

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерный факультет
Кафедра «Технической химии и материаловедения»

Утверждено на
заседании кафедры
протокол № 9 от 21.02.2022 г.

Зав. кафедрой



Мухамедзянова А.А.

Согласовано:
Председатель УМК
Инженерного факультета



Баннова А.В.

**Рабочая программа дисциплины
«Физико-химия полимеров»**

Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.03.02

Программа бакалавриата

Направление 04.03.02. Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль) подготовки «Современные материалы для медицины и промышленности»

Квалификация
бакалавр

Разработчик (составитель)
Доцент, канд. техн. наук, доцент



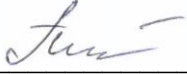
Глазырин А.Б.

Для приема 2022 г.

Уфа -2022

Составитель: канд. техн. наук, доцент Глазырин А.Б.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технической химии и материаловедения, протокол № 9 от 21.02.2022 г.

Заведующий кафедрой  / Мухамедзянова А.А.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-2. Способен планировать и проводить химические, физические и механические испытания материалов, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать физические и химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения.	ПК-2.1. Знать: - методы испытаний основных синтетических промышленных полимеров.	Знать: - основополагающие понятия физико-химии полимеров; - современные методы изучения свойств полимерных материалов; - принципы работы различных приборов, используемых для анализа и испытаний полимеров.
		ПК-2.2. Уметь: - проводить экспериментальные работы в области полимерного материаловедения.	Уметь: - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств полимеров в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ. - выявлять взаимосвязь между свойствами полимерного продукта и возможностями его практического использования.
		ПК-2.3. Владеть: - навыками проведения экспериментальных работ в области физики и химии полимеров.	Владеть: - понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области физико-химии полимеров; - экспериментальными навыками работы с оборудованием лаборатории полимерного материаловедения; - практическими навыками проведения экспериментов по изучению свойств полимеров, критического анализа и обобщения результатов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химия полимеров» относится к дисциплинам по выбору Б1.В.ДВ.03.02. Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Цели освоения дисциплины:

- овладение знаниями в области теоретической и практической основ химии и физики полимеров с тем, чтобы грамотно использовать полученные знания при

планировании научного эксперимента, выборе методологии и интерпретации результатов;

- более детальное изучение отдельных разделов химии и физики полимеров, методов исследования свойств полимеров и полимерных материалов с тем, чтобы грамотно использовать полученные знания в будущей профессиональной деятельности.

Знания, которые приобретает студент, касающиеся закономерностей протекания физико-химических процессов применения ингредиентов для отдельных классов высокомолекулярных соединений, влияния условий и структуры применения химикатов-добавок для полимеров, эффективность их использования, механизмы происходящих процессов позволят существенно повысить образовательный уровень выпускника, расширить области его трудоустройства (промышленная переработка полимеров, разработка полимерных материалов, композиций и компаундов различного назначения, другие области материаловедения).

При освоении дисциплины бакалавр должен квалифицированно осуществлять поиск и анализ литературных данных в области физики и химии полимеров с целью дополнительного самостоятельного овладения знаниями, способствующими усвоению базовой и вариативной частей основной образовательной программы, достижению максимальных результатов в экспериментальной работе и практического применения знаний в области химии высокомолекулярных соединений.

Бакалавр также должен приобрести навык в проведении экспериментальной работы в области высокомолекулярных соединений, научиться анализу и обобщению результатов работы. Бакалавр должен приобрести навыки изложения научного материала, его систематизации.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

ПК-2. Способен планировать и проводить химические, физические и механические испытания материалов, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать физические и химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-2.1. Знать: - методы испытаний основных синтетических промышленных полимеров.	Знать: - основополагающие понятия физико-химии полимеров; – современные методы изучения свойств полимерных материалов; - принципы работы различных приборов, используемых для анализа и испытаний полимеров.	Имеет фрагментарное представление: - об основополагающих понятиях физико-химии полимеров; – современных методах испытаний полимерных материалов; - принципах работы различных приборов, используемых для анализа и испытаний полимеров.	В основном знает: - основополагающие понятия физико-химии полимеров; – современные методы испытаний полимерных материалов; - принципы работы различных приборов, используемых для анализа и испытаний полимеров, но допускает серьезные неточности и ошибки.	Знает: - основополагающие понятия физико-химии полимеров; – современные методы испытаний полимерных материалов; - принципы работы различных приборов, используемых для анализа и испытаний полимеров, но допускает некоторые неточности и ошибки.	Демонстрирует уверенные знания: - основополагающих понятий физико-химии полимеров; – современных методов испытаний полимерных материалов; - принципов работы различных приборов, используемых для анализа и испытаний полимеров.
ПК-2.2. Уметь: - проводить экспериментальные работы в области полимерного материаловедения.	Уметь: - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств полимеров в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ. - выявлять взаимосвязь между	Не умеет: - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств полимеров в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ. - выявлять взаимосвязь между свойствами по-	Сформированы начальные умения: - проводить эксперименты по изучению свойств полимеров в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ. - выявлять взаимосвязь между свойствами полимерного продукта и возможностями его практического	Сформированы, но содержатся отдельные пробелы в умениях: - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств полимеров в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ. - выявлять взаимосвязь между свойствами полимер-	Сформированы на высоком уровне умения: - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств полимеров в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ. - выявлять взаимосвязь между свойствами поли-

