Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 17:17:30
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета химической технологии и биотехнологии
_____ Ю.В. Данильчук
«__» 07 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы технологических процессов»

По направлению
19.03.01 «Биотехнология»

профиль
«Биотехнология»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

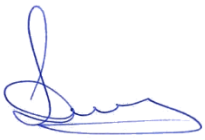
Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.08.2021 № 736 и основной образовательной программы высшего профессионального образования ООП ВО, разработанной в Московском политехническом университете

Программу составил:
к.т.н, профессор. /С.В.Белуков/



Программа дисциплины «**Основы технологических процессов**» утверждена на заседании кафедры «Техника низких температур им. Капицы»

Зав. кафедрой «Техника низких температур им. Капицы»



к.т.н /Д.А. Некрасов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология»

Доцент, к.б.н. / Е.С. Горшина/



«04» июля 2022 г.

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Основы технологических процессов» следует отнести:

.– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению;

.– познание понятий и применения основных биохимических технологий, а также методов их расчёта и интенсификации.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Основы технологических процессов» следует отнести:

– приобретение теоретических знаний по основам технологических процессов в биохимической технологии, необходимых для изучения дисциплин профильной подготовки;

– освоение студентами навыков решения прикладных задач;

– изучение проведения гидромеханических, тепловых и массообменных процессов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Основы технологических процессов» относится к вариативной части блока дисциплин (Б.1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Основы технологических процессов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части цикла (Б1):

– высшая математика;
– общая и неорганическая химия;
– органическая химия;
– физика;
– процессы и аппараты биотехнологических производств;
– безопасность жизнедеятельности.

В вариативной части цикла (Б1):

– промышленная биотехнология;
– проектирование технологических линий;
– основы экологии и токсикологии;
– физическая химия.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенный с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-4	пособен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний	● ИОПК-4.1.Знает базовые элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства ● ИОПК-4.2. Готов применять базовые инженерные и технологические знания для проектирования отдельных элементов технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства ● ИОПК-4.3. Владеет навыками проектирования отдельных элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства
ОПК-5	Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ИОПК-5.1. Знает технологическое оборудование, способы контроля и управления биотехнологическими процессами, количественные и качественные показатели получаемой продукции ИОПК-5.1. Готов осуществлять эксплуатацию биотехнологического оборудования, управлять биотехнологическими процессами ИОПК-5.1. Владеет методами контроля процесса производства и получаемой продукции

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Пятый семестр: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные занятия – 1 час в неделю (18 часов), семинары и практические занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – экзамен.

Самостоятельная работа – 72 часа. Курсовой проект.

Структура и содержание дисциплины «Основные технологические процессы » по срокам и видам работы отражены в приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Введение

Историческая справка, предмет, задачи и роль курса. Классификация основных процессов биохимической технологии.

Кинетические закономерности основных технологических процессов. Периодические и непрерывные процессы.

Теория подобия.

Применение методов теории подобия к изучению биохимических технологических процессов.

Метод анализа размерностей при изучении биохимических технологических процессов.

Гидромеханические процессы

Основные гидромеханические процессы. Классификация жидких неоднородных систем и гидромеханических процессов. Материальный баланс гидромеханических процессов.

Фильтрование

Основной кинетический закон фильтрования. Фильтрование под действием перепада давлений. Центробежное фильтрования.

Осаждение

Кинетика осаждения. Гравитационное осаждение.

Осаждение под действием центробежной силы.

Отстойное центрофугирование.

Кинетика центробежного осаждения.

Циклонный процесс.

Осаждение под действием электрического поля.

Электроочистка газов. Кинетика электро очистки газов.

Перемешивание и псевдоожижение

Перемешивание в жидких средах, области применения и основные характеристики.

Псевдоожижение основные понятия, область применения.

Тепловые процессы

Общая характеристика тепловых процессов. Теплопроводность. Тепловое излучение. Конвективный теплообмен. Теплопередача при изменении агрегатного состояния. Теплопередача. Движущая сила тепловых процессов.

Нагревание

Основные сведения. Нагревание водяным паром («острым» и «глухим»). Нагревание топочными газами. Нагревание жидкими и твердыми промежуточными теплоносителями. Нагревание электрическим током.

Конденсация и охлаждение

Поверхностная конденсация и конденсация смешением. Охлаждение водой и воздухом.

Выпаривание

Простое и многократное выпаривание. Материальный и тепловой баланс.

Основные массообменные процессы биохимической технологии

Массообменные процессы, основные понятия, назначение, особенности. Основное уравнение массопереередачи. Материальный баланс массообменных процессов. Движущая сила массообменных процессов. Модифицированное уравнение массопередачи.

Основные законы массопередачи. Массопередача в системах с твердой фазой (массопроводность).

Абсорбция и ректификация

Абсорбция и ректификация. Области применения. Равновесие в системах жидкость –газ.

Материальный баланс и кинетические закономерности абсорбции. Фазовое равновесие в системе жидкость-газ.

Принцип ректификации. Рабочие линии процесса ректификации. Ректификация многокомпонентных смесей. Тепловой баланс процесса ректификации.

Принципиальные схемы процесса ректификации. Разделение смесей.

Экстракция

Общие сведения. Равновесие в процессах экстракции. Материальный баланс экстракции. Кинетические закономерности процесса экстракции. Принципиальные схемы проведения процесса экстракции.

Умеренное охлаждение

Основные положения. Охлаждение при адиабатическом расширении. Умеренное охлаждение.

Сушка

Теоретические основы и способы сушки. Материальный и тепловой баланс сушки. Кинетика сушки. Принципиальные схемы процессов сушки.

Сублимация.

Адсорбция

Общие сведения. Материальный баланс адсорбции. Кинетика процесса адсорбции. Схемы адсорбционных процессов.

Кристаллизация

Общие сведения. Характеристика кристаллов и способы проведения процессов кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации.

Мембранные процессы

Процессы мембранного разделения смесей. Кинетика мембранного разделения смесей.

Механические процессы

Механические процессы. Классификация измельченных материалов .

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Основы технологических процессов » и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– лекции;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме компьютерного тестирования;

– выполнение и защита курсового проекта;

– индивидуальные консультации, в том числе с использованием компьютерных технологий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Основные технологические процессы » и, в целом по дисциплине, составляет 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие формы самостоятельной работы студентов:

- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
- выполнение курсового проекта по индивидуальному заданию для каждого обучающегося;

Курсовой проект представляет собой работу, посвященную проектированию ряда технологических установок по изучаемым процессам, предусматривающую реализацию теоретических и практических навыков обучающихся по направлению подготовки.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций включают контрольные вопросы и задания в форме компьютерного тестирования для контроля освоения разделов дисциплины, защиту лабораторных работ, защиту курсового проекта, экзамен.

Образцы заданий для курсового проекта, контрольных вопросов и заданий для проведения электронного тестирования, экзаменационных билетов приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-4	Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний
ОПК-5	Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-4 – способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
базовые элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний.	Обучающийся демонстрирует частичное несоответствие знаний. Допускаются незначительные ошибки, неточности.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний структуры. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
Готов применять базовые инженерные и технологические знания для проектирования отдельных элементов технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства	Обучающийся не Готов применять базовые инженерные и технологические знания для проектирования отдельных элементов технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: Готов применять базовые инженерные и технологические знания для проектирования отдельных элементов технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства	Обучающийся демонстрирует частичное несоответствие следующих умений: Готов применять базовые инженерные и технологические знания для проектирования отдельных элементов технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: Готов применять базовые инженерные и технологические знания для проектирования отдельных элементов технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства

владеет навыками проектировани я отдельных элементы технических и технологическ их систем, технических объектов, технологическ их процессов биотехнологич еского производства	Обучающийся не владеет навыками проектирования отдельных элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологическог о производства	Обучающийся владеет навыками проектирования отдельных элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологическ ого производства	Обучающийся частично владеет навыками проектирования отдельных элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологическ ого производства	Обучающийся в полном объеме владеет навыками проектирования отдельных элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологическ ого производства
ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**

Знает технологическое оборудование, способы контроля и управления биотехнологическими процессами, количественные и качественные показатели получаемой продукции	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Знает технологическое оборудование, способы контроля и управления биотехнологическими процессами, количественные и качественные показатели получаемой продукции	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Знает технологическое оборудование, способы контроля и управления биотехнологическими процессами, количественные и качественные показатели получаемой продукции	Обучающийся демонстрирует частичное несоответствие следующих знаний: Знает технологическое оборудование, способы контроля и управления биотехнологическими процессами, количественные и качественные показатели получаемой продукции	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Знает технологическое оборудование, способы контроля и управления биотехнологическими процессами, количественные и качественные показатели получаемой продукции
Готов осуществлять эксплуатацию биотехнологического оборудования, управлять биотехнологическими процессами	Обучающийся не Готов осуществлять эксплуатацию биотехнологического оборудования, управлять биотехнологическими процессами	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: Готов осуществлять эксплуатацию биотехнологического оборудования, управлять биотехнологическими процессами	Обучающийся демонстрирует частичное несоответствие следующих умений: Готов осуществлять эксплуатацию биотехнологического оборудования, управлять биотехнологическими процессами	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: Готов осуществлять эксплуатацию биотехнологического оборудования, управлять биотехнологическими процессами

Владеет методами контроля процесса производства и получаемой продукции	Обучающийся не Владеет методами контроля процесса производства и получаемой продукции	Обучающийся Владеет методами контроля процесса производства и получаемой продукции	Обучающийся частично владеет Владеет методами контроля процесса производства и получаемой продукции	Обучающийся в полном объеме Владеет методами контроля процесса производства и получаемой продукции

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю), методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Процессы и аппараты химических производств» (выполнили и защитили лабораторные работы, написали контрольное тестирование, выполнили и защитили курсовой проект).

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	*Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, либо им допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Студент демонстрирует знания, в которых освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп.-М.: Химия, 1987.- 496 с.

2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие.– 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987.- 576 с.

3. Практикум по курсу Процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие под ред. А.М.Кутепова, Д.А.Баранова. - 3-е изд., переработанное, Москва, 2012. - 342 с.

4. Аиба Ш., Хемфри А., Миллис Н. Биохимическая технология и аппаратура. Пищевая промышленность. Москва, 1975. – 288с.

б) дополнительная литература:

1. Скобло А.И., Трегубова И.А., Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1982.- 584 с.

2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Учебник для вузов – 2-е изд. Ч. 1, 2 – М.: Химия, 1995.- 400 с., 368 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Основное учебно-лабораторное оборудование перечисленное в разделе «материально-техническое обеспечение дисциплины» обеспечено прикладными программными продуктами для проведения экспериментальных исследований и представления результатов в удобном для студентов виде.

Для электронного тестирования по техническому заданию кафедры была разработана специализированная WEB–оболочка по 6-ти разделам лекционного курса (6 рубежных контролей).

Программное обеспечение включает учебно-методические материалы в электронном виде.

Интернет-ресурсы включают доступ к электронным библиотекам университета (http://elib.mgup; http://lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog), к электронным каталогам вузовских библиотек и крупнейших библиотек Москвы (*http://window.edu.ru*).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении данной дисциплины используются специализированные учебные лаборатории кафедры « Основные технологические процессы» 4108 и 4112, оснащенные лабораторными установками, необходимыми для проведения лабораторного практикума:

- кинетика гравитационного осаждения;
- фильтрующая центрифуга;

- определение затрат энергии при перемешивании в жидких средах;
- гидродинамика псевдоожиженного слоя;
- теплообмен в псевдоожиженном слое;
- теплообмен между системами пар-жидкость, жидкость-газ.
- гидродинамика насадочных колонн;
- гидродинамика тарельчатых колонн;
- тепло-массообмен на контактных устройствах колонных аппаратов;
- ректификационная установка;
- исследование процесса конвективной сушки материалов.

Специализированная учебная аудитория 4510 с сетевой компьютерной техникой (17 компьютеров) для электронного WEB-тестирования.

Методические материалы всех лабораторных работ представлены в Практикуме по курсу Процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие под редакцией А.М.Кутепова, Д.А.Баранова. 3-е изд., переработанное, Москва. 2012. - 342 с.

Разработанная WEB-оболочка наполнена соответствующими контрольными методическими материалами по каждому из 6-ти рубежных контролей (15 вопросов в электронном тесте в 10 вариантах - 900 вопросов).

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

- Обязательное посещение лекций ведущего преподавателя. Лекции - основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекциях глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; в лекциях даются разные подходы к исследуемым проблемам; в рабочих конспектах лекций желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студента, дополняющего материал лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

- Подготовка и активная работа на практических занятиях. Подготовка к практическим занятиям включает проработку материалов лекций и рекомендованной учебной литературы.

- Подготовка к лабораторным работам. Лабораторные занятия – это активная форма учебного процесса, при подготовке к которой обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, ознакомиться с техникой проведения лабораторных работ.

- Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы — практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная

работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету и экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- выполнение курсового проекта;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем и решению типичных задач и упражнений.

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать студентов в системе знаний, умений и навыков по данной дисциплине, которые необходимы будущим специалистам.

10. Методические рекомендации для преподавателя

- Глубокое освоение теоретических аспектов тематики курса, ознакомление и переработка литературных источников; составление списка литературы, обязательной для изучения и дополнительной.
- Разработка методики изложения курса: структуры и последовательности изложения материала; составление тестовых заданий, контрольных вопросов.
- Разработка методики проведения и совершенствование тематики практических работ; использование в практикуме реальных данных.
- Разработка методики самостоятельной работы студентов; постоянная корректировка структуры, содержания курса.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология**.

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Основные технологические процессы » по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология»
(бакалавр)

п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.1	Историческая справка, предмет, задачи и роль курса Классификация основных процессов биохимической технологии. Кинетические закономерности основных технологических процессов. Периодические и непрерывные процессы. Теория подобия.	**5**	**1**	**2**			**2**								
1.2	*Семинарское занятие* «Основные кинетические закономерности. Материальный и тепловой баланс»	5	1		2		2	+							
1.3	Применение методов теории подобия к изучению биохимических технологических процессов. Метод анализа размерностей при изучении биохимических технологических процессов. Основные гидромеханические процессы. Классификация жидких неоднородных систем в	**5**	**2**	**2**			**2**	+							

	гидромеханических процессов. Материальный баланс гидромеханических процессов.														
1.4	*Лабораторная работа* «Фильтрование-процесс разделения неоднородных систем»	5	2			2	2	+					электронное тестирование		
1.5	Основной кинетический закон фильтрования. Фильтрование под действием перепада давлений. Центробежное фильтрование.	**5**	**3**	**2**			**2**	**+**							
1.6	*Семинарское занятие* «Фильтрование» Выдача задания на курсовую работу.	5	3		2		2	+		+					
1.7	Кинетика осаждения. Гравитационное осаждение. Осаждение под действием центробежной силы. Отстойное центрофугирование. Кинетика центробежного осаждения. Циклонный процесс. Осаждение под действием электрического поля. Электроочистка газов. Кинетика электро очистки газов.	**5**	**4**	**2**			**2**	**+**		+					
1.8	*Лабораторная работа* «Кинетика гравитационного осаждения»	5	4			2	2	+		+					
1.9	Перемешивание в жидких средах, области применения и основные характеристики. Псевдоожижение основные понятия, область применения.	**5**	**5**	**2**			**2**	**+**		+					
1.10	*Семинарское занятие* «Кинетика гравитационного осаждения.	5	5		2		2	+		+					

	Центробежное осаждение и фильтрование»														
1.11	Общая характеристика тепловых процессов. Теплопроводность. Тепловое излучение. Конвективный теплообмен. Теплопередача при изменении агрегатного состояния. Теплопередача. Движущая сила тепловых процессов.	**5**	**6**	**2**			**2**	+		+					
1.12	*Лабораторная работа* «Гидродинамика псевдоожиженного слоя»	5	6			2	**2**	+		+			электронное тестирование		
1.13	Нагревание, основные сведения. Нагревание водяным паром («острым» и «глухим»). Нагревание топочными газами. Нагревание жидкими и твердыми теплоносителями. Нагревание электрическим током.	**5**	**7**	**2**			**2**	+		+					
1.14	*Семинарское занятие* «Теплопроводность, теплоотдача. Связь коэффициентов теплопередачи с коэффициентами теплоотдачи»	5	7		2		2	+		+					
1.15	Поверхностная конденсация и конденсация смешения. Охлаждение водой и воздухом. Простое и многократное выпаривание. Материальный и тепловой баланс.	**5**	**8**	**2**			**2**	+		+					
1.16	*Лабораторная работа* «Изучение процессов теплообмена между	5	8			2	2	+		+					

	системами пар - жидкость, жидкость-газ»														
1.17	Массообменные процессы, основные понятия, назначение особенности. Основное уравнение массопередачи. Материальный баланс массообменных процессов. Движущая сила массообменных процессов. Модифицированное уравнение массопередачи.	**5**	**9**	**2**			**2**	**+**		**+**					
1.18	*Семинарское занятие* «Теплопроводность, теплопередача, связь коэффициентов теплопередачи и коэффициентов теплоотдачи».	5	9		2		2	+		**+**					
1.19	Основные законы массопередачи. Массопередача в системах с твердой фазой (массопроводность). Абсорция ректификация.. Области применения. Равновесие в системах жидкость-газ. Материальный баланс и кинетические закономерности абсорбции. Фазовое равновесие в системах жидкость –пар.	**5**	**10**	**2**			2	+		**+**					
1.20	*Лабораторная работа* «Экспериментальное определение вязкости среды»	5	10			2	2	+		**+**					
1.21	Принцип ректификации. Рабочие линии процесса ректификации. Ректификация многокомпонентных смесей. Тепловой баланс процесса ректификации. Принципиальные	**5**	**11**	**2**			**2**	+		+					

	схема процесса ректификации. Разделение смесей.														
1.22	*Семинарское занятие* «Выпаривание»	5	11		2		2	+		+					
1.23	Экстракция. Общие сведения. Равновесия в процессах экстракции. Материальный баланс экстракции. Кинетические закономерности процесса экстракции. Принципиальные схемы процесса экстракции.	**5**	**12**	**2**			**2**	+		+					
1.24	*Лабораторная работа* «Ректификация»	5	12			2	**2**	+		+			электронное тестирование		
1.25	Умеренное охлаждение. Основные положения. Охлаждение при аддиабатическом расширении. Умеренное охлаждение.	**5**	**13**	**2**			**2**	+		+					
1.26	*Семинарское занятие* «Основной кинетический закон массопере-дачи. Модифицированные уравнения массопередачи. Средняя движущая сила».	5	13		2		2	+		+					
1.27	Теоритические основы и способы сушки. Материальный и тепловой балансы сушки.	**5**	**14**	**2**			**2**	**+**		+					
1.28	*Лабораторная работа* «Изучение процесса диспергирования растворов и суспензий»	5	14			2	2	**+**		+					
1.29	Кинетика сушки. Принципиальные схемы процессов сушки. Сублимация.	**5**	**15**	**2**			**2**	**+**		+					

1.30	*Семинарское занятие* «Равновесие в процессах ректификации. Материальный баланс».	5	15		2		2	+		+					
1.31	Адсорбция. Общие сведения. Материальный баланс процессов адсорбции. Кинетика процессов адсорбции. Схемы адсорбционных прцессов	**5**	**16**	**2**			2	+		+					
1.32	*Лабораторная работа* «Изучение кинетики сушки»	5	16			2	2	+		+			электронное тестирование		
1.33	Кристаллизация. Общие сведения. Характеристика кристаллов и способы проведения процессов кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации.	**5**	**17**	**2**			**2**	+		+					
1.34	*Семинарское занятие* «Сушка».	5	17		2		2	+		+					
1.35	Процессы мембранного разделения смесей. Кинетика процессов мембранного разделения смесей. Механические процессы. Классификация измельченных материалов.	**5**	**18**	**2**			**2**	+		+					
1.36	*Лабораторная работа* (защиты)	5	18			2	2	+		Защита КП					
Форма аттестации			**19-21**											**Э**	
Всего часов по дисциплине				**36**	**18**	**18**	**72**			**+**				**+**	

Приложение 2
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: Химбиотех

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Основные технологические процессы»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

- тематика курсовых проектов
- пример задания на курсовой проект
- требования к оформлению лабораторных работ
- комплект контрольных задач для семинарских занятий и самостоятельной работы
- примеры заданий для электронного тестирования
- вопросы для подготовки к электронному тестированию
- примеры экзаменационных билетов

Составители:

Пирогова О.В.

Белуков С.В.

Москва, 2022 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ					
ФГОС ВО ***19.03.01 «Биотехнология»***					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие ***Общекультурные и профессиональные компетенции:***					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ОПК-4.	Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний	• ИОПК-4.1.Знает базовые элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства • ИОПК-4.2. Готов применять базовые инженерные и технологические знания для проектирования отдельных элементов технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства	лабораторные занятия, самостоятель-ная работа, курсовое проектиро-вание.	КП РК ЛР СР РТ	***Базовый уровень*** - знает структуру познавательной деятельности, умеет ставить цели и задачи профессионального самообразования, владеет навыками поиска методов решения практических задач. ***Повышенный уровень*** - умеет формулировать проблемы, возникающие при самостоятельном изучении материала, поиске методов решения задач, способен с решать задачи повышенной сложности, анализировать полученную информацию, переносить знания на новые, нестандартные ситуации.

		• ИОПК-4.3. Владеет навыками проектирования отдельных элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства			
ОПК-5.	Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическим и процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	• ИОПК-5.1. Знает технологическое оборудование, способы контроля и управления биотехнологическими процессами, количественные и качественные показатели получаемой продукции • ИОПК-5.1. Готов осуществлять эксплуатацию биотехнологического оборудования, управлять биотехнологическими процессами • ИОПК-5.1. Владеет методами контроля процесса производства и получаемой продукции	лекции, лабораторные занятия, самостоятель-ная работа, курсовое проектиро-вание.	КП РК ЛР СР УО РТ экзамен	***Базовый уровень*** - знает физическую сущность, механизм и макрокинетику основных процессов, общие закономерