

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 14 » апреля 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»  
 Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсо-сберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии и нефтехимии»  
 Профиль / программа «Машины и аппараты химических производств»  
 Квалификация выпускника бакалавр  
 Форма обучения очная, очно-заочная, заочная  
 Факультет механический  
 Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Форма обучения	очная		Очно-заочная		заочная	
курс	4		4		4	
семестр	7		7		8	
	Часы	з.е.	Часы	з.е.	Часы	з.е.
Лекции	18	0,5	9	0,25	4	0,111
Лабораторные занятия	18	0,5	18	0,5	10	0,277
Практические занятия	-	-	-	-	-	-
Контроль самостоятельной работы	36	1,0	36	1,0	10	0,277
Самостоятельная работа	36	1,0	45	1,25	80	2,222
Форма аттестации – зачет (часы на контроль)	-	-	-	-	4	0,111
Всего	108	3	108	3	108	3

Нижнекамск, 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№923 от 07 августа 2020 г.)

(номер, дата утверждения)

по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

(шифр)

(наименование)

профилю бакалавриата «Машины и аппараты химических производств»,  
на основании учебного плана набора обучающихся 2020 года набора.

Разработчик программы:

доцент каф. МАХП

(должность)

(подпись)



И.А. Сабанаев

(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП  
протокол № 7 от «10» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой

(подпись)



И.А. Сабанаев

(И.О. Фамилия)

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» являются:

- а) овладение знаниями в области теории и практики моделирования;
- б) освоение методов математического моделирования;
- в) знакомство с современными компьютерными технологиями моделирования.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» относится к *вариативной* части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсо-сберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии и нефтехимии» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, организационно-управленческой и проектной видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Дисциплина Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» бакалавр по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсо-сберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии и нефтехимии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.12 Математика;
- б) Б1.В.04 Основные процессы и аппараты химических технологий;
- в) Б1.В.03 Общая химическая технология;
- г) Б1.О.16 Информационные технологии (информатика).

Дисциплина Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.18 Системный анализ процессов химической технологии;
- б) Б1.В.05 Проектирование современного технологического оборудования химических и нефтехимических производств;
- в) Б1.В.17 Инновационные технологии и техника в химическом аппаратостроении.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсо-сберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии и нефтехимии».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-1.1	Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа
УК-1.2	Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач
УК-1.3	Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

- 1) Знать: а) основы теории и практики моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии;  
б) основные законы протекания процессов химической технологии (основополагающие законы тепло- и массопереноса, гидродинамики).
- 2) Уметь: а) разрабатывать алгоритмы решения математических моделей тепло- и массообменных процессов;  
б) решать типовые задачи химической технологии средствами компьютерного моделирования.
- 3) Владеть: а) навыками использования специализированных компьютерных программ для моделирования технических объектов и технологических процессов;  
б) техникой верификации и оценки адекватности моделей.

### **4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа

#### **4.1. Очная форма**

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные занятия	КСР	СРС	
1	Общие вопросы моделирования.	7	6	6	9	9	собеседование, тест, реферат
2	Моделирование процессов химико-технологических систем.	7	4	4	9	9	реферат, собеседование
3	Методы оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств.	7	6	6	9	9	контрольная работа 1, контрольная работа 2, расчетно-графическая работа.
4	Компьютерное моделирование процессов и систем	7	2	2	9	9	кейс-задача
Итого			18	18	36	36	108
Форма аттестации							Зачет

## 4.2. Очно-заочная форма

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные занятия	КСР	СРС	
1	Общие вопросы моделирования.	7	3	6	9	11	собеседование, тест, реферат
2	Моделирование процессов химико-технологических систем.	7	2	4	9	11	реферат, собеседование
3	Методы оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств.	7	3	6	9	11	контрольная работа 1, контрольная работа 2, расчетно-графическая работа.
4	Компьютерное моделирование процессов и систем	7	1	2	9	12	кейс-задача
Итого			9	18	36	45	108
Форма аттестации							Зачет

## 4.3. Заочная форма

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные занятия	КСР	СРС	
1	Общие вопросы моделирования.	8	1	3	2	20	собеседование, тест, реферат
2	Моделирование процессов химико-технологических систем.	8	1	2	2	20	реферат, собеседование
3	Методы оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств.	8	1	3	4	20	контрольная работа 1, контрольная работа 2, расчетно-графическая работа.
4	Компьютерное моделирование процессов и систем	8	1	2	2	20	кейс-задача
Итого			4	10	10	80	108
Форма аттестации							Зачет – 4 часа

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.**

### 5.1. Очная форма

№ п/п	Раздел дисциплины	Ча- сы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
1	Общие вопросы моделирования.	2	Понятие, цели и задачи моделирования	Предмет и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Учебная литература. Энерго- и ресурсосбережение как энергетическая и экологическая составляющая в системе национальной безопасности России. Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		2	Моделирование, как основной метод научного познания	Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Общая схема процесса моделирования. Математические модели процессов в химико-	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

				технологических системах. Компьютерное моделирование	
		2	Проблемы и пути развития энерго- и ресурсосберегающих технологий	Проблемы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии. Энергоемкость существующих технологических процессов в химической и нефтехимической технологии, биотехнологии. Показатели ресурсосбережения промышленных химических производств. Пути энерго- и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях. Роль термодинамического подхода в решении задач энерго- и ресурсосбережения в химическом производстве.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Моделирование процессов химико-технологических систем.	2	Моделирование процессов химико-технологических систем на основе уравнений балансов потоков масс	Системы уравнений материальных балансов по: общим массовым расходам физических потоков; общим массовым расходам химических компонентов; общим массовым расходам химических элементов. Теоретический и практический материальный баланс. Моделирование материальных потоков в форме потоковой диаграммы. Критерии оценки хода процесса и критерии эффективности использования сырья.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		2	Моделирование процессов химико-технологических систем на основе уравнений баланса потоков энергии	Интегральное уравнение сохранения энергии в технологической системе. Энтальпийный баланс, как частный случай энергетического баланса. Модель энтальпийного и энергетического балансов в форме потоковой диаграммы. Роль энергетического баланса системы в решении вопроса энергосбережения. Коэффициент преобразования энергии и эффективность функционирования химико-технологической системы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3	Методы оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств.	2	Использование методов оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств	Прямая структурно - декомпозиционная, структурно – параметрическая оптимизация ХТС в задачах энерго- и ресурсосбережения в химической технологии. Градиентные методы оптимизации процессов. Оптимизация на основе решения задач линейного	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

				программирования.	
		2	Методы решения математических моделей процессов химико-технологических систем	Классификация методов решения математических моделей. Решение на основе аналитических и приближенных методов. Использование численных и асимптотических методов при моделировании химико-технологических систем. Прямые и обратные задачи тепло- и массообмена.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		2	Моделирование аппаратов химической технологии	Классификация моделей процессов и аппаратов химической технологии. Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения. Диффузионная модель. Ячеечная модель. Смешанные модели. Особенности и области использования основных моделей процессов и аппаратов химической технологии.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
4	Компьютерное моделирование процессов и систем	2	Компьютерное моделирование и программно-информационные системы моделирования химико-технологических систем	Обзор современных программных пакетов моделирования и проектирования химико-технологических систем. Технические характеристики и основные приемы работы. Оптимизация энергоресурсосберегающих процессов путем моделирования с помощью наиболее распространенных программно-информационных систем моделирования и проектирования химико-технологических систем.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

## 5.2. Очно-заочная форма

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
1	Общие вопросы моделирования.	1	Понятие, цели и задачи моделирования	Предмет и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Учебная литература. Энерго- и ресурсосбережение как энергетическая и экологическая составляющая в системе национальной безопасности России. Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство,	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3



				ресурсосберегающее химическое производство.	
		1	Моделирование, как основной метод научного познания	Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Общая схема процесса моделирования. Математические модели процессов в химико-технологических системах. Компьютерное моделирование	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		1	Проблемы и пути развития энерго- и ресурсосберегающих технологий	Проблемы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии. Энергоемкость существующих технологических процессов в химической и нефтехимической технологии, биотехнологии. Показатели ресурсосбережения промышленных химических производств. Пути энерго- и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях. Роль термодинамического подхода в решении задач энерго- и ресурсосбережения в химическом производстве.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Моделирование процессов химико-технологических систем.	1	Моделирование процессов химико-технологических систем на основе уравнений балансов потоков масс	Системы уравнений материальных балансов по: общим массовым расходам физических потоков; общим массовым расходам химических компонентов; общим массовым расходам химических элементов. Теоретический и практический материальный баланс. Моделирование материальных потоков в форме потоковой диаграммы. Критерии оценки хода процесса и критерии эффективности использования сырья.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		1	Моделирование процессов химико-технологических систем на основе уравнений баланса потоков энергии	Интегральное уравнение сохранения энергии в технологической системе. Энтальпийный баланс, как частный случай энергетического баланса. Модель энтальпийного и энергетического балансов в форме потоковой диаграммы. Роль энергетического баланса системы в решении вопроса энергосбережения. Коэффициент преобразования энергии и эффективность функционирования химико-технологической системы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3	Методы оптимизации при	1	Использование методов оптимизации	Прямая структурно - декомпозиционная, структурно – параметрическая оптимизация	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

	моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств.		при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств	ХТС в задачах энерго- и ресурсосбережения в химической технологии. Градиентные методы оптимизации процессов. Оптимизация на основе решения задач линейного программирования.	
		1	Методы решения математических моделей процессов химико-технологических систем	Классификация методов решения математических моделей. Решение на основе аналитических и приближенных методов. Использование численных и асимптотических методов при моделировании химико-технологических систем. Прямые и обратные задачи тепло- и массообмена.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		1	Моделирование аппаратов химической технологии	Классификация моделей процессов и аппаратов химической технологии. Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения. Диффузионная модель. Ячеечная модель. Смешанные модели. Особенности и области использования основных моделей процессов и аппаратов химической технологии.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
4	Компьютерное моделирование процессов и систем	1	Компьютерное моделирование и программно-информационные системы моделирования химико-технологических систем	Обзор современных программных пакетов моделирования и проектирования химико-технологических систем. Технические характеристики и основные приемы работы. Оптимизация энерго-ресурсосберегающих процессов путем моделирования с помощью наиболее распространенных программно-информационных систем моделирования и проектирования химико-технологических систем.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

### 5.3. Заочная форма

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
1	Общие вопросы моделирования.	0,25	Понятие, цели и задачи моделирования	Предмет и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Учебная литература. Энерго- и ресурсосбережение как энергетическая и экологическая составляющая в системе национальной безопасности	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

				России. Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство.	
		0,25	Моделирование, как основной метод научного познания	Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Общая схема процесса моделирования. Математические модели процессов в химико-технологических системах. Компьютерное моделирование	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		0,5	Проблемы и пути развития энерго- и ресурсосберегающих технологий	Проблемы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии. Энергоемкость существующих технологических процессов в химической и нефтехимической технологии, биотехнологии. Показатели ресурсосбережения промышленных химических производств. Пути энерго- и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях. Роль термодинамического подхода в решении задач энерго- и ресурсосбережения в химическом производстве.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Моделирование процессов химико-технологических систем.	0,5	Моделирование процессов химико-технологических систем на основе уравнений балансов потоков масс	Системы уравнений материальных балансов по: общим массовым расходам физических потоков; общим массовым расходам химических компонентов; общим массовым расходам химических элементов. Теоретический и практический материальный баланс. Моделирование материальных потоков в форме потоковой диаграммы. Критерии оценки хода процесса и критерии эффективности использования сырья.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		0,5	Моделирование процессов химико-технологических систем на основе уравнений баланса потоков энергии	Интегральное уравнение сохранения энергии в технологической системе. Энтальпийный баланс, как частный случай энергетического баланса. Модель энтальпийного и энергетического балансов в форме потоковой диаграммы. Роль энергетического баланса системы в решении вопроса	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

				энергосбережения. Коэффициент преобразования энергии и эффективность функционирования химико–технологической системы.	
3	Методы оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств.	0,25	Использование методов оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств	Прямая структурно - декомпозиционная, структурно – параметрическая оптимизация ХТС в задачах энерго- и ресурсосбережения в химической технологии. Градиентные методы оптимизации процессов. Оптимизация на основе решения задач линейного программирования.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		0,25	Методы решения математических моделей процессов химико-технологических систем	Классификация методов решения математических моделей. Решение на основе аналитических и приближенных методов. Использование численных и асимптотических методов при моделировании химико-технологических систем. Прямые и обратные задачи тепло- и массообмена.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		0,5	Моделирование аппаратов химической технологии	Классификация моделей процессов и аппаратов химической технологии. Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения. Диффузионная модель. Ячеечная модель. Смешанные модели. Особенности и области использования основных моделей процессов и аппаратов химической технологии.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
4	Компьютерное моделирование процессов и систем	1	Компьютерное моделирование и программно-информационные системы моделирования химико-технологических систем	Обзор современных программных пакетов моделирования и проектирования химико-технологических систем. Технические характеристики и основные приемы работы. Оптимизация энерго-ресурсосберегающих процессов путем моделирования с помощью наиболее распространенных программно-информационных систем моделирования и проектирования химико-технологических систем.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

## 6. Содержание лабораторных занятий (лабораторного практикума)

Цель проведения лабораторных занятий состоит в формировании у обучающихся умений и навыков решения практических задач, связанных с моделированием

технологических процессов в химии и нефтехимии, оценкой адекватности моделей, а также закреплением теоретических знаний о классификации моделей, методах разработки и верификации.

### 6.1. Очная и очно-заочная формы

№ п/п	Раздел дисциплины	Ча-сы	Тема лабораторного занятия	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
1	Общие вопросы моделирования.	2	Разработка моделей стационарных процессов и их решение численными методами	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		2	Разработка моделей стационарных процессов и их решение асимптотическими методами.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		2	Разработка моделей нестационарных процессов и их решение численными методами	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Моделирование процессов химико-технологических систем.	2	Разработка моделей нестационарных процессов и их решение асимптотическими методами	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		2	Моделирование обратных задач тепло- и массопереноса.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3	Методы оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств.	2	Оптимизация химико-технологических процессов методом моделирования	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		2	Разработка регрессионных моделей технологических процессов	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		2	Разработка имитационных моделей химико-технологических процессов.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
4	Компьютерное моделирование процессов и систем	2	Разработка компьютерных моделей процессов с графической визуализацией результатов.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

### 6.2. Заочная форма

№ п/п	Раздел дисциплины	Ча-сы	Тема лабораторного занятия	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
-------	-------------------	-------	----------------------------	--

1	Общие вопросы моделирования.	2	Разработка моделей стационарных процессов и их решение численными методами	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		1	Разработка моделей стационарных процессов и их решение асимптотическими методами.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		1	Разработка моделей нестационарных процессов и их решение численными методами	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Моделирование процессов химико-технологических систем.	1	Разработка моделей нестационарных процессов и их решение асимптотическими методами	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		1	Моделирование обратных задач тепло- и массопереноса.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3	Методы оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств.	1	Оптимизация химико-технологических процессов методом моделирования	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		1	Разработка регрессионных моделей технологических процессов	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
		1	Разработка имитационных моделей химико-технологических процессов.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
4	Компьютерное моделирование процессов и систем	2	Разработка компьютерных моделей процессов с графической визуализацией результатов.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

Лабораторные работы проводятся в помещении компьютерного класса кафедры МАХП – аудитории А-109.

## 7. Содержание практических занятий

Практические занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены

## 8. Самостоятельная работа бакалавра Очная /очно-заочная / заочная формы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Оценочные средства для проведения
-------	---	------	-----------	-----------------------------------

				промежуточной аттестации по разделам
1	Понятие, цели и задачи моделирования	3/3/6	Подготовка к собеседованию	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2	Моделирование, как основной метод научного познания	3/4/7	Подготовка к тестированию	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3	Проблемы и пути развития энерго- и ресурсосберегающих технологий	3/4/7	Подготовка реферата	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
4	Моделирование процессов химико-технологических систем на основе уравнений балансов потоков масс	4/5/10	Подготовка реферата	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
5	Моделирование процессов химико-технологических систем на основе уравнений баланса потоков энергии	5/6/10	Подготовка к собеседованию	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
6	Использование методов оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств	3/3/6	Подготовка к контрольной работе	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
7	Методы решения математических моделей процессов химико-технологических систем	3/4/7	Подготовка к контрольной работе	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
8	Моделирование аппаратов химической технологии	3/4/7	Решение задач расчетно-графической работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
9	Компьютерное моделирование и программно-информационные системы моделирования химико-технологических систем	9/12/20	Решение кейс-задачи	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

## 8.2. Контроль самостоятельной работы

### Очная /очно-заочная / заочная формы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
1	Понятие, цели и задачи моделирования	3/3/1	Собеседование	УК-1.1, УК-1.2,

				УК-1.3
2	Моделирование, как основной метод научного познания	3/3/1	тестирование	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3	Проблемы и пути развития энерго- и ресурсосберегающих технологий	3/3/1	реферат	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
4	Моделирование процессов химико-технологических систем на основе уравнений балансов потоков масс	4/4/1	реферат	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
5	Моделирование процессов химико-технологических систем на основе уравнений баланса потоков энергии	5/5/1	собеседование	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
6	Использование методов оптимизации при моделировании энерго- и ресурсосберегающих производств	3/3/1	Контрольная работа	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
7	Методы решения математических моделей процессов химико-технологических систем	3/3/1	Контрольная работа	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
8	Моделирование аппаратов химической технологии	3/3/1	Расчетно-графическая работа	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
9	Компьютерное моделирование и программно-информационные системы моделирования химико-технологических систем	9/9/2	Кейс-задача	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

Учебным планом предусмотрен промежуточный контроль в форме зачета. Зачет выставляется в том случае, если текущий рейтинг по дисциплине составит значение, равное или большее, чем 60 единиц. Текущий рейтинг формируется на основе оценки текущей учебной работы студента по дисциплине и складывается из оценок двух контрольных работ, кейс-задачи на заданную тему, выполнения лабораторных работ, прослушивания и записи конспектов 9 лекций, подготовки двух рефератов и собеседований по одной из заданных проблем, правильных ответов на вопросы теста,



одной расчетно-графической задачи. Положительным результатом считается результат, численное значение которого находится в диапазоне от 60 до 100 единиц.

Оценки за перечисленные мероприятия приводятся в таблице.

Таблица

Расчет суммарного рейтинга для очно-заочной и очной формам обучения

Название	Диапазон оценок мин - макс	Кол-во	Всего
Лекции	1	9	9
Лабораторные занятия	2	9	18
Рефераты	4 – 6	2	8 – 12
Собеседование	5 – 7	2	10 – 14
Тесты	4 – 6	1	4 – 6
Расчетно-графическая работа	5 – 8	1	5 – 8
Контрольная работа	5 – 8	2	10 – 16
Кейс-задача	5 – 8	1	5 – 8

Итого (мин – макс): 60 – 100

## 10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
Ефремов, Г. И. Моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебник / Г.И. Ефремов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 255 с. - Режим доступа: по паролю ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium». <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=510221">http://znanium.com/bookread2.php?book=510221</a> . Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
Компьютерное моделирование : учебное пособие [Электронный ресурс] / И. Ю.	ЭБС «Znanium». <a href="https://znanium.com/catalog/product/1860022">https://znanium.com/catalog/product/1860022</a>

Ефимова, И. Н. Мовчан, Л. А. Савельева. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2017. - 70 с. — СПб: Лань, 2014. — 176 с. - Режим доступа: по паролю ЭБС «Znanium»	Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
Компьютерное моделирование : учебник [Электронный ресурс] / В. М. Градов, Г. В. Овечкин, П. В. Овечкин, И. В. Рудаков. — М. : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 264 с. - Режим доступа: по паролю ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium». <a href="https://znanium.com/catalog/product/1062639">https://znanium.com/catalog/product/1062639</a> . Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

## 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Сабанаев И.А., Алмакаева Ф.М. Оптимизация химико-технологических процессов методом моделирования. - Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ». 2014 – 48с.	41 экз. библиотечный отдел НХТИ
Компьютерная математика: Учебное пособие [Электронный ресурс] / К.В.Титов - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 261 с. - Режим доступа: по паролю ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium». <a href="https://znanium.com/catalog/product/926480">https://znanium.com/catalog/product/926480</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
Имитационное моделирование: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков; Под общ. ред. Н.Б. Кобелева. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 368 с. - Режим доступа: по паролю ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium». <a href="https://znanium.com/catalog/product/961800">https://znanium.com/catalog/product/961800</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

## 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.В.18 Системный анализ химико-технологических процессов использование электронных источников информации:

1) Электронная библиотечная система «Znanium». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://znanium.ru>. Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ.

## 11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1) Актуализированная бесплатная база государственных стандартов, полностью соответствующая каталогу ФГУП «Стандартинформ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplan.ru/list0.htm>, свободный.

2) Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Государственные стандарты [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/gost>, свободный.

**Согласовано:**

Зав. отделом  
по библиотечному  
обслуживанию



В.Я. Тарасова

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены *оборудованием:*

1. персональные компьютеры Pentium-4 и Celeron
2. компьютерные столы, стулья и парты, учебная доска;

*техническими средствами обучения:*

1. Компьютерными тренажерами Regre-F4, ITMOP.
2. Тренирующие и контролирующие программы тестирования.

Помещения для самостоятельной работы оснащены *компьютерной техникой:*

1. Персональные компьютеры Pentium-4 и Celeron,  
с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины Б1.В.07 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»:

1. ОС MS Windows XP;
2. ППП MS Office 2003;
3. CAD-система APM Graph Lite

## **13. Образовательные технологии**

Количество занятий, проводимых в интерактивной форме, согласно учебному плану составляет 6 часов.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания;
- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций);
- метод кейсов.