	свойствами полимерного продукта и возможностями его практического использования.	лимерного продукта и возможностями его практического использования.	использования.	ного продукта и возможностями его практического использования.	мерного продукта и возможностями его практического использования.
ПК-2.3. Владеть: - навыками проведения экспериментальных работ в области физики и химии полимеров.	Владеть: - понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области физико-химии полимеров; - экспериментальными навыками работы с оборудованием лаборатории полимерного материаловедения; - практическими навыками проведения экспериментов по изучению свойств полимеров, критического анализа и обобщения результатов.	Отсутствуют навыки: - владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области физико-химии полимеров; - работы с оборудованием лаборатории полимерного материаловедения; - проведения экспериментов по изучению свойств полимеров, критического анализа и обобщения результатов.	Сформированы простейшие навыки: - владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области физико-химии полимеров; - работы с оборудованием лаборатории полимерного материаловедения; - проведения экспериментов по изучению свойств полимеров, критического анализа и обобщения результатов.	Сформированы на базовом уровне навыки: - владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области физико-химии полимеров; - работы с оборудованием лаборатории полимерного материаловедения; - проведения экспериментов по изучению свойств полимеров, критического анализа и обобщения результатов.	Сформированы на высоком уровне навыки: - владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области физико-химии полимеров; - работы с оборудованием лаборатории полимерного материаловедения; - проведения экспериментов по изучению свойств полимеров, критического анализа и обобщения результатов.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ПК-2.1. Знать: - методы испытаний основных синтетических промышленных полимеров.</p>	<p>Знать: - основополагающие понятия физико-химии полимеров; - современные методы изучения свойств полимерных материалов; - принципы работы различных приборов, используемых для анализа и испытаний полимеров.</p>	<p>- проверка конспектов, контрольные работы, тестирование, подготовка рефератов и презентаций,</p>
<p>ПК-2.2. Уметь: - проводить экспериментальные работы в области полимерного материаловедения.</p>	<p>Уметь: - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств полимеров в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ. - выявлять взаимосвязь между свойствами полимерного продукта и возможностями его практического использования.</p>	<p>- собеседование, допуск к выполнению лабораторных работ; проверка оформленных лабораторных работ в лабораторных журналах; сдача коллоквиумов; экзамен</p>
<p>ПК-2.3. Владеть: - навыками проведения экспериментальных работ в области физики и химии полимеров.</p>	<p>Владеть: - понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области физико-химии полимеров; - экспериментальными навыками работы с оборудованием лаборатории полимерного материаловедения; - практическими навыками проведения экспериментов по изучению свойств полимеров, критического анализа и обобщения результатов.</p>	

Типовые материалы к экзамену

Вопросы к экзамену по дисциплине «Физико-химия полимеров»

1. Классификация методов испытания полимеров (по исследуемым физическим свойствам, типу нагрузки, скоростному режиму). Подготовка образцов. Факторы, влияющие на результаты испытаний полимеров.
2. Методы получения образцов для испытаний. Факторы, влияющие на свойства образцов. Форма и размеры стандартного образца для механических испытаний ТП. Почему он является многоцелевым.
3. Получение образцов для испытаний из терморезистивных полимеров и эластомеров. Конденционирование образцов.
4. Определение свойств твердых материалов. Насыпная плотность полимеров. Плотность полимеров. Характеристика методов определения плотности полимеров (гидростатический, пикнометрический, флотационный).
5. Вязкость растворов и расплавов полимеров. Закон Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Связь вязкости с молекулярной массой. Кинематическая, динамическая, характеристическая вязкость. Методы определения.
6. Типы капиллярных реометров. Режимы испытаний. Измерение ПТР. Характеристика метода. Устройство прибора. Условия испытаний. Связь ПТР и нагрузки со скоростью и напряжением сдвига. Энергия активации вязкого течения. Выбор метода переработки.
7. Механические свойства полимеров. Параметры, характеризующие механическое состояние. Напряжение. Деформационные свойства. Факторы, влияющие на свойства образцов для механических испытаний. Взаимосвязь между прочностью и деформационным поведением полимера.
8. Испытания полимерных материалов на растяжение. Описание и схема установки. Типы образцов и условия испытаний. Определение модуля упругости. Характеристика деформационных кривых для различных материалов. Определяемые параметры. Область холодного течения, Процессы, происходящие в этой области. Сравнительная оценка механических свойств полимеров.

9. Испытания полимерных материалов на сжатие. Описание и схема установки. Тип образцов и условия испытаний. Определение модуля упругости. Характеристика деформационных кривых для различных материалов. Определяемые параметры. Характеристика полимеров по устойчивости к сжатию.

10. Испытания на изгиб. Образцы для испытаний. Условия и схемы испытаний. Определение модуля упругости. Деформационные кривые. Определяемые параметры. Характеристика полимеров по устойчивости к изгибу.

11. Испытания на удар. Варианты испытаний по Шарпи и Изоду. Образцы для испытаний. Условия и схемы испытаний. Определяемые параметры. Характеристика полимеров по ударной прочности.

12. Измерение твердости полимерных материалов. Характеристика метода. Влияние физического состояния полимера на параметры твердости. Варианты методов определения твердости. Определение твердости по Барколю, по Бринеллю. Твердость по Шору А и D. Характеристика методов. Схемы. Специальные методы определения твердости полимерных материалов. Характеристика полимеров по твердости.

13. Теплостойкость полимеров. Характеристика методов определения теплостойкости полимеров: температура размягчения по Вика, деформационная теплостойкость, теплостойкость по Мартенсу. Образцы для испытаний. Условия и схемы испытаний. Характеристика теплостойкости различных полимеров. Влияние наполнителя на теплостойкость полимерных материалов.

14. Характеристика термогравиметрического анализа полимеров. Информация, получаемая методом ТГА. Режимы испытаний. Краткое описание прибора. Характеристика кривых ТГ и ДТГ. Параметры термостабильности полимеров. Характеристика полимеров по термостабильности.

15. Характеристика метода дифференциальной сканирующей калориметрии. Информация, получаемая данным методом. Принцип работы приборов ДСК. Схема. Описание модельной кривой ДСК. Параметры полимеров, определяемые методом ДСК.

16. Температура хрупкости полимера. Методы определения температуры хрупкости. Методики оценки морозостойкости полимерных материалов. Сравнительная оценка морозостойкости полимеров.

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса из разных разделов программы курса и одно расчетное задание.

Образец экзаменационного билета
«Башкирский государственный университет»
Кафедра технической химии и материаловедения

Экзаменационный билет № 1

по дисциплине: «Физико-химия полимеров»
для студентов направления подготовки 04.03.02 Химия, физика и механика материалов
Направленность (профиль) «Современные материалы для медицины и промышленности»
_____ уч.г.

1. Классификация методов испытания полимеров (по исследуемым физическим свойствам, типу нагрузки, скоростному режиму). Факторы, влияющие на результаты испытаний.
2. Характеристика термогравиметрического анализа полимеров. Информация, получаемая данным методом. Режимы испытаний. Краткое описание прибора. Характеристика кривых ТГ и ДТГ.
3. Определить ударную прочность по Шарпи (Дж/м^2) для стандартного образца с надрезом, если известно, что энергия поглощенная образцом при ударе составляет 1,5 Дж, а глубина надреза составляет 2 мм.

Составил: доцент кафедры ТХ и М

А.Б. Глазырин

Зав. кафедрой ТХ и М

А.А. Мухамедзянова

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных

методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Контрольные вопросы к разделам курса (семинарским занятиям)

Занятие № 1. Тема: Классификация методов испытания полимеров.

1. Классификация методов испытания полимеров (по исследуемым физическим свойствам, типу нагрузки, скоростному режиму).
2. Факторы, влияющие на результаты испытаний.
3. Методы получения образцов. Факторы, влияющие на свойства образцов. Форма и размеры стандартного образца для механических испытаний ТП. Почему он является многоцелевым.
4. Определение насыпной плотности полимеров.
5. Методы определения плотности полимеров (гидростатический, пикнометрический, флотационный).
6. Вязкость растворов и расплавов полимеров. Закон Ньютона. Связь вязкости с молекулярной массой.
7. Кинематическая, динамическая, характеристическая вязкость. Методы определения.
8. Измерение ПТР. Характеристика метода. Устройство прибора. Связь ПТР и нагрузки со скоростью и напряжением сдвига. Энергия активации вязкого течения. Выбор метода переработки

Занятие № 2. Тема: Методы определения механических свойств полимеров.

