

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

2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.07 Явления переноса в нефтегазопереработке  
 Направление подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»  
 Профиль/программа Химическое машино- и аппаратостроение  
 Квалификация выпускника магистр  
 Форма обучения очно-заочная  
 Факультет механический  
 Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП  
 Курс, семестр II, 3


Форма обучения	очно-заочная	
	часы	зач.ед.
Лекции	9	0,25
Практические занятия	9	0,25
Лабораторные занятия	9	0,25
Контроль самостоятельной работы		
Самостоятельная работа	81	2,25
Форма аттестации (часы на контроль)	зачет	
Всего	108	3

Нижнекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 1026 от 14.08.2020) по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» на основании учебного плана набора обучающихся 2023 года.

Разработчик программы:


Доцент каф. МАХП  
(должность)

  
(подпись)

А.Н. Даурова  
(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП, протокол от 19.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О.)

### ***1. Цели освоения дисциплины***

Целями освоения дисциплины «Явление переноса в нефтегазопереработке» являются:

- а) приобретение знаний о фундаментальных законах сохранения массы и энергии;
- б) приобретение знаний о механизмах переноса импульса, массы и энергии;
- в) приобретение знаний и навыков по численным методам расчета полей скоростей, температур и концентраций.

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

Дисциплина Б1.В.07 Явления переноса в нефтегазопереработке относится к дисциплине вариативной части цикла профессиональных дисциплин по выбору и формирует у магистров по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской, проектно-конструкторской и педагогической деятельности.*

Дисциплина Б1.В.07 Явления переноса в нефтегазопереработке базируется на предшествующих дисциплинах

*а) Б1.О.12 Методы интенсификации тепломассообмена.*

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.07 Явления переноса в нефтегазопереработке могут быть использованы при прохождении практик *учебной, преддипломной* и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

### ***3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

ПК-3 способен разрабатывать планы и методические программы проведения исследований и разработок по теме.

ПК-3.1 Знает Научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок в области химического машино- и аппаратостроения.

ПК-3.2 Умеет разрабатывать планы и методические программы проведения исследований в области химического машино- и аппаратостроения.

ПК-3.3 Владеет навыками разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок по определенной тематике.

ПК-4 способен выполнять организацию сбора и изучения научно-технической информации по теме исследования.

ПК-4.1 Знает методы и технологию организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследования.

ПК-4.2 Умеет организовать сбор, систематизацию и изучение научно-технической информации по теме исследования.

ПК-4.3 Владеет навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследования.

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

В результате изучения учебной дисциплины Б1.В.07 Явления переноса в нефтегазопереработке, обучающийся должен:

**Знать:**

1. основные понятия, используемые при анализе явлений переноса;
2. теоретические основы явлений переноса;
3. физико-химические процессы переноса, протекающие в многофазных средах,
4. основные закономерности, используемые для описания полей скоростей, температур и концентраций;
5. физико-химические свойства сред и свойства межфазных границ;
6. методы решения задач определения полей скоростей, температур и концентраций.

**Уметь:**

1. применять общие математические методы к решению фундаментальных и прикладных физических задач переноса;
2. использовать методы теории переноса при выполнении диссертационной работы,
3. решать основные задачи теории и применять расчеты к конкретным технологическим процессам и объяснению природных явлений;
4. обоснованно подбирать методы для решения задач дисциплины.

**Владеть:**

1. навыками самостоятельного поиска научной информации о своей профессиональной деятельности с применением источников научно-популярных изданий, компьютерных технологий для обработки и передачи информации в различных формах;
2. приемами упрощения задач переноса;
3. приемами численных методов расчета полей скоростей, температур и концентраций; в том числе с помощью пакетов прикладных программ;
4. приемами решения задачи по определению полей скоростей, температур и концентраций.

#### 4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.07 Явления переноса в нефтегазопереработке

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекц ии	Прак тичес кие занят ия	Лабора торные работы	КС Р	СРС	
1	Основные понятия и соотношения.	3	1	1	1	0	9	Практическое занятие (опрос по теме), отчет по лабораторной работе, зачет
2	Свойства сплошной среды		1	1	1	0	9	
3	Механизмы и уравнения переноса субстанций		2	2	2	0	18	
4	Законы сохранения		2	2	2	0	18	
5	Моделирование процессов переноса		2	2	2	0	18	
6	Межфазный перенос субстанций		1	1	1	0	9	
ИТОГО			9	9	9	0	81	
Форма аттестации			Зачет с оценкой					

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные понятия и соотношения.	1	Понятие о потоках и источниках.	Уравнение баланса в общем виде. Трансляционный (конвективный) перенос. Внешние силы. Внутренние силы. Дисперсные системы.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Свойства сплошной среды	1	Свойства сред	Сплошная среда, модели сплошной среды. Плотность, вязкость, поверхностное натяжение, межфазное натяжение, адгезия, смачиваемость.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Механизмы и уравнения переноса субстанций.	2	Уравнения переноса: перенос массы, перенос энергии, перенос импульса	Механизмы переноса: молекулярный механизм, конвективный механизм, турбулентный механизм.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Законы сохранения.	2	Закон сохранения массы, энергии, сохранения импульса	Закон сохранения массы. Закон сохранения энергии. Закон сохранения импульса. Условие однозначности. Поля скоростей температур, концентраций. Аналогия процессов переноса.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Моделирование процессов переноса.	2	Математическое моделирование	Физическое моделирование: теория подобия, основные этапы физического моделирования. Проблема масштабного перехода при проектировании промышленных аппаратов. Моделирование гидродинамической структуры потоков в аппаратах.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

6	Межфазный перенос субстанций.	1	Гидродинамическая и тепловая аналогия	Уравнения массо-, тепло-, импульсоотдачи. Определение коэффициентов. Аналогия процессов массо-, тепло-, импульсоотдачи. Уравнения массо-, тепло-, импульсопередачи	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
---	-------------------------------	---	---------------------------------------	--	--

### **6. Содержание практических занятий**

Цель проведения практических занятий – закрепление полученных знаний, приобретенных на лекциях, отработка практических навыков при решении задач

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные понятия и соотношения.	1	Вязкость и механизм переноса количества движения.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Свойства сплошной среды	1	Распределения концентраций в турбулентном потоке.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Механизмы и уравнения переноса субстанций.	2	Перенос количества движения и теплоты при естественной конвекции. Перенос теплоты в пограничном слое.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Законы сохранения.	2	Точечный источник массы в однородном поле скоростей. Нестационарное испарение.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Моделирование процессов переноса.	2	Нестационарный массообмен, сопровождаемый гомогенной химической реакцией	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Межфазный перенос субстанций.	1	Массообмен в плоском канале с малорастворимой стенкой	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

### **7. Содержание лабораторных занятий**

Цель проведения лабораторных занятий – закрепление полученных знаний, приобретенных на лекциях, отработка практических навыков при решении экспериментальных задач

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные понятия и соотношения.	1	Определение вязкости вещества, изучение диффузии	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Механизмы и уравнения переноса субстанций.	2	Расчет материального и теплового баланса контактного аппарата ХТП производства серной кислоты. Выполнение упрощенного чертежа реакционного аппарата с указанием направления движения материальных и тепловых потоков	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Законы сохранения.	2	Исследование влияния сопротивления массопереносу в жидкой фазе на процесс испарения бинарных жидкостей	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Моделирование процессов переноса.	2	Моделирование и изображение реакторов с указанием направления движения материальных и тепловых потоков по краткому описанию. Выбор реактора для конкретного ХТП, обоснование выбора. Определение необходимого времени проведения процесса. Модель процесса абсорбции. Модель процесса экстракции в системе жидкость-жидкость. Модель процесса растворения твердых частиц в псевдооживленном слое	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Межфазный перенос субстанций.	2	Одновременный перенос массы и энергии. Определения состояния влажного воздуха в	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1,

			зависимости от соотношения парциального давления паров воды и давления насыщенного пара при данной температуре	ПК-4.2, ПК-4.3
--	--	--	--	----------------

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории.

## **8. Самостоятельная работа**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Вязкость и механизм переноса количества движения. Распределение скоростей в ламинарном потоке. Уравнения сохранения для изотермических систем.	9	Подготовка к практическому занятию, к сдаче зачета	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Распределения концентраций, зависящие от двух или более переменных. Распределения концентраций в турбулентном потоке. Распределения концентраций в твердых телах и ламинарных потоках.	9	Подготовка к практическому занятию, к сдаче зачета	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Распределения температуры, зависящие от двух или более переменных. Распределения температуры в турбулентных потоках.	18	Подготовка к практическому занятию, к сдаче зачета	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Диффузия и механизм переноса массы. Уравнения сохранения для многокомпонентных систем. Межфазный перенос в многокомпонентных системах. Уравнения макроскопических балансов для многокомпонентных систем.	18	Подготовка к практическому занятию, к сдаче зачета	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Теплопроводность и механизм переноса энергии. Распределения температуры в твердых телах и в ламинарных потоках. Уравнения сохранения для неизолированных систем. Межфазный перенос в неизолированных системах. Уравнения макроскопических балансов для неизолированных систем.	18	Подготовка к практическому занятию, к сдаче зачета	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Распределения скоростей, зависящие от двух или более переменных. Распределения скоростей в турбулентных потоках. Межфазный перенос в изотермических системах. Уравнения микроскопических балансов для изотермических систем.	/9	Подготовка к практическому занятию, к сдаче зачета	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

## **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний**

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.07 Явления переноса в нефтегазопереработке рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля в соответствии с «Положением о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

Оценка 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 по всем видам деятельности студентов. В результате минимальный текущий рейтинг составит – 60 баллов, максимальный текущий рейтинг составит – 100 баллов.

При изучении дисциплины предусматривается проведение 6 практических занятий, 6 лабораторных работ, за опрос по теме которого



студент может получить максимальное количество баллов – 24 (4 балла за ответы на вопросы по теме каждого практического, лабораторного занятия).

Максимальный балл за выполнение контрольной работы – 12 баллов.

За сдачу зачета минимальное и максимальное количество баллов – 24-40.

#### ***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

<b><i>Оценочные средства</i></b>	<b><i>Кол-во</i></b>	<b><i>Min, баллов</i></b>	<b><i>Max, баллов</i></b>
<b><i>Лабораторная работа</i></b>	<b><i>5</i></b>	<b><i>18</i></b>	<b><i>27</i></b>
<b><i>Контрольная работа</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>6</i></b>	<b><i>12</i></b>
<b><i>Опрос по практическим занятиям</i></b>	<b><i>6</i></b>	<b><i>12</i></b>	<b><i>21</i></b>
<b><i>Зачет</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>24</i></b>	<b><i>40</i></b>
<b><i>Итого:</i></b>		<b><i>60</i></b>	<b><i>100</i></b>

#### ***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 (включая учебные издания из электронной библиотечной системы)***

При изучении дисциплины Б1.В.07 Явления переноса в нефтегазопереработке в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Основные источники информации</b>	<b>Количество экземпляров</b>
1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: [Электронный ресурс]: в 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.]; под ред. В. Г. Айнштейна. — 5-е изд. (эл.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 1758 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/42602">http://e.lanbook.com/view/book/42602</a> , по паролю.- ЭБС «Лань»	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Лань» после регистрации с IP-адреса НХТИ)
2. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник[Электронный ресурс] / И. И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский, А.А. Хоменко. - 3-е изд. в электрон. варианте. Казань: КНИТУ, 2014. <a href="http://www.kstu.ru/article.jsp?id=1821&amp;id_e=52135012">http://www.kstu.ru/article.jsp?id=1821&amp;id_e=52135012</a>	1 (единое поисковое окно Электронного каталога УНИЦ)

##### ***11.2 Дополнительная литература***

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:



Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Ямалиева Л.Г. Процессы и аппараты химической технологии: методические указания / Л.Г. Ямалиева, Б.А. Ямалиев.- Нижнекамск: НХТИ, 2014.- 74 с.	35 (экз. на 1 студента)

### ***11.3 Электронные источники информации***

При изучении дисциплины Б1.В.07 Явления переноса в нефтегазопереработке использование электронных источников информации не предусмотрено.

#### **Согласовано:**

Зав. отделом  
по библиотечному  
обслуживанию



Тарасова В.Я.

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

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов,

Рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде, персональные компьютеры с необходимым обеспечением Pentium IV – 7 шт., сканер – 1 шт., копировально-множительный аппарат KONICA 1216 – 1 шт. Программное обеспечение: WindowsXP, MicrosoftOffice 2007, АнтивирусКасперского).

### ***13. Образовательные технологии***

По дисциплине в процессе проведения аудиторных занятий предусмотрено применение образовательных технологий обучения (в интерактивных формах), общая продолжительность которых составляет 6 часов.

#### **Распределение занятий в интерактивных формах дисциплины**

Раздел	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы
Свойства сплошной среды.	Лекция	Работа с наглядными пособиями	1
	Практическое занятие	Доклад	2
Механизмы и уравнения переноса субстанций.	Лекция	Работа с наглядными пособиями	1
	Практическое занятие	Доклад	2
Итого			6