

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1143823	Функциональные свойства органических и полимерных материалов

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Химия, физика и механика материалов 2. Химическое материаловедение	<b>Код ОП</b> 1. 04.03.02/33.01 2. 04.03.02/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Химия, физика и механика материалов	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 04.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Вшивков Сергей Анатольевич	доктор химических наук, профессор	Профессор	органической химии и высокомолекулярных соединений
2	Обыденнов Дмитрий Львович	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	органической химии и высокомолекулярных соединений

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Функциональные свойства органических и полимерных материалов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплин: «Механические свойства полимерных систем», «Функциональные характеристики современных органических материалов». Модуль знакомит с термодинамическими и механическими свойствами полимеров в различных фазовых и релаксационных состояниях; с закономерностями поведения полимерных систем в электрическом и магнитном полях; с процессами растворения и пластификации полимеров; рассматриваются основные представители органических соединений, используемых в повседневной жизни человека, методы их получения и способы применения; практическое установление взаимосвязи функции используемого вещества с его строением и свойствами

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Механические свойства полимерных систем	3
2	Функциональные характеристики современных органических материалов	3
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Органическая химия и химия высокомолекулярных соединений
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Основы органического материаловедения

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Механические свойства полимерных	ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм	З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и

<p>систем</p>	<p>техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>механических свойств веществ и материалов</p> <p>З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе</p> <p>У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p> <p>П-4 - Иметь навыки исследования процессов различной природы с участием химических веществ на серийном научном оборудовании</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов</p> <p>З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе</p> <p>У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p> <p>П-4 - Иметь навыки исследования процессов различной природы с участием химических</p>

		веществ на серийном научном оборудовании
ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации <b>(Химическое материаловедение)</b>	3-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач  3-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов  У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности  П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности	
ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации <b>(Химия, физика и механика материалов)</b>	3-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач  3-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов  У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности  П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности	

<p>ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации</p> <p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах</p>
<p>ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации</p> <p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах</p>
<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p>
<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся)</p>

		для решения конкретной технологической материаловедческой задачи
ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции  (Химическое материаловедение)		<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-2 - Выполнять стандартные операции на аналитическом оборудовании</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-2 - Иметь опыт выполнения стандартных операций на аналитическом оборудовании</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции  (Химия, физика и механика материалов)		<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-2 - Выполнять стандартные операции на аналитическом оборудовании</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-2 - Иметь опыт выполнения стандартных операций на аналитическом оборудовании</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские		<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации</p> <p>У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек</p>

	<p>работы и технологические испытания</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов технологической информации в электронных библиотеках, поисковых системах</p>
	<p>ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации</p> <p>У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов технологической информации в электронных библиотеках, поисковых системах</p>
	<p>ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году научных мероприятий по теме исследования</p> <p>У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение при проведении научных мероприятий</p>
	<p>ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году научных мероприятий по теме исследования</p> <p>У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение при проведении научных мероприятий</p>
<p>Функциональные характеристики современных органических материалов</p>	<p>ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при проведении экспериментов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением правил техники безопасности</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового</p>



		<p>состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при проведении экспериментов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением правил техники безопасности</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p>
	<p>ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p>

	<p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p>
<p>ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p>
<p>ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации</p> <p>У-1 - Проводить первичный поиск информации по заданной тематике с использованием данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p> <p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p>
<p>ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации</p> <p>У-1 - Проводить первичный поиск информации по заданной тематике с использованием данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке</p>

<p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p>
<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки химических и материаловедческих объектов научно-технических разработок для проведения технологических испытаний в своей профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Готовить различные химические и материаловедческие объекты научно-технических разработок для проведения технологических испытаний</p> <p>П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с химическими и материаловедческими объектами научно-технических разработок</p>
<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки химических и материаловедческих объектов научно-технических разработок для проведения технологических испытаний в своей профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Готовить различные химические и материаловедческие объекты научно-технических разработок для проведения технологических испытаний</p> <p>П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с химическими и материаловедческими объектами научно-технических разработок</p>
<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа</p>

		<p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
	<p>ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации</p> <p>У-1 - Проводить поиск технологической информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации</p>