1. Испытания полимерных материалов на растяжение. Описание установки. Тип образца и условия испытаний.
2. Определение модуля упругости. Характеристика деформационных кривых для различных материалов. Определяемые параметры. Область холодного течения, Процессы, происходящие в этой области.
3. Испытания полимерных материалов на сжатие. Описание установки. Тип образца и условия испытаний.

4. Определение модуля упругости. Характеристика деформационных кривых для различных материалов. Определяемые параметры. Характеристика полимеров по устойчивости к сжатию.

5. Испытания на изгиб. Условия испытаний. Схемы испытаний. Деформационные кривые. Определяемые параметры. Характеристика полимеров по устойчивости к изгибу.

6. Испытания на удар. Варианты испытаний по Шарпи и Изоду, схемы. Условия испытаний. Определяемые параметры. Характеристика полимеров по ударной прочности.

7. Измерение твердости полимерных материалов. Характеристика метода. Влияние физического состояния полимера на параметры твердости. Определение твердости по Барколю, по Бринеллю. Твердость по Шору А и D. Характеристика методов. Схемы. Характеристика полимеров по твердости.

Занятие № 3. Тема: Методы определения термических характеристик полимеров.

1. Теплостойкость. Методы определения. Влияние наполнителя на теплостойкость полимерных материалов.

2. Характеристика методов определения температуры размягчения по Вика, деформационной теплостойкости и теплостойкости по Мартенсу. Схемы.

3. Характеристика термогравиметрического анализа полимеров. Информация, получаемая данным методом. Режимы испытаний. Краткое описание прибора.

4. Характеристика кривых ТГ и ДТГ. Параметры термостабильности полимеров. Характеристика полимеров по термостабильности.

5. Характеристика метода дифференциальной сканирующей калориметрии. Информация, получаемая данным методом. Принцип работы приборов ДСК. Схема.

6. Описание модельной кривой ДСК. Параметры полимеров, определяемые методом ДСК.

Критерии оценки (в баллах):

- 4 балла выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы семинара, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 2-3 балла выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 1 балл выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

Примеры вопросов к контрольным работам

Текущая контрольная №1

1. Перечислить методы определения плотности полимера. Расчетные формулы.
2. Формулы для расчета кинематической, динамической вязкости растворов. Привести график, используемый для определения характеристической вязкости полимера.
3. Что такое ПТР, определение, формула, для чего используется.
4. Формулы, связывающие ПТР и нагрузку со скоростью и напряжением сдвига. Как определить вязкость расплава.
5. Форма и размеры стандартного образца для механических испытаний ТП. Какими методами получают образцы для испытаний...

- 4 балла выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 3 балла выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

Рубежная контрольная №1

Вариант 1

1. Классификация методов испытания полимеров (по исследуемым физическим свойствам, типу нагрузки, скоростному режиму). Факторы, влияющие на результаты испытаний.
2. Дать характеристику гидростатического метода определения плотности полимеров (схема).
3. Вязкость растворов и расплавов полимеров. Законы Ньютона и Оствальда-де Валя. Связь с ММ. Кинематическая, динамическая, характеристическая вязкость. Методы определения.

Критерии оценки (в баллах):

- 9-10 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 6-8 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 3-5 баллов выставляется студенту, если студент не полностью раскрыл теоретические вопросы, допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий

Программа лабораторного практикума

Темы лабораторных работ к практикуму

1. Определение насыпной плотности полимеров.
2. Определение плотности полимеров пикнометрическим методом.
3. Приготовление ПВХ-композиции.
4. Оценка термостабильности ПВХ-композиции методом конго-рот.
5. Определение показателя текучести расплава ПВХ-композиции.
6. Определение термических характеристик полимеров методом термогравиметрии.

Вопросы к коллоквиуму по теме:

«Реологические свойства растворов и расплавов полимеров»

- 1) Вязкотекучее состояние полимеров. Деформация полимера в вязкотекучем состоянии. Характеристика деформации сдвига.
- 2) Характеристика состояния установившегося течения полимера. Структура расплава полимера в вязкотекучем состоянии. Флуктуационная сетка.
- 3) Закон Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Эффективная вязкость.
- 4) Кривые течения и вязкости. Наибольшая и наименьшая ньютоновская вязкость.
- 5) Связь вязкости со свободным объемом. Уравнения Бачинского и Дулиттла.
- 6) Вязкость расплавов аморфных полимеров. Уравнение Вильямса-Лэндела-Ферри.
- 7) Энергия активации вязкого течения полимера.
- 8) Зависимость вязкости от молекулярной массы полимера. Критическая молекулярная масса.

9) Методы оценки реологических свойств расплавов полимеров. Показатель текучести расплава. Выбор метода переработки полимера.

