

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Волгоградский государственный технический университет»

Химико-технологический факультет

Кафедра «Технология высокомолекулярных и волокнистых материалов»

«УТВЕРЖДАЮ»  
Декан факультета ХТ  
Е.В. Шишкин  
«24» 06 2016г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Учебной дисциплины «Физико-химия растворов полимеров»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профили подготовки: «Химическая технология органических веществ»,  
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»,  
«Технология и переработка полимеров»

Уровень подготовки - Бакалавр

Очная форма обучения

(срок обучения - нормативный)

Волгоград 2016 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ №3. <sup>34</sup>  
РП 18.03.01-04-34  
ОП -16 ФГОС ФАК. ХТ  
ЭКЗ. № 1

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

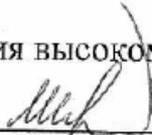
Направленность: «Технология и переработка полимеров»

Разработчики:

профессор  А.В. Навроцкий

доцент  Е.В. Брюзгин

ОДОБРЕНО:

Заведующий кафедрой: «Технология высокомолекулярных  
и волокнистых материалов»  А.В. Навроцкий

Протокол заседания кафедры от «01» 06 2016 № 7

СОГЛАСОВАНО:

Председатель НМС

Химико-технологический факультет  В.А. Навроцкий

Протокол заседания НМС от «23» 06 2016 № 9

Декан факультета

Химико-технологический факультет  Е.В. Шишкин

«24» 06 2016

ПРИЛОЖЕНИЕ №3 <sup>34</sup>  
РПР.03.01-04-34  
ОП-16 ФГОС ФАК.ХТ  
ЭКЗ. № 1

## ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина: «Физико-химия растворов полимеров»

Блок дисциплин (его часть): вариативная часть

Форма обучения: Очная

Курс обучения: 3

Семестр обучения: 5

Число зачетных единиц трудоемкости: 4

Всего часов по учебному плану: 144

Лекции: 32

Практические занятия: -

Лабораторные занятия: 32

Самостоятельная работа студентов (СРС): 44

Форма итогового контроля по дисциплине: экзамен (36 часов)

Форма контроля СРС по дисциплине: контрольная работа

## **Оглавление**

РАЗДЕЛ 1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	5
РАЗДЕЛ 2. Место дисциплины в структуре ОП.....	5
РАЗДЕЛ 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, (формируемые компетенции).....	6
РАЗДЕЛ 4. Содержание и структура дисциплины по темам (разделам).....	7
РАЗДЕЛ 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
РАЗДЕЛ 6. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
РАЗДЕЛ 7. Перечень Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	11
РАЗДЕЛ 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
РАЗДЕЛ 9. Перечень периодических изданий, рекомендуемых для освоения дисциплины.....	12
РАЗДЕЛ 10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения, информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
РАЗДЕЛ 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	13
РАЗДЕЛ 12. Фонд оценочных средств текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	14
Лист изменений и дополнений рабочей программы дисциплины .....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	16

## **РАЗДЕЛ 1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является – формирование у студентов базовых теоретических знаний о физической химии растворов полимеров.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- 1) освоение знаний об основных физических моделях полимерных цепей в растворе;
- 2) изучение положений термодинамики для систем «полимер-растворитель», закономерностей диффузии макромолекул и течения растворов полимеров;
- 3) приобретение умений по определению коллигативных свойств растворов полимеров, молекулярных характеристик, гидродинамических параметров.

## **РАЗДЕЛ 2. Место дисциплины в структуре ОП**

Настоящая дисциплина относится к вариативной части учебного плана. Изучение дисциплины «Физико-химия растворов полимеров» основано на усвоении таких дисциплин, как «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия».

Дисциплина создает теоретическую и практическую основу для изучения следующих дисциплин учебного плана: «Общая технология полимерных материалов», «Физика полимеров», «Теоретические основы технологии полимеризационных процессов», «Теоретические основы поликонденсационных процессов», «Химия биополимеров», «Введение в термодинамику полимеров». Знания, полученные при изучении данной дисциплины, могут понадобиться при выполнении студентами научно-исследовательской работы, выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

### РАЗДЕЛ 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, (формируемые компетенции)

Таблица Д1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты обучения		Темы, разделы дисциплины, способствующие формированию компетенции
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>				
ОПК-2	готовность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	знает	основные законы природы, строение и свойства основных классов полимеров, закономерности набухания и растворения полимеров	Тема 1-6
		умеет	устанавливать связь между составом, структурой и свойствами высокомолекулярных соединений	
		владеет	методами теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	
<b>Профессиональные компетенции</b>				
ПК-16	способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального ис-	знает	физико-химические свойства высокомолекулярных соединений, современные представления о физических моделях полимерной цепи, физические представления о макромолекулах в растворе, методы расчета экспериментального исследования	Тема 1-6
		умеет	производить технологические расчёты, анализировать результаты эксперимента, пользоваться справочной и монографической литературой в области высокомолекулярных соединений	
		владеет	экспериментальными методами определения физико-химических свойств высокомолекулярных соединений	

	следования			
ПК-18	готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	знает	особенности концентрационных режимов растворов полимеров, закономерности диффузии макромолекул и течения растворов полимеров, основные методы определения молекулярной массы полимеров и расчета гидродинамических параметров макромолекул	Тема 1-6
		умеет	проводить оценку физико-химических свойств растворов высокомолекулярных соединений; производить расчёты параметров макромолекул в растворе	
		владеет	экспериментальными методами изучения физико-химических свойств растворов высокомолекулярных соединений, навыками работы на используемом для этого оборудовании	

## РАЗДЕЛ 4. Содержание и структура дисциплины по темам (разделам)

Таблица Д2 – Содержание учебной дисциплины

Номер темы и/или раздела	Наименование темы, раздела и вопросов, изучаемых на занятиях	Кол-во часов, отводимых на занятия					Форма контроля
		лекционного типа	Лабораторные работы	Практические занятия (семинары, коллоквиумы и т.д.)	Консультации	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Введение в физико-химию полимеров.</b> Характерные особенности полимеров. Основные представители полимеров. Классификация и номенклатура высокомолекулярных соединений. Природные и синтетические полимеры. Архитектура макромолекул. Молекулярная	4	4	-	По нормам <sup>1</sup>	6	С, Ср, Э <sup>2</sup>

<sup>1</sup> - Объем часов рассчитывается в соответствии с нормами времени для расчета учебной нагрузки из разделов «Консультации» и «Контроль».

<sup>2</sup> - С – собеседование, Ср – самостоятельная работа, Кр – контрольная работа, Э - экзамен

	масса полимеров.						
2	<b>Основные принципы, определяющие физические свойства макромолекул.</b> Механизмы гибкости макромолекул. Виды конформаций макромолекул. Модель идеальной цепи. Полимерная цепь с объемными взаимодействиями. Проблема исключенного объема. Параметры макромолекулярного клубка. Упругость полимеров.	8	6	-	-«-	8	С, Э
3	<b>Растворы полимеров.</b> Физические представления о макромолекулах в растворе. Термодинамика растворения полимеров. Набухание и коллапс полимерной цепи. Термодинамика и фазовые равновесия в системе «полимер-растворитель».	4	4	-	-«-	8	С, Кр, Э
4	<b>Теория Флори-Хаггинса.</b> Свободная энергия системы «полимер-растворитель». Фазовые диаграммы системы «полимер-растворитель». Ограниченная растворимость. Фракционирование. Полимерные сетки и гели. Вязкость растворов полимеров.	4	4	-		6	С, Ср, Э
5	<b>Динамика полимерной цепи в растворе.</b> Концентрационные режимы полимерных растворов. Термодинамика разбавленных растворов. Диффузия, вязкость, седиментация. Реология растворов полимеров. Коллигативные свойства разбавленных растворов. Методы определения размеров макромолекул в растворах. Методы определения молекулярной массы полимеров. Вискозиметрия, нефелометрия, осмометрия.	6	8	-	-«-	10	С, Кр, Э
6	<b>Полиэлектролиты.</b> Влияние электростатических взаимодействий на конформацию полимерных цепей. Классификация полиэлектролитов. Сильные и слабые полиэлектролиты. Полиамфолиты. Свойства растворов полиэлектролитов.	6	6	-	-«-	6	С, Э
<b>ИТОГО</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>По нормам<sup>3</sup></b>	<b>44</b>	

<sup>3</sup> - Объем часов рассчитывается в соответствии с нормами времени для расчета учебной нагрузки из разделов «Консультации» и «Контроль».

Таблица ДЗ – Лабораторные работы

Номер лабораторной работы	Наименование лабораторной работы	Объем <sup>4</sup> , час.
1	2	3
1.	Исследование кинетики ограниченного набухания полимерных сеток	6
2.	Решение задач на определение кинетики ограниченного набухания полимерных сеток	2
3.	Гидродинамические свойства разбавленных растворов высокомолекулярных соединений	6
4.	Изучение растворов амфотерных полиэлектролитов	6
5.	Решение задач на определение гидродинамических параметров макромолекул в растворах	4
6.	Контрольная работа по темам «Набухание полимерных сеток» и «Гидродинамические свойства растворов полимеров»	2
7.	Решение задач на определение молекулярной массы полимеров методами осмометрии и нефелометрии	4
8.	Контрольная работа по темам «Осмометрия» и «Нефелометрия»	2
<b>Итого</b>		<b>32</b>

<sup>4</sup> Выполнение каждой лабораторной работы заканчивается представлением отчета в объеме 2 часов, учтенных в количестве отводимых часов на каждую лабораторную работу.