<p>ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации</p> <p>У-1 - Проводить поиск технологической информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации</p>
<p>ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий</p> <p>У-2 - Организовывать и проводить вспомогательные мероприятия при проведении научных конференций, симпозиумов, школ и пр.</p> <p>П-1 - Иметь опыт подготовки вспомогательной документации, раздаточных материалов, технического сопровождения при проведении научных мероприятий</p> <p>П-2 - Иметь опыт организации вспомогательных научных мероприятий со студентами младших курсов</p>
<p>ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий</p> <p>У-2 - Организовывать и проводить вспомогательные мероприятия при проведении научных конференций, симпозиумов, школ и пр.</p> <p>П-1 - Иметь опыт подготовки вспомогательной документации, раздаточных материалов, технического сопровождения при проведении научных мероприятий</p> <p>П-2 - Иметь опыт организации вспомогательных научных мероприятий со студентами младших курсов</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Механические свойства полимерных систем**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Вшивков Сергей Анатольевич	доктор химических наук, профессор	Профессор	органической химии и высокомолекуляр ных соединений

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Вшивков Сергей Анатольевич, Профессор, органической химии и высокомолекулярных соединений**

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные понятия, касающиеся строения макромолекулы.	<p>Макромолекула, цепь, звено цепи. Молекулярная масса основного звена, и полимера. Высокополимеры и олигомеры. Линейные, разветвленные и пространственные полимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Энергии связи между атомами в полимерной цепи. Сополимеры. Статистические сополимеры, блоксополимеры, привитые сополимеры.</p> <p>Классификация полимеров: органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Полимерные углеводороды, полимерные галоидпроизводные, спирты и их производные. Полимерные кислоты, полиакрилаты и полиметакрилаты, полиэфиры (простые и сложные). Поликарбонаты, полиангидриды, полиэпоксиды, полиарилаты, полиамиды (алифатические и ароматические). Полиимиды, полиизоцианаты, полиуретаны. Полиацетали. Виниловые полимеры, гребнеобразные полимеры, лестничные полимеры, дендримеры. Природные полимеры. Биополимеры.</p> <p>Особенности строения цепи полимера. Два типа связей, отличающихся энергией и длиной. Регулярное и нерегулярное построение цепи. Основные типы нерегулярности. Стереорегулярность. Изо-, синдио- и атактические полимеры. Цис- и транс-изомерия, L и D-изомерия.</p>

		<p>Полимолекулярность. Полярные и неполярные полимеры. Плотность энергии когезии полимеров. Межцепное взаимодействие: дисперсионное, деформационное и ориентационное. Межцепные и внутрицепные водородные связи, методы их обнаружения. Примеры полимеров с водородными межцепными связями.</p>
2	Макромолекула, или цепь и ее свойства.	<p>Внутреннее вращение в молекулах. Свободное и заторможенное вращение. Кривая зависимости потенциальной энергии от угла поворота. Потенциальный барьер вращения, его величина для ряда групп атомов. Поворотные изомеры. Гош-, цис- и транс-формы. Внутреннее вращение в макромолекулах и гибкость цепи. Свободносочлененная цепь. Учет валентных углов и взаимодействия между атомами. Взаимодействие ближнего порядка и потенциальный барьер вращения. Взаимодействие дальнего порядка. Работы Марка и Гута, Куна, Бресслера и Френкеля. Гибкоцепные и жесткоцепные полимера. Конфигурации и конформации макромолекул. Конформации клубка, спирали; вытянутая конформация (стержень, "коленчатый вал"), складчатая конформация.</p> <p>Термодинамическая и кинетическая гибкость цепи полимера.</p> <p>Термодинамическая, или равновесная гибкость цепи, определяющая конформацию изолированной макромолекулы в равновесном состоянии. Термодинамическая вероятность цепи, выраженная формулой Гаусса. Наивероятнейшее и среднеквадратичное расстояние между концами свободносочлененной и реальной цепи. Параметры термодинамической гибкости цепи: сегмент Куна, параметр свернутости (<math>\sigma</math>), персистентная длина (<math>a</math>), параметр Флори (<math>f</math>). Их взаимосвязь. Порядок этих величин для гибкоцепных, умеренно жестких и жесткоцепных полимеров. Примеры природных и синтетических гибкоцепных и жесткоцепных полимеров. Кинетическая гибкость цепи, отражающая скорость перехода из одной конформации в другую и проявляющаяся при взаимодействии полимера с внешним полем (механическим, электрическим, магнитным). Кинетический сегмент, методы его оценки. Зависимость кинетической гибкости от потенциального барьера вращения, температуры, степени сетчатости полимера.</p>
3	Надмолекулярная структура полимеров.	<p>Структура тела как пространственное расположение его элементов и тип связи между ними. Надмолекулярная организация полимера. Методы исследования структуры полимеров. Световая и электронная микроскопия. Рентгенография. Вид рентгенограмм, дифрактограмм.</p> <p>Кристаллические и аморфные полимеры. Степень кристалличности. Морфология – совокупность наблюдаемых структурных образований, их форма и границы. Основные морфологические формы кристаллических полимеров. Монокристаллы (пластинчатые, глобулярные, фибриллярные),</p>



