

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»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

30.05.2022 г.

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

По дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 «Процессы и аппараты химических технологий»

Направление подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»

Профиль/программа «Системы и средства автоматизации технологических производств»

Факультет информационных технологий

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения- очно-заочная

Нижнекамск, 2022

Составитель ФОС:  
доцент каф. ПАХТ



М.Г.Гарипов

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ПАХТ  
протокол от 6.04.2022 г. № 7

Зав. кафедрой: доцент



Д.Н. Латыпов

**СОГЛАСОВАНО**

Протокол заседания кафедры ИСТ, реализующей подготовку основной образовательной программы, от 20.04. 2022г. № 8

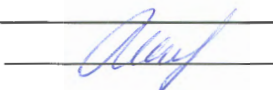
Зав. кафедрой: доцент



О. В Матухина

Эксперт:

Руководитель ООП: ст. преп.



Л.А. Амаева

***Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины***  
 Компетенция ПК-1- способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, разрабатывать и оформлять рабочую документацию и проект АСУТП.

*Индикаторы достижения компетенции:*

ПК-1.1- способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, разрабатывать и оформлять рабочую документацию и проект АСУТП;

ПК-1.2- умеет применять методы математического моделирования процессов и объектов автоматизации и управления;

ПК-1.3- владеет навыками проведения теоретических исследований и вычислительных экспериментов в соответствии с использованием выбранных стандартных программных средств.

<b><i>Индикаторы достижения компетенции</i></b>	<b><i>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</i></b>				<b><i>Наименование оценочного средства</i></b>
	<b><i>Лекции</i></b>	<b><i>Практические занятия</i></b>	<b><i>Лабораторные занятия</i></b>	<b><i>Курсовой проект</i></b>	
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3	Темы 1-23	-	1-4	-	Лабораторная работа. Тест. Деловая игра. Реферат. Дискуссия. Зачёт с оценкой.

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

<b><i>Оценочные средства</i></b>	<b><i>Кол-во</i></b>	<b><i>Min, баллов</i></b>	<b><i>Max, баллов</i></b>
<b><i>Лабораторная работа</i></b>	<b><i>2</i></b>	<b><i>12</i></b>	<b><i>20</i></b>
<b><i>Дискуссия</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>6</i></b>	<b><i>10</i></b>
<b><i>Деловая игра</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>6</i></b>	<b><i>10</i></b>
<b><i>Реферат</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>6</i></b>	<b><i>10</i></b>
<b><i>Тест</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>6</i></b>	<b><i>10</i></b>
<b><i>Зачёт с оценкой</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>24</i></b>	<b><i>40</i></b>
<b><i>Итого:</i></b>		<b><i>60</i></b>	<b><i>100</i></b>

## Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	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	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
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	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

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

**Перечень вопросов к зачёту**  
**по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 «Процессы и аппараты химических технологий»**

1. Предмет и основные задачи курса ПАХТ. Классификация химико – технологических процессов. Предмет гидравлики. Гидростатика и гидродинамика.
2. Основные свойства жидкостей (текучесть, липкость, удельный вес, вязкость, плотность, гидростатическое давление). Свойства и размерности давления.
3. Закон внутреннего трения Ньютона. Динамическая и кинематическая вязкость. Градиент локальной скорости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
4. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Практическое применение основного уравнения гидростатики.
5. Поток жидкости и его параметры (живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр, абсолютная и относительная шероховатость стенки, средняя, локальная, мгновенная и осредненная скорость, массовый и объемный расход).
6. Виды течения жидкости (стационарное и нестационарное, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное течение). Режимы течения жидкости (ламинарный, переходный, турбулентный). Критерий Рейнольдса. Структура ламинарного и турбулентного потока.
7. Уравнение неразрывности (сплошности) потока, или постоянства расхода (массового или объемного) жидкости. Зависимость средней скорости потока от живого сечения или диаметра трубы при постоянном расходе жидкости.
8. Уравнение Бернулли для идеальной и вязкой жидкости. Геометрический, пьезометрический, динамический и полный напор. Физический смысл уравнения Бернулли и его членов. Потеря напора. Диаграмма Бернулли.
9. Уравнения баланса. Пространственный контур и временной интервал. Приход и уход, источник и сток субстанции. Накопление субстанции. Результат процесса. Основное балансовое соотношение.
10. Аналогия процессов переноса субстанции. Потенциалы переноса. Законы молекулярного переноса (законы внутреннего трения Ньютона и Фурье, I закон Фика).
11. Уравнение Навье – Стокса. Физический смысл уравнения и его членов.
12. Уравнение Фурье – Кирхгофа. Физический смысл уравнения и его членов.
13. Уравнение Фика. Физический смысл уравнения и его членов.
14. Моделирование ХТП. Физическое и математическое моделирование. Условия однозначности
15. Теория подобия. Геометрическое, физическое и временное подобие. Подобие начальных и граничных условий. Константы, инварианты, симплексы и критерии подобия.
16. Гидродинамическое подобие. Вывод критериев Рейнольдса, Фруда, Эйлера, гомотехности, Галилея и Архимеда, их физический смысл.
17. Критериальные уравнения движения жидкости. Определяемый (Эйлера) и определяющие критерии. Определение перепада давлений
18. Тепловое подобие. Критерии теплового подобия Фурье, Пекле, Нуссельта, Прандтля, Грасгофа, их физический смысл. Критериальные уравнения теплоотдачи. Определение поверхности теплопередачи.
19. Массообменное подобие. Вывод диффузионных критериев Фурье, Пекле, Нуссельта (Шервуда), Прандтля (Шмидта), их физический смысл.

20. Общие понятия о структуре потоков. Распределение локальных скоростей в рабочей зоне (РЗ) аппарата. Среднее время пребывания частиц жидкости в РЗ. Функция распределения элементов потока по времени их пребывания в РЗ. Трассер (метка). Выходные кривые (кривые отклика).

21. Модель идеального вытеснения (МИВ). Среднее время пребывания и функция отклика для МИВ.

22. Модель идеального перемешивания (МИП). Среднее время пребывания и функция распределения для МИП. Математическое ожидание и дисперсия времени пребывания элементов потока в РЗ.

23. Ячеечная модель (ЯМ). Математическое описание ЯМ. Параметр и дисперсия времени пребывания ЯМ. Предельные случаи ЯМ.

24. Диффузионная модель (ДМ). Математическое описание ДМ. Параметр и дисперсия времени пребывания. Предельные случаи ДМ. Связь между ЯМ и ДМ.

25. Сопротивление трения в гладких и шероховатых трубах. Формула Дарси – Вейсбаха. Физический смысл коэффициента гидравлического трения.

26. Местные сопротивления. Коэффициент местного сопротивления, его физический смысл. Определение потери напора в местных сопротивлениях.

27. Расчет гидравлического сопротивления трубопровода. Принцип наложения потерь. Расход энергии на перекачивание жидкости по трубопроводу. Характеристика сети.

28. Классификация насосов: динамические (лопастные и трения) и объемные (поршневые и ротационные насосы). Принцип их действия. Специальные насосы (газлифт, монтежу).

29. Устройство и принцип действия поршневого насоса. Воздушные колпаки. Индикаторная диаграмма. Диаграмма подачи. Насосы простого и кратного действия.

30. Основные рабочие параметры поршневого насоса (напор, производительность, мощность, КПД, предельная высота всасывания).

31. Устройство и принцип действия центробежного насоса. Конструкция рабочего колеса.

32. Характеристика центробежного насоса. Оптимальный режим работы насоса. Законы пропорциональности.

33. Работа центробежного насоса на сеть. Рабочая точка ЦБН. Параллельное и последовательное соединение насосов.

34. Сравнительная характеристика поршневых и центробежных насосов (по производительности, напору, КПД, равномерности подачи, сложности устройства, компактности, необходимости заливки жидкостью и т.д.).

35. Классификация компрессоров и вакуум – насосов: а) по степени сжатия – вентиляторы, газодувки, компрессоры, вакуум – насосы; б) по принципу действия – поршневые, центробежные, ротационные, осевые, струйные.

36. Устройство, принцип действия и теоретическая рабочая диаграмма поршневого компрессора. Компрессоры простого и кратного действия. Многоцилиндровые компрессоры.

37. Характеристика неоднородных систем, способов их разделения и образования.

38. Сущность гравитационного осаждения. Скорость свободного и стесненного осаждения

39. Конструкции отстойников (с гребковой мешалкой, горизонтальный для эмульсий, пылеосадительная камера).

40. Теоретические основы разделения неоднородных систем в осадительных центрифугах и циклонах. Фактор разделения.

41. Классификация центрифуг. Устройство и принцип действия осадительных центрифуг (периодической вертикальной, непрерывной горизонтальной шнековой).

42. Аппаратура для циклонных процессов (моно- и мультициклоны).

43. Разделение газозвесей в электрическом поле. Конструкции электрофильтров

44. Основные закономерности и применение псевдооживленного («кипящего») слоя. Первая и вторая критические скорости псевдооживляющего агента.

45. Сущность фильтрования. Способы создания перепада давлений. Режимы и виды фильтрации. Сжимаемые и несжимаемые осадки. Стадии фильтрования. Основное уравнение фильтрования.
46. Устройство и принцип действия газовых фильтров.
47. Устройство и принцип действия барабанного вращающегося вакуума – фильтра. Стадии его работы.
48. Сущность центробежной фильтрации. Конструкции фильтрующих центрифуг (периодической вертикальной и непрерывной горизонтальной с пульсирующим поршнем).
49. Перемешивание в жидкой среде. Интенсивность и эффективность перемешивания. Способы перемешивания. Перемешивание механическими мешалками. Основные (лопастные, пропеллерные и турбинные) и специальные типы мешалок
50. Сущность теплообмена. Движущая сила процесса теплообмена. Основные способы теплообмена. Полный и удельный тепловой поток. Теплоотдача и теплопередача.
51. Основные температурные схемы и уравнения теплового баланса. Удельные массовые теплоемкость, теплоты конденсации и испарения.
52. Теплопередача через многослойную плоскую стенку. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициенты теплоотдачи, теплопередачи и теплопроводности. Градиент температуры.
53. Греющие и охлаждающие теплоносители, их достоинства и недостатки.
54. Теплообменная аппаратура. Кожухотрубчатый теплообменный аппарат (одно- и многоходовой). Способы температурной компенсации.
55. Теплообменник типа «труба в трубе», греющие и охлаждающие «рубашки», регенераторы, смесительные конденсаторы, теплопровод (тепловая труба)
56. Сущность выпаривания. Первичный и вторичный пар. Выпаривание при атмосферном и повышенном давлении и под вакуумом. Одно- и
57. Схема и принцип действия однокорпусного выпарного аппарата.
58. Материальный и тепловой баланс однократного выпаривания.
59. Поверхность нагрева, полезная разность температур, температурные потери и температура кипения раствора при выпаривании.
60. Сущность искусственного охлаждения. Умеренное и глубокое охлаждение. Дросселирование, детандирование и регенеративный теплообмен.
61. Идеальная парокомпрессионная холодильная машина (ПКХМ). Обратный цикл Карно. Холодопроизводительность. Холодильный коэффициент.
62. Действительная парокомпрессионная холодильная машина (ПКХМ). Три ее отличия от идеальной ПКХМ. Термодинамический КПД действительной ПКХМ.
63. Хладоагенты, основные требования к ним. Плюсы и минусы фреонов.
64. Сущность массообмена. Способы выражения состава фаз. Пересчет концентрации из массовых долей в мольные и наоборот.
65. Фазовое равновесие. Принцип Ле – Шателье. Равновесная линия процесса.
66. Материальный баланс и рабочая диаграмма массообмена. Рабочая линия процесса.
67. Механизм массообмена. Молекулярная, конвективная и турбулентная диффузия. Двухпленочная модель массообмена.
68. Сущность перегонки. Законы Рауля и Дальтона. Первый закон Коновалова.
69. Сущность ректификации. Тепло- и массообмен на контактных устройствах.
70. Схема ректификационной установки. Укрепляющая и исчерпывающая части колонны.
71. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнение рабочей линии укрепляющей части колонны. Флегмовое число. Определение высоты колонны по числу тарелок.
72. Влияние флегмового числа на четкость разделения смеси, размеры и производительность колонны, расходы теплоносителей (греющего пара в кипятильнике и охлаждающей воды в дефлегматоре).
73. Тепловой баланс ректификационной колонны. Способы экономии тепловой энергии в ректификационной установке.
74. Разделение близкокипящих смесей. Экстрактивная ректификация. Схема установки.

- 75.Отклонения от закона Рауля. Второй и общий законы Коновалова. Правило Вревского (зависимость состава азеотропа от давления).
- 76.Азеотропная ректификация. Разделение смеси этанола с водой с добавлением бензола.
- 77.Сущность молекулярной дистилляции. Схема установки
- 78.Многокомпонентная ректификация. Схемы установок. Методы «ключевых» компонентов и «от тарелки к тарелке».
- 79.Сущность абсорбции. Законы Генри и Дальтона. Зависимость равновесной растворимости газа в жидкости от давления и температуры.
- 80.Материальный баланс противоточного абсорбера. Общий и удельный расходы абсорбента. Зависимость высоты и диаметра абсорбера от удельного расхода абсорбента.
- 81.Устройство и применение насадочных колонн. Плотность орошения. Задержка жидкости. Пристеночный эффект. Гидродинамические рабочие режимы.
- 82.Основные типы насадочных тел. Требования к насадкам. Регулярная и нерегулярная насадка. Размеры, эффективность и гидравлическое сопротивление насадок.
- 83.Устройство и применение тарельчатых колонн. Классификация тарелок. Гидродинамические режимы работы тарелок с переточными каналами.
- 84.Устройство, принцип действия и сравнительная характеристика колпачковых, клапанных, прямоточно-вихревых и других тарелок.
- 85.Сущность и применение экстракции. Схема установки. Коэффициенты распределения и разделения (селективности).
- 86.Треугольная диаграмма Гиббса. Правило рычага. Бинодальная кривая и хорды равновесия.
- 87.Одноступенчатая экстракция бинарных смесей. Расчет одноступенчатой экстракции по диаграмме Гиббса.
- 88.Многоступенчатая перекрестная и противоточная экстракция. Их иллюстрация на диаграмме состав-состав и сравнительная характеристика.
- 89.Классификация экстракторов. Одноступенчатый смесительно-отстойный и ящичный экстракторы. Гравитационные аппараты. Способы создания пульсации потоков. Роторно-дисковый и центробежный экстрактор.
- 90.Сущность сушки. Способы сушки. Формы связи влаги с материалом. Свободная и связанная влага.
- 91.Основные физические свойства и диаграмма Рамзина влажного воздуха.
- 92.Изображение конвективной сушки на диаграмме Рамзина. Идеальная и реальная сушилки.
- 93.Кинетика сушки. Влагосодержание материала. Опытная кривая и кривая скорости сушки.
- 94.Устройство и принцип действия конвективных сушилок (камерной, туннельной, барабанной, пневматической, распылительной, с «кипящим слоем»). Контактные сушилки.
- 95.Сущность мембранных процессов. Виды мембранных процессов. Проницаемость. Мембраны и требования к ним. Три теории мембранного разделения.

### **Критерии оценки уровня ответов на зачёте по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 «Процессы и аппараты химических технологий»**

Уровень владения материалом бакалавров оценивается по пятибалльной шкале в соответствии с балльно - рейтинговой системой.

<b>Критерии оценки</b>	<b>балл</b>
Бакалавр имеет глубокие, системные знания по данной дисциплине, умеет на практике применять теоретические знания, понимает физическую суть процесса.	36-40



<p><b>Знает:</b> а) закономерности гидростатики и гидродинамики; б) закономерности гидромеханических процессов; в) конструкции и принцип действия насосов, компрессоров, гидромеханических аппаратов.</p> <p><b>Умеет:</b> выполнять сложные гидравлические и другие расчеты.</p> <p><b>Имеет навыки:</b> решения сложных задач.</p> <p>На зачете дает логические обоснованные ответы на основные вопросы и уверенно отвечает на дополнительные вопросы.</p>	
<p>Бакалавр владеет львиной долей программного материала, умеет решать практические задачи, но не до конца разобрался во всех вопросах.</p> <p>В основном <b>знает:</b> а) закономерности гидростатики и гидродинамики; б) закономерности гидромеханических процессов в) конструкции и принцип действия насосов, компрессоров, гидромеханических аппаратов.</p> <p><b>Умеет:</b> выполнять средней сложности гидравлические и другие расчеты.</p> <p><b>Имеет навыки:</b> решения несложных задач.</p> <p>На зачете достаточно уверенно отвечает на основные вопросы, не может ответить на незначительную часть дополнительных вопросов.</p>	30-35
<p>Бакалавр усвоил только часть программного материала, слабо решает практические задачи.</p> <p><b>Имеет общее представление о:</b> а) закономерностях гидростатики и гидродинамики; б) закономерностях гидромеханических процессов в) конструкциях и принципах действия насосов, компрессоров, гидромеханических аппаратов.</p> <p><b>Не умеет:</b> самостоятельно выполнять гидравлические и другие расчеты.</p> <p><b>Имеет навыки:</b> решения простых задач.</p> <p>На зачете сбивчиво отвечает на основные вопросы, дает путанные ответы на дополнительные вопросы.</p>	25-29
<p>Бакалавр не усвоил львиную долю материала по данной дисциплине, отвечает с ошибками на основные вопросы, практически не может ответить на дополнительные вопросы, не имеет навыков решения задач.</p>	0-24

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 информационных технологий*  
*Кафедра Процессы и аппараты химической технологии*  
Направление подготовки: 27.03.04 «Управление в технических системах»  
Профиль/программа: «Системы и средства автоматизации технологических производств»  
Семестр-4

### **Деловая (ролевая) игра по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 «Процессы и аппараты химических технологий»**

1. Тема (проблема). Качество получаемых в ректификационной колонне продуктов (дистиллята и кубового остатка) не удовлетворяет требованиям ГОСТа.

2. Концепция игры. Необходимо проанализировать причины снижения качества продуктов, установить наиболее вероятную причину ухудшения качества продуктов на основе анализа показаний приборов на панели управления в операторной и принять решение о способе (способах) воздействия на технологический процесс. Возможные причины изменения качества продуктов: изменение состава исходной смеси (питания) колонны, нарушения в работе насосов, изменение параметров греющего пара в подогревателе питания или кипятильнике, а также охлаждающей воды в дефлегматоре, изменение флегмового числа, скачки напряжения в электросети, изменение расходов греющего пара или охлаждающей воды, забивка тарелки (или ее части).

3. Роли: группа бакалавров делится на несколько бригад. В каждой бригаде есть начальник смены и два или три аппаратчика (оператора).

4. Ожидаемый (-ые) результат (-ы). Каждая бригада (смена) готовит письменные ответы, в которых излагаются решения об управляющем воздействии на технологический процесс (изменение флегмового числа, изменение расхода пара или воды и т.д.) Преподаватель знакомится с письменными ответами бригад, затем задает вопросы участникам деловой игры.

Уровень подготовки бакалавра по данной теме оценивается по десятибалльной шкале

Критерии оценки	Балл
Бакалавр глубоко понимает материал, активно участвует в деловой игре, дает аргументированные ответы на вопросы преподавателя	10
Бакалавр в целом представляет закономерности процесса, достаточно активно участвует в ролевой игре, иногда ошибается при ответе на вопросы преподавателя	8
Бакалавр недостаточно владеет материалом, в деловой игре участвует неактивно, на вопросы преподавателя отвечает с трудом	6

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 информационных технологий*

*Кафедра Процессы и аппараты химической технологии*

Направление подготовки: 27.03.04 «Управление в технических системах»

Профиль/программа: «Системы и средства автоматизации технологических производств»

Семестр-4

**Тесты по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 «Процессы и аппараты химических технологий»**

**Вариант №1**

- 1.** В гидравлике изучают:
  - а) законы равновесия твердых тел

- б) законы движения плазмы
- в) законы движения и равновесия жидкостей и газов
- г) законы движения твердых тел

**2.** В ОПАХТ рассматривают:

- а) химические процессы
- б) ядерные процессы
- в) нехимические процессы
- г) биохимические процессы

**3.** Средняя скорость потока:

- а) отношение массового расхода к эквивалентному диаметру
- б) отношение объемного расхода жидкости к живому сечению потока
- в) произведение гидравлического радиуса на смоченный периметр
- г) отношение мольного расхода жидкости к ее плотности

**4.** Вязкость жидкости:

- а) способность жидкости сопротивляться усилиям растяжения
- б) свойство жидкости сопротивляться усилиям кручения
- в) способность жидкости сопротивляться усилиям сжатия
- г) свойство жидкости сопротивляться усилиям сдвига

**5.** Размерность коэффициента динамической вязкости:

- а) Па\*м
- б) Па/с
- в) Па\*с
- г) Н\*м<sup>2</sup>

**6.** Размерность коэффициента кинематической вязкости:

- а) м/с
- б) Па\*с
- в) Н/с
- г) м/с<sup>2</sup>

**7.** Циклон принципиально отличается от центрифуги:

- а) по форме корпуса
- б) размерами
- в) отсутствием движущихся частей
- г) материалом корпуса

**8.** Главный рабочий орган центрифуги:

- а) ротор
- б) корпус
- в) вал

**9.** Суспензия:

- а) взвесь капелек в газе
- б) взвесь твердых частиц в газе
- в) взвесь твердых частиц в жидкости
- г) взвесь капелек одной жидкости в другой жидкости

**10.** Шероховатость поверхности трубы и пластины ведет к ... коэффициента теплоотдачи.

**11.** У жидкого однофазного теплоносителя наиболее сильно зависит от температуры ... .

- а) плотность,
- б) теплоемкость,
- в) вязкость,
- г) теплопроводность.

**12.** При наличии в паре неконденсирующихся газов коэффициент теплоотдачи резко уменьшается за счет образования слоя газа вблизи поверхности пленки, через который перенос пара осуществляется за счет ... механизма.

**13.** При пленочной конденсации пара термическое сопротивление в основном сосредоточено ... .

- а) на охлаждаемой поверхности;
- б) в пленке конденсата;
- с) в паре.

**14.** Для осуществления процесса кипения необходимо выполнение двух условий: ... и ... .

- а) наличие центров парообразования,
  - б) наличие пленки конденсата,
  - в) температура жидкости должна быть выше температуры насыщения пара,
  - г) раствор должен быть насыщенным,
  - д) должна быть организована вынужденная конвекция теплоносителя.
15. Диаметр парового пузырька в момент отрыва определяется из условий равенства архимедовой подъёмной силы и силы ... , которая удерживает пузырек на стенке.
16. Основная часть спектра теплового излучения при температурах, применяемых в промышленной технологии, сосредоточена в диапазоне ... волн.
17. ... - аппараты для передачи тепла от одного теплоносителя к другому.
18. Равновесие при абсорбции описывается законом ...
- а) Рауля,
  - б) Дальтона,
  - в) Ньютона,
  - г) Генри.
19. Уравнение рабочей линии процесса абсорбции выводится на основе уравнения, описывающего тепловой баланс этого процесса,
- а) тепловой баланс процесса,
  - б) материальный баланс процесса,
  - в) равновесие между фазами,
  - г) распределение скоростей в фазах,
  - д) процесс массопередачи из фазы в фазу.
20. Рабочая линия процесса абсорбции расположена на «у-х» диаграмме ...
- а) выше линии равновесия,
  - б) ниже линии равновесия,
  - в) совпадает с линией равновесия,
  - г) пересекает линию равновесия.
21. Движущая сила массообменного процесса характеризует степень отклонения системы от равновесия и она равна разности между рабочей и ... концентрациями компонента.
22. Структура потока влияет на величину средней движущей силы массопередачи. Максимальная движущая сила для МИВ, минимальная для ...
- а) ЯМ,
  - б) МИП,
  - в) ДМ.
23. ВЕП (высота единицы переноса) соответствует ... аппарата, эквивалентной одной единице переноса.
- а) высоте,
  - б) хорде,
  - в) площади.
24. Общее ЧЕП (число единиц переноса) характеризует изменение рабочей концентрации распределяемого компонента, приходящееся на единицу ... .
- а) разности давлений
  - б) средней движущей силы,
  - в) разности температур,
  - г) массы,
  - д) напряжения сдвига.
25. ...- процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов или твердых тел с помощью избирательных растворителей.
- а) выпаривание,
  - б) простая перегонка,
  - в) экстракция,
  - г) кристаллизация,
  - д) сушка.

## Вариант №2

1. Давление в жидкости:

- а) сила, действующая на единицу массы

- б) сила, действующая на единицу длины
- в) сила, действующая на единицу площади
- г) сила, действующая на единицу объема
- 2.** Расход жидкости в трубопроводе:
  - а) количество жидкости, проходящее через 1 км длины трубы за единицу времени
  - б) уменьшение количества жидкости в трубе за единицу времени
  - в) количество жидкости, протекающей через поперечное сечение трубы за единицу времени
- 3.** Импульс жидкости:
  - а) произведение массы жидкости на ее давление
  - б) произведение объема жидкости на ее вязкость
  - в) произведение массы жидкости на ее скорость
  - г) отношение объемного расхода жидкости к ее давлению
- 4.** Критическое значение критерия Рейнольдса для прямых гладких труб:
  - а) 1500
  - б) 2320
  - в) 3600
  - г) 4700
- 5.** В ламинарном потоке частицы жидкости движутся:
  - а) вращательно
  - б) беспорядочно
  - в) по параллельным траекториям
- 6.** Напор – механическая энергия:
  - а) единицы массы жидкости
  - б) единицы веса жидкости
  - в) единицы объема жидкости
  - г) одного моля жидкости.
- 7.** Эмульсия:
  - а) взвесь твердых частиц в газе
  - б) взвесь твердых частиц в жидкости
  - в) взвесь капелек одной жидкости в другой жидкости
  - г) взвесь капелек жидкости в газе
- 8.** Движущая сила электроосаждения:
  - а) сила Лоренца
  - б) сила Кулона
  - в) сила Ампера
- 9.** Движущая сила отстаивания:
  - а) сила Кулона
  - б) разность плотностей фаз
  - в) разность давлений
  - г) сила Ампера
- 10.** Возможность получения более высоких рабочих температур, чем при конденсации насыщенного водяного пара, при низких ... является основным преимуществом ВОТ (высокотемпературных органических теплоносителей)
  - а) энтальпиях,
  - б) давлениях,
  - в) температурах,
  - г) плотностях
  - д) теплопроводностях.
- 11.** В качестве прямых источников тепловой энергии на предприятиях химической промышленности используются топочные (дымовые) газы и электрическая энергия. В промышленности наибольшее распространение получили электропечи...
  - а) индукционные,
  - б) сопротивления,
  - в) высокочастотные,
  - г) дуговые.
- 12.** На химических предприятиях градирни и используются для охлаждения ...

- а) раствора солей,
- б) низкотемпературной плазмы,
- в) оборотной воды,
- г) кислорода,
- д) окислов азота,
- е) сточных вод.

**13.** Теплообменники, в которых тепло от горячих теплоносителей к холодным (или наоборот) передается через разделяющую их стенку, называются ... .

- а) смешивательными,
- б) регенеративными,
- в) рекуперативными.

**14.** Установите последовательность расчета теплообменника:

- а) гидравлический расчет аппарата,
- б) технико-экономический расчет,
- в) выбор конструкции теплообменника,
- г) тепловой расчет теплообменника,
- д) конструктивный расчет аппарата.

**15.** Процесс концентрирования растворов твердых нелетучих веществ путем удаления летучего растворителя в виде паров называется ... .

- а) сушкой,
- б) выпариванием,
- в) осушением,
- г) кристаллизацией,
- д) выщелачиванием,
- е) перегонкой.

**16.** Смесительные теплообменники используются в тех случаях, когда по технологическим условиям допустимо ... рабочих сред.

**17.** Раствор, содержащий при данных условиях предельное количество растворенного вещества, называется ... .

**18.** В противоточных выпарных установках между ступенями ставят насосы. Такие схемы используются для растворов с быстро растущей ... при повышении их концентрации.

**19.** ...- процесс, в котором движущей силой является не разность концентраций компонента в фазах, а отличие рабочей концентрации компонента от равновесного значения.

**20.** ... - процесс переноса вещества внутри фазы: из ядра потока к границе раздела фаз и наоборот.

**21.** ... - процесс переноса вещества из одной фазы в другую через границу раздела фаз в направлении достижения равновесия.

**22.** Существование данной фазы в системе или равновесие фаз определяется правилом фаз, или законом равновесия фаз ... .

- а) Гиббса,
- б) Рауля,
- в) Генри,
- г) Ньютона.

**23.** Фазовое равновесие определяется тремя параметрами: ..., ... и ... .

- а) состав (концентрация),
- б) энтальпия,
- в) плотность,
- г) температура,
- д) давление,
- е) вязкость,
- ё) теплопроводность,
- ж) теплоемкость.

**24.** Равновесие при абсорбции описывается законом ...

- а) Рауля,
- б) Дальтона,
- в) Ньютона,
- г) Генри.

25. Уравнение рабочей линии процесса абсорбции выводится на основе уравнения, описывающего

- а) тепловой баланс этого процесса,
- б) материальный баланс этого процесса,
- в) равновесие между фазами,
- г) распределение скоростей в фазах,
- д) процесс массопередачи из фазы в фазу.

### Вариант №3

1. Поршень в насосе движется:

- а) вращательно,
- б) возвратно-поступательно,
- в) поступательно.

2. Барботаж:

- а) движение капелек в потоке газа
- б) движение пузырьков в слое жидкости
- в) унос жидкости из слоя насадки

3. Кавитация:

- а) распыление жидкости в потоке газа
- б) диспергирование одной жидкости в другой жидкости
- в) захлопывание пузырьков в жидкости.

4. Как изменяется критическое значение критерия Рейнольдса для течения жидкости в прямых гладких трубах при наличии вибрации?

- а) не изменяется,
- б) увеличивается,
- в) проходит через максимум,
- г) падает.

5. Какие 2 типа компрессоров используют для создания глубокого вакуума?

- а) осевые,
- б) ротационные,
- в) центробежные,
- г) поршневые.

6. Движущая сила фильтрования:

- а) разность плотностей,
- б) разность импульсов,
- в) перепад давлений,
- г) сила инерции жидкости.

7. Циклон принципиально отличается от центрифуги:

- а) по форме корпуса;
- б) размерами;
- в) отсутствием движущихся частей;
- г) материалом корпуса.

8. Главный рабочий орган центрифуги:

- а) ротор;
- б) корпус;
- в) вал.

9. У жидкого однофазного теплоносителя наиболее сильно зависит от температуры ...

- а) плотность,
- б) теплоемкость,
- в) вязкость,
- г) теплопроводность.

10. При наличии в паре неконденсирующихся газов коэффициент теплоотдачи резко уменьшается за счет образования слоя газа вблизи поверхности пленки, через который перенос пара осуществляется за счет ... механизма.

11. При пленочной конденсации пара термическое сопротивление в основном сосредоточено ...

- а) на охлаждаемой поверхности;

- б) в пленке конденсата;
  - в) в паре.
- 12.** Экстракционный аппарат состоит из ... .
- а) брызгоуловителя и теплообменника,
  - б) конденсатора и воздухоудовки,
  - в) аппарата с мешалкой и отстойника,
  - г) центрифуги и аппарата с мешалкой.
- 13.** Пульсаторы в экстракторах применяются с целью:
- а) улучшения сепарации фаз на выходе,
  - б) улучшения подвода тепла в аппарат,
  - в) увеличения поверхности контакта фаз и коэффициента массопередачи.
  - г) изменения равновесной концентрации компонентов.
- 14.** Изотерма экстракции – это:
- а) рабочая линия на «у-х» диаграмме,
  - б) линия равновесия на «у-х» диаграмме при  $t = \text{const}$ ,
  - в) одна из сторон треугольной диаграммы,
  - г) конода,
  - д) бинодальная кривая.
- 15.** Уравнение рабочей линии процесса абсорбции выводится на основе уравнения, описывающего:
- а) тепловой баланс этого процесса,
  - б) материальный баланс этого процесса,
  - в) распределение концентраций в фазах,
  - г) распределение скоростей в фазах,
  - д) процесс массопередачи из фазы в фазу.
- 16.** Рабочая линия процесса абсорбции расположена на «у-х» диаграмме ... .
- а) выше линии равновесия
  - б) ниже линии равновесия,
  - в) совпадает с линией равновесия,
  - г) пересекает линию равновесия.
- 17.** В противоточных тарельчатых абсорберах со сливными устройствами (вертикальные цилиндрические колонны) реализуются пузырьковый, пенный, провальный и струйный режимы. Какой режим наиболее рационален?
- а) режим эмульгирования,
  - б) режим подвисяния,
  - в) критический режим,
  - г) режим захлёбывания.
- 18.** Экстрактивную ректификацию осуществляют с добавлением к исходной смеси ...
- а) инертного компонента,
  - б) экстрагирующего агента,
  - в) воздуха,
  - г) разделяющего агента.
- 19.** ... - процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов или твердых тел с помощью избирательных растворителей.
- а) выпаривание,
  - б) простая перегонка,
  - в) экстракция,
  - г) кристаллизация,
  - д) сушка.
- 20.** Экстракт это ...
- а) избирательный растворитель,
  - б) раствор целевого вещества, извлекаемого из разделяемой смеси избирательным растворителем,
  - г) остаток исходного раствора после процесса экстрагирования.
- 21.** ... - это процесс диффузионного разделения компонентов смеси (раствора) пропусканием через мембрану за счет разности концентрации разделяемого компонента.
- 22.** Рабочая линия процесса десорбции расположена на «у-х» диаграмме ...



- а) выше линии равновесия,
- б) ниже линии равновесия,
- в) совпадает с линией равновесия,
- г) пересекает линию равновесия.

**23.** Чем выше давление в аппарате, тем ... температура кипения жидкой смеси.

**24.** В первом периоде – периоде постоянной скорости сушки из материала удаляют ...

- а) связанную влагу,
- б) свободную влагу,
- в) адсорбционную влагу,
- г) осмотическую влагу.

**25.** Скорость сушки – это ...

- а) изменение влажности материала за единицу времени,
- б) количество тепла, подводимое на испарение влаги из материала в единицу времени,
- в) масса водяного пара, приходящегося на 1 кг абсолютного сухого воздуха,
- г) изменение массы высушиваемого материала в течении времени сушки.

#### **Вариант №4**

**1.** Внешняя задача гидравлики-течение жидкости ... .

- а) в трубах и каналах,
- б) через зернистый слой,
- в) в неограниченной жидкой среде или обтекание ей твёрдого тела.

**2.** ...-субстанции, это количество субстанции переносимое за единицу времени через единицу поверхности за счет различных механизмов переноса.

**3.** Напор - это удельная механическая энергия единицы ... жидкости. Общий напор потока жидкости, являющийся суммой трех видов напора (геометрического, скоростного и пьезометрического), для данного сечения потока величина ... .

**4.** ... - объект, отражающий свойства оригинала и заменяющий его при проведении исследований.

**5.** ...- изучение объекта с помощью замещающей его модели, включающей построение модели, ее исследование и перенос полученных результатов на объект – оригинал

**6.** Какие критерии характеризуют подобие гидромеханических процессов?  
Re, Fo, Re, Fr, Ho, Nu, Eu.

**7.** Установите традиционную последовательность проектирования и изготовления крупных промышленных установок.

- а) проектирование, изготовление и исследование полупромышленной установки, коррекция критериального уравнения;
- б) проектирование и изготовление промышленной установки;
- в) изготовление и исследование модели, получение критериального уравнения;
- г) изготовление и исследование пилотной установки, коррекция критериального уравнения.

**8.** Отсчёт избыточного давления начинается с ... давления вверх неограниченно, а вакуума- вниз до абсолютного нуля

**9.** ...- процесс разделения, при котором взвешенные в среде твердые или жидкие частицы отделяются от сплошной фазы под действием массовых сил.

**10.** ...- процесс разделения неоднородной системы с помощью пористой перегородки. Движущей силой процесса является разность давлений.

**11.** Для противоточных аппаратов (жидкость движется вниз, газ – вверх) с увеличением скорости газа может наступить экстремальная ситуация, называемая... .

**12.** - система, состоящая из газа и распределенных в нем твердых частиц размером более 5 мкм.

**13.** ... - система, состоящая из газа и распределенных в нем твердых частиц размером менее 5 мкм, образующаяся при горении.

**14.** Критерий Фруда характеризует отношение сил ... и ... в потоке жидкости.

**15.** В химической технологии применяются в основном два гидромеханических метода разделения неоднородных систем: ... и ... .

16. Смесительные теплообменники используются в тех случаях, когда по технологическим условиям допустимо ... рабочих сред.

17. Раствор, содержащий при данных условиях предельное количество растворенного вещества, называется ... .

18. В противоточных выпарных установках между ступенями ставят насосы. Такие схемы используются для растворов с быстро растущей ... при повышении их концентрации.

19. ... - это процесс образования твердой фазы в виде кристаллов из растворов и расплавов, а также из газов и паров.

20. В промышленности используют два основных метода кристаллизации:

... , в котором перенасыщение раствора достигается удалением части растворителя путем выпаривания при постоянной концентрации (температура постоянная);

.... , при котором перенасыщение раствора достигается охлаждением раствора при сохранении массы растворителя.

21. После прекращения выделения кристаллов раствор становится насыщенным. Такой раствор называют ... .

- а) остаточным,
- б) маточным,
- в) метастабильным,
- г) лабильным.

22. От других процессов разделения с межфазным переносом вещества мембранные процессы отличает наличие ..., разделяющей в пространстве фазы, участвующие в процессе массообмена.

- а) межфазной поверхности,
- б) полупроницаемой перегородки (мембраны),
- в) разделяющей стенки,
- г) перепада температуры,
- д) возрастания энтальпии фаз.

23. Приведите в соответствие элементы 1 и 2 групп.

1.1. Твердое пористое тело.

1.2. Поглощаемое вещество, находящееся в газе или жидкости.

1.3. Вещество, поглощаемое из газа или жидкости.

2.1. Адсорбат.

2.2. Адсорбент.

2.3. Абсорбтив.

24. Диаграмма состояния влажного воздуха Рамзина построена в координатах Н-х. Еще какие параметры влажного воздуха можно определить по этой диаграмме?

- а) энтропию,
- б) температуру,
- в) парциальное давление водяного пара,
- г) относительная влажность,
- д) абсолютную влажность.

25. Сушка, при которой материал высушивается в поле токов высокой частоты:

- а) сублимационная,
- б) конвективная,
- в) контактная,
- г) терморadiационная,
- д) диэлектрическая.

### **Критерии оценки уровня ответов на тестировании по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 «Процессы и аппараты химических технологий»**

Результаты тестирования оцениваются по столбальной шкале. За каждый правильный

ответ-4 балла, за неправильный ответ-0 баллов. Набранная сумма баллов переводится на десятибалльную шкалу:

Баллы БРС=(баллы тестирования/100)\*10.

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 информационных технологий*

*Кафедра Процессы и аппараты химической технологии*

Направление подготовки: 27.03.04 «Управление в технических системах»

Профиль/программа: «Системы и средства автоматизации технологических производств»

Семестр-4

### **Темы рефератов**

**по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 «Процессы и аппараты химических технологий»**

1. Компрессорные машины.
1. Аппараты для мокрого пылеулавливания.
2. Струйные насосы.
3. Циклоны.
4. Жидкостные фильтры.
5. Газовые фильтры.
6. Электрофильтры.
7. Осадительные центрифуги.
8. Фильтрующие центрифуги.
9. Механические мешалки.
10. Аппараты с «кипящим» слоем.
11. Трубчатые печи.
12. Пленочные аппараты.
13. Насадочные колонны.
14. Тарельчатые колонны.
15. Выпарные аппараты.
16. Азеотропная ректификация.
17. Экстрактивная ректификация.
18. Молекулярная дистилляция.
19. Адсорбция.
20. Конструкции конвективных сушилок.
21. Конструкции контактных сушилок.
22. Конструкции терморadiaционных сушилок.
23. Конструкции высокочастотных сушилок.
24. Конструкции сублимационных сушилок.
25. Аппараты для мембранных процессов.