Таблица Д5 – Самостоятельная работа студентов (СРС)

Форма СРС	Номер семестра	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
Контрольная работа	5	15 декабря	8

Таблица Д6 – Прочие виды контактной работы обучающихся с преподавателем

Форма контактной работы	Номер семестра	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на контактную работу, час.
1	2	3	4
Групповые консультации	5	01.09-30.12	Текущая консультация по учебной дисциплине
Групповые консультации	5	* в соответствии с графиком экзаменационной сессии	Консультация перед экзаменом
Промежуточная аттестация обучающихся	5	* в соответствии с графиком экзаменационной сессии	Экзамен в соответствии с учебным планом

## РАЗДЕЛ 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Таблица Д7 – Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Наименование издания	Доступ ресурса (НТБ, кафедра, файловое хранилище)
1	2	3
1	Физико-химия растворов и дисперсий полимеров: метод. указания к лабораторным работам / Навроцкий А.В., Васильева В.Д.; ВолгГТУ. - Волгоград, 2008. - 40 с.	Кафедра, файловое хранилище
2	Химия и физика водорастворимых высокомолекулярных соединений: учеб. пособие / Навроцкий А.В., Крюкова Я.М., Дрябина С.С., Котляревская О.О., Ковалева О.Ю., Шулевич Ю.В., Навроцкий В.А.; ВолгГТУ. - Волгоград, 2003. - 84 с.	Кафедра, файловое хранилище

## РАЗДЕЛ 6. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Таблица Д8 – Перечень основной и дополнительной литературы по дисциплине

№ п/п	Наименование издания
1	2
<b>Основная литература</b>	
1.	Введение в химию полимеров [Текст] : учеб. пособие / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 222 с. Введение в химию полимеров [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Д. Семчиков; С. Ф. Жильцов; С. Д. Зайцев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 224 с.
2.	Зезин А. Б. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс] : учеб. и практикум для академ. бакалавриата / под ред. А. Б. Зезина - Москва : Юрайт, 2016. - 340 с.
<b>Дополнительная литература</b>	
3.	Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения [Текст] : учебник / Ю. Д. Семчиков. - М. : Академия, 2003. - 368 с.
4.	Тагер, А. А. Физикохимия полимеров [Текст] / А. А. Тагер ; под ред. А. А. Аскадского. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Науч. мир, 2007. - 576 с.
5.	Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения [Текст] : учеб. для бакалавров / В. В. Киреев. - М. : Юрайт, 2013. - 602 с.
6.	Аскадский, А. А. Введение в физико-химию полимеров [Текст] / А. А. Аскадский, А. Р. Хохлов. - М. : Научный мир, 2009. - 380 с.
7.	Практикум по химии и физике полимеров [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / под ред. В. Ф. Куренкова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1995. - 256, [1] с.
8.	Практикум по химии и физике полимеров [Текст] : учеб. пособие / под ред. В. Ф. Куренкова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1990. - 304 с.
9.	Шур, А. М. Высокомолекулярные соединения [Текст] : учебник / А. М. Шур. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1981. - 656 с.

## РАЗДЕЛ 7. Перечень Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Таблица Д9 – Перечень Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование ресурса	Адрес (ссылка на ресурс)
1	2	3
1.	Файловое хранилище ВолгГТУ	<a href="http://dump.vstu.ru/">http://dump.vstu.ru/</a>
2.	Ресурсы библиотеки ВолгГТУ	<a href="http://library.vstu.ru/">http://library.vstu.ru/</a>
3.	Электронно-библиотечная система издательства	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

	«Лань»	
4.	Web of Science – международная база данных научного цитирования	<a href="https://www.webofknowledge.com/">https://www.webofknowledge.com/</a>
5.	Scopus – международная реферативная база данных	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>
6.	eLIBRARY.RU - научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

## РАЗДЕЛ 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица Д10 – Перечень методических указаний по освоению дисциплины

№ п/п	Наименование издания	Доступ ресурса (НТБ, кафедра, файловое хранилище)
1	2	3
1	Физико-химия растворов и дисперсий полимеров: метод. указания к лабораторным работам / Навроцкий А.В., Васильева В.Д.; ВолгГТУ. - Волгоград, 2008. - 40 с.	Кафедра, файловое хранилище