Критерии оценки (в баллах):

- 6-7 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 3-5 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

Пример лабораторной работы

Лабораторная работа №5

Определение параметров вязкого течения ПВХ-композиций

Цель работы: определить значения показателя текучести расплава ПВХ-композиции методом капиллярной вискозиметрии. Рассчитать параметры вязкого течения полимера

Реактивы: пластифицированная ПВХ-композиция.

Оборудование: прибор ИИРТ-АМ

Характеристика прибора ИИРТ-АМ

Для измерения ПТР полимера используют капиллярный вискозиметр марки ИИТР-АМ, схема которого приведена на рис.8. Основными узлами прибора являются блок измерений и блок электроники.

Конструктивно блок измерений выполнен в виде П-образной стойки, в верхней части которой на плите размещено выдавливающее устройство (6), состоящее из привода (8), ходового винта (9), дифференциально-трансформаторного датчика, предназначенного для слежения за перемещением поршня, и держателя грузов с поршнем (4), снабженного цанговым устройством (5) для быстрого отсоединения последнего.

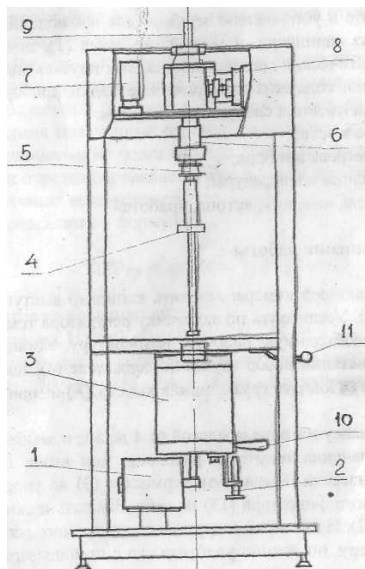


Рис.8. Схема прибора ИИРТ-АМ. Блок измерений.

1. Устройство среза;
2. Упор;
3. Термостат;
4. Держатель грузов;
5. Цанга;
6. Выдавливающее устройство;
7. Датчик;
8. Привод;
9. Ходовой винт; 10. Рукоятка затвора;
11. Эксцентриковый фиксатор.

На средней плите прибора закреплен термостат (3), который фиксируется с помощью эксцентрикового фиксатора (11). Термостат может выдвигаться по Г-образным направляющим для чистки и загрузки полимера. Термостат предназначен для создания необходимой температуры при проведении испытаний. Он состоит из экструзионной камеры в нижнем конце которой помещается сменный капилляр. Капилляр удерживается в камере затвором (1), с помощью рукоятки (10) затвор может перемещаться, освобождая капилляр. Экструзионная камера вставляется в медный корпус и удерживается в нем за счет конической поверхности. В корпусе помещены элементы сопротивления, один из которых служит

датчиком температуры, другой - для контроля температуры во время работы. Нагревательные элементы термостата и термометры сопротивления связаны с блоком электроники, который обеспечивает автоматическое регулирование температуры в ходе опыта. На нижней накладке термостата закреплен поворотный винтовой упор (2), предназначенный для закрытия капилляра от самовытекания расплава полимера.

На нижней плите в установлено зеркало, для наблюдения за вытеканием расплава из капилляра, и устройство среза (I), позволяющее производить автоматический срез выдавливаемых прутков материала.

Блок электроники содержит электрические блоки прибора. На передней панели блока имеются следующие символы: подключение к сети; индикатор нагрева прибора; клавиши задания температуры; кнопки: «срез», «^», «v», «стоп», «работа».

Порядок выполнения работы

В канат экструзионной камеры вставить капилляр выступом меньшего диаметра вниз. Установить по задатчику регулятора температуры нажатием кнопок необходимую рабочую температуру. Установить необходимый для испытаний набор грузов на держателе (4), закрепив их с помощью цанги (5). Поднять грузы, нажав кнопку (л) на панели блока электроники.

Подготовить навеску материала массой от 4 до 8 г, в зависимости от предполагаемого значения текучести расплава. Чем выше текучесть, тем больше масса навески. Выдвинуть термостат (3) до упора, нажав ручку эксцентрикового фиксатора (13) на себя. Закрыть нижний торец капилляра упором (2). Произвести загрузку испытываемого материала в экструзионную камеру, постоянно уплотняя его с помощью поршня из комплекта инструментов. Время загрузки материала не должно превышать 1 мин. Перевести термостат в исходное положение.

Нажатием кнопки (v) произвести опускание поршня с грузом в канал экструзионной камеры. Отсоединить поршень с грузом с помощью цапфы (5) от подъемного механизма, нажатием кнопки (л) поднять механизм вверх. Произвести прогрев образца в экструзионной камере в течение не менее 4 мин. После указанной выдержки отвести упор (2) и дать полимеру свободно вытекать под давлением поршня с грузом.

