия вязкости. Температурная зависимость вязкости. Вязко-упругость.</p> <p>Тема 7. Кристаллические полимеры. Типы кристаллических структур. Кинетика кристаллизации. Механические свойства кристаллических полимеров. Кривая напряжение-деформация. Ориентированные полимеры. Прочность полимеров.</p>				
ИТОГО по 2-му семестру	16	27	0	99
ИТОГО по дисциплине	16	27	0	99

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Знакомство с методами производства полимеров, их структурой и классификацией.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
2	Изучение релаксационных свойств полимеров; анализ механических моделей вязко-упругих тел.
3	Экспериментальное исследование зависимости от температуры теплоемкости кристаллических и аморфных полимеров.
4	Экспериментальное исследование реологических свойств расплавов изоляцион-ных полимеров.
5	Экспериментальное исследование теплопроводности полимеров.
6	Дифференциально-термический анализ полимеров
7	Прочностной анализ полимеров

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

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	Кулезнев В. Н. Химия и физика полимеров : учебное пособие для вузов / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнеv. - Санкт-Петербург[и др.]: Лань, 2014.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Аскадский А. А. Химическое строение и физические свойства полимеров / А. А. Аскадский , Ю. И. Матвеев. - Москва: Химия, 1983.	9
2	Блайт Э. Р. Электрические свойства полимеров : пер. с англ. / Э. Р. Блайт, Д. Блур. - М.: Физматлит, 2008.	1
3	Гуль В. Е. Структура и механические свойства полимеров : учебное пособие для вузов / В. Е. Гуль, В. Н. Кулезнев. - Москва: Высш. шк., 1972.	22
4	Ферри Д. Д. Вязкоупругие свойства полимеров : пер. с англ. / Д. Д. Ферри. - М.: Изд-во иностр. лит., 1963.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Информационные технологии : теоретический и прикладной научно-технический журнал / Новые технологии. - Москва: Новые технологии, 1995 - .	
<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	Химия и физика полимеров : учебное пособие для вузов / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнеv. — 3-е изд, испр. — Санкт-Петербург[и др.] : Лань, 2014. — 367 с.	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51931">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51931</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 3000 шт. (ПНИПУ 2009 г)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

### **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
Лабораторная работа	IBM PC совместимые компьютеры	20
Лекция	IBM PC совместимые компьютеры	20

### **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  
«Механика полимеров»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Управление и информационные технологии в электротехнике
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Конструирование и технологии в электротехнике
<b>Форма обучения:</b>	Очная

Курс: 1

Семестр: 2

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:

4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

144 ч

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 2 семестр.

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся 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 (2-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. 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, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий и сдаче экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Итоговый
	ТТ	ОЛР	ИЗ	РКР	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>3.1.</b> типологию полимеров: звенья, цепи, макромолекулы, молекулярная структура, надмолекулярная структура;	ТТ1				ТВ
<b>3.2.</b> физические состояния полимеров и закономерности деформационного и реологического поведения полимеров;	ТТ2				ТВ
<b>3.3.</b> способы получения полимеров; взаимосвязь особенностей строения полимеров с физико-механическими свойствами;	ТТ3				ТВ
<b>3.4.</b> физические и механические свойства полимеров;	ТТ4				ТВ
<b>3.5.</b> влияние ряда параметров на физико-механические, реологические свойства полимеров	ТТ5				ТВ
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1.</b> обосновывать режимы переработки полимеров с особенностями их физико-механических свойств;		ОЛР1	ИЗ1	РКР1	ПЗ
<b>У.2.</b> анализировать кривые течения и деформирования полимеров;		ОЛР1	ИЗ2	РКР1	ПЗ
<b>У.3.</b> формулировать структурные особенности полимерных материалов;		ОЛР2	ИЗ3	РКР1	ПЗ
<b>У.4.</b> использовать механические модели для описания вязко-упругого поведения высокомолекулярных соединений;		ОЛР3	ИЗ4	РКР1	ПЗ
<b>У.5.</b> анализировать влияние различных параметров на прочностные и реологические свойства материалов		ОЛР4	ИЗ5	РКР2	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В.1.</b> теоретическими основами и практическими принципами испытания пластиков, каучуков, их композиций		ОЛР5	ИЗ7	РКР2	КЗ
<b>В.2.</b> навыками измерения прочностных, вязкостных и теплофизических характеристик расплавов и растворов полимеров		ОЛР6	ИЗ8	РКР2	КЗ
<b>В.3.</b> методами математического моделирования поведения полимерных материалов		ОЛР7	ИЗ8	РКР2	КЗ

ТТ – текущее тестирование на лекционных занятиях; ОЛР – отчет о лабораторной работе; ИЗ – индивидуальное задание; РКР – рубежная контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; КЗ – комплексное задание.

Итоговой оценкой освоения компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимого 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 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 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 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 работы. Типовые темы работ приведены в РПД.

Защита отчета к лабораторной 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 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. Защита индивидуальных заданий

Всего запланировано 8 индивидуальных заданий.

Защита индивидуального задания проводится индивидуально каждым студентом. Типовые темы индивидуального задания приведены в РПД. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Критерии и шкала оценивания результатов защиты индивидуальных заданий

Балл за		Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
умения	владения		
5	5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил индивидуальное задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</i>
4	4	Средний уровень	<i>Студент выполнил индивидуальное задание 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 на защите.</i>

Балл за		Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
умения	владения		
3	3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил индивидуальное задание 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 на защите было допущено много неточностей.</i>
2	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении индивидуального задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</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 «Основные понятия механики полимеров», вторая РКР2 – по модулю 2 «Основные свойства полимеров».

#### Типовые задания РКР1:

1. Структурные особенности полимеров, классификация полимеров.
2. Понятие изометрии. Химическая структура полимеров. Понятие конформации и конфигурации макромолекулы;
3. Тензор деформации, скоростей деформаций, реологические уравнения.
4. Классификация полимерных жидкостей, реологические модели вязких жидкостей.

#### Типовые задания РКР2:

1. Дифференциальные модели вязко-упругого тела. Модель Фойхта.
2. Типы кристаллических структур. Кинетика кристаллизации.
3. Механические свойства кристаллических полимеров. Прочность полимеров.

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. 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

Экзамен 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 экзамена:**

- 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. 2.4.

Таблица 2.4. 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 экзамена 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 экзамена представлен в приложении 1.

**2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

**Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Дайте характеристику методам переработки полимеров.
2. Тензор деформаций. Реологические уравнения.

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

1. Модель Максвелла для вязко-упругого тела.
2. Кинетика кристаллизации.

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

1. Сравнение методов реологического исследования полимеров.

**2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

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

Шкала и критерии оценки результатов обучения при экзамене для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.5 - 2.7

Таблица 2.5. 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 2.6. 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 2.7. 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

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.**

#### 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 экзамен 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 экзамена



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

**13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**  
**Управление и информационные технологии в**  
**электротехнике**  
**Кафедра «Конструирование и технологии в**  
**электротехнике»**

**Дисциплина «Механика полимеров»**

### **БИЛЕТ № 1**

1. Тензор деформаций. Реологические уравнения.
2. Модель Максвелла для вязко-упругого тела.
3. Сравнение методов реологического исследования полимеров.

Составитель

\_\_\_\_\_

Н.М.Труфанова

(подпись)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Н.М.Труфанова

(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.