## РАЗДЕЛ 9. Перечень периодических изданий, рекомендуемых для освоения дисциплины

Таблица Д11 – Перечень периодических изданий, рекомендуемых для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование периодического издания	Форма издания (печатный или электронный ресурс)	Доступ ресурса (НТБ, свободный доступ сети Интернет)
1	2	3	4
1.	Журнал «Высокомолекулярные соединения»	печатный ресурс	НТБ
2.	Коллоидный журнал	печатный ресурс	НТБ
3.	Журнал прикладной химии	печатный ресурс	НТБ
4.	Журнал «Известия ВолгГТУ. Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов»»	печатный ресурс	НТБ, <a href="http://www.vstu.ru/nauka/izvestiya-volggtu-periodicheskoe.html">http://www.vstu.ru/nauka/izvestiya-volggtu-periodicheskoe.html</a>

## РАЗДЕЛ 10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения, информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица Д12 – Перечень информационных технологий, программного обеспечения, информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование ресурса	Характеристика ресурса	Вид занятий, для которых используется ресурс
1	2	3	4
1.	Мультимедийное оборудование	информационные технологии	занятия лекционного типа
2.	Microsoft Office Power Point	программное обеспечение	подготовка лекционных занятий
3.	Электронные учебники/учебные пособия	информационные технологии	самостоятельная работа обучающихся
4.	Письмо по E-mail	информационные технологии	обратная связь с преподавателем (индивидуальные консультации)
5.	Интернет-ресурсы	информационные технологии	самостоятельная работа обучающихся

## РАЗДЕЛ 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица Д13 – Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ лаборатории, кабинета, аудитории	Наименование лаборатории, кабинета, аудитории	Перечень основного оборудования	Кафедра	Факультет
1	2	3	4	5
Б-508	Учебная лаборатория	Вытяжные шкафы (4шт), Лабораторные столы (4 шт), рН-метр со стеклянным электродом Фотоэлектроколориметр	ТВВМ	ХТФ

		Устройство для сушки хим. посуды Магнитные мешалки (2шт.) Верхнеприводные мешалки (2шт.) Электроплитки (2шт.) Весы аналитические Весы технические Муфельная печь Дистиллятор		
Б-514 <sup>5</sup>	Лекционная аудитория	Учебная мебель, учебная доска, мультимедийное оборудование		
ГУК 100	Студенческий читальный зал	Учебная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет»		НТБ

## **РАЗДЕЛ 12. Фонд оценочных средств текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Фонд оценочных средств текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Физико-химия растворов полимеров» оформлен в соответствии с Положением о фондах оценочных средств, утвержденным приказом №616 от 23.12.2014 в виде ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе.

---

<sup>5</sup> - Лекционная аудитория – выделяется учебным отделом из аудиторного фонда ВУЗа

## ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры, на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Дата согласования и подпись декана факультета, реализующего ОП
1.		Протокол № _____ от _____ 20__ г.  Зав. кафедрой _____ подпись _____ ФИО	_____ 20__ г.  Декан факультета _____ подпись _____ ФИО
2.		Протокол № _____ от _____ 20__ г.  Зав. кафедрой _____ подпись _____ ФИО	_____ 20__ г.  Декан факультета _____ подпись _____ ФИО
3.		Протокол № _____ от _____ 20__ г.  Зав. кафедрой _____ подпись _____ ФИО	_____ 20__ г.  Декан факультета _____ подпись _____ ФИО

Шифр ФОС

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»**

Кафедра «Технология высокомолекулярных и волокнистых материалов»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.В. Навроцкий

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

**«Физико-химия растворов полимеров»**

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профили подготовки: «Химическая технология органических веществ»,  
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»,  
«Технология и переработка полимеров»

Разработчики:

профессор \_\_\_\_\_ А.В. Навроцкий

доцент \_\_\_\_\_ Е.В. Брюзгин

ФОС рассмотрен на заседании кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г., протокол № \_\_

Волгоград 2016

**Паспорт  
фонда оценочных средств  
по дисциплине «Физико-химия растворов полимеров»**

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
3	ОПК-2	готовность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	Тема 1-6	5
4	ПК-16	способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Тема 1-6	5
5	ПК-18	готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Тема 1-6	5

**Показатели и критерии оценивания компетенций,  
описание шкал оценивания**

Таблица ПЗ.1 – Показатели оценивания компетенций

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства
3	ОПК-2	<p>Студент знает:</p> <p>основные законы природы, строение и свойства основных классов полимеров, закономерности набухания и растворения полимеров.</p> <p>Студент умеет:</p> <p>устанавливать связь между составом, структурой и свойствами высокомолекулярных соединений.</p> <p>Студент владеет:</p> <p>методами теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.</p>	Тема 1-6	<p>Отчет лабораторных работ</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Экзамен</p>
4	ПК-16	<p>Студент знает:</p> <p>физико-химические свойства высокомолекулярных соединений, современные представления о физических моделях полимерной цепи, физические представления о макромолекулах в растворе, методы расчета экспериментального исследования.</p> <p>Студент умеет:</p> <p>производить технологические расчёты, анализировать результаты эксперимента, пользоваться справочной и монографической литературой в области высокомолекулярных соединений.</p> <p>Студент владеет:</p> <p>экспериментальными методами определения физико-химических свойств высокомолекулярных соединений.</p>	Тема 1-6	<p>Отчет лабораторных работ</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Экзамен</p>
5	ПК-18	<p>Студент знает:</p> <p>особенности концентрационных режимов растворов полимеров, закономерности диффузии макромолекул и течения растворов полимеров, основные методы определения молекулярной массы полимеров и расчета</p>	Тема 1-6	<p>Отчет лабораторных работ</p> <p>Самостоятельная работа</p>

	<p>гидродинамических параметров макромолекул.</p> <p>Студент умеет:  проводить оценку физико-химических свойств растворов высокомолекулярных соединений; производить расчёты параметров макромолекул в растворе.</p> <p>Студент владеет:  экспериментальными методами изучения физико-химических свойств растворов высокомолекулярных соединений, навыками работы на используемом для этого оборудовании.</p>		<p>Контрольная работа  Экзамен</p>
--	---	--	--

Таблица ПЗ.2 – Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «отчет лабораторной работы»

Балл (интервал баллов)	Критерии оценивания уровня освоения компетенций
6	Лабораторная работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, в протоколе правильно сделаны расчеты и построены графические зависимости, сделан вывод. Получены правильные ответы на 90-100 % контрольных вопросов.
5	Лабораторная работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, в протоколе правильно сделаны расчеты и построены графические зависимости, сделан вывод. Получены правильные ответы на 80-89 % контрольных вопросов.
4	В протоколе допущены незначительные ошибки в расчетах и при построении графических зависимостей, получены правильные ответы на 65-79 % контрольных вопросов.
3	В протоколе допущены существенные ошибки в расчетах и при построении графических зависимостей, получены правильные ответы на 51-64 % контрольных вопросов.
0	получены правильные ответы менее чем на 50 % контрольных вопросов включительно.

Таблица ПЗ.3 – Критерии и шкала оценивания по оценочному средству самостоятельная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
5	Правильные ответы даны на 95-100 % вопросов
4	Правильные ответы даны на 60-94 % вопросов
3	Правильные ответы даны на 51-59 % вопросов
0	Правильные ответы даны менее чем на 50 % включительно

Таблица ПЗ.4 – Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
9-10	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач): полные, последовательные, грамотные, логически проведенные расчеты, свободное владение материалом.
7-8	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 76-89% вопросов/задач): последовательные, логически проведенные расчеты, без существенных неточностей.
5-6	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 60-75% вопросов/задач): нарушение последовательности и логичности, существенные ошибки в расчетах.
0	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне

(правильные ответы даны менее чем 60% вопросов/задач)

Таблица ПЗ.5 – Критерии и шкала оценивания по оценочному средству экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
36-40	Ответ дан на высшем уровне (правильные ответы даны на 94-100% вопросов): полное изложение программного материала, последовательные, грамотные, логически излагаемые ответы, свободное владение материалом.
31-35	Ответ дан на высоком уровне (правильные ответы даны на 86-93% вопросов): грамотное, последовательное, логическое изложение программного материала, без существенных неточностей.
26-30	Ответ дан на среднем уровне (правильные ответы даны на 70-85% вопросов): правильное изложение основного материала, нарушение логической последовательности, недостаточно правильные формулировки.
20-25	Ответ дан на низком уровне (правильные ответы даны на 50-69% вопросов): изложение основного материала с нарушением логической последовательности, ошибочные формулировки.
0-19	Ответ дан на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем 50% вопросов)

## Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, опыта деятельности

**Отчет лабораторной работы** - средство текущего контроля усвоения учебного материала.

Цель проведения отчета – оценить качество выполнения обучающимися лабораторных работ и уровень овладения ими навыками и техникой эксперимента.

Все выполняемые студентом лабораторные работы оформляются в виде протокола в отдельной тетради, называемой рабочим журналом.

Отчет лабораторной работы включает представление оформленного протокола лабораторной работы и устный ответ по контрольным вопросам методических указаний к выполнению соответствующей лабораторной работы.

Протокол лабораторной работы включает расчеты и краткое изложение хода выполнения работы, которые обучающийся оформляет дома при подготовке к лабораторной работе.

При неправильно оформленном протоколе, обучающийся не допускается к выполнению лабораторной работы.