Когда нижняя кольцевая отметка на поршне опустится до верхней плоскости плиты, выдавленную часть материала необходимо отсечь с помощью автоматического устройства среза (12) нажатием на панели блока электроники кнопки «СРЕЗ» и в расчет ее не принимают. Измерения ПТР производят до тех пор, пока верхняя отметка на поршне не опустится до верхней плоскости плиты.

Для измерения ПТР отбирают отрезки экструдированного материала, последовательно отсекаемые через определенные интервалы времени. Длина отдельных отрезков должна составлять от 10 до 20 мм. После охлаждения полученные

отрезки взвешивают каждый в отдельности с погрешностью не более 0,001,г. Число их должно быть не менее трех. Масса отрезка определяется как среднее арифметическое результата взвешивания всех отрезков.

ПТР определяют по формуле:

$$\text{ПТР}_{T,P} = m * 600 / t, \quad (\text{г}/10 \text{ мин})$$

где, T - температура испытания, °С;

P - нагрузка, Н (кгс);

m - средняя масса экструдированных отрезков, г;

t - интервал времени между двумя последовательными отсечениями отрезков, с.

По результатам экспериментов проводится оценка влияния различных факторов (температуры, давления) на текучесть полимерного расплава.

Критерии оценивания

- 3 балла выставляется студенту, если студент правильно и точно ответил на вопросы при допуске к выполнению лабораторной работы, проявил необходимые знания и навыки при выполнении работы, правильно и аккуратно оформил результаты эксперимента в лабораторном журнале;

- 2 балла выставляется студенту, если студент допустил неточности при ответе на вопросы при допуске к выполнению лабораторной работы, проявил необходимые знания и навыки при выполнении работы, недостаточно правильно и аккуратно оформил результаты эксперимента в лабораторном журнале;

- 1 балл выставляется студенту, если при ответе на вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок, небрежно, с ошибками оформил результаты эксперимента в лабораторном журнале;

Примеры вопросов к тестам

1) Какие параметры определяют методом ТГА?

1. Температура плавления
2. Температура кристаллизации
3. Содержание влаги в образце
4. Энтальпия плавления
5. Энтропия кристаллизации
6. Температура хрупкости

7. Степень ориентации макромолекул
 8. изменение массы
 9. теплостойкость
 10. Температура начала разложения
 11. Температура стеклования
- А) 1,2,3; Б) 4,7,11; В) 5,6,9 Г) **3,8,10**

2) Какие параметры определяют методом ДСК?

1. Температура плавления
2. Температура кристаллизации
3. Содержание влаги в образце
4. Энтальпия плавления
5. Энтропия кристаллизации
6. Температура хрупкости
7. Степень ориентации макромолекул
8. изменение массы
9. теплостойкость
10. Температура начала разложения
11. Температура стеклования

А) **1,2,4,7,9,11**; Б) 5,6,8,10; В) 1,2,4,8,9,10; Г) 4,5,6,8,11

3) Какие процессы соответствуют экзотермическому пику на кривой ДСК?

1. плавление
2. кристаллизация
3. ориентация макромолекул
4. изменение массы
5. Стеклование
6. Окисление

А) 1,3; Б) 4,5; В) 2,4; Г) **2,6**

4) Что показывает кривая ДТГ?

- А) изменение массы образца в зависимости от температуры
Б) зависимость теплового потока или удельной теплоемкости от времени или температуры.
В) скорость изменения массы образца от температуры.
Г) зависимость удельной теплоемкости от температуры или времени.
- 5) какой вид деформации используют при определении температуры размягчения по Вика:
А) 3-х точечный изгиб
Б) 4-х точечный изгиб
В) проникновение индентора под нагрузкой
Г) одноосная сжимающая нагрузка
Д) ударная нагрузка
- 6) Какие условия соответствуют определению теплостойкости по Мартенсу?
А) определяют температуру, при которой головка индентора погружается в образец на глубину 1 мм
Б) Определяют температуру, при которой образец, находящийся под действием постоянного изгибающего момента, деформируется на заданную величину.
В) Используют схему испытаний с 3-х точечным изгибом под постоянной нагрузкой.
Г) Используют схему испытаний с 4-х точечным изгибом под постоянной нагрузкой.
- 4 балла выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.*
- 3 балла выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.
- 1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

Примерные темы для рефератов и презентаций докладов:

- Методики оценки свойств композиционных полимерных материалов
- Новые методы испытаний полимерных материалов, используемые в авто- и машиностроении;
- Свойства полимерных материалов, используемых в медицине;
- Термомеханический анализ полимеров. Возможности метода. Конструкция приборов. Характеристика термомеха-

нических кривых. Определяемые параметры. Преимущества метода.

- Динамический механический анализ полимеров. Возможности метода. Конструкция приборов. Характеристика ДМА-кривых. Определяемые параметры. Преимущества метода.

- Идентификация полимеров с помощью метода ДСК.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. В Грэлльманн, С. Зайдлер. Испытания пластмасс./ пер. с англ. Под ред. А.Я. Малкина – СПб.: Профессия, 2010.- 720 с.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Научный мир, 2007.
3. Практикум по химии и физике высокомолекулярных соединений/ В.Ф. Куренков, Л.А. Бударина, А.Е. Заикин. М.: КолосС, 2008. - 395 с.
4. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М.: КолосС, 2007.

Дополнительная литература

5. Тайтельбаум Б.Я. Термомеханический анализ полимеров. М.: Наука, 1979.
6. Андреева В.В. Кадыкова Ю.А. Свешникова Е.С. Дифференциально-термический анализ полимеров. Методические указания. Саратов. СарГТУ. 2006. twirpx.com/file/570198.
7. Костенко О.В., Игнолинская Н.М., Касьянова О.В. Термические методы исследования полимеров. Методические указания. Кемерово, КузГТУ, 2007. - 22 с.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Глазырин, А.Б. Реологические свойства полимеров и их растворов: метод.указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет.- Уфа: РИЦ БашГУ, 2018.- 31 с.

2. Глазырин, А.Б. Закономерности реакции поликонденсации: метод.указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет.— Уфа: РИЦ БашГУ, 2014.- 29 с.

3. Глазырин, А.Б. Растворы полимеров. Закономерности процесса растворения: метод.указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет.— Уфа: РИЦ БашГУ, 2016.- 17 с.

4. Методы синтеза и свойства поливинилхлорида./ Глазырин А.Б., Абдуллин М.И.- Башкирский государственный университет.- Уфа: РИЦ БашГУ, 2000. - 24 с.

5. Пластифицированные ПВХ-композиции / Глазырин А.Б., Абдуллин М.И.- Башкирский государственный университет.- Уфа: РИЦ БашГУ, 2001. -36 с.

6. Непластифицированные ПВХ-композиции / Глазырин А.Б., Абдуллин М.И.- Башкирский государственный университет.- Уфа: РИЦ БашГУ, 2002. -34 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- программы подготовки презентаций;
- интернет-ресурсы;
- электронные библиотеки;
- электронная почта;
- сетевые средства доступа к учебно-методической и научной информации;
- образовательные электронные издания;
- мультимедиа.

1. <http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm>

2. <http://xumuk.ru/>

3. <http://chemister.da.ru/>

4. <http://chemistry.narod.ru/>

5. <http://www.chemport.ru/books/index.php>

6. <http://www.newlibrary.ru/book/>

Электронная информационно-образовательная среда БашГУ обеспечивает:

– доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;

– фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;

– проведение всех видов занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;

– формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;

– взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное

взаимодействие посредством сети "Интернет".

Программное обеспечение:

1. Система электронного тестирования на базе Moodle <http://moodle.bashedu.ru/course/view.php?id=2841>
2. Пакет офисных приложений профессионального уровня Office Professional Plus 2013 Russian OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
3. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL Academic Edition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
4. Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL Academic Edition Legalization Get Genuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
5. Обновление операционной системы для персонального компьютера Windows Professional 8 Russian Upgrade OLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
6. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</i> аудитория № 405 (учебный корпус, ул. Мингажева 100)	Лекции	Аудитория № 405 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа проектор MitsubishiEX 320U, экранDinonElectricL150*200 MW
<i>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</i> аудитория № 405 (учебный корпус, ул. Мингажева 100) <i>учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</i> аудитория № 403 аудитория № 405 (учебный корпус, ул. Мингажева 100)	Консультации Текущий и рубежный контроль Тестирование	Аудитория № 403 (компьютерный класс) Коммутатор HP V1410-24G Персональный компьютер в комплекте LenovThinkCentreAll-In-One(12 шт) Персональный компьютер Моноблок баребон ECSG11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320GSATA/DVD+RW(12 шт) Сервер №2 DepoStorm1350Q1 Коммутатор HeewlettPackardHP V1410-8 G. Программное обеспечение 1. Учебный класс APM WinMachine Договор №263 от 07.12.2012 г. Лицензии бессрочные. 2. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. OLP NL Academic Edition (бессрочная-лицензия). Договор №104 от 17.06.2013 г. 3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL Academic Edition (бессрочная-лицензия). Договор №114 от 12.11.2014 г.

		4. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</i> аудитория № 406. аудитория № 308(учебный корпус, ул. Мингажева 100).	Лабораторные занятия	<p style="text-align: center;">Аудитория № 406.</p> <p>Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, шкаф вытяжной химический, шкаф-бокс вытяжной – 2 шт. прибор ИИРТ для определения показателя текучести расплава полимеров, вакуум-насос, вакуумный сушильный шкаф, лабораторный регулятор напряжения, колбагреватель ПЭ-4120М, весы ВК-600, прибор для определения сминаемости материалов, крутосчетчик, лабораторная центрифуга, лабораторная посуда, лабораторные штативы.</p> <p style="text-align: center;">Аудитория № 308.</p> <p>Лабораторная мебель, весы аналитические ВЛР-200 АР-2140, прибор для термического анализа в составе: дифференциальный сканирующий калориметр DSC-1/200 и прибор TGA/DSC с управляющим компьютером и принтером.</p>
<i>Помещения для самостоятельной работы:</i> библиотека, аудитория № 201 (учебный корпус, ул. Мингажева 100) читальный зал №2 (физмат корпус-учебное)	Самостоятельная работа	<p style="text-align: center;">Аудитория № 201</p> <p>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь</p> <p style="text-align: center;">читальный зал №2 (физмат корпус-учебное)</p> <p>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -5 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 5 шт.</p> <p style="text-align: center;">Программное обеспечение</p> <p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерный факультет

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Физико-химия полимеров»
на 7 семестр
бакалавриат, очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	7/252
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	73,7
лекций	36
лабораторных	64
ФКР	1,7
Контроль	54
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР), в том числе на подготовку к контрольной работе	96,3 15

Форма контроля: экзамен – 7 семестр

	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7
1.	Классификация методов испытаний полимеров. Стандартизация методов испытаний пластмасс. Методы получения образцов для испытаний. Подготовка образцов. Измерения свойств, влияющих на технологию переработки полимера. Реологические свойства расплавов полимеров. Показатель текучести расплава.	8	16	24	№1-2, 4 Конспекты лекций	КР КТ Кол
2.	Механические свойства полимеров. Параметры, характеризующие механическое состояние полимера. Деформационные свойства полимеров. Испытание полимеров на растяжение, сжатие, изгиб, удар.	10	16	24	№1-4 Конспекты лекций	КР КТ Кол
3.	Измерения твердости полимеров. Определение твердости по Шору. Методы оценки технологических свойств полимерных материалов и изделий. Теплостойкость полимеров. Теплостойкость по Мартенсу. Температура размягчения по Вика. Деформационная теплостойкость	8	16	24	№1-4 Конспекты лекций	КР КТ Кол
4.	Методы оценки термической стабильности полимеров. Термогравиметрический анализ. Режимы проведения ТГ-измерений. Характеристика кривых ТГ, ДТГ. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Принцип работы приборов ДСК. Модельная кривая ДСК. Параметры полимеров, определяемые методом ДСК.	10	16	24,3	№1,3, 5-7 Конспекты лекций	КР КТ Кол
	Всего:	36	64	96,3		

**Рейтинг-план дисциплины
«Физико-химия полимеров»**

направление 040302 Химия, физика и механика материалов, профиль «Современные материалы для медицины и промышленности» курс 4, семестр 7, 2021 уч.г.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1 «Классификация методов испытания полимеров»				
Текущий контроль			0	14
1. Тестовый контроль /текущая контрольная работа	4	1	0	4
2. Выполнение лабораторных работ	3	1	0	3
3. Сдача коллоквиума	7	1	0	7
Рубежный контроль			0	8
Контрольная работа «Классификация методов испытания полимеров»	8	1	0	8
Модуль 2. «Методы оценки реологических и технологических свойств полимеров»				
Текущий контроль			0	14
1. Тестовый контроль /текущая контрольная работа	4	1	0	4
2. Выполнение лабораторных работ	3	1	0	3
3. Сдача коллоквиума	7	1	0	7
Рубежный контроль			0	10
Контрольная работа «Методы оценки технологических свойств полимеров»	10	1	0	10
Модуль 3. «Определение механических свойств полимеров»				
Текущий контроль			0	14
1. Тестовый контроль /текущая контрольная работа	4	1	0	4
2. Выполнение лабораторных работ	3	1	0	3
3. Сдача коллоквиума	7	1	0	7
Рубежный контроль			0	10
Контрольная работа «Опреде-	10	1	0	10

ление механических свойств полимеров»				
Поощрительные баллы				
1. Подготовка реферата				10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
Экзамен				30

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (текущий контроль –40 баллов; рубежный контроль –28 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».