		<p>их получение. Монокристаллы и складчатая конформация макромолекул. Кристаллы с выпрямленными цепями КВЦ и сложенными цепями КСЦ. Ламели. Сферолиты, их природа, размеры, условия получения. Структура аморфных полимеров. Домены, или упорядоченные области. Модели структуры: бахромчато-фибриллярная модель Йе, фибриллярно-доменная модель Кабанова, Аржакова, Бакеева.</p>
4	Фазовые состояния и фазовые переходы.	<p>Агрегатные и фазовые состояния веществ. Газообразное, твердое и жидкое агрегатные состояния, их различия. Кристаллическое, аморфное и жидкокристаллическое фазовые состояния. Термодинамическое и структурное понимание фазы. Фазовые переходы первого и второго рода. Классификация Эренфеста.</p> <p>Условия, необходимые для кристаллизации: регулярность цепи, плотность упаковки, диапазон температур. Термодинамика кристаллизации. Механизм и кинетика кристаллизации. Скорость кристаллизации, уравнение Колмогорова - Аврами. Температурная зависимость скорости нуклеации и скорости роста зародышей. Влияние температуры кристаллизации на морфологию и механические свойства полимеров.</p> <p>Плавление полимеров. Температура плавления и строение макромолекул. Равновесная температура плавления, определение ее по графику зависимости <math>T_{пл}</math> от длины складки. Энтальпия и энтропия плавления, их связь с <math>T_{пл}</math>. Влияние на <math>T_{пл}</math> полимеров энергии когезии, гибкости цепи, степени полимеризации, внешнего давления, деформации растяжения.</p> <p>Релаксационные состояния аморфных полимеров: высокоэластическое, стеклообразное, вязкотекучее.</p>
5	Механические свойства эластомеров.	<p>Определение высокоэластического состояния. Виды деформации полимеров, модули упругости и сдвига, соотношения между ними. Всестороннее сжатие. Податливость. Высокоэластическая деформация (ВЭД), ее отличие от упругой деформации металлов. ВЭД идеального каучука, ее молекулярное и термодинамическое рассмотрение. Эластичность реального каучука. Деформационные кривые идеального каучука и резин. Анализ участков кривых. Релаксационный характер ВЭД, релаксации напряжения и деформации. Расчет времени релаксации и энергии активации ВЭД. Спектр времен релаксации. Гистерезисные явления. Механические потери. Поведение эластомеров в циклических полях. Проявление принципа температурно-временной эквивалентности при деформировании эластомеров. Влияние температуры и скорости деформирования на деформационные кривые.</p> <p>Упруговязкие тела. Деформация течения. Закон Ньютона. Модели и уравнения Максвелла, Кельвина - Фойгта для упруговязких тел. Принцип температурно - временной эквивалентности. Ползучесть полимерных материалов.</p>

		<p>Методы разделения ВЭД и деформации течения. Практическое значение релаксационных процессов.</p>
6	<p>Механические свойства стеклообразных полимеров.</p>	<p>Определения стеклообразного состояния. Процесс стеклования, является ли этот процесс фазовым переходом. Релаксационный характер стеклования. Структурное и механическое стеклование. Механизм структурного стеклования. Представления Журкова, Каргина и Слонимского. Теории процесса стеклования: термодинамическая, свободного объема. Методы определения температур стеклования: dilatометрия, термомеханический, определение теплоемкости, модуля упругости, механических потерь. Возможности термомеханического метода. Влияние на температуры текучести и стеклования химического строения полимеров, степени полимеризации. Оценка величины кинетического сегмента. Влияние давления, степени сетчатости, микроструктуры полимера на <math>T_g</math>. Величины <math>T_g</math> и <math>T_c</math> наиболее распространенных каучуков и пластмасс. Деформационные кривые стеклообразных полимеров. Образование "шейки" при деформировании. Предел вынужденной эластичности и ее температурная зависимость. Закон Гука.</p> <p>Температура хрупкости, ее зависимость от энергии межмолекулярного взаимодействия и плотности упаковки макромолекул. Влияние молекулярной массы полимера на <math>T_g</math> и <math>T_{hr}</math>. Проявление принципа температурно-временной эквивалентности при деформировании стеклообразных полимеров. Влияние температуры и скорости деформирования на деформационные кривые. Морозостойкость и теплостойкость полимеров. Отличие теплостойкости от термостойкости. Температуры хрупкости и термостойкости. Влияние химического строения полимера на тепло- и термостойкость.</p>
7	<p>Механические свойства полимеров в вязкотекучем состоянии.</p>	<p>Определение вязкотекучего состояния. Реология и реологические свойства. Физическое и химическое течение. Наложение на деформацию течения высокоэластической деформации. Скорость сдвига, касательные и нормальные напряжения.</p> <p>Вязкость, ее физический смысл и размерность. Ньютоновские и неньютоновские среды. Кривые течения. Наибольшая и наименьшая вязкость. Аномалия вязкости. Дилатансия. Полные и неполные кривые течения.</p> <p>Наибольшая ньютоновская вязкость, ее связь со структурой полимера, влияние на нее молекулярной массы полимера, температуры. Энтальпия, энтропия и свободная энергия активации вязкого течения. Продольная вязкость, ее связь со сдвиговой вязкостью. Работы Виноградова и Малкина по реологии мономолекулярных полимеров. Температурно - инвариантная характеристика вязкости. Влияние давления на вязкость.</p>

8	Прочность полимеров.	<p>Основные виды разрушения твердых тел. Хрупкое и пластическое разрушение; деформации, им предшествующие. Временная зависимость прочности материалов. Статическая и динамическая усталость, явление утомления. Несовместимость этих явлений с представлениями о критическом характере разрушения тела и представлениями о "пределе прочности". Разрушение как процесс. Долговечность материалов. Работы Журкова и его школы по долговечности полимерных материалов. Зависимость долговечности и разрывного напряжений в широком диапазоне температур. Понятие "полюса". Уравнение Журкова, физический смысл входящих в него параметров и их расчет. Зависимость разрушающего напряжения от энергии активации разрыва и структурно-чувствительного коэффициента. Значение уравнения Журкова и область его применения. Уравнение Бартенева для резин.</p> <p>Кинетическая природа разрушения и его термофлуктуационный характер. Природа разрывающихся связей. Доказательство термофлуктуационного характера разрушения. Изучение разрушения полимеров с помощью методов ИКС, ЭПР. Механизм разрушения полимеров. Гипотеза Гриффита о влиянии поверхностных трещин на прочность реальных тел, развитие этих представлений в работах Иоффе, Регеля, Журкова, Слуцкера. Образование и рост трещин в процессе деформирования. Субмикротрещины (крейзы), их размеры. Микро-, макро- и магистральные трещины. Влияние на прочность полимеров размеров и формы надмолекулярных структур, наполнителей, частоты сетки, молекулярной массы и полярности полимера, скорости деформирования. Пути повышения прочности.</p>
9	Пластификация полимеров.	<p>Пластификация, пластифицирующий эффект. Совместимость полимеров с пластификаторами. Влияние пластификатора на температуры стеклований и текучести, на механические и электрические свойства, температуру хрупкости. Механизм пластификации. Внутри- и межструктурная пластификация. Работы Каргина и Козлова. Антипластификация. Теории пластификации. Правило мольных и объемных кон-центраций, их ограниченность. Влияние строения молекул пластификаторов на их пластифицирующее действие. Работы Тагер и Суворовой, Воскресенского и др. Влияние пластификации на механические свойства полимеров.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональн	учебно-	Технология	ПК-2 - Способен	У-1 - Выбирать

ое воспитание	исследовательская, научно-исследовательская	самостоятельной работы	выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности
---------------	---	------------------------	---	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Механические свойства полимерных систем