При проведении лабораторной работы в протоколе отражаются экспериментальные результаты, используемые для дальнейших расчетов и построения графических зависимостей, на основании которых формулируется вывод по работе.

Неудачно проведенная работа включается в отчет с указанием вероятной причины неудачи.

### Форма оформления протокола лабораторной работы

#### Лабораторная работа № Наименование работы

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Краткое описание проведения эксперимента.
4. Расчет концентраций и навесок веществ, необходимых для выполнения лабораторной работы. Полученные данные заносятся в расчетную часть таблицы.
5. Экспериментальные результаты заносятся в таблицы, проводятся необходимые расчеты.
6. Строятся экспериментально полученные графические зависимости.
7. Формулируются выводы по проделанной работе.

Если были допущены отступления от намеченного в плане хода работы, то обязательно указывают на них и на последствия, вызванные этими отступлениями от методики.

Зачет: \_\_\_\_\_  
(подпись преподавателя)

### Контрольные вопросы к отчетам лабораторных работ

1. Каковы основные факторы, определяющие физические свойства ВМС? Какие механизмы гибкости характерны для макромолекул?
2. Какова связь между размерами клубка и числом звеньев в полимерной цепи в соответствии с идеальной моделью?
3. Природа и роль объемных взаимодействий и их влияние на размеры клубка.
4. Понятие о концентрационных режимах полимерных растворов. Виды конформаций макромолекул.
5. Термодинамика растворения полимеров. Уравнение состояния полимерного раствора. Второй вириальный коэффициент.
6. Влияние качества растворителя на поведение макромолекул в растворе. Понятие о  $\theta$ -растворителе.
7. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Поведение макромолекул в разбавленных растворах при течении. Характеристическая вязкость. Уравнение Марка-Хаувинка-Куна.
8. Параметры макромолекул, вычисляемые при помощи характеристической вязкости.
9. Полиэлектролиты, химическое строение и классификация. Зависимость заряда макромолекул полиамфолитов от pH.
10. Влияние электростатических взаимодействий на конформации макромолекул полиэлектролитов.
11. Особенности гидродинамического поведения полиэлектролитов в водных и водно-солевых растворах.
12. Определение характеристической вязкости полиэлектролитов в средах с различной ионной силой. Коэффициент полиэлектролитного набухания.
13. Понятие о полимерных сетках и гелях, пути их образования.
14. Закономерности набухания полимерных сеток в растворителях.

***Самостоятельная работа*** - это деятельность обучающихся по освоению учебного материала, которая осуществляется по заданию, при методическом руководстве и контроле преподавателя, но без его непосредственного участия.

Цель самостоятельной работы - проверка качества усвоения знаний обучающимися.

Самостоятельная работа направлена на формирование у обучающихся знаний-копий и знаний, позволяющих решать типовые задачи.

Познавательная деятельность обучаемых при этом заключается в воспроизведении и частичном реконструировании, преобразовании структуры и содержа-

ния усвоенной ранее учебной информации. Это предполагает необходимость анализа поставленной задачи, различных путей ее выполнения, выбора наиболее правильных из них или последовательного определения логически следующих друг за другом способов решения.

В качестве таких самостоятельных работ обучающимся предлагаются домашние задания, состоящие из типовых репродуктивных задач, решение которых предполагает работу с учебником, конспектом лекций и др.

Самостоятельные работы формируются в виде вариантов заданий по запланированным в рабочей программе темам.

Самостоятельная работа оформляется письменно в рабочих тетрадях. При оформлении самостоятельной работы обучающиеся переписывают условие задания.

### Примеры заданий для самостоятельной работы

#### *Самостоятельная работа №1*

Определите молярную массу поливинилацетата как среднюю величину, используя экспериментальные данные, полученные для его растворов в хлороформе, бензоле и ацетоне.

Концентрация раствора $C_3$ , кг/м	Вязкость раствора поливинилацетата $\eta$ , мПа*с		
	в хлороформе	в бензоле	в ацетоне
0	0,570	0,649	0,325
1	0,745	0,804	0,397
2	0,960	0,988	0,484
3	1,204	1,190	0,578
5	1,813	1,674	0,804
7	2,585	2,262	1,069

Константа  $K$  в уравнении Марка-Хаувинка-Куна для поливинилацетата в хлороформе составляет  $8,77 \cdot 10^{-3}$ , в бензоле  $7,18 \cdot 10^{-3}$ , в ацетоне  $6,92 \cdot 10^{-3}$ , а константа  $a$  соответственно равна 0,71; 0,70; 0,70.

Вычислите константы Хаггинса и концентрации кроссовера полимера в каждом растворителе, сделайте вывод о качестве растворителей.

