

# Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет

Химико-технологический институт

*Кафедра технологий целлюлозно-бумажных производств и переработки полимеров*

## Рабочая программа дисциплины

включая фонд оценочных средств и методические указания  
для самостоятельной работы обучающихся

---

### **Б1.В.ДВ.01.02 – КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРОВ И КОМПОЗИТОВ**


Направление подготовки 18.06.01 «Химическая технология»

Направленность (профиль) – «Технология и переработка полимеров и композитов»

Квалификация – Исследователь. Преподаватель-исследователь

Количество зачётных единиц (часов) – 4 (144)


г. Екатеринбург, 2021

Разработчик: д-р техн. наук, профессор  /В.Г. Бурьиндин/

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры технологий целлюлозно-бумажных производств и переработки полимеров (протокол № 7 от 3 февраля 2021 года).

Зав. кафедрой  /А.В. Вураско/

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией химико-технологического института (протокол № 4 от 3 февраля 2021 года).

Председатель методической комиссии ХТИ  /И.Г. Перова/

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ  /И.Г. Перова/

3 февраля 2021 года

## Оглавление

1. Общие положения .....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
5. <i>Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов.....</i>	7
5.1. <i>Трудоемкость разделов дисциплины .....</i>	7
5.2. <i>Содержание занятий лекционного типа .....</i>	8
5.3. <i>Темы и формы занятий семинарского типа .....</i>	12
5.4. <i>Детализация самостоятельной работы .....</i>	9
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине.....	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	11
7.1. <i>Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....</i>	11
7.2. <i>Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....</i>	12
7.3. <i>Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....</i>	12
7.4. <i>Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций.....</i>	13
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся .....	15
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	16
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	16

## 1. Общие положения

Дисциплина «Компьютерное моделирование в технологиях переработки полимеров и композитов» относится к блоку Б1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 18.06.01 «Химическая технология» (профиль – Технология и переработка полимеров и композитов).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Компьютерное моделирование в технологиях переработки полимеров и композитов» являются:

– Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ от 29.12.2012 № 273-ФЗ;

– Приказ Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 883.

– Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 18.06.01 «Химическая технология» (профиль – Технология и переработка полимеров и композитов.), подготовки аспирантов по очной и заочной формам обучения, одобренные Ученым советом УГЛТУ (протокол № 2 от 18.02.2021).

Обучение по образовательной программе 18.06.01 «Химическая технология» (профиль – Технология и переработка полимеров и композитов) осуществляется на русском языке.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

**Цель дисциплины** – реализация требований, установленных в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования, приобретение дополнительных знаний, практических навыков и умений самостоятельной работы по моделированию и оптимизации сложных химико-технологических процессов, которые в свою очередь формируют профессиональный уровень.

### **Задачи дисциплины:**

- подготовка к творческому применению полученных знаний при создании новых и совершенствованию действующих технологических процессов.

### **Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общепрофессиональных компетенций:**

- ОПК-1 - способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий;

- ОПК-3 - способность и готовность к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований;

### **профессиональных компетенций:**

- ПК-1 – способность и готовность к решению теоретических и прикладных задач, связанных с моделированием структуры олигомеров, полимеров и полимерных компози-
- тов;
- ПК-2 – способность и готовность к целенаправленной разработке технологии и переработке полимерных материалов, обладающих характеристиками, которые обеспечивают новые области их использования в отраслях науки и техники;
- ПК-3 - способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической чистоты.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:**

- системный метод анализа технологических процессов;
- современные методы моделирования технологических процессов;
- методы оптимизации технологических процессов;
- методы дифференциального и интегрального исчислений, теорию дифференциальных уравнений для построения и анализа математических моделей явлений и технологических процессов;
- основы информационных технологий;
- технические и программные средства;

**уметь:**

- применять основные положения системного метода для анализа и математического описания технологического процесса;
- правильно выбирать тот или иной метод моделирования в конкретных условиях;
- производить анализ модели с целью оптимизации параметров исследуемого процесса;
- применять методы моделирования для описания закономерностей технологических процессов;
- применять методы дифференциального исчисления для решения экстремальных задач, исследования поведения функций и решения нелинейных уравнений;
- применять интегральное исчисление для вычисления геометрических и физических характеристик объектов;
- использовать основные численные методы для решения инженерных задач;
- применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач;
- использовать справочную литературу для выполнения расчетов;
- описывать, рассчитывать и анализировать процессы переноса тепла и массы; выделять факторы, определяющие их интенсивность;

**владеть:**

- методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении;
- прикладных задач в области профессиональной деятельности;
- методами работы на основных физических приборах;
- основными физико-химическими расчетами химико-технологических процессов.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Данная учебная дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана, что означает формирование в процессе обучения у аспирантов основных профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

*Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин*

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
Научно-исследовательская деятельность. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская).	Научно-исследовательская деятельность. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская).	Химические превращения полимеров. Технология и переработка полимеров и композитов. Научно-исследовательская деятельность. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук. Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена. Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего академических часов	
	очная форма	заочная форма
<b>Контактная работа с преподавателем*:</b>	<b>40</b>	<b>12</b>
лекции (Л)	20	6
практические занятия (ПЗ)	20	6
лабораторные работы (ЛР)	-	-
иные виды контактной работы	-	-
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>104</b>	<b>132</b>
изучение теоретического курса	32	56
подготовка к текущему контролю	72	72
подготовка к промежуточной аттестации	-	4
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>зачет с оценкой</b>	<b>зачет с оценкой</b>
Общая трудоемкость, з.е./ часы	<b>4/144</b>	<b>4/144</b>

\*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского

типа, лабораторные занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛТУ от 25 февраля 2020 года.

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов

### 5.1. Трудоемкость разделов дисциплины

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Методы моделирования и области их применения. Основные понятия и определения.	4	4		8	8
2	Общие принципы и этапы построения математической модели. Математическое описание процессов химического превращения	6	8		14	32
3	Статистические математические модели.	5	6		11	32
4	Оптимизация химико-технологических процессов	5	2		7	32
<b>Итого по разделам:</b>		<b>20</b>	<b>20</b>		<b>40</b>	<b>104</b>
Промежуточная аттестация		х	х	х		
<b>Всего</b>		<b>144</b>				

#### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Методы моделирования и области их применения. Основные понятия и определения.	1	2		3	26
2	Общие принципы и этапы построения математической модели. Математическое описание процессов химического превращения	2	2		4	30
3	Статистические математические модели.	2	1		3	36

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
4	Оптимизация химико-технологических процессов	1	1		2	36
<b>Итого по разделам:</b>		<b>6</b>	<b>6</b>		<b>12</b>	<b>128</b>
Промежуточная аттестация		х	х	х		4
<b>Всего</b>		<b>144</b>				

## 5.2. Содержание занятий лекционного типа

### Раздел 1. Методы моделирования и области их применения

Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины. Роль теоретических и экспериментальных методов в исследованиях. Виды подобия, модели и моделирование. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Моделирование на ЭВМ.

#### Основные понятия и определения

Основы классификация методов исследований. Кибернетика. Управление. Система, объект, процесс. Составление и решению дифференциальных уравнений, описывающих процессы химической технологии. Структурные схемы объектов химической технологии.

### Раздел 2. Общие принципы и этапы построения математической модели

Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса. Системный анализ процессов химической технологии Блочный принцип описания объекта исследований. Классификация математических моделей. Схема построения математических моделей процессов химической технологии. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.

#### Математическое описание процессов химического превращения

Основные понятия химической кинетики. Особенности гетерогенных химических процессов. Методы определения кинетических характеристик химических реакций. Построение кинетических моделей.

Модель идеального перемешивания. Модель идеального вытеснения.

### Раздел 3. Статистические математические модели

Статистические модели объектов на основе пассивного и активного эксперимента (полный и дробный факторный эксперимент). Статистические модели области оптимума объекта исследования.

Математические модели химических реакторов идеального перемешивания и идеального вытеснения. Сравнение химических реакторов идеального перемешивания и идеального вытеснения. Математическая модель каскада реакторов идеального перемешивания.

