

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.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств. (1 и 2 части)»

(наименование дисциплины (модуля))

18.03.02. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Машины и аппараты химических производств

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

бакалавр

квалификация

заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2021 г.

Составитель ФОС:
доцент каф. МАХП
(должность)


(подпись)

И.Н. Мадышев
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры МАХП,
протокол от 10.03.2021 г. № 7

Зав. кафедрой


(подпись)

И.А. Сабанаев
(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 обеспечивать надежную, бесперебойную и безаварийную работу технологического оборудования

Индикаторы достижения компетенции:

3.1. знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации технологического оборудования

3.2 умеет разрабатывать нормативно-техническую документацию по контролю технического состояния, техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования

3.3 владеет навыками выполнения работ по контролю технического состояния, техническому обслуживанию и ремонту оборудования

ПК-4 Способен разрабатывать и планировать внедрение новой техники и передовой технологии

Индикаторы достижения компетенции:

4.1. знает методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений

4.2 умеет разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию на новую технику и передовую технологию

4.3 владеет навыками разработки и реализации планов внедрения новой техники и технологии, проведения организационно-технических мероприятий, опытно-конструкторских работ

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические Занятия, лабораторный практикум	Лабораторные занятия	Курсовой работа	
ПК-3.1	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
ПК-3.2	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
ПК-3.3	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад

ПК-4.1	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
ПК-4.2	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
ПК-4.3	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	<i>Раздел 1–раздел 7</i>	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Оценка текущего рейтинга по дисциплине производится по фактическим итогам выполнения всех видов занятий, которые предусмотрены учебным планом по **табл. 9.1**:

- Лабораторные работы;
- Практические занятия;
- Реферативная работа (по заданию преподавателя).

Табл. 9.1. Шкала оценки текущего рейтинга

Виды занятий	Характер выполненной работы и рекомендуемые баллы $R_{тек}$					
	1	2	3	4	5	6
	Выполнены без ошибок и в срок	Выполнены в указанный срок	Сданы с первым исправлением	Сданы со вторым исправлением	Выполнены с опозданием	Поощрительный балл
Лабораторные работы	60	50 ... 55	45 ... 55	36 ... 45	– 6	+(2 ... 10)
Практические занятия	60	50 ... 55	45 ... 55	36 ... 40	– 6	+(2 ... 10)
Написание рефератов	60	60	55	55	– (6 ... 10)	+(6 ... 10)

Суммарный текущий рейтинг по всей дисциплине берется как среднее арифметическое значение по видам занятий и с учетом характера их выполнения и сдачи студентом (столбцы 1 – 4), баллы по 4 и 5 столбцам суммируются со средним значением по строке. Максимальное число баллов не должна превышать 60, при числе баллов менее 36 студент не получает допуска к экзамену.

Оценка экзаменационного рейтинга производится с учетом следующих факторов по **табл. 9.2**.

Табл. 9.2. Шкала оценки экзаменационного рейтинга:

Вопросы экзаменационного билета	Характеристики ответов и рекомендуемые баллы			
	1	2	3	4
	Ответ полный	Ответ поверхностный	Дополнительный вопрос	Поощрительный балл
Вопрос 1	38...40	20...24	$\pm (2...4)$	2...6
Вопрос 2	38...40	20...24	$\pm (2...4)$	2...6
Вопрос 3	38...40	20...24	$\pm (2...4)$	2...6

Экзаменационный рейтинг по каждому вопросу определяется с учетом характера ответа (столбцы 1 и 2) и суммированием или вычитанием дополнительных баллов по столбцам 3 и 4. Количество дополнительных вопросов устанавливается преподавателем в ходе ответа. Итоговый (суммарный) экзаменационный рейтинг берется как среднее арифметическое по трем вопросам.

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			экзамен
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

Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
2.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
3.	Дискуссия	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов

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

Факультет _____ механический _____

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки: 18.03.02. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль/программа: Машины и аппараты химических производств
(наименование)

Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

по дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств.
Часть 1»
(наименование дисциплины)

Общие сведения о реферате

Реферат выполняется студентом по заданной преподавателем теме в виде самостоятельной работы по дисциплине. При выполнении реферата студент осваивает работу с научно-технической литературой, каталогами, реферативными журналами. При написании реферата студентом расписывается сущность описываемой проблемы, ее современное состояние, оценивается влияние различных факторов, включая процессы изготовления, эксплуатации, восстановления и ремонта машин и оборудования отрасли, обсуждаются различные возможные направления их улучшения.

Перечень рекомендуемых тем для рефератов по дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств. 1 часть»:

1. Назначение, устройство, принцип действия основных элементов насадочных колонн. Режимы работы насадок, выбор оптимального режима.
2. Виды насадок, требования, предъявляемые к ним. Основные показатели насадок. Область применения, достоинства и недостатки, современных видов насадок.
3. Распределительные устройства для жидкости в насадочных колоннах. Назначение и требования к оросителям; сравнительная характеристика, область применения, достоинства и недостатки.
4. Опорные устройства под насадку. Назначение и предъявляемые требования к опорным элементам. Конструктивное исполнение опорных устройств, их достоинства и недостатки.
5. Назначение и устройство перераспределительных тарелок для жидкости в насадочных колоннах. Явление «сухого конуса» в слое насадки, методы его устранения. Различные способы укладки насадок в колонне.
6. Классические барботажные ситчатые и колпачковые тарелки с переливами, их устройство, принцип работы, основные показатели. Достоинства и недостатки. Комбинированная (ситчато-колпачковая) тарелка Веста.
7. Тарелка из S-образных элементов, ее устройство, принцип действия, основные показатели, достоинства и недостатки. Комбинированная тарелка из S-образных элементов с отбойниками.

8. Струйные тарелки. Устройство, принцип действия, сравнительные показатели струйных тарелок: язычковых; арочных; пластинчатых; из просечно-вытяжных листов с отбойниками. Преимущества и недостатки, область применения.

10. Провальные тарелки (без переливов). Устройство, принцип действия, сравнительные показатели, достоинства и недостатки различных видов провальных тарелок. Тарелки Киттеля.

11. Особенности конструкции, режимы работы; сравнительные показатели; область применения клапанных тарелок. Клапанная балластная и жалюзийно-клапанная тарелки, их преимущества и недостатки.

12. Тарелка с двумя зонами контакта. Устройство, принцип действия, основные показатели, достоинства и недостатки тарелок с желобчатыми (МД) и цилиндрическими переливами (Чехова).

13. Струйно-центробежные тарелки. Устройство, принцип действия различных видов тарелок: язычковых с закрученным потоком газа; со спиралью Архимеда; тарелка КХТИ. Сравнительная характеристика; достоинства и недостатки.

14. Прямоточные тарелки: трубчатые; с завихрителями; с секционированием потоков (Азизова). Принцип действия, сравнительные показатели, преимущества и недостатки.

15. Назначение, требования, предъявляемые к переливным устройствам тарельчатых колонн. Устройство, принцип действия элементов переливов: приемный карман, сливная регулирующая планка.

16. Кожухотрубчатые теплообменники. Устройство, принцип действия, область применения, основные показатели. Маркировка кожухотрубчатых теплообменников.

17. Температурные напряжения в теплообменниках. Причины возникновения и методы компенсации температурных деформаций в кожухотрубчатых теплообменниках жесткого, полужесткого и нежесткого типов.

18. Теплообменники жесткой конструкции марки ТН. Устройство, принцип действия, область применения. Достоинства и недостатки. Методы снижения температурных напряжений.

19. Теплообменники полужесткого типа с компенсатором в корпусе марки ТК; с гибкой мембраной в трубной решетке; с изогнутыми трубками. Принцип действия, область применения, достоинства и недостатки различных типов компенсаторов.

20. Теплообменники нежесткого типа с U-образными трубками марки ТУ. Устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки.

21. Теплообменник с внутренней плавающей головкой марки ТП. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки различных вариантов конструкций плавающей головки.

Критерии оценки рефератов:

Максимальное число баллов – 8 баллов – выставляется преподавателем при полноценном раскрытии темы в ходе своего выступления по заданной теме реферата, приведении четких аргументов и доказательств, а также активное участие в обсуждении заданной проблемы, которая была раскрыта в ходе выступления.

Минимальное число баллов – 6 баллов – выставляется при недостаточной степени раскрытия темы в ходе своего выступления, приведении нечетких аргументов и не активное участие в дискуссии по заданной проблеме, которая была раскрыта выступающим поверхностно в ходе выступления.

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

Факультет механический

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки: 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа: Машины и аппараты химических производств

Семестр 6/7

Зав.кафедрой  И.А. Сабанаев

УТВЕРЖДАЮ

« 05 » марта 2021 г.

Экзаменационный билет №1

дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств.

Часть 1»

(наименование дисциплины)

1.	Показатели, определяющие гидродинамику потоков на тарелке: диапазон устойчивой работы, градиент жидкости на тарелке, гидравлическое сопротивление. Их влияние на работу тарелок, методы снижения вредных факторов.
2.	Назначение и виды перегородок в трубном пространстве кожухотрубчатых теплообменников. Одно- и многоходовые теплообменники, их сравнительные показатели.
3.	Назначение перемешивающих устройств в реакторах. Устройство, основные характеристики, область применения различных видов механических мешалок и смесителей

Экзаменационный билет № 2

1.	Колпачковые барботажные тарелки. Устройство, принцип действия и режимы работы капсульных колпачков, выбор оптимального режима. Тарелки с желобчатыми колпачками, их сравнительная характеристика
2.	Назначение, место и роль реакторов в химической технологии. Основные отличия реакторов от других типов тепло- и массообменных аппаратов
3.	Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках. Причины возникновения и методы компенсации температурных деформаций в теплообменниках жесткого, полужесткого и нежесткого типов

Экзаменационный билет № 3

1.	Тарелка из S-образных элементов (Uniflux), ее устройство, принцип действия, основные показатели, преимущества и недостатки. Комбинированная тарелка из S-образных элементов с отбойниками
2.	Требования, предъявляемые к соединению труб с трубной решеткой. Методы развальцовки: в гладких отверстиях и отверстиях с канавками. Область применения, достоинства и недостатки
3.	Основные показатели химических реакций в зависимости от механизма, способа возбуждения, фазовых и тепловых характеристик. Диффузионный и кинетические режимы протекания реакций

Экзаменационный билет №4

1.	Ситчатые тарелки (с переливами), их устройство, принцип работы, основные показатели. Достоинства и недостатки. Комбинированная колпачково-ситчатая тарелка Веста
2.	Требования, предъявляемые к размещению труб в трубных решетках кожухотрубчатых теплообменников. Типовые схемы размещения, их преимущества и недостатки, область применения
3.	Понятие о скорости химической реакции. Уравнение скорости гомогенной и гетерогенной реакций. Стехиометрический и кинетический порядки реакций. Дифференциальное уравнение скорости реакции

Экзаменационный билет № 5

1.	Струйные тарелки. Устройство, принцип действия, сравнительные показатели струйных тарелок: языковых; арочных; пластинчатых; из просечно-вытяжных листов с отбойниками. Преимущества и недостатки, область применения
2.	Конструкция основных узлов кожухотрубчатых теплообменников: кожух и трубный пучок, рекомендации по их выбору. Методы интенсификации теплообмена в трубках. Оребренные трубки
3.	Процессы массообмена в химической технологии. Сущность и виды процессов массообмена. Основное уравнение массопередачи. Классификация массообменных аппаратов

Экзаменационный билет № 6

1.	Провальные тарелки (без переливов). Устройство, принцип действия, основные показатели, достоинства и недостатки различных конструкций провальных тарелок. Тарелки Киталя
2.	Теплообменники с двойными трубками Фильда. Область применения, достоинства и недостатки. Методы повышения эффективности теплообмена в трубках Фильда
3.	Аппаратурное оформление процесса ректификации: полная и неполная (укрепляющая и исчерпывающая) ректификационные колонны. Область применения, сравнительные показатели

Экзаменационный билет № 7

1.	Клапанные тарелки: особенности конструкции; режимы работы; сравнительные показатели; область применения. Клапанная балластная и жалюзийно-клапанная тарелки, их преимущества и недостатки
2.	Аппаратурное оформление процесса ректификации: простая и сложная ректификационные колонны для разделения бинарных и многокомпонентных смесей. Область применения, сравнительные показатели
3.	Реактор идеального вытеснения (РИВ). Гидравлический режим и изменение параметров в идеальной модели и реальном аппарате вытеснения

Экзаменационный билет № 8

1.	Процесс ректификации, сущность и область применения. Схемы проведения ректификации бинарных и многокомпонентных смесей. Уравнения материального баланса процесса ректификации.
2.	Тарельчатые колонны, их устройство, принцип работы. Показатели, определяющие геометрические размеры тарельчатых колонн: производительность; эффективность (кпд); межтарельчатое расстояние; унос жидкости
3.	Классификация реакторов по тепловому режиму, способам подвода тепла, способу работы, агрегатному состоянию веществ, по конструктивным признакам

Экзаменационный билет № 9

1.	Тарелки с двумя зонами контакта. Устройство, принцип действия, основные показатели, достоинства и недостатки тарелок с желобчатыми (МД) и цилиндроконическими переливами (Чехова)
2.	Теплообменник с внутренней плавающей головкой марки ТП. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки различных конструкций плавающей головки: с двумя разрезными кольцами; с накидным фланцем (струбциной) типа Алко
3.	Понятие о скорости химической реакции. Уравнение скорости гомогенной и гетерогенной реакций. Стехиометрический и кинетический порядки реакций. Дифференциальное уравнение скорости реакции

Экзаменационный билет №10

1.	Диапазон устойчивой работы тарелок. Его влияние на работу колонны. Расположите известные тарелки по мере увеличения (или уменьшения) диапазона устойчивой работы
2.	Теплообменники с U-образными трубками типа ТУ. Устройство, принцип действия, основные показатели. Достоинства и недостатки, область применения
3.	Реактор идеального смешения (РИС). Гидравлические режимы и изменение параметров в идеальной модели и реальном аппарате смешения. Многокаскадный реактор с мешалкой

Экзаменационный билет № 11

1.	Прямоточные тарелки: трубчатые; с завихрителями (вихревые); с секционированием потоков (Азизова) Принцип действия, сравнительные показатели, преимущества и недостатки
2.	Назначение и виды перегородок в межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника. Способы размещения, достоинства и недостатки различных конструкций перегородок
3.	Реактор идеального вытеснения (РИВ). Гидравлический режим и изменение параметров в идеальной модели и реальном аппарате вытеснения

Экзаменационный билет № 12

1.	Переливные устройства тарелок. Назначение, требования, предъявляемые к переливам. Классификация переливов. Устройство, принцип действия элементов переливов: приемный карман, сливная планка
2.	Теплообменники полужесткого типа с компенсатором в корпусе марки ТК и с изогнутыми (витыми) трубками. Устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки различных типов компенсаторов
3.	Конструкции жидкостных реакторов. Основные характеристики, назначение элементов, особенности конструкции емкостных (кубовых) реакторов

Экзаменационный билет № 13

1.	Переливные устройства тарелок. Назначение, требования, предъявляемые к переливам, классификация. Устройство и принцип действия основных элементов переливов
2.	Теплообменники жесткой конструкции марки ТН. Устройство, принцип действия, область применения. Достоинства и недостатки.
3.	Назначение перемешивающих устройств в реакторах. Устройство, основные характеристики, область применения различных видов механических мешалок и смесителей

Экзаменационный билет №14

1.	Гидравлическое сопротивление тарелки, его влияние на работу колонны. Расчет составляющих гидравлического сопротивления, пути снижения. Расположите известные Вам тарелки по мере увеличения (или уменьшения) гидравлического сопротивления
2.	Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках. Причины возникновения и методы компенсации температурных деформаций в теплообменниках жесткого, полужесткого и нежесткого типов
3.	Перераспределительные устройства для жидкости в насадочных колоннах. Назначение, устройство и виды перераспределительных тарелок. Различные способы укладки насадок в колонне

Экзаменационный билет № 15

1.	Опорные устройства под насадку. Назначение и предъявляемые требования к ним. Конструктивное исполнение опорных решеток насадочных колонн, их достоинства и недостатки
2.	Кожухотрубчатые теплообменники. Устройство, принцип действия, область применения, основные показатели. Маркировка кожухотрубчатых теплообменников
3.	Реактор идеального смешения (РИС). Гидравлические режимы и изменение параметров в идеальной модели и реальном аппарате смешения. Многокаскадный реактор с мешалкой

Экзаменационный билет №16

1.	Распределительные устройства (оросители) для жидкости в насадочных колоннах. Требования к распределителям жидкости. Виды оросителей, их сравнительная характеристика, область применения
2.	Назначение и требования, предъявляемые к теплообменной аппаратуре. Классификация теплообменников по различным признакам
3.	Процесс ректификации, сущность и схема проведения. Исходные и целевые продукты ректификационной колонны. Назначение основных элементов ректификационной установки. Сравнение ректификации с другими массообменными процессами разделения

Экзаменационный билет № 17

1.	Эффективность (КПД) тарелки. Физический смысл, методика определения. Параметры, влияющие на эффективность. Расположите тарелки по мере увеличения (или уменьшения) эффективности
2.	Виды насадок, требования, предъявляемые к ним. Основные показатели насадок. Достоинства и недостатки, область применения регулярных и нерегулярных насадок. Рекомендации по выбору насадок
3.	Спиральные теплообменники с плоской поверхностью теплообмена. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки. Область применения, сравнительные показатели

Экзаменационный билет № 18

1.	Разделение смесей методом перегонки. Физические основы процесса, схема проведения, используемая аппаратура. Область применения, достоинства и недостатки, пути улучшения качества разделения продуктов
2.	Устройство, принцип действия, основные элементы насадочных колонн. Режимы работы насадок, выбор оптимального режима
3.	Пластинчатые теплообменники с плоской поверхностью теплообмена. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки. Область применения, сравнительные показатели

Экзаменационный билет № 19

1.	Сущность и разновидности процесса абсорбции: физическая и хемосорбция. Схема проведения процесса абсорбции, его преимущества и недостатки. Комбинированная абсорбционно-отпарная колонна (АОК)
2.	Способы теплообмена в реакторах. Устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки внутренних и внешних теплообменных устройств в реакторах
3.	Теплообменники полужесткого типа с компенсатором в корпусе марки ТК и с изогнутыми (витыми) трубками. Устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки различных типов компенсаторов

Экзаменационный билет № 20

1.	Градиент жидкости на тарелке. Причины появления и последствия от действия градиента жидкости на работу колонны. Методы устранения градиента. Многопоточные тарелки
2.	Теплообменники с внутренней плавающей головкой типа ТП: с обычным фланцевым соединением; с накидным фланцем и разрезным кольцом. Их устройство, принцип действия, достоинства и недостатки
3.	Явление «сухого конуса» (пристеночного эффекта) в насадочных колоннах. Причины появления, его влияние на работу колонны, практические приемы устранения.

1. Критерии оценки экзамена в баллах

Студент допускается к итоговому экзамену в случае выполнения им всего учебного плана по дисциплине, выполнения и сдачи практических занятий и лабораторных работ, а также контрольных работ для заочной формы обучения. В случае наличия академической задолженности и пропусков учебных занятий по дисциплине, студент должен отработать пропущенные занятия в формах, предложенных преподавателем и представленной в рабочей программе дисциплины.

На экзамене студенту предлагается утвержденный заведующим кафедрой билет, обычно выбираемым им самостоятельно, который состоит трех теоретических вопросов. После ответа студенту могут быть заданы дополнительные уточняющие вопросы, требующие краткого ответа. Дополнительные вопросы, как правило, задаются в случае неполных ответов и нужны для более адекватного оценивания ответов.

Для получения итоговой аттестации по дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств. Часть 1», обучающийся, в соответствии с бально-рейтинговой системой оценок НХТИ, должен набрать на экзамене сумму баллов на уровне от **24** (минимальный уровень) до **40 баллов** (максимальный уровень). Оценку в баллах выставляет ведущий преподаватель дисциплины с учетом ответов на все вопросы экзаменационного билета. Студент, получивший на экзамене **менее 24 баллов**, считается **не аттестованным** (не сдавшим экзамен) по дисциплине, вне зависимости от суммы баллов текущего и экзаменационного рейтинга. Суммарный экзаменационный рейтинг определяется среднее арифметическое от трех ответов на вопросы экзаменационного билета.

2. Критерии оценки устных ответов на экзамене

Устные ответы обучающихся оцениваются преподавателем в четырехбалльной системе на оценки «отлично» (35 – 40 баллов), «хорошо» (30 – 34 балла), «удовлетворительно» (24 – 29 баллов) и «неудовлетворительно» (0 – 23 балла).

2.1. Критерии оценки «отлично» (35 – 40 баллов):

Ответ оценивается на **«отлично»**, если обучающийся:

полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренной рабочей программой; изложил материал грамотным языком, точно используя общепринятую терминологию, и символику, в определенной логической последовательности; правильно выполнил все чертежи, рисунки, схемы и графики, сопутствующие вопросу билета; показал умение иллюстрировать теорию конкретными примерами, продемонстрировал знание теории ранее изученных тем и дисциплин, полную сформированность используемых при ответе умений и навыков; отвечал самостоятельно, без наводящих вопросов преподавателя, допустил одну – две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые отвечающий легко исправил после замечания преподавателя.

2.2. Критерии оценки «хорошо» (30 – 34 баллов):

Ответ оценивается на **«хорошо»**, если удовлетворяет в основном на требования на оценку «отлично», но при этом имеет некоторые из недостатков: при изложении материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные после замечания преподавателя; допущена ошибка или более двух недочетов, при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные отвечающим после замечания преподавателя.

2.3. Критерии оценки «удовлетворительно» (24 – 29 баллов):

Ответ оценивается преподавателем на **«удовлетворительно»** в следующих случаях: неполно раскрыто содержание материала (содержание изложено фрагментарно, не всегда последовательно), но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для усвоения программного материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении терминологии дисциплины, чертежах, схемах, выкладках, исправленных после нескольких наводящих вопросов преподавателя; отвечающий не справился с применением теории в новой ситуации при выполнении практического задания, но выполнил задания обязательного уровня сложности по данной теме; при достаточном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков.

Оценка **«неудовлетворительно»** (0 – 23 балла) ставится в следующих случаях: не раскрыто основное содержание материала; обнаружено незнание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии дисциплины, в рисунках, схемах или графиках, в выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя, менее 60% объема учебного материала.

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки: 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа: Машины и аппараты химических производств

Семестр 6/7

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой  И.А. Сабанаев

«_05_» _03_ 2021 г.

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств. 1 часть»
(наименование дисциплины)

1. Общие сведения о контрольной работе по дисциплине

При изучении дисциплины «Машины и аппараты химических производств. 1 часть» студенты заочной формы обучения самостоятельно выполняют контрольную работу с целью углубленной теоретической подготовки перед выполнением лабораторных и практических занятий и для сдачи экзамена по дисциплине.

Контрольная работа состоит из четырех теоретических вопросов и двух задач, которые охватывают все три раздела дисциплины.

1.1. Рекомендации по выбору вариантов заданий контрольной работы

Вариант контрольного задания выбирается по начальной букве фамилии студента и последней цифре номера зачетной книжки (шифра), который за ним закреплен (в соответствии с табл. 1). Например, фамилия Иванов П.П., шифр 212434. В табл. 1 на пересечении строки «И» со столбцом «4» находим вариант контрольного задания – 16. Определив свой вариант, студент по табл. 2 устанавливает, какие номера теоретических вопросов и задач ему следует выполнить в своей контрольной работе. Так, в контрольной работе по 16 варианту задания следует дать ответы на теоретические вопросы с номерами 3, 8, 31, 14 и решить задачи № А1 и Б16. Теоретические вопросы к контрольной работе представлены в разделе 2, исходные данные и рекомендации к решению задач – в табл. 3 и 4 раздела 3 данной работы.

Табл. 1

Варианты контрольных работ

Началь- ная буква фамилии студента	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	5	23	7	8	23	3	1	10	17	2
Б	6	24	22	14	21	21	13	17	10	7
В	10	19	2	12	15	16	17	8	21	13
Г	19	17	16	23	20	5	15	2	24	20
Д	23	14	13	18	2	12	18	7	9	4
Е	9	4	20	7	10	20	11	18	18	4
Ж	8	22	10	1	18	7	24	1	2	8
З	6	3	3	12	13	18	2	19	1	14
И	17	24	21	15	16	23	6	11	8	23
К	1	21	16	5	19	12	8	20	20	3
Л	9	20	1	21	22	14	19	6	3	15
М	4	10	20	3	1	8	4	16	7	1
Н	7	8	9	11	7	22	7	21	16	9
О	20	21	14	20	4	23	3	14	22	16
П	24	18	8	19	12	7	12	22	6	22
Р	3	7	14	12	3	24	14	9	15	6
С	13	3	18	17	11	10	1	23	23	10
Т	18	2	13	7	24	19	15	24	5	21
У	14	5	21	15	7	11	16	10	14	17
Ф	22	6	22	16	15	4	9	1	6	5
Х	21	16	17	19	22	9	21	12	4	11
Ц	1	2	6	10	8	5	23	2	13	19
Ч	16	9	2	8	17	1	22	3	19	2
Ш	12	1	7	3	14	9	13	8	3	18
Щ	11	24	12	14	19	15	2	13	12	1
Э	18	7	18	8	5	6	10	15	2	24
Ю	15	11	17	19	6	2	20	4	11	12
Я	2	19	15	9	9	13	19	5	1	3

Табл. 2

Номера теоретических вопросов и задач к контрольной работе

№ вари- анта	№ вопросов, входящих в вариант	№ задач, входящих в вариант	№ вари- анта	№ вопросов, входящих в ва- риант	№ задач, вхо- дящих в ва- риант
1	1,13,25,37	А1, Б1	13	48,11,28,7	А4, Б13
2	2,14,26,38	А2, Б2	14	1,6,29,12	А2, Б14
3	3,15,27,39	А3, Б3	15	46,7,30,8	А3, Б15
4	4,16,28,40	А4, Б4	16	3,8,31,14	А1, Б16
5	5,17,29,41	А1, Б5	17	42,9,16,19	А4, Б17
6	6,18,30,42	А2, Б6	18	4,10,14,22	А2, Б18
7	7,19,31,43	А3, Б7	19	30,11,13,9	А3, Б19
8	8,20,32,44	А4, Б8	20	8,21,12,28	А2, Б20
9	9,21,33,45	А1, Б9	21	29,22,5,10	А3, Б21
10	10,22,34,46	А2, Б10	22	9,25,11,15	А1, Б22
11	11,23,35,47	А3, Б11	23	14,27,6,13	А3, Б23
12	12,24,36,48	А4, Б12	24	10,20,19,15	А2, Б24

3. Перечень теоретических вопросов к контрольной работе

Раздел 3 – химические реакторы и аппараты для разделения жидких и газовых неоднородных систем:

1. Назначение и место физических и химических процессов в химической технологии. Определяющая роль реакций и реакторов в структуре химических производств. Зависимость характера физических (тепло- и массообменных и гидродинамических и др.) процессов от требований реакционного процесса и конструкций реакторов.

2. Классификация реакторов: по тепловому режиму, способу работы, методу теплообмена, направлению и режиму течения реагентов, их агрегатному состоянию. Характерные признаки реакторов периодического и непрерывного действия.

3. Элементы кинетики химических реакций: основные типы химических реакций, скорость химических реакций и уравнения скорости химической реакции.

4. Элементы кинетики химических реакций: порядок реакции, влияние температуры на скорость химических реакций. Уравнение Аррениуса.

5. Основы теории химических реакторов: гидравлические условия в реакторах, кубовый реактор (реактор смешения), трубчатый змеевиковый реактор (реактор вытеснения).

6. Аппараты для гомогенных реакций: реакторы для проведения гомогенных жидкостных и эмульсионных реакций. Конструктивное оформление, условие их работы.

7. Аппараты для гомогенных реакций: перемешивающие устройства, конструкции теплообменных устройств в зависимости от объема реактора и величины теплового эффекта.

8. Реакторы идеального смешения (РИС): определение времени реакции и объема кубового реактора для условий идеального смешения (реакции первого и второго порядков).

9. Реакторы идеального вытеснения (РИВ): определение времени реакции и объема трубчатого реактора для условий идеального вытеснения (реакции первого и второго порядков).

10. Секционные реакторы идеального смешения: определение времени реакции и объема секционного реактора для условий идеального смешения (реакция первого порядка).

11. Сравнение реакторов с различными гидродинамическими режимами: реакторы идеального смешения (кубовые реакторы), реакторы идеального вытеснения (трубчатые реакторы) и многосекционные реакторы смешения (реакции первого порядка).

12. Аппараты для гетерогенных реакций: газожидкостные реакторы, их сходства и отличия от абсорберов. Основные конструктивные типы, их сравнительная характеристика.

13. Аппараты для гетерогенных реакций: аппаратура для реакций между газами и твердыми веществами, основные конструктивные типы. Шахтные печи, газогенераторы, вращающиеся барабанные печи, аппараты с кипящим слоем.

14. Диффузионный и кинетический режимы течения гетерофазной реакции в аппаратах для гетерогенных реакций: методы интенсификации медленных и быстрых газо-жидкостных и эмульсионных реакций.

15. Аппараты для гетерогенно-каталитических реакций: реакторы для газовых реакций на твердом катализаторе. Различные конструктивные типы в зависимости от давления и способов обеспечения температурного режима.

Раздел 1 – теплообменная аппаратура:

16. Роль теплообменной аппаратуры в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Факторы, влияющие на выбор конструкции теплообменников. Классификация теплообменной аппаратуры.

17. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты: теплообменники с неподвижными трубными решетками (типа Н), устройство, область применения, основные параметры и размеры.

18. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты: теплообменники с температурным компенсатором на кожухе (типа К), устройство, характеристика, основные параметры и размеры.

19. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты: теплообменники с плавающей головкой (типа П), устройство, характеристика, основные параметры и размеры.

20. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты: теплообменники с U-образными трубами (типа У), устройство, область применения, характеристика, основные параметры и размеры.

21. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты: теплообменник с плавающей головкой (типа П) и компенсатором на ней (типа ПК), устройство, область применения, основные параметры и размеры.

22. Устройство и характеристика различных типов кожухотрубчатых теплообменников. Элементы кожухотрубчатых аппаратов: кожух (корпус), распределительные камеры, перегородки, теплообменные трубы, трубные решетки, прокладки для уплотнения разъемов.

23. Схемы расположения труб в трубных решетках, способы соединения труб с решеткой. Способы крепления трубных решеток, распределительных камер (крышек) и кожуха между собой в аппаратах различных типов.

24. Пластинчатые теплообменники. Устройство и характеристика таких аппаратов. Схемы компоновки пластин. Элементы теплообменников: пластины, прокладки, нажимные плиты и устройства для сжатия пластин.

25. Спиральные теплообменники. Устройство и характеристика аппаратов. Способы уплотнения спиральных каналов с торцов, элементы конструкции, область применения, достоинства и недостатки.

26. Теплообменники воздушного охлаждения, их преимущества и особенности конструкции, область применения, устройство и сравнительные показатели.

27. Теплообменники других конструкций: теплообменники типа «труба в трубе», оросительные теплообменники, погружные змеевиковые теплообменники, блочные теплообменники. Устройства, принцип работы, область применения, их преимущества и недостатки.

28. Перспективная теплообменная аппаратура: блочные теплообменники, пластинчато-спиральные, кожухотрубчато-пластинчатые, аппараты с фторопластовыми трубками.

Раздел 2 – колонная массообменная аппаратура:

29. Сущность процессов абсорбции и ректификации. Понятие о парожидкостном равновесии (константы фазового равновесия, коэффициенты распределения, коэффициенты активности, относительная летучесть компонентов). Материальные балансы абсорбционных и ректификационных аппаратов. Полная и неполная; простая и сложная ректификационные колонны.

30. Основные этапы расчета ректификационных колонн (технологического, конструкционного, гидравлического, механического). Теоретическая и реальная ступени разделения. Основные требования, предъявляемые к контактным устройствам.

31. Основные характеристики контактных устройств: производительность по газу (пару) и жидкости, скорости движения газа (пара) в различных сечениях аппарата,

диаметр колонны, эффективность (КПД), диапазон устойчивой работы, межтарельчатое расстояние, гидравлическое сопротивление, градиент уровня жидкости, унос жидкости (брызгоунос), металлоемкость.

32. Тарельчатые колонны для процессов абсорбции и ректификации. Принципы устройства и работы, гидродинамические режимы, основные характеристики, выбор и проверка межтарельчатого расстояния.

33. Тарельчатые колонны. Барботажные контактные устройства: колпачковые; ситчатые; из S-образных элементов. Струйные (язычковые, чешуйчатые, пластинчатые), клапанные тарелки. Их сравнительная характеристика, рекомендации по выбору тарелок для проведения процессов массообмена.

34. Контактные устройства абсорбционных и ректификационных аппаратов провального типа (без переливных устройств). Принцип устройства и работы. Основные характеристики. Конструктивные особенности провальных тарелок: ситчатых, решетчатых, щелевых и волнистых, Киттеля. Сопоставление провальных тарелок с переливными.

35. Контактные устройства с однонаправленным движением фаз в зоне контакта. Особенности, преимущества и недостатки прямоточного характера взаимодействия фазовых потоков в сравнении с противоточными и с перекрестным током. Примеры конструкций: струйно-центробежная тарелка, прямоточная, прямоточно-вихревая, прямоточная с секционированием и соударением потоков (Азизова), их устройство и сравнительные характеристики.

36. Насадочные массообменные аппараты. Основные элементы аппаратов: насадки, распределители и перераспределители жидкости, сепараторы, опорные устройства. Область применения, основные характеристики, преимущества и недостатки.

37. Насадочные колонны для процессов абсорбции и ректификации. Режимы работы насадочных колонн. Выбор оптимального режима. Нерегулярные насадки из колец Рашига, Палля; седел Берля, Инталлокс. Регулярные насадки: Нортон, Зульцер, Спрейпак и др. Область применения насадок различных типов. Сравнительные показатели работы насадок. Явление «сухого конуса» в насадочной колонне, методы его устранения.

38. Экстракционные аппараты для систем жидкость-жидкость. Классификация экстракционных аппаратов. Колонные экстракторы: пульсационные, роторно-дисковые. Центробежные напорные и безнапорные экстракторы.

39. Аппараты для сушки материалов. Классификация сушилок. Конвективные и кондуктивные сушилки. Конвективные аппараты для сушки материала в слое: туннельные, ленточные, петлевые, вальцеленточные.

40. Аппараты для сушки материала в кипящем слое. Элементы этих аппаратов. Аэрофонтанные сушилки. Аппараты для сушки материала в режиме пневмотранспорта: трубы, сушилки циклонные; вихревые сушилки.

41. Комбинированные сушилки. Распылительные сушилки: центробежные и форсуночные. Конструкции камер и распылительных устройств. Кондуктивные сушилки: барабанные и вальцевые. Выбор процесса сушки в аппарате.

Раздел 3 (продолжение) – *химические реакторы и аппараты для разделения жидких и газовых неоднородных систем:*

42. Фильтры для жидкостей. Классификация фильтров. Емкостные фильтры, их конструкция, порядок расчета. Рамные и камерные фильтры: простые и автоматизированные (ФПАКМ).

43. Непрерывно действующие вакуум-фильтры: карусельные, тарельчатые, барабанные, дисковые, ленточные. Основные конструктивные особенности барабанных

вакуум-фильтров. Порядок их расчета. Барабанные фильтры, работающие под давлением.

44. Центрифуги в химической промышленности. Классификация, маркировка центрифуг. Основы расчета производительности центрифуг. Фильтрующие центрифуги с пульсирующей выгрузкой осадка: одно-, двух- и многокаскадные.

45. Центрифуги в химической промышленности. Фильтрующие, осадительные и комбинированные центрифуги со шнековой выгрузкой осадка. Центрифуги с центробежной и вибрационной выгрузкой осадка.

46. Трубочатые сверхцентрифуги. Сепараторы одно- и многокамерные, тарельчатые, их конструкции и характеристики. Особенности работы валов, прочность обечайки, вибрация центрифуг. Методы балансировки роторов.

47. Оборудование для пылеочистки. Аэрозоли и пыли, их классификация. Циклоны одиночные, групповые и батарейные. Основы расчета (подбора) циклона.

48. Рукавные фильтры для очистки газов. Электрофильтры. Аппараты мокрой пылеочистки. Вихревой скруббер. Конструкции, область применения, технические характеристики, преимущества и недостатки.

4. Практические задачи к контрольной работе

Раздел 3. Химические реакторы.

4.1. Задача А

Определить необходимый объем V реактора идеального вытеснения, одно- и четырехсекционного реактора смешения (рис. 3.1) при заданной степени превращения y , концентрацию C_W продукта (этилсерной кислоты) и расход раствора W на выходе из реактора для заданных в табл. 3 условий. Водные растворы серной кислоты H_2SO_4 и диэтилсульфата $(C_2H_5)_2SO_4$ после смешения подаются в реактор непрерывного действия, в котором при $22,9^\circ C$ протекает реакция



Расходы и молярные концентрации обоих растворов одинаковы и равны W_0 , м³/ч и C_0 , моль/л (до смесителя). Кинетическое уравнение реакции имеет вид:

$$-dc/dt = K_I \cdot C.$$

Здесь: C – концентрация диэтилсульфата, K_I – константа скорости реакции 1-го порядка. Исходные данные для четырех вариантов и схема к расчету представлены в табл. 3, решение задачи рекомендуется выполнять, используя рекомендуемую литературу.

Табл. 3

Исходные данные к первой задаче (А)

Вариант	1	2	3	4
W_0 , м ³ /ч	2	3	4	5
C_0 , моль/л	5	4	3	2
y	0,96	0,92	0,90	0,86
K_I , 1/час	0,3	0,4	0,5	0,6

Раздел 2 – колонная массообменная аппаратура.

4.2. Задача Б

По исходным данным, представленным в табл. 4, подобрать стандартизованную тарелку заданного типа. Провести гидравлический расчет, проверить работоспособность выбранной тарелки. Определить эффективность тарелки, число действительных

тарелок и высоту колонны. Расчет сопровождать необходимыми пояснениями и расчетными схемами элементов тарелки и параметров потоков на тарелке.

Табл. 4

Исходные данные к второй задаче (Б)

Вариант	Тип тарелки	$G_{\text{п}}$, кг/ч	$G_{\text{ж}}$, кг/ч	$\rho_{\text{п}}$, кг/м ³	$\rho_{\text{ж}}$, кг/м ³	$\mu_{\text{п}} \cdot 10^5$, Па·с	$\mu_{\text{ж}} \cdot 10^3$, Па·с	$\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ²	$n_{\text{ст}}$, шт.	Вспениваемость
1	Колпачковая	3000	2800	3,5	850	5,6	4,2	17	22	В
2		9000	7500	6,4	920	8,0	6,3	20	24	С
3		7500	6400	2,4	950	2,4	3,6	24	26	Н
4		22400	16600	3,8	860	2,0	7,5	32	28	В
5		68400	55600	7,6	800	1,5	2,6	48	16	С
6		44000	36000	3,4	720	1,8	3,6	24	18	Н
7	Клапанная	26600	24800	6,6	845	4,8	2,8	45	20	В
8		21200	19800	7,8	920	2,3	4,3	18	17	С
9		39500	35700	6,7	670	5,3	3,2	28	16	Н
10		32400	29600	3,6	930	2,4	6,8	36	24	В
11		44000	36000	3,4	880	3,2	2,3	42	22	С
12		17000	16000	5,5	730	3,6	5,7	24	16	Н
13	Ситчатая	4600	4200	5,6	920	4,2	3,8	28	15	В
14		6900	5600	4,8	770	2,4	4,5	37	18	С
15		16400	15200	5,2	930	1,5	6,3	35	12	Н
16		37200	35300	6,3	850	2,8	5,4	44	16	В
17		43200	42400	4,8	780	3,2	2,8	28	14	С
18		50500	49700	3,9	970	4,1	3,6	33	20	Н
19	Провальная	36800	33500	4,6	870	1,6	4,2	29	12	В
20		43300	47500	5,8	675	1,8	2,4	41	18	С
21		30100	29500	9,7	890	2,3	2,7	36	16	Н
22		50100	48000	8,5	920	2,5	3,2	45	14	В
23		70200	65700	7,8	840	3,6	4,3	64	22	С
24		81600	79600	6,3	790	1,8	4,0	36	20	Н

Обозначения: $G_{\text{п}}$ – нагрузка колонны по пару (газу), кг/час; $G_{\text{ж}}$ – нагрузка колонны по жидкости, кг/час; $\rho_{\text{п}}$ – плотность пара, кг/м³; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, кг/м³; $\mu_{\text{п}}$ – вязкость пара (газа), Па·с; $\mu_{\text{ж}}$ – вязкость жидкости, Па·с; σ – коэффициент поверхностного натяжения между жидкостью и газом, Дж/м²; $n_{\text{ст}}$ – число ступеней контактирования (теоретических тарелок);

Вспениваемость жидкости в колонне: **В** – высокая; **С** – средняя; **Н** – низкая.

5. Критерии оценки итогов контрольной работы:

5.1. Критерий оценки на оценку «зачтено» («отлично») с максимальным числом баллов 87 – 100:

Выполнены все требования задания к контрольной работе. Выбраны правильные варианты исходных параметров. Даны исчерпывающие ответы на все практические вопросы. При решении задач расчетные схемы построены правильно, с соблюдением масштаба и правил оформления. Расчеты выполнены с достаточной степенью точности. Показаны источники информации и ссылки на используемые при расчетах схемы и графики, расчетные уравнения и цифровые величины. Числовые величины в формулах сопровождаются единицами измерений в системе СИ. Над единицами измерений выполнены правильные преобразования, все математические действия над

малыми и крупными величинами ними выполнены без ошибок, с применением степенной формы записи.

5.2. Критерий оценки на оценку «зачтено» («хорошо») с числом баллов 73 – 86:

Выполнены все требования задания к контрольной работе. Исходные данные выбраны правильно. Ответы на теоретические вопросы освещены в полном объеме, со ссылкой на литературные источники. Расчетные схемы, эпюры построены в целом правильно, но с небольшими нарушениями в правилах оформления. Расчеты величин местами не достигают достаточной степени точности. Имеются небольшие ошибки в выводе расчетных формул. Числовые величины в формулах сопровождаются единицами измерений, но некоторые расчетные параметры указаны в системе СИ. Крупные и мелкие числовые величины не всегда представлены в показательной форме. В некоторых случаях не сделаны заключительные выводы после завершения крупных разделов расчетов.

5.3. Критерий оценки на оценку «зачтено» («удовлетворительно») с минимальным числом баллов 60 – 72:

Выполнено не менее 60% требований задания к работе. Некоторые ответы на теоретические вопросы освещены не в полном объеме. Расчетные схемы, эпюры построены правильно, но с существенными нарушениями правил оформления. При проведении расчетов имеются существенные потери точности величин. При использовании расчетных формул не всегда даны ссылки на их источники. Не все числовые величины в формулах сопровождаются единицами измерений. Не всегда единицы измерений даны в системе СИ. Крупные и мелкие числовые величины представлены в различных форматах, что может привести к накоплению систематических ошибок в вычислениях. Подписанная преподавателем контрольная работа возвращается через деканат на исправление.

5.4. Критерий оценки на оценку «не зачтено» «неудовлетворительно»:

Если хотя бы один из перечисленных критериев для минимальной оценки не соблюдается, или работа выполнена с опозданием от установленных сроков сдачи, преподавателем выставляется оценка **«не зачтено»** («неудовлетворительно»), работа с замечаниями и подписью преподавателя возвращается на доработку.

Факультет механический

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки: 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа: Машины и аппараты химических производств

Семестр 6/7

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой  И.А. Сабанаев

«_05_» __03__ 2021 г.

ТЕМЫ ДЛЯ РЕФЕРАТОВ

по дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств. Часть 1»

Общие сведения о реферате

Реферат выполняется студентом по заданной преподавателем теме в виде самостоятельной работы по дисциплине. При выполнении реферата студент осваивает работу с научно-технической литературой, каталогами, реферативными журналами. При написании реферата студентом расписывается сущность описываемой проблемы, ее современное состояние, оценивается влияние различных факторов, включая процессы изготовления, эксплуатации, восстановления и ремонта машин и оборудования отрасли, обсуждаются различные возможные направления их улучшения.

Перечень рекомендуемых тем для рефератов по дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств. 1 часть»:

1. Назначение, устройство, принцип действия основных элементов насадочных колонн. Режимы работы насадок, выбор оптимального режима.
2. Виды насадок, требования, предъявляемые к ним. Основные показатели насадок. Область применения, достоинства и недостатки, современных видов насадок.
3. Распределительные устройства для жидкости в насадочных колоннах. Назначение и требования к оросителям; сравнительная характеристика, область применения, достоинства и недостатки.
4. Опорные устройства под насадку. Назначение и предъявляемые требования к опорным элементам. Конструктивное исполнение опорных устройств, их достоинства и недостатки.
5. Назначение и устройство перераспределительных тарелок для жидкости в насадочных колоннах. Явление «сухого конуса» в слое насадки, методы его устранения. Различные способы укладки насадок в колонне.
6. Классические барботажные ситчатые и колпачковые тарелки с переливами, их устройство, принцип работы, основные показатели. Достоинства и недостатки. Комбинированная (ситчато-колпачковая) тарелка Веста.
7. Тарелка из S-образных элементов, ее устройство, принцип действия, основные

показатели, достоинства и недостатки. Комбинированная тарелка из S-образных элементов с отбойниками.

8. Струйные тарелки. Устройство, принцип действия, сравнительные показатели струйных тарелок: языковых; арочных; пластинчатых; из просечно-вытяжных листов с отбойниками. Преимущества и недостатки, область применения.

10. Провальные тарелки (без переливов). Устройство, принцип действия, сравнительные показатели, достоинства и недостатки различных видов провальных тарелок. Тарелки Киттеля.

11. Особенности конструкции, режимы работы; сравнительные показатели; область применения клапанных тарелок. Клапанная балластная и жалюзийно-клапанная тарелки, их преимущества и недостатки.

12. Тарелка с двумя зонами контакта. Устройство, принцип действия, основные показатели, достоинства и недостатки тарелок с желобчатыми (МД) и цилиндрическими переливами (Чехова).

13. Струйно-центробежные тарелки. Устройство, принцип действия различных видов тарелок: языковых с закрученным потоком газа; со спиралью Архимеда; тарелка КХТИ. Сравнительная характеристика; достоинства и недостатки.

14. Прямоточные тарелки: трубчатые; с завихрителями; с секционированием потоков (Азизова). Принцип действия, сравнительные показатели, преимущества и недостатки.

15. Назначение, требования, предъявляемые к переливным устройствам тарельчатых колонн. Устройство, принцип действия элементов переливов: приемный карман, сливная регулирующая планка.

16. Кожухотрубчатые теплообменники. Устройство, принцип действия, область применения, основные показатели. Маркировка кожухотрубчатых теплообменников.

17. Температурные напряжения в теплообменниках. Причины возникновения и методы компенсации температурных деформаций в кожухотрубчатых теплообменниках жесткого, полужесткого и нежесткого типов.

18. Теплообменники жесткой конструкции марки ТН. Устройство, принцип действия, область применения. Достоинства и недостатки. Методы снижения температурных напряжений.

19. Теплообменники полужесткого типа с компенсатором в корпусе марки ТК; с гибкой мембраной в трубной решетке; с изогнутыми трубками. Принцип действия, область применения, достоинства и недостатки различных типов компенсаторов.

20. Теплообменники нежесткого типа с U-образными трубками марки ТУ. Устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки.

21. Теплообменник с внутренней плавающей головкой марки ТП. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки различных вариантов конструкций плавающей головки.

Критерии оценки рефератов:

Максимальное число баллов – 8 баллов – выставляется преподавателем при полноценном раскрытии темы в ходе своего выступления по заданной теме реферата, приведении четких аргументов и доказательств, а также активное участие в обсуждении заданной проблемы, которая была раскрыта в ходе выступления.

Минимальное число баллов – 6 баллов – выставляется при недостаточной степени раскрытия темы в ходе своего выступления, приведении нечетких аргументов и не ВОлне активное участие в дискуссии по заданной проблеме, которая была раскрыта выступающим поверхностно в ходе выступления.

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

Факультет механический

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки: 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа: Машины и аппараты химических производств

Семестр 7/8

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой  И.А. Сабанаев

«_05_» __03__ 2021 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

по дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств.
Часть 2»
(наименование дисциплины)

Экзаменационный билет № 1

1. Классификация неоднородных систем. Фильтры для разделения суспензий.
2. Способы выгрузки осадка из роторов центрифуг.
3. Уплотнения. Сальниковое уплотнение. Материалы сальниковых уплотнений.

Составитель:



И.А. Мадышев

Экзаменационный билет № 2

1. Классификация фильтров. Нутч-фильтры.
2. Выгрузка осадка и ротора центрифуги под действием силы тяжести.
3. Уплотнения. Торцевые уплотнения.

Экзаменационный билет № 3

1. Автоматический, камерный с механическим зажимом плит фильтрпресс.
2. Шнековая выгрузка осадка. Поршневая выгрузка осадка.
3. Уплотнения. Герметичные приводы.

Экзаменационный билет №4

1. Камерный фильтр-пресс.
2. Шнековая выгрузка осадка. Поршневая выгрузка осадка.
3. Червячные машины, конструкция, назначение и классификация.

Экзаменационный билет № 5

1. Листовые (пластинчатые) фильтры.
2. Конструкции центрифуг. Маятниковые центрифуги.
3. Валковые машины. Классификация вальцев.

Экзаменационный билет № 6

1. Барабанные фильтры.
2. Конструкции центрифуг. Подвесные центрифуги с верхним приводом.
3. Валковые машины. Конструкции валковых машин.

Экзаменационный билет № 7

1. Дисковый фильтр. Тарельчатый фильтр.
2. Конструкции центрифуг. Горизонтальные центрифуги с ножевой выгрузкой осадка.
3. Трубопроводные системы. Классификация технологических трубопроводных систем. Запорная арматура.

Экзаменационный билет № 8

1. Ленточный вакуум-фильтр.
2. Конструкции центрифуг. Фильтрующие центрифуги непрерывного действия со шнековой выгрузкой осадка.
3. Краны. Типовые конструкции кранов.

Экзаменационный билет № 9

1. Центрифуги. Классификация центрифуг.
2. Конструкции центрифуг. Фильтрующие центрифуги непрерывного действия с инерционной выгрузкой осадка.
3. Вентили. Типовые конструкции вентиляей

Экзаменационный билет №10

1. Автоматический камерный с механическим зажимом плит фильтрпресс.
2. Конструкции центрифуг. Маятниковые центрифуги.
3. Задвижки. Типовые конструкции задвижек.

Экзаменационный билет № 11

1. Камерный фильтр-пресс.
2. Конструкции центрифуг. Подвесные центрифуги с верхним приводом.
3. Червячные машины, конструкция, назначение и классификация.

Экзаменационный билет № 12

1. Листовые (пластинчатые) фильтры.
2. Конструкции центрифуг. Горизонтальные центрифуги с ножевой выгрузкой осадка.
3. Уплотнения. Герметичные приводы.

Экзаменационный билет № 13

1. Барабанные фильтры.
2. Конструкции центрифуг. Фильтрующие центрифуги непрерывного действия со шнековой выгрузкой осадка.
3. Червячные машины, конструкция, назначение и классификация.

Экзаменационный билет №14

1. Дисковый фильтр. Тарельчатый фильтр.
2. Конструкции центрифуг. Фильтрующие центрифуги непрерывного действия с инерционной выгрузкой осадка.
3. Уплотнения. Сальниковое уплотнение. Материалы сальниковых уплотнений.

1. Критерии оценки экзамена в баллах

Студент допускается к итоговому экзамену в случае выполнения им всего учебного плана по дисциплине, выполнения и сдачи практических занятий и лабораторных работ, а также контрольных работ для заочной формы обучения. В случае наличия академической задолженности и пропусков учебных занятий по дисциплине, студент должен отработать пропущенные занятия в формах, предложенных преподавателем и представленной в рабочей программе дисциплины.

На экзамене студенту предлагается утвержденный заведующим кафедрой билет, обычно выбираемым им самостоятельно, который состоит трех теоретических вопросов. После ответа студенту могут быть заданы дополнительные уточняющие вопросы, требующие краткого ответа. Дополнительные вопросы, как правило, задаются в случае неполных ответов и нужны для более адекватного оценивания ответов.

Для получения итоговой аттестации по дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств. Часть 2», обучающийся, в соответствии с бально-рейтинговой системой оценок НХТИ, должен набрать на экзамене сумму баллов на

уровне от **24** (минимальный уровень) до **40 баллов** (максимальный уровень). Оценку в баллах выставляет ведущий преподаватель дисциплины с учетом ответов на все вопросы экзаменационного билета. Студент, получивший на экзамене **менее 24 баллов**, считается **не аттестованным** (не сдавшим экзамен) по дисциплине, вне зависимости от суммы баллов текущего и экзаменационного рейтинга. Суммарный экзаменационный рейтинг определяется среднее арифметическое от трех ответов на вопросы экзаменационного билета.

2. Критерии оценки устных ответов на экзамене

Устные ответы обучающихся оцениваются преподавателем в четырехбалльной системе на оценки «**отлично**» (35 – 40 баллов), «**хорошо**» (30 – 34 балла), «**удовлетворительно**» (24 – 29 баллов) и «**неудовлетворительно**» (0 – 23 балла).

2.1. Критерии оценки «отлично» (35 – 40 баллов):

Ответ оценивается на «**отлично**», если обучающийся:

полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренной рабочей программой; изложил материал грамотным языком, точно используя общепринятую терминологию, и символику, в определенной логической последовательности; правильно выполнил все чертежи, рисунки, схемы и графики, сопутствующие вопросу билета; показал умение иллюстрировать теорию конкретными примерами, продемонстрировал знание теории ранее изученных тем и дисциплин, полную сформированность используемых при ответе умений и навыков; отвечал самостоятельно, без наводящих вопросов преподавателя, допустил одну – две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые отвечающий легко исправил после замечания преподавателя.


2.2. Критерии оценки «хорошо» (30 – 34 баллов):

Ответ оценивается на «**хорошо**», если удовлетворяет в основном на требования на оценку «отлично», но при этом имеет некоторые из недостатков: при изложении материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные после замечания преподавателя; допущена ошибка или более двух недочетов, при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные отвечающим после замечания преподавателя.

2.3. Критерии оценки «удовлетворительно» (24 – 29 баллов):

Ответ оценивается преподавателем на «**удовлетворительно**» в следующих случаях: неполно раскрыто содержание материала (содержание изложено фрагментарно, не всегда последовательно), но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для усвоения программного материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении терминологии дисциплины, чертежах, схемах, выкладках, исправленных после нескольких наводящих вопросов преподавателя; отвечающий не справился с применением теории в новой ситуации при выполнении практического задания, но выполнил задания обязательного уровня сложности по данной теме; при достаточном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков.

Оценка «**неудовлетворительно**» (0 – 23 балла) ставится в следующих случаях: не раскрыто основное содержание материала; обнаружено незнание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии дисциплины, в рисунках, схемах или графиках, в выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя, менее 60% объема учебного материала.

Составитель: _____  _____ И.А. Мадышев

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

Факультет механический

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки: 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа: Машины и аппараты химических производств

Семестр 7/8

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой _____



И.А. Сабанаев

« 05 » __03__ 2021 г.

КУРСОВЫЕ ПРОЕКТЫ (РАБОТЫ)

по дисциплине Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств. Часть 2»
(наименование дисциплины)

1. Темы и содержание курсовых проектов (работ)

В соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», в рамках изучения дисциплины Б1.В.10 – «Машины и аппараты химических производств, 2 часть» (Б. Оборудование специального назначения) перед выполнением выпускной квалификационной работы бакалавра предусмотрено выполнение курсового проекта (работы).

Курсовой проект (работа) является одним из важнейших этапов изучения профилирующей дисциплины Б1.В.10 «Машины и аппараты химических производств» при подготовке бакалавров по направлению 18.03.02.

Целью курсового проекта (работы) является:

- закрепление, расширение и углубление теоретических знаний обучающихся по и общетехническим и специальным дисциплинам;
- привитие навыков использования полученных знаний для комплексного решения конкретных задач, поставленных темой курсового проекта, а также навыков самостоятельного пользования специальной литературой (справочниками, ГОСТ-ами и нормами);
- обучение обучающихся творческому, самостоятельному подходу к решению конкретных технических задач и воспитание у них чувства ответственности за выполняемую инженерно-техническую работу;
- подготовка обучающихся к решению более сложной технической задачи на заключительном этапе образовательного процесса – к выполнению и защите выпускной квалификационной работы бакалавра.

В курсовом проекте обучающиеся разрабатывают конструкцию машины, технологического аппарата, технологической установки заводов химического или нефтегазоперерабатывающего профиля. На основе анализа обучающийся предлагает модернизацию действующего оборудования или технологического процесса и дает технико-экономическое обоснование предлагаемой модернизации.

Задания на проект выдаются кафедрой в индивидуальном порядке и, как правило, должны быть посвящены разработке оборудования предприятия, на котором студент проходит производственную практику, предусмотренную учебным планом.

Оформление курсового проекта должно отвечать требованиям ГОСТов ЕСКД и образовательного стандарта по направлению 18.03.02. Курсовой проект бакалавра состоит из пояснительной записки и графической части.

Типовой вариант пояснительной записки (ПЗ) курсового проекта (работы) должен включать следующие разделы:

1. Введение.
2. Назначение и область применения проектируемого оборудования (узла, установки, аппарата и т.д.).
3. Описание принципиальной технологической схемы установки и техническая характеристика основных аппаратов.
4. Обоснование выбора конструкционных материалов.
5. Недостатки и рекомендации по их устранению.
6. Составление материальных и энергетических балансов.
7. Технологические расчеты (материальные, кинетические, тепловые, гидродинамические и др.).
8. Механические расчеты на прочность, устойчивость, жесткость проектируемого оборудования.
9. Техничко-экономическое обоснование.
10. Выводы.
11. Список использованной литературы.

Графическая часть курсового проекта выполняется в объеме не менее трех-четырех листов формата А1, включая сборочные чертежи и чертежи сборочных единиц одного-двух основных аппаратов и не менее одного листа рабочих чертежей 3-4 базовых деталей проектируемого оборудования.

Защита курсового проекта проводится на кафедре в форме отчетной конференции с участием обучающихся студентов и рабочей комиссии в составе 2-3-х преподавателей кафедры, включая руководителя проекта.

В результате работы над курсовым проектом обучающийся должен самостоятельно и в полной мере освоить и закрепить на реальном объекте проектирования следующие компетенции: **ПК-3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3**

2. Оценка рейтинга по курсовому проектированию

Оценка рейтинга курсового проекта (КП) по дисциплине Б1.В.12 «Машины и аппараты химических производств» производится руководителем проекта в баллах, с учетом качества и полноты выполнения следующих составляющих курсового проекта, а также сроков и итогов его публичной защиты:

1. Соответствие представленной пояснительной записки курсового проекта заданию и требованиям стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) к текстовой документации;
2. Соответствие выполненной графической части и спецификации выданному заданию и требованиям стандартов ЕСКД к графической документации;
3. Итоги публичной защиты проекта на заседании приемной комиссии кафедры;
4. Соответствие сроков выполнения и представления готового проекта к защите утвержденному учебным планом графику.

Рейтинг курсового проекта ($R_{КП}$) определяется путем вычитания из максимально возможного количества баллов, равного 100 баллам, суммы штрафных баллов (ΣR_i), которые выставляются руководителем проекта за ошибки, допущенные студентом при оформлении пояснительной записки ($R_{ПЗ}$), при выполнении графической части проекта ($R_{ГР}$), по итогам публичной защиты проекта ($R_{ЗАЩ}$) и за отставание от графика защиты проекта ($R_{СР}$) по уравнению:

$$R_{\text{КП}} = 100 - \Sigma(R_{\text{ПЗ}} + R_{\text{ГР}} + R_{\text{ЗАЩ}} + R_{\text{СР}}) \text{ баллов.}$$

Максимальное количество баллов – 100, минимальное – 60, которые определяются руководителем проекта дифференцированно, оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» в соответствии с критериями, представленными в *табл. 2.1*.

Табл. 2.1. Критерии оценки рейтинга составляющих курсового проекта

<i>Составляющие КП</i>	<i>Критерии оценки и рекомендуемые баллы</i>		
1. Качество пояснительной записки (ПЗ)	ПЗ выполнена в полном объеме, качественно, в соответствии с заданием. Все разделы технологического и механического расчетов ПЗ выполнены в полном объеме и оформлены правильно, практически без ошибок и отклонений от требований стандартов ЕСКД к текстовой документации. Все расчеты содержат расчетные схемы и ссылки на литературу в полном объеме. Экономическое обоснование выполнено в полном объеме, в соответствии с требованиями методических указаний. Цель и выводы по проекту взаимно увязаны и отражают содержание предлагаемой модернизации.	ПЗ выполнена в целом в соответствии с заданием и с соблюдением требований норм ЕСКД к текстовой документации. В разделах ПЗ по технологическому и механическому расчету оборудования допущены 1-2 ошибки принципиального характера, в виде неточностей в обозначениях в расчетных схемах и списке используемой литературы. Предлагаемая модернизация действующего оборудования вполне реальная, однако экономическое обоснование выполнено и подписано с некоторым отставанием от утвержденных сроков. Цель и выводы по проекту не полностью согласуются с предлагаемой модернизацией	ПЗ выполнена с некоторыми отклонениями от задания в части объема выполненных расчетов и сроков защиты; В технологических и механических расчетах в ПЗ допущены более двух технических ошибок в виде отсутствия ссылок на литературу и недостаточного количества расчетных схем машин и аппаратов. Имеются неточности и ошибки в оформлении списка использованной литературы. В разделе экономического обоснования допущены незначительные отклонения от требований методических указаний по объему приведенных расчетов по оценке экономической эффективности предлагаемой модернизации.
1.1. Штрафные баллы за ПЗ (R_{ПЗ})	0 – 3 балла	4 – 7 баллов	7 – 10 баллов
2. Качество графической части проекта и спецификации	Сборочные чертежи и спецификации выполнены в полном объеме, в соответствии с заданием и требованиями стандартов ЕСКД. Рабочие чертежи деталей выполнены без отклонений от стандартов ЕСКД	Сборочные чертежи и спецификации выполнены в соответствии с заданием с незначительными отклонениями от стандартов ЕСКД. На рабочих чертежах допущены небольшие ошибки технического характера.	Сборочные чертежи и спецификация выполнены в указанных в задании объемах, но содержат ошибки в виде отклонений от стандартов ЕСКД. На рабочих чертежах деталей имеются неисправленные ошибки.
2.1. Штрафные баллы за графическую часть (R_{ГР})	0 – 3 балла	3 – 7 баллов	7 – 11 баллов
3. Уровень теоретической и практической подготовки по итогам защиты КП	Теоретическая и практическая подготовка высокая. Студент уверенно и аргументированно отвечает практически на все практические и теоретические вопросы, изложенные в пояснительной записке и графической части проекта.	Средний уровень теоретической и практической подготовки. Студент весьма уверенно и подробно отвечает на большинство заданных вопросов по теме проекта, но допускает неточности в ответах на вопросы предыдущих общетеоретических дисциплин.	Невысокий уровень теоретической и практической подготовки по теме проекта. На ряд заданных в ходе защиты теоретических и практических вопросов ответы не полные, допускаются ошибки в основных понятиях и определениях дисциплины, требуется уточняющая подсказка преподавателя.
3.1. Штрафные баллы за защиту КП (R_{ЗАЩ})	0 – 4 балла	4 – 7 баллов	7 – 11 баллов
4. Сроки выполнения и защиты КП	Проект выполнен практически в утвержденные сроки, отставание от графика не превышает 1 неделю.	Проект выполнен и представлен к защите с небольшим отставанием от графика не более на 1-2	Проект выполнен с значительным отставанием от утвержденного графика более чем на 2 – 3 недели

4.1. Штрафные баллы за сроки (R_{CP})	0 – 3 балла	3 – 5 баллов	6 – 8 баллов
5. Сумма штрафных баллов (ΣR)	0 – 13 баллов	14 – 26 баллов	27 – 40 баллов
Суммарный рейтинг (R_{КП}) и оценки	100 – 87 баллов «Отлично»	86 – 74 баллов «Хорошо»	60 – 73 баллов «Удовлетворительно»

При сумме баллов ниже 60 курсовой проект **не зачитывается** и подлежит повторной защите после исправления выявленных ошибок и после дополнительной теоретической подготовки по теме проекта.

Составитель: _____  _____ И.А. Мадышев