#### *Самостоятельная работа №2*

При изучении кинетики набухания агар-агара в водных растворах пропанола, бутанола, и пентанола получены следующие данные:

Время набухания $\tau$ , ч	Степень набухания $\alpha_t$ в растворе		
	пропанола	бутанола	пентанола
30	1,08	0,86	0,68
60	2,12	1,68	1,34
90	2,59	2,11	1,70
120	2,84	2,32	1,88
180	3,16	2,58	2,15
240	3,32	2,70	2,30
300	3,36	2,76	2,37
360	3,36	2,76	2,38

Постройте кривые кинетики набухания полиэлектrolита в водных растворах спиртов в координатах  $\alpha - \tau$  и определите константы скорости набухания  $K$  в этих растворах. Объясните полученные данные.

**Контрольная работа** - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме, разделу или дисциплине.

Контрольная работа — промежуточный метод проверки знаний студента. Контрольная работа проходит в письменном виде на занятии, без использования учебников и конспектов и представляет собой решение типовых задач, а также письменные ответы, предоставленные на определенные вопросы из теоретической части содержания дисциплины.

Контрольная работа охватывает не весь курс по предмету, а только пройденную конкретную тему.

Контрольная работа формируется в виде вариантов заданий.

Контрольная работа позволяет определить глубину познания и уровень усвоения материала студентом по конкретной теме.

**Пример варианта к контрольной работе по темам «Набухание полимеров. Определение гидродинамических параметров макромолекул»**

**Задача 1.**

Постройте кинетическую кривую набухания каучука в дибутилфталате, определите константу скорости набухания ( $K$ ).

Время набухания, ч	5	10	20	30	40	50	70	90	110	130
Степень набухания при 15°C	0,07	0,14	0,24	0,32	0,37	0,42	0,48	0,51	0,52	0,52

### Задача 2.

При измерении вязкости растворов полиметилметакрилата в бензоле с помощью капиллярного вискозиметра получены следующие данные:

Концентрация, кг/м <sup>3</sup>	0	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Время истечения, с	190,5	268,3	285,6	303,8	322,6	341,9	362,8

Определите характеристическую вязкость и вискозиметрическую константу Хаггинса. Рассчитайте молекулярную массу полимера, если константа К в уравнении Марка-Хаувинка-Куна равна  $9,60 \cdot 10^{-3}$ , а константа а = 0,77. Найдите концентрацию кроссовера, сделайте вывод.

### Задача 3.

Рассчитайте по уравнению Марка-Хаувинка-Куна молекулярную массу полимера, используя следующие данные:

№	Полимер	Растворитель	Характеристическая вязкость, м <sup>3</sup> /кг	Константы уравнения	
				К	а
1.	Полистирол	толуол	0,122	$1,99 \cdot 10^{-3}$	0,69
2.	Полистирол	бензол	0,087	$1,94 \cdot 10^{-3}$	0,62
3.	Полиметилметакрилат	бензол	0,395	$9,64 \cdot 10^{-3}$	0,77

### Теоретическое задание

Какие параметры макромолекул можно найти, зная значение характеристической вязкости? Приведите формулы для расчета.

### **Пример варианта к контрольной работе по теме «Определение молекулярных масс полимеров методами осмометрии и нефелометрии»**

### Задача 1.

Определите молекулярную массу полимера и второй вириальный коэффициент по следующим данным измерений осмотического давления полимеров:

Полимер - растворитель	Т, К	Осмотическое давление $\pi$ (Па) при концентрации С раствора, кг/м <sup>3</sup>					
		1	2	3	4	5	7
Полистирол - толуол	293	7,2	18,3	33,5	52,2	74,5	133,7
Нитроцеллюлоза - ацетон	298	21,7	45,6	72,1	100,4	131,6	268,8

### Задача 2.

При исследовании рассеяния света растворами каучука в толуоле получены следующие данные:

Конц. раствора, кг/м <sup>3</sup>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Мутность, $\tau \cdot 10^8$ , м <sup>-1</sup>	1,44	1,85	2,15	2,43	3,60

Используя уравнение Дебая, определите молекулярную массу полимера и значение второго вириального коэффициента, если постоянная  $H = 2,8 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2 \cdot \text{моль/кг}^2$ .

### *Теоретическое задание*

Охарактеризуйте влияние качества растворителя на поведение макромолекул в растворе. Какие параметры характерны для макромолекул в  $\theta$ -растворителе?

**Экзамен** – форма итогового контроля знаний учащихся, проводится после завершения обучения студентов по дисциплине.

Цель проведения экзамена – проверить знания студента по всему изученному курсу: строению и свойствам основных классов полимеров; современным представлениям о физических моделях полимерной цепи, физическим представлениям о макромолекулах в растворе; закономерностям диффузии макромолекул и течения растворов полимеров; основным методам определения молекулярной массы полимеров и расчета гидродинамических параметров макромолекул; оценить способности обучающихся устанавливать связь между составом, структурой и свойствами высокомолекулярных соединений.

Экзамен проводится в виде собеседования обучающегося, после предварительной подготовки, и преподавателя и предусматривает ответы на следующие вопросы теоретического курса.

### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Понятие о макромолекулах. Основные представители полимеров.
2. Архитектура макромолекул, линейные и разветвленные макромолекулы.
3. Молекулярная масса полимеров.
4. Основные принципы, определяющие физические свойства макромолекул.
5. Гибкость макромолекул. Поворотной-изомерный и персистентный механизм гибкости.
6. Модель идеальной цепи - свободносочлененная цепь.
7. Модель идеальной цепи - цепь с фиксированным валентным углом и свободным внутренним вращением.
8. Модель идеальной цепи - цепь с фиксированным валентным углом и затрудненным внутренним вращением.
9. Модель Куна. Характеристики гибкости цепи.
10. Термодинамика идеальной цепи.
11. Релаксационные состояния полимеров: стекла, эластомеры, полимерные жид-

кости

12. Молекулярные причины высокой вязкости полимерной цепи.
13. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Характеристическая вязкость.
14. Анализ молекулярных характеристик полимеров с помощью характеристической вязкости.
15. Полимеры способные к электролитической диссоциации. Полиамфолиты.
16. Техника измерения вязкости и мутности растворов полимеров.
17. Полимерные сетки и гели.
18. Практическое применение растворов полимеров - технический аспект.
19. Практическое применение растворов полимеров - биомедицинский аспект.
20. Образовательные и профессиональные траектории, связанные с полимерами.

### Пример билета к экзамену

Министерство образования и науки РФ  
**Волгоградский государственный технический университет**

Кафедра: Технология высокомолекулярных и волокнистых материалов

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

По дисциплине: «Физико-химия растворов полимеров»

Курс 3 семестр 5

1. Архитектура макромолекул, линейные и разветвленные макромолекулы.
2. Анализ молекулярных характеристик полимеров с помощью характеристической вязкости.
3. Задача.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Навроцкий

### Примеры задач к экзамену

1. Определите молекулярную массу двух фракций полиамида, используя данные об относительной вязкости их растворов в муравьиной кислоте при 25°C. Для уравнения Марка-Хаувинка-Куна константа  $K = 0,159$ , константа  $a = 0,72$ .

Фракция I		Фракция II	
Концентрация $c$ , кг/м <sup>3</sup>	Относительная вязкость $\eta/\eta_0$	Концентрация $c$ , кг/м <sup>3</sup>	Относительная вязкость $\eta/\eta_0$
0,744	1,361	0,332	1,287
0,527	1,251	0,225	1,187
0,368	1,172	0,132	1,106
0,164	1,075	0,058	1,045

2. При измерении вязкости растворов полистирола в толуоле с помощью капиллярного вискозиметра получены следующие данные:

Концентрация, кг/м <sup>3</sup>	0	1,70	2,12	2,52	2,95	3,40
Время истечения, с	97,6	115,1	120,2	124,5	129,9	134,9

Определите характеристическую вязкость и вискозиметрическую константу Хаггинса.

3. Постройте кинетическую кривую набухания каучука в дибутилфталате, определите константу скорости набухания (K).

Время набухания, ч	5	10	20	30	40	50	70	90	110	130
Степень набухания при 35°C	0,22	0,44	0,60	0,70	0,79	0,84	0,91	0,94	0,95	0,95

4. Постройте график зависимости приведенного осмотического давления от концентрации раствора сополимера стирола и метакриловой кислоты в толуоле ( $T = 300\text{ K}$ ) по следующим данным:

Концентрация раствора $c$ , кг/м <sup>3</sup>	1,1	2,8	5,4	7,6
Осмотическое давление $\pi$ , Па	9,8	37,3	106,4	187,4

По графической зависимости  $\pi/c = f(c)$  определите молекулярную массу  $M$  полимера и значение второго вириального коэффициента  $A_2$ .

5. При исследовании рассеяния света растворами полистирола в толуоле получены следующие данные:

Концентрация раствора $c$ , кг/м <sup>3</sup>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
Мутность раствора $\tau \cdot 10^8$ , м <sup>-1</sup>	0,87	1,27	1,66	2,03	2,38	3,05

Используя уравнение Дебая, определите молекулярную массу полимера и значение второго вириального коэффициента, если постоянная  $H = 1,17 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2 \cdot \text{моль/кг}^2$ .

## Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседа- ния кафедры, на котором были рассмотрены и одобрены изме- нения и дополнения.	Подпись (с рас- шифровкой) заве- дующего кафедрой