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Хакимуллин, Ю. Н.; Химия и физика полимеров: физические состояния полимеров : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500918> (Электронное издание)
2. Закирова, Л. Ю.; Химия и физика полимеров : учебное пособие. 1. Химия; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2012; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258759> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Гуль, В. Е.; Структура и механические свойства полимеров : [Учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов].; Высшая школа, Москва; 1966 (5 экз.)
2. Шах, Шах В., Малкин, А. Я.; Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения; Научные основы и технологии, Санкт-Петербург; 2009 (3 экз.)
3. Гуль, В. Е.; Структура и механические свойства полимеров : [учебное пособие для химико-технологических вузов].; Высшая школа, Москва; 1979 (16 экз.)
4. Тагер, А. А., Аскадский, А. А.; Физико-химия полимеров : [учеб. пособие для хим. фак. ун-тов].; Научный мир, Москва; 2007 (79 экз.)
5. Тугов, И. И., Кострыкина, Г. И.; Химия и физика полимеров : Учеб. пособие для хим. технол. специальностей вузов.; Химия, Москва; 1989 (6 экз.)
6. Бартнев, Бертнев, Г. М., Зеленеv, Ю. В.; Физика и механика полимеров : Учеб. пособие для втузов.; Высш.шк., Москва; 1983 (5 экз.)
7. Кулезнев, В. Н.; Химия и физика полимеров : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Химическая технология".; Лань, Санкт-Петербург; 2014 (5 экз.)

8. Бартенев, Г. М., Ельяшевич, А. М.; Физика полимеров; Химия, Ленингр. отд-ние, Ленинград; 1990 (7 экз.)
9. Вшивков, С. А.; Физика и химия полимеров. Поведение диамагнитных макромолекул в магнитном поле : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург; 2018 (2 экз.)
10. Эмануэль, Н. М., Ениколопан, Н. С.; Химическая физика молекулярного разрушения и стабилизации полимеров; Наука, Москва; 1988 (2 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Не используются

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Механические свойства полимерных систем**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Не требуется

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Функциональные характеристики**  
**современных органических материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Обыденнов Дмитрий Львович	кандидат химических наук, доцент	доцент	кафедра органической химии и химии высокомолекулярных соединений
2	Степарук Александр Сергеевич	-, -	младший научный сотрудник	Лаборатория перспективных органических материалов ИОС УрО РАН

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Обыденнов Дмитрий Львович, доцент, кафедра органической химии и химии высокомолекулярных соединений
- Степарук Александр Сергеевич, младший научный сотрудник, Лаборатория перспективных органических материалов ИОС УрО РАН

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные представления об органических материалах	Основные этапы развития органической химии. Реакции образования новой С-С связи с помощью металлоорганических соединений. Молекулярный дизайн и основные реакции, применяемые для создания органических материалов. Выбор оптимального пути синтеза, методы выделения и очистки.
2	Органическая электроника	Атом углерода, молекулярные орбитали. ВЗМО и НСМО. Ширина запрещенной зоны и факторы на нее влияющие. Приближение МО-ЛКАО. Метод МО Хюккеля и более строгие квантово-химические методы расчета. Сопряженные связи. Металл полупроводник-диэлектрик. Зонная теория. Генерация носителей заряда и основные методы исследования транспорта носителей заряда. Молекулярные проводники. Доноры и акцепторы электронов. Межмолекулярный перенос заряда в органических материалах. Проводящие полимеры. Длина сопряженной цепи, альтернирование длинны связей,



		<p>планарность, влияние заместителей, межмолекулярное взаимодействие, влияние морфологии.</p> <p>Органическая электроника. Материалы для органической электроники. Структура, эффективность, характеристики и принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, светодиодные излучающие элементы, лазер, преобразование солнечной энергии (ячейка Гретцеля, полимерные солнечные элементы, перовскитные солнечные элементы), органические светоизлучающие устройства (OLED), тонкопленочные транзисторы (TFT)). Методы создания устройств (спин-коутинг, дип-коутинг, струйная печать, метод доктора Блэйда, термовакуумное напыление) Преимущества органической электроники.</p>
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Функциональные характеристики современных органических материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Власова, Ю. Н., Иванова, Е. В., Бойкова, О. И., Никишина, М. Б., Атрощенко, Ю. М., Шахкельдян, И. В.; Физико-химические методы анализа органических веществ : учебно-методическое пособие. 1. Оптические методы анализа; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571295> (Электронное издание)

## Печатные издания

1. Вшивков, А. А.; Материаловедение : учебное пособие для вузов.; Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, Екатеринбург; 2006 (3 экз.)
2. Смит, В. А.; Основы современного органического синтеза; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2009 (21 экз.)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- 1) База данных [www.reaxys.com](http://www.reaxys.com)
- 2) Бочкарев М.Н., Витухновский А.Г., Каткова М.А. Органические светоизлучающие диоды (OLED) [https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_1781593](https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1781593)

## Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- 1) Поисковая система Scifinder

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Функциональные характеристики современных органических материалов

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется