

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



Заместитель директора по УР
Н.И. Никифорова

2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.В.07 Явления переноса в нефтегазопереработке

(наименование дисциплины (модуля))

15.04.02 Технологические машины и оборудование

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

Химическое машино- и аппаратостроение

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

магистр


квалификация

очно-заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2023 г.

Составитель ФОС:
доцент каф. МАХП
(должность)




(подпись)

А.Н. Даутова

(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры МАХП,
протокол от 19.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой



(подпись)

И.Н. Мадышев

(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Мадышев И.Н. доц. МАХП НХТИ

Ф.И.О., должность, организация, подпись



Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины

Компетенция:

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.

Шкала оценивания

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-3.1	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Не предусмотрены</i>	практическое занятие, лабораторное занятие, контрольная работа, зачет
ПК-3.2	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Не предусмотрены</i>	практическое занятие, лабораторное занятие, контрольная работа, зачет
ПК-3.3	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Не предусмотрены</i>	практическое занятие, лабораторное занятие, контрольная работа, зачет
ПК-4.1	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Не предусмотрены</i>	практическое занятие, лабораторное занятие, контрольная работа, зачет
ПК-4.2	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Не предусмотрены</i>	практическое занятие, лабораторное занятие, контрольная работа, зачет
ПК-4.3	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Раздел 1-6</i>	<i>Не предусмотрены</i>	практическое занятие, лабораторное занятие, контрольная работа, зачет

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

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

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

Министерство образования и науки Российской Федерации

Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет _____ механический _____

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 – Технологические
(код и наименование)

машины и оборудование

Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение
(наименование)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой  И.Н.Мадышев

« 19 » 04 2023 г.

**Перечень вопросов к зачету по дисциплине
Б1.В.07 «Явления переноса в нефтегазопереработке»**

Контролируемые разделы № 1-6.

1. Явление переноса в газах. Вязкость. Теплопроводность. Диффузия. Термодиффузия.
2. Пристеночные явления в умеренно разреженном газе. Термомолекулярная разность давлений.
3. Кинетические явления в сильно разреженном газе.
4. Методы исследования явлений переноса.
5. Уравнения состояния жидкости и плотных газов. Плотность, сжимаемость, теплоемкость.
6. Явление переноса и релаксации в жидкости. Вязкость, теплопроводность, диффузия и самодиффузия.
7. Сопротивление и теплопередача в ламинарном потоке.
8. Конвективный теплообмен.
9. Турбулентное движение и турбулентный теплообмен.
10. Модели турбулентности. Методы расчета турбулентных явлений в газе, жидкости и плазме.
11. Радиационный теплообмен и радиационная газовая динамика.
12. Метастабильные состояния. Перегрев, переохлаждение. Давление насыщенных паров над раствором.
13. Теплопроводность и вязкость твердых тел. Уравнение теплопроводности в

твердых телах, теплопроводность кристаллов. Механизмы теплопроводности в диэлектриках и металлах.

14. Вязкость и ее проявление при поглощении звука в твердых телах

Критерии оценки. Оценка за ответ на вопросы к зачету, проводимый в форме устного опроса знаний студентов, осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой и предполагает максимальный балл за ответ – 40. Оценивание ответа студента производится по следующей шкале баллов.

Критерий оценки	Балл
<p>Демонстрирует полное понимание поставленного вопроса. Дает полный развернутый ответ на основной вопрос. Дает логически обоснованный и правильный ответ на дополнительный вопрос.</p> <p>«зачтено» выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p> <p>Знает: основные понятия, используемые в анализе явлений переноса; теоретические основы явлений переноса; физико-химические процессы переноса, протекающие в многофазных средах, основные закономерности, используемые для описания полей скоростей, температур и концентраций; физико-химические свойства сред и свойства межфазных границ; методы решения задач определения полей скоростей, температур и концентраций.</p> <p>Может: применять общие математические методы к решению фундаментальных и прикладных физических задач переноса; использовать методы теории переноса при выполнении инженерных задач, решать основные задачи теории и применять расчеты к конкретным технологическим процессам и объяснению природных явлений; обоснованно подбирать методы для решения задач дисциплины; использовать обширный категориальный аппарат дисциплины.</p> <p>Способен: находить правильные организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях, решения задачи по определению полей скоростей, температур и концентраций, самостоятельного искать научную информацию о своей профессиональной деятельности с применением источников научно-популярных изданий, компьютерных технологий для обработки и передачи информации в различных формах</p>	36-40
<p>Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Отвечает на дополнительный вопрос, но обосновать не может.</p> <p>«зачтено» выставляется студенту, если он по существу излагает материал, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов.</p> <p>Знает: основные теоретические положения, понятия, базовые</p>	30-35

<p>концепции и методы при явлениях переноса, методы решения задач определения полей скоростей, температур и концентраций.</p> <p>Может: использовать основную терминологию дисциплины, использовать основные понятия дисциплины; применять численные методы расчета полей скоростей, температур и концентраций; в том числе с помощью пакетов прикладных программ.</p> <p>Способен: обоснованно подбирать методы для решения задач дисциплины, применять общие математические методы к решению фундаментальных и прикладных физических задач переноса.</p>	
<p>Дает неполный ответ на основной вопрос. Не дает ответа на дополнительный вопрос.</p> <p>«зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.</p> <p>Знает: имеет общее представление об основных понятиях, базовых концепциях и методах в явлениях переноса.</p> <p>Может: обозначить ключевые проблемы моделировании явлений переноса; использовать ограниченный категориальный аппарат дисциплины.</p> <p>Способен: сформулировать в общих чертах особенности явлений переноса.</p>	24-29
<p>Нет ответа.</p> <p>«незачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на вопросы. Как правило, ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>	0

Суммарный рейтинг студента в баллах за семестр складывается из оценки его деятельности в течение семестра и оценки, полученной на зачете, в соотношении 60:40. Максимальный балл, который может набрать студент за один семестр в ходе изучения дисциплины в целом, равен 100. В соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе (БРС) к набранной за семестр сумме баллов (от 36 до 60) добавляется при сдаче зачета от 24 до 40 баллов.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет _____ механический _____

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 – Технологические
(код и наименование)

машины и оборудование

Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение
(наименование)

Контрольная работа

по дисциплине Б1.В.07«Явления переноса в нефтегазопереработке»
(наименование дисциплины)

Вариант контрольной работы принимается по последней цифре зачетной книжки.

Раздел 3. Механизмы и уравнения переноса субстанций.

Варианты 0, 5, 8:

Газ А диффундирует в жидкость В и вступает с ней в необратимую химическую реакцию первого порядка по схеме $A + B \rightarrow C$ при следующих условиях: газ А мало растворим в жидкости В, продукт реакции С не влияет на диффузию А в В, температура постоянна. Требуется найти скорость процесса хемосорбции как функцию времени, определить среднее значение скорости процесса хемосорбции за время t , проанализировать полученное решение для очень медленной и очень быстрой химической реакции.

Варианты 1, 6, 9, 3:

Аммиак абсорбируется водой из его смеси с воздухом в вертикальной колонне при давлении 1 бар и температуре 295 К. Считается, что все сопротивление процессу сосредоточено в газовой фазе. В некотором сечении колонны парциальное давление аммиака составляет $7 \cdot 10^3$ Па. При этом парциальное давление аммиака на границе жидкость– газ равно нулю, а сопротивление процессу сосредоточено в газовой пленке толщиной 1 мм. Требуется определить скорость переноса массы на единицу поверхности в указанном сечении колонны, если коэффициент диффузии аммиака в воздухе при 295 К равен $2,36 \cdot 10^{-5}$ м²/с. Как изменится скорость переноса, если давление в газовой фазе увеличится в 2 раза?

Варианты 2, 7, 4:

Вода при температуре 350 К испаряется в атмосферу с поверхности цилиндрического резервуара, имеющего диаметр 0,3 м. Поток воздуха над свободной поверхностью воды достаточно сильный, чтобы полностью уносить образующиеся пары. Какова будет скорость охлаждения воды в резервуаре в начале процесса при условии, что все сопротивление массопереносу сосредоточено в неподвижной газовой пленке толщиной 1 мм? Резервуар содержит 10 кг воды, которая хорошо перемешивается. При этом коэффициент диффузии паров воды в воздухе $2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, давление насыщенных паров воды при температуре 350 К $41,8 \cdot 10^3 \text{ Па}$, теплота испарения воды 2318 кДж/кг, теплоемкость воды 4187 Дж/(кг·К). Найти также численное значение коэффициента массоотдачи, если потенциал переноса выражен через разность парциальных давлений. Считать процесс стационарным, а пары воды и воздуха – идеальными газами. Полагать, что теплообмен с окружающей средой осуществляется только за счет переноса массы.

Критерии оценки: оценка работы студентов по выполнению контрольной работы производится путем сравнения фактически выполненных задач и мероприятий в ходе выполнения. Максимальный балл за выполнение – 12.

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ. Решение подробное, без ошибок. Отсутствие ошибочных высказываний, аргументированность.	12
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа. Решение не подробное, с незначительными ошибками.	9
Дает неполный ответ (в общих чертах). Ход решения не совсем верный.	6
Нет ответа.	0

Министерство образования и науки Российской Федерации

Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет _____ механический _____

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 – Технологические
(код и наименование)

машины и оборудование

Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение
(наименование)

Практические занятия (опрос по теме)

по дисциплине Б1.В.07 «Явления переноса в нефтегазопереработке»
(наименование дисциплины)

Раздел 1. Основные понятия и соотношения.

Тема практического занятия – *Вязкость и механизм переноса количества движения.*

Вопросы для контроля – Опишите явления переноса (диффузия, теплопроводность, вязкость)

Назовите приборы для измерения свойств жидкости.

Раздел 2. Свойства сплошной среды

Тема практического занятия – *Распределения концентраций в турбулентном потоке.*

Вопросы для контроля – Запишите кинетическое уравнение Больцмана и Навье-Стокса

Опишите механизм турбулентности жидкости

Раздел 3. Механизмы и уравнения переноса субстанций.

Тема практического занятия – *Перенос количества движения и теплоты при естественной конвекции. Перенос теплоты в пограничном слое.*

Вопросы для контроля – Запишите уравнения Ньютона, Фурье и Фика.

Перечислите условия, при которых процессы теплоотдачи и массоотдачи будут аналогичными.

Сформулируйте принцип Онзагера.

Раздел 4. Законы сохранения.

Тема практического занятия – *Точечный источник массы в однородном поле скоростей. Нестационарное испарение.*

Вопросы для контроля – Запишите выражение для соотношения толщин диффузионного и гидродинамического пограничного слоев.

Запишите выражение для соотношения толщин теплового и гидродинамического пограничного слоев.

В каком случае толщины диффузионного, теплового и гидродинамического пограничных слоев будут одинаковыми?

Раздел 5. Моделирование процессов переноса.

Тема практического занятия – Нестационарный массообмен, сопровождаемый гомогенной химической реакцией

Вопросы для контроля – Запишите критериальное уравнение для расчета массоотдачи в случае ламинарного пограничного слоя при вынужденном движении.

Запишите критериальное уравнение для расчета массоотдачи в случае турбулентного пограничного слоя при вынужденном движении.

Раздел 6. Межфазный перенос субстанций.

Тема практического занятия – Массообмен в плоском канале с малорастворимой стенкой

Вопросы для контроля – Дайте определение понятия химического равновесия.

Что такое константа равновесия?

Запишите основные уравнения тепло- и массообмена в случае протекания химических реакций.

Чему равно число Льюиса – Семенова?

Запишите закон Ньютона – Рихмана для случая теплообмена между газовой смесью и поверхностью раздела фаз.

Критерии оценки: оценка работы студентов по выполнению практических заданий производится путем сравнения фактически выполненных заданий и мероприятий. Максимальный балл за выполнение каждого практического задания – 3,5 баллов, общее количество максимально набранных баллов – 21.

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ. Отсутствие ошибочных высказываний, аргументированность. Выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.	3,5
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа. Допускает 2-3 недочета при выполнении работы.	2,75
Дает неполный ответ (в общих чертах) на вопрос. Выполняет работу	2

не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.	
Нет ответа. Выполняет работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов	0

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет механический
Кафедра машин и аппаратов химических производств*

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 – Технологические
(код и наименование)

машины и оборудование

Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение
(наименование)

Перечень лабораторных работ

по дисциплине Б1.В.07 «Явления переноса в нефтегазопереработке»

Лабораторная работа №1. Основные понятия и соотношения

Определение вязкости вещества, изучение диффузии.

Лабораторная работа №2. Механизмы и уравнения переноса субстанций

Расчет материального и теплового баланса контактного аппарата ХТП производства серной кислоты. Выполнение упрощенного чертежа реакционного аппарата с указанием направления движения материальных и тепловых потоков.

Лабораторная работа №3. Законы сохранения

Исследование влияния сопротивления массопереносу в жидкой фазе на процесс испарения бинарных жидкостей.

Лабораторная работа №4. Моделирование процессов переноса

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 псевдоожигенном слое

Лабораторная работа №5. Межфазный перенос субстанций

Одновременный перенос массы и энергии. Определения состояния влажного воздуха в зависимости от соотношения парциального давления паров воды и давления насыщенного пара при данной температуре

Критерии оценивания лабораторных работ

Оценка «отлично» ставится, если интервал баллов рейтинга студента $5,0 \leq R \leq 5,4$ и студент выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов с наибольшей точностью; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно оценивает точность результатов измерений; умеет выполнять анализ погрешностей прямых и косвенных измерений.

Оценка «хорошо» ставится, если интервал баллов рейтинга студента $4,4 \leq R < 5,0$ и выполнены требования к оценке 5, но было допущено два - три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если интервал баллов рейтинга студента $3,6 \leq R < 4,4$ и работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки: а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большой погрешностью; б) в отчете допущено не более двух грубых ошибок; в) не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей.

Перечень возможных ошибок.

Грубые ошибки (каждая грубая ошибка минус 0,3 балл):

- Незнание определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, общепринятых символов обозначения физических величин, единиц их измерения.
- Неумение сделать вывод по лабораторной работе.
- Неверные объяснения хода выполнения работы; незнание методики выполнения работы, показывающие неправильное понимание цели лабораторной работы или неправильное истолкование хода ее выполнения.
- Неумение строить графики по результатам проведенных исследований и объяснять принципиальные схемы, используемые при выполнении лабораторной работы.
- Неумение подготовить к работе установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты, или использовать полученные данные для выводов.
- Небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.
- Неумение определить показание измерительного прибора.
- Нарушение требований правил безопасного труда при выполнении эксперимента.

Негрубые ошибки (каждая негрубая ошибка минус 0,2 балла):

- Неточности формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванные неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия, ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения лабораторной работы или измерений физических величин.
- Ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточности чертежей, графиков, схем.
- Пропуск или неточное написание наименований единиц физических величин.

Недочеты (каждый недочет минус 0,1 балла):

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления и преобразований физических величин.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вывода по лабораторной работе.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.