### Раздел 4. Оптимизация химико-технологических процессов

Понятие об оптимизации. Критерий оптимальности. Методы решения оптимальных задач. Математические модели как основа оптимизации технологических процессов. Оптимизация методом дифференциального исчисления. Поиск оптимума численными методами. Экспериментальный поиск оптимума.



### 5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебным планом по дисциплине предусмотрены практические занятия.

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
1	Методы моделирования и области их применения. Основные понятия и определения	практическая работа	4	2
2	Общие принципы и этапы построения математической модели. Математическое описание процессов химического превращения	практическая работа	8	2
3	Статистические математические модели	практическая работа	6	1
4	Оптимизация химико-технологических процессов	практическая работа	2	1
<b>Итого часов:</b>			<b>20</b>	<b>6</b>

### 5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
1	Методы моделирования и области их применения. Основные понятия и определения.	Изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю (защите практических работ)	8	26
2	Общие принципы и этапы построения математической модели. Математическое описание процессов химического превращения	Изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю (защите практических работ)	32	30
3	Статистические математические модели.	Изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю (защите практических работ)	32	36
4	Оптимизация химико-технологических процессов	Изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю (защите практических работ)	32	36
5	Подготовка к промежуточной аттестации	Изучение теоретического курса	-	4
<b>Итого:</b>			<b>104</b>	<b>132</b>

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

### Основная и дополнительная литература

№	Автор, наименование	Год издания	Примечание
	<b>Основная литература</b>		
1	Переработка полимерных материалов: технологии последнего поколения : учебное пособие / Н. В. Улитин, В. Г. Бортников, К. А. Терещенко [и др.]. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 124 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=561121">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=561121</a> .	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
2	Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 512 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168512">https://e.lanbook.com/book/168512</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2021	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
3	Капитонов, А. М. Физико-механические свойства композиционных материалов: упругие свойства / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2013. – 532 с. : граф., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=363909">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=363909</a> .	2013	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
	<b>Дополнительная литература</b>		
4	Литье пластмасс под давлением = Injection Molding Handbook / ред. Т. Освальд [и др.] ; [пер. с англ. И. Никитиной, Б. Бондаренко] под ред. Э. Л. Калиничева. - Санкт-Петербург : Профессия, 2006. - 712 с.	2006	17
5	Технология переработки пластических масс и эластомеров в производстве полимерных пленочных материалов и искусственной кожи : учеб. пособие / под ред. Г. П. Андриановой. - 3-е изд., перераб. и доп. - Ч. 1 : Физико-химические основы создания и производства полимерных пленочных материалов и искусственной кожи / Г. П. Андрианова, К. А. Полякова, Ю. С. Матвеев. - 2008. - 367 с.	2008	5

\*- прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

#### Электронные библиотечные системы

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛУТУ (<http://lib.usfeu.ru/>), ЭБС Издательства Лань <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Универси-

тетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru/>, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

### Справочные и информационные системы

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс». Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> - для авториз. пользователей.
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. База данных Scopus компании Elsevier B.V. <https://www.scopus.com/>

### Профессиональные базы данных

1. Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика - Режим доступа: <http://www.gks.ru/>
2. Научная электронная библиотека eLibrary. Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
3. Экономический портал (<https://institutiones.com/>);
4. Информационная система РБК (<https://ekb.rbc.ru/>);
5. Государственная система правовой информации (<http://pravo.gov.ru/>);
7. Российская система трехмерного проектирования Компас-3D v11.

### Нормативно-правовые акты

1. ГОСТ 24026-80 «Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения». Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200009493>

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
<b>ОПК-1</b> - способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий	<b>Промежуточный контроль:</b> зачет с оценкой <b>Текущий контроль:</b> защита практических работ
<b>ОПК-3</b> - способность и готовность к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований	<b>Промежуточный контроль:</b> зачет с оценкой <b>Текущий контроль:</b> защита практических работ
<b>ПК-1</b> - способность и готовность к решению теоретических и прикладных задач, связанных с моделированием структуры олигомеров, полимеров и полимерных композитов	<b>Промежуточный контроль:</b> зачет с оценкой <b>Текущий контроль:</b> защита практических работ
<b>ПК-2</b> - способность и готовность к целенаправленной разработке технологии и переработке полимерных материалов, обладающих характеристиками, которые обеспечивают новые области их использования в отраслях науки и техники.	<b>Промежуточный контроль:</b> зачет с оценкой <b>Текущий контроль:</b> защита практических работ
<b>ПК-3</b> - способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической чистоты.	<b>Промежуточный контроль:</b> зачет с оценкой <b>Текущий контроль:</b> защита практических работ

## **7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **Критерии оценивания устного ответа на вопросы к зачету с оценкой (промежуточный контроль формирования компетенций (ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3))**

*отлично* - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

*хорошо* - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные аспирантом с помощью «наводящих» вопросов;

*удовлетворительно* - дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания аспирантом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

*неудовлетворительно* - аспирант демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

### **Критерии оценивания защиты практических работ (текущий контроль формирования компетенций ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3)**

*отлично*: работа выполнена в соответствии с требованиями, аспирант демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, четко и без ошибок отвечает на все вопросы.

*хорошо*: работа выполнена в соответствии с требованиями, аспирант демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, отвечает на все вопросы, допуская незначительные неточности.

*удовлетворительно*: работа выполнена в соответствии с требованиями, аспирант демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы при наводящих вопросах преподавателя, дает неполный ответ на вопросы.

*неудовлетворительно*: аспирант не подготовил работу или подготовил работу, не отвечающую требованиям, дает неполный ответ на вопросы или не отвечает на них.

## **7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **Вопросы к зачету (промежуточный контроль)**

1. В чем заключается значимость и актуальность дисциплины?
2. Каковы особенности применения моделей?
3. Изложите свое понимание модели, функции цели (качества) и перечислите типы моделей оптимизации.

4. Структурные схемы объектов химической технологии, уровни детализации.
5. Методы решения дифференциальных уравнений, программное обеспечение.
6. Классификация математических моделей химических технологий.
7. Схема построения математических моделей процессов химических технологий.
8. Построения кинетических моделей химических реакций.
9. Кинетическая модель идеального перемешивания.
10. Кинетическая модель идеального смешения.
11. Статистические модели активного эксперимента (полный и дробный факторный эксперимент).
12. Критерии оптимальности.
13. Численные методы поиска оптимума.

#### **Пример задания для практической работы (текущий контроль)**

##### *«Изучение реакции получения карбаминоформальдегидного олигомера»*

1. Разработать математическую модель (в дифференциальной форме) взаимодействия карбамида с формальдегидом по схеме: **карбамид (К) + формальдегид (Ф) → монометилкарбамид (ММК) → диметилкарбамид (ДМК) → триметилкарбамид (ТМК)** (реакции считать обратимыми).
2. Найти зависимости изменения концентрации (К, Ф, ММК, ДМК и ТМК) от времени реакции.
3. Установить закономерности изменения ММК, ДМК и ТМК в зависимости от температуры реакции.
4. Провести оптимизацию процесса получения карбаминоформальдегидного олигомера.

*Исходные данные:* константы скорости химических реакций (прямой и обратной реакций) согласно схемы приведенный в п.1.

#### **7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций**

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	отлично	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий, к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований, к решению теоретических и прикладных задач, связанных с моделированием структуры олигомеров, полимеров и полимерных композитов, к целенаправленной разработке технологии и переработке полимерных материалов, обладающих характеристиками, которые обеспечивают новые области их использования в отраслях науки и техники, способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической чистоты</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Базовый	хорошо	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся способен участвовать в организации и проведении фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий, к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований, решению теоретических и прикладных задач, связанных с моделированием структуры олигомеров, полимеров и полимерных композитов, целенаправленной разработке технологии и переработке полимерных материалов, обладающих характеристиками, которые обеспечивают новые области их использования в отраслях науки и техники, поиске оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической чистоты</p>
Пороговый	удовлетворительно	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся может под руководством организовывать и проводить фундаментальные и прикладные научные исследования в области химических технологий, анализировать, обобщать и публично представлять результаты выполненных научных исследований, решать теоретические и прикладные задачи, связанные с моделированием структуры олигомеров, полимеров и полимерных композитов, разрабатывать технологии и переработку полимерных материалов, обладающих характеристиками, которые обеспечивают новые области их использования в отраслях науки и техники, находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической чистоты</p>
Низкий	неудовлетворительно	<p>Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий.</p> <p>Обучающийся не демонстрирует способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий, к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований, к решению теоретических и прикладных задач, связанных с моделированием</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		ем структуры олигомеров, полимеров и полимерных композитов, к целенаправленной разработке технологии и переработке полимерных материалов, обладающих характеристиками, которые обеспечивают новые области их использования в отраслях науки и техники, способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической чистоты

## 8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа аспирантов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой аспирантов).

Самостоятельная работа аспирантов в вузе является важным видом их учебной и научной деятельности. Самостоятельная работа играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой аспирантов.

*Формы самостоятельной работы* аспирантов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов: законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем «Консультант Плюс», «Гарант», глобальной сети «Интернет»;

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;

- написание рефератов по теме дисциплины;

- создание презентаций, докладов по выполняемой научно-квалификационной работе (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук;

- участие в работе конференций, комплексных научных исследованиях;

- написание научных статей;

- подготовку отчетов по практикам по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;

- научно-исследовательскую деятельность и подготовку научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

В процессе изучения дисциплины «Компьютерное моделирование в технологиях переработки полимеров и композитов» аспирантами направления 18.06.01 *основными видами самостоятельной работы* являются:

- изучение теоретического курса, подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим занятиям) и защите практических работ.

- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;

- подготовка к зачету.

Защита практических работ проводится в форме собеседования с преподавателем по содержанию работы. Подготовка к защите сводится к пониманию цели практической работы и установлению закономерности, влияющей на практический результат.

Зачет проводится в устной или письменной форме по вопросам, представленным в разделе 7.3 данной программы. Подготовка к зачету предполагает самостоятельную проработку лекционного материала и учебной литературы по представленным вопросам.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

– лекционные занятия по дисциплине проводятся с использованием платформы LSM MOODLE. При проведении лекций используются презентации материала в программе Microsoft Office (PowerPoint), выход на профессиональные сайты, использование видеоматериалов различных интернет-ресурсов.

– практические занятия по дисциплине проводятся с использованием платформы MOODLE, Справочной правовой системы «Консультант Плюс». Практические занятия по дисциплине проводятся с использованием методических указаний, нормативно-технической литературы.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются первичное восприятие учебной информации о теоретических основах и принципах работы с документами (карты, планы, схемы, регламенты), ее усвоение, запоминание, а также структурирование полученных знаний и развитие интеллектуальных умений, ориентированных на способы деятельности репродуктивного характера. Посредством использования этих интеллектуальных умений достигаются узнавание ранее усвоенного материала в новых ситуациях, применение абстрактного знания в конкретных ситуациях.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, практическое занятие, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации и объяснительно-иллюстративное изложение).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- семейство коммерческих операционных систем семейства Microsoft Windows;
- офисный пакет приложений Microsoft Office;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах "Антиплагиат.ВУЗ";
- российская система трехмерного проектирования Компас-3D v11.

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования.



### Требования к аудиториям

<p>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</p>	<p>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</p>
<p>Помещение для лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.</p>	<p>Переносные:          - демонстрационное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор);          - комплект электронных учебно-наглядных материалов (презентаций) на флеш-носителях, обеспечивающих тематические иллюстрации.          Столы и стулья.</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы</p>	<p>Столы компьютерные, стулья. Персональные компьютеры. Выход в Интернет и электронную информационную образовательную среду Университета. Переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор).</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования</p>	<p>Переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, экраны, ноутбуки). Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования, химикатов.</p>