

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

« 3 » мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и и нефтехимии»

Направление подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)

Профиль/программа Химическое машино- и аппаратостроение

Квалификация (степень) выпускника магистр

Форма обучения очно-заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр II, 3

Форма обучения	очно-заочная	
	часы	з.е.
Лекции	9	0,25
Лабораторные занятия	9	0,25
Практические занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	99	2,75
Контроль самостоятельной работы	18	0,5
Форма аттестации - экзамен	27	0,75
Всего	180	5,0

Нижнекамск, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и нефтехимии» составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (Приказ Минобрнауки России № 1026 от 14.08.2020 г.)

(номер, дата утверждения)

по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)

на основании учебного плана набора обучающихся 2023 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 № 8 от «19» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

И.Н. Мадышев

(И.О. Фамилия)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и и нефтехимии» являются:

- а) формирование знаний о методах и средствах моделирования технологических процессов в химии и нефтехимии;
- б) обучение технологии разработки эффективных и адекватных моделей для изучения технологических процессов в химии и нефтехимии;
- в) обучение способам применения теоретических моделей к расчету и проектированию реальных элементов оборудования;
- г) раскрытие сущности процессов моделирования технологических процессов в химии и нефтехимии.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и и нефтехимии» относится к **обязательной части ОП** и формирует у магистров по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения **научно-исследовательской и педагогической видов деятельности**.

Для успешного освоения дисциплины Б1.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и и нефтехимии» магистр по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование должен освоить материал предшествующих дисциплин, включенных в учебный план подготовки бакалавров по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»:

- а) *Б1.В.01 Математические методы в инженерии;*
- б) *Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем.*

Дисциплина Б1.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и и нефтехимии» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) *Б2.В.02(П) Производственная практика (технологическая(проектно-технологическая));*
- б) *Б2.В.03(П) Производственная практика (преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа).*

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и и нефтехимии» могут быть использованы при прохождении практики - Научно-исследовательская работа и выполнении магистерской диссертации по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-8	Способен разрабатывать методику анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений;
-------	--

ОПК-8.1	Знает теоретические основы методов анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений.
ОПК-8.2	Умеет применять на практике методы анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений.
ОПК-8.3	Владеет навыками и приемами анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений.
ОПК-9	Способен разрабатывать новое технологическое оборудование;
ОПК-9.1	Знает теоретические основы методов расчета и проектирования нового технологического оборудования.
ОПК-9.2	Умеет рассчитывать и проектировать отдельные узлы и целые агрегаты нового технологического оборудования.
ОПК-9.3	Владеет методами расчета и проектирования, а также навыками разработки нового технологического оборудования.
ОПК-14	Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения.
ОПК-14.1	Знает теоретические аспекты методологии и организации профессиональной подготовки по образовательным программам в области машиностроения.
ОПК-14.2	Умеет разрабатывать планы и осуществлять организацию профессиональной подготовки по готовым образовательным программам в области машиностроения.
ОПК-14.3	Владеет навыками организации и осуществления профессиональной подготовки по образовательным программам в области машиностроения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) *Знать*: а) принципы моделирования технологических процессов в химии и нефтехимии;
 б) правила верификации и оценки адекватности моделей;
 в) основные классы моделей технологических процессов в химии и нефтехимии;
 г) общую схему и этапы процесса моделирования.
- 2) *Уметь*: а) выбирать методы решения математических моделей технологических процессов;
 б) разрабатывать компьютерные модели для изучения технологических процессов на основе известных математических моделей;
 в) использовать наиболее распространенные компьютерные программные пакеты для моделирования;
 г) выполнять верификацию и оценку адекватности моделей.
- 3) *Владеть*: а) терминологией предметной области для изучения технологических процессов методом моделирования;
 б) навыками работы с наиболее известными программными пакетами для моделирования;
 в) технологией программирования в среде MS Visual Basic для эффективного моделирования технологических процессов;
 г) навыками математического анализа полученных данных и прогнозирования развития ситуации на основе моделирования.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и нефтехимии»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	СРС	КСР	
1	Основы технологии и методологии моделирования	3	2	2	2	9	2	практические задания, лабораторная работа (отчет), собеседование, экзамен
2	Формализация технологических процессов в химии и нефтехимии	3	2	2	2	9	2	практические задания, лабораторная работа (отчет), реферат, экзамен
3	Моделирование технологических процессов на основе уравнений балансов потоков масс	3	2	2	2	9	2	практические задания, лабораторная работа (отчет), экзамен
4	Моделирование технологических процессов на основе уравнений баланса потоков энергии	3	2	2	2	9	2	практические задания, лабораторная работа (отчет), экзамен
5	Задачи оптимизации при моделировании технологических процессов в химии и нефтехимии	3	2	2	2	9	2	практические задания, лабораторная работа (отчет), экзамен
6	Алгоритмы реализации математических моделей технологических процессов в химии и нефтехимии	3	2	2	2	9	2	практические задания, расчетно-графическая работа, экзамен
7	Комплексное моделирование оборудования технологических процессов в химии и нефтехимии	3	3	3	3	9	3	практические задания, лабораторная работа (отчет), экзамен
8	Программно-информационные комплексы для моделирования химико-технологических процессов	3	3	3	3	9	3	практические задания, контрольная работа, экзамен

	Форма аттестации	экзамен - 36/27						экзамен
	Итого 180 ч.	-	18/9	18/9	18/18	72/99	18/18	

5. Содержание лекционных занятий по темам

(с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий)

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Основы технологии и методологии моделирования	1	Основы технологии и методологии моделирования	Понятие модели и моделирования. Классификация моделей по различным признакам. Общая схема процесса моделирования. Математические модели процессов в химико-технологических системах. Компьютерное моделирование. Вычислительный эксперимент	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3
2	Формализация технологических процессов в химии и нефтехимии	1	Формализация технологических процессов в химии и нефтехимии	Классификация операторов технологических процессов в химии и нефтехимии. Условные обозначения операторов. Операторная, функциональная, структурная и технологическая схемы химико-технологических систем. Структурные модели процессов в нотации теории множеств, теории графов и матричного анализа.	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3
3	Моделирование технологических процессов на основе уравнений балансов потоков масс	1	Моделирование технологических процессов 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.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
4	Моделирование технологических процессов на основе уравнений баланса потоков энергии	1	Моделирование технологических процессов 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.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

5	Задачи оптимизации при моделировании технологических процессов в химии и нефтехимии	1	Задачи оптимизации при моделировании технологических процессов в химии и нефтехимии	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.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
6	Алгоритмы реализации математических моделей технологических процессов в химии и нефтехимии	1	Алгоритмы реализации математических моделей технологических процессов в химии и нефтехимии	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.	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3
7	Комплексное моделирование оборудования технологических процессов в химии и нефтехимии	1	Комплексное моделирование оборудования технологических процессов в химии и нефтехимии	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.	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3
8	Программно-информационные комплексы для моделирования химико-технологических процессов	2	Программно-информационные комплексы для моделирования химико-технологических процессов	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.	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3

6. Содержание практических занятий

Цель занятий – сформировать навыки решения практических задач в области моделирования технологических процессов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
-------	-------------------	------	----------------------------	--------------------	-----------------------------------

1	Основы технологии и методологии моделирования	2	Основы технологии и методологии моделирования	<p>Практические задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ классификационных признаков моделей объектов, явлений и процессов. 2. Изучение и обоснование итерационного характера процесса моделирования технологических процессов. 3. Анализ общей схемы процесса моделирования на примерах расчета и проектирования оборудования отрасли. 	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3
2	Формализация технологических процессов в химии и нефтехимии	2	Формализация технологических процессов в химии и нефтехимии	<p>Практические задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие и способы формализации, формальные языки, алфавит и синтаксис. 2. Структурный анализ химико-технологических систем на основе методологии теории множеств, графов и матриц. 3. Разработка структурных, функциональных, операторных и технологических схем процессов в химии и нефтехимии. 	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3
3	Моделирование технологических процессов на основе уравнений балансов потоков масс	2	Моделирование технологических процессов на основе уравнений балансов потоков масс	<p>Практические задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формулирование уравнений потоков масс. Баланс потоков. 2. Основные модели гидродинамики потоков. 3. Моделирование потоков и использованием индикаторов. 	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
4	Моделирование технологических процессов на основе уравнений баланса потоков энергии	2	Моделирование технологических процессов на основе уравнений баланса потоков энергии	<p>Практические задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение сохранения энергии в химико-технологической системе. 2. Модель энтальпийного и энергетического балансов. 3. Эффективность функционирования химико–технологической системы. 	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
5	Задачи оптимизации при моделировании технологических процессов в химии и нефтехимии	2	Задачи оптимизации при моделировании технологических процессов в химии и нефтехимии	<p>Практическое задание – Оптимизация технологического процесса с использованием градиентных методов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировка математической модели; - разработка алгоритма решения; - построение компьютерной модели; - проведение процесса моделирования; - обработка результатов. <p>Моделирование выполняется в среде табличного процессора.</p>	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

6	Алгоритмы реализации математических моделей технологических процессов в химии и нефтехимии	2	Алгоритмы реализации математических моделей технологических процессов в химии и нефтехимии	Практическое задание – Разработка алгоритмов решения математических моделей на основе численных и асимптотических методов: - математическое описание технологического процесса сводится к типовой модели; - выбирается наиболее эффективный метод решения; - разрабатывается блок-схема алгоритма решения; - в среде MS VBA Excel готовится текст программы; - программа компилируется и тестируется для заданного набора данных; - технологический процесс изучается с помощью вычислительного эксперимента.	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3
7	Комплексное моделирование оборудования технологических процессов в химии и нефтехимии	3	Комплексное моделирование оборудования технологических процессов в химии и нефтехимии	Практическое задание – Разработка компьютерной модели технологического процесса с функцией визуализации и анимации: - в соответствии с заданием выбирается типовая модель аппарата; - разрабатывается блок-схема алгоритма решения; - готовится вспомогательная растровая графика; - в среде MS Visual Basic разрабатывается текст программы; - программа компилируется и тестируется для заданного набора данных; - технологический процесс изучается с помощью вычислительного эксперимента.	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3
8	Программно-информационные комплексы для моделирования химико-технологических процессов	3	Программно-информационные комплексы для моделирования химико-технологических процессов	Практическое задание – Структурный анализ и оптимизация с помощью программно-информационных средств моделирования: векторный графический редактор, система моделирования.	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3

7. Содержание лабораторных занятий

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.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
-------	-------------------	------	----------------------------	--------------------	-----------------------------------

1	Основы технологии и методологии моделирования	3/-	Основы технологии и методологии моделирования	Моделирование стационарных процессов. Решение численным способом.	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3
2	Формализация технологических процессов в химии и нефтехимии	3/3	Формализация технологических процессов в химии и нефтехимии	Моделирование стационарных процессов. Решение асимптотическим способом.	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3
3	Моделирование технологических процессов на основе уравнений балансов потоков масс	3/3	Моделирование технологических процессов на основе уравнений балансов потоков масс	Моделирование нестационарных процессов. Решение численным способом.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
4	Моделирование технологических процессов на основе уравнений баланса потоков энергии	3/-	Моделирование технологических процессов на основе уравнений баланса потоков энергии	Моделирование нестационарных процессов. Решение асимптотическим способом.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
5	Задачи оптимизации при моделировании технологических процессов в химии и нефтехимии	3/3	Задачи оптимизации при моделировании технологических процессов в химии и нефтехимии	Решение обратной задачи кинетики. Подбор константы скорости реакции путем оптимизации решения уравнения кинетики.	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
6	Комплексное моделирование оборудования технологических процессов в химии и нефтехимии	3/-	Комплексное моделирование оборудования технологических процессов в химии и нефтехимии	Визуализация результатов моделирования технологических процессов на основе подвижной графики и анимации.	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3

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

8. Самостоятельная работа магистранта

8.1. Основные формы и формируемые компетенции

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельное изучение	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Основы технологии и методологии моделирования	12	решение практических задач, выполнение лабораторной работы, собеседование	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3
2	Формализация технологических процессов в химии и нефтехимии	12	решение практических задач, выполнение лабораторной работы, подготовка реферата	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3
3	Моделирование технологических процессов на основе уравнений балансов потоков масс	12	решение практических задач, выполнение лабораторной работы	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

4	Моделирование технологических процессов на основе уравнений баланса потоков энергии	12	решение практических задач, выполнение лабораторной работы	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
5	Задачи оптимизации при моделировании технологических процессов в химии и нефтехимии	12	решение практических задач, выполнение лабораторной работы	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
6	Алгоритмы реализации математических моделей технологических процессов в химии и нефтехимии	12	решение практических задач, подготовка и решение контрольной работы	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3
7	Комплексное моделирование оборудования технологических процессов в химии и нефтехимии	12	решение практических задач, выполнение лабораторной работы	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3
8	Программно-информационные комплексы для моделирования химико-технологических процессов	15	решение практических задач, выполнение лабораторной работы, подготовка и решение расчетно-графической работы	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3
9	экзамен	27	Подготовка к экзамену	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3

8.2 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельное изучение	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Основы технологии и методологии моделирования	2	прием лабораторной работы, проверка практического задания, проведение собеседования	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3
2	Формализация технологических процессов в химии и нефтехимии	2	прием лабораторной работы, проверка практического задания, защита реферата	ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3
3	Моделирование технологических процессов на основе уравнений балансов потоков масс	2	прием лабораторной работы, проверка практического задания	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
4	Моделирование технологических процессов на основе уравнений баланса потоков энергии	2	прием лабораторной работы, проверка практического задания	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
5	Задачи оптимизации при моделировании технологических процессов в химии и нефтехимии	2	прием лабораторной работы, проверка практического задания	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

6	Алгоритмы реализации математических моделей технологических процессов в химии и нефтехимии	2	прием лабораторной работы, проверка практического задания, защита контрольной работы	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3
7	Комплексное моделирование оборудования технологических процессов в химии и нефтехимии	3	прием лабораторной работы, проверка практического задания	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3
8	Программно-информационные комплексы для моделирования химико-технологических процессов	3	проверка практического задания, защита расчетно-графической работы	ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и и нефтехимии» используется рейтинговая система. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся разработана на основе требований «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» Нижнекамского химико-технологического института.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы приводится в положении о рейтинговой системе.

Оценка учебной деятельности студента осуществляется по всем видам работ, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине. Максимальный балл проставляется за качественное и своевременное выполнение работ и требований к ним, а также по всем видам контроля знаний студентов. В результате минимальный текущий рейтинг составит – 60 баллов, максимальный текущий рейтинг составит – 100 баллов.

Общий суммарный рейтинг по дисциплине складывается из текущего рейтинга и рейтинга, полученного студентом в ходе промежуточной аттестации в форме экзамена по дисциплине. Текущий рейтинг формируется в ходе аудиторных занятий и самостоятельной работы и ограничивается диапазоном 36 – 60 баллов. Рейтинг, выставленный студенту по результатам экзамена, находится в диапазоне 24 – 40 баллов.

Расчет текущего рейтинга выполняется на основе данных таблиц.

Название	Кол-во	Оценка за одно		Суммарн. оценка	
		Миним.	Максим.	Миним.	Максим.
практические занятия (рабочая тетрадь)	8	1	1	8,0	8,0
лабораторные занятия (выполнение и отчет)	3	3,0	4,0	9,0	12,0
реферат	1	2	5	2,0	5,0
расчетно-графическая работа	1	2	5	2,0	5,0
собеседование	1	2	5	2,0	5,0
Контрольная работа	1	13	25	13,0	25,0
экзамен				24	40
Всего				60	100

При изучении дисциплины предусматривается выполнение двух контрольных работ, подготовки двух рефератов, одного собеседования, тестирования и расчетно-графической работы.

Таким образом, текущий рейтинг студента перед промежуточной аттестацией должен составить величину, находящуюся в диапазоне 36 – 60 баллов.

Промежуточная аттестация в форме экзамена оценивается числом баллов от 24 до 40. В итоге, суммарный рейтинг по дисциплине должен составить от 60 до 100 баллов.

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.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и нефтехимии» 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». http://znanium.com/bookread2.php?book=510221 . Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
Компьютерное моделирование : учебное пособие [Электронный ресурс] / И. Ю. 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»	ЭБС «Znanium». https://znanium.com/catalog/product/1860022 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». https://znanium.com/catalog/product/1062639 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. УНИЦ 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». https://znanium.com/catalog/product/926480 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». https://znanium.com/catalog/product/961800 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и нефтехимии» рекомендуется 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.

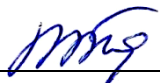
11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

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.О.10 «Моделирование технологических процессов в химии и нефтехимии»:

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 12 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.