Критерии оценки	Балл
Актуальность темы	1
Полнота раскрытия темы	1
Наличие собственной точки зрения	2
Наличие презентации	2
Логичность и последовательность изложения	2
Отсутствие ошибочных или противоречивых положений	2
<i>Итого</i>	<i>10</i>

**Перечень вопросов к зачету по переаттестации по дисциплине**  
**Б1.В.ДВ.02.01 «Процессы и аппараты химических технологий»**

1. Какие законы изучаются в гидростатике?
2. Какие законы изучаются в гидродинамике?
3. Чем различаются ламинарный и турбулентный режимы течения жидкости?
4. Какой баланс потока выражает уравнение постоянства массового расхода жидкости?
5. Какой баланс потока выражает уравнение Бернулли?
6. Как зависит средняя скорость потока от поперечного сечения трубы при постоянном расходе жидкости?
7. Как зависит потеря напора (удельной весовой механической энергии) потока жидкости от диаметра и длины трубы?
8. Какой насос (центробежный или поршневой) предпочтителен для создания высокого давления при небольшом расходе жидкости?
9. Как изменяются скорость и давление жидкости при сужении трубы, если расход жидкости постоянен?
10. Как при постоянном расходе жидкости изменяются скорость и давление жидкости при внезапном расширении трубы?
11. Какой насос (центробежный или поршневой) применяют при большом расходе, но малом напоре жидкости?
12. Для какого насоса (центробежного или поршневого) характерна пульсационная подача жидкости?
13. Что вы понимаете под неоднородной системой?
14. Чем отличается суспензия от эмульсии?
15. Что служит движущей силой гравитационного осаждения?
16. Какова движущая сила фильтрации?
17. Чем отличается осадительная центрифуга от циклона?
18. Можно ли в фильтрующей центрифуге разделить эмульсию?
19. Какими способами можно разделить суспензию?
20. Что такое псевдооживление?
21. Назовите два способа создания неоднородной системы.
22. На чем основано электроосаждение?
23. Что является движущей силой теплообмена?
24. Чем отличаются теплоотдача от теплопередачи?
25. Что вы понимаете под удельной массовой теплоемкостью вещества?
26. При каком процессе (кипении или конденсации) выделяется тепло?
27. Частным случаем какого закона является тепловой баланс?
28. При каком процессе (кипении или конденсации) поглощается тепло?
29. Как можно интенсифицировать теплообмен?
30. Что необходимо для переноса тепла от холодного тела к горячему?
31. Что является движущей силой процесса массообмена?
32. для чего служат массообменные процессы?

33. На каких свойствах компонентов исходной смеси основана перегонка?
34. Чем отличается простая дистилляция от ректификации?
35. Что вы понимаете под абсорбцией?
36. Что представляет собой фазовое равновесие?
37. Что такое экстракция?
38. Что вы понимаете под сушкой?
39. Как можно интенсифицировать массообмен?
40. Где выше концентрация низкокипящего (легколетучего) компонента – в дистилляте или кубовом остатке?
41. Какими способами можно создать перепад давлений в процессе фильтрации?
42. Какая скорость больше – стесненного осаждения или свободного осаждения и почему?
43. Как можно повысить скорость осадительного центрифугирования?
44. Какова цель перемешивания в жидкой среде?
45. Что вы понимаете под удельной массовой теплотой конденсации пара вещества?
46. При прямотоке или противотоке выше скорость теплообмена и почему?
47. При ламинарном или турбулентном режиме выше скорость теплообмена?
48. Как общая скорость теплообмена зависит от поверхности теплообмена?
49. Как зависит скорость абсорбции от общего давления и температуры?
50. Как влияет флегмовое число на четкость разделения смеси в ректификационной колонне?
51. Что вы понимаете под избирательностью экстрагента в процессе экстракции?
52. У какого пара – перегретого, сухого насыщенного или влажного выше коэффициент теплоотдачи?
53. Как зависит давление насыщенного пара жидкости от температуры – прямо или обратно?

**Критерии оценки уровня ответов на зачете по переаттестации по дисциплине  
Б1.В.ДВ.02.01 «Процессы и аппараты химических технологий»**

Уровень владения материалом студентов оценивается по пятибальной шкале в соответствии с балльно - рейтинговой системой.

Критерии оценки	балл
<p>Бакалавр имеет глубокие, системные знания по данной дисциплине, умеет на практике применять теоретические знания, понимает физическую суть процесса.</p> <p>Знает: а) закономерности гидростатики и гидродинамики;</p> <p>б) закономерности гидромеханических, теплообменных и массообменных процессов</p> <p>в) конструкции и принцип действия насосов, компрессоров, гидромеханических, теплообменных и массообменных аппаратов.</p> <p>Умеет: выполнять сложные гидравлические, тепловые, диффузионные и другие расчеты.</p> <p>Имеет навыки: решения сложных задач.</p> <p>На зачете дает логические обоснованные ответы на основные вопросы и уверенно отвечает на дополнительные вопросы.</p>	36-40
<p>Бакалавр владеет львиной долей программного материала, умеет решать практические задачи, но не до конца разобрался во всех вопросах.</p> <p>В основном знает: а) закономерности гидростатики и гидродинамики;</p> <p>б) закономерности гидромеханических, теплообменных и массообменных процессов</p> <p>в) конструкции и принцип действия насосов, компрессоров, гидромеханических, теплообменных и массообменных аппаратов.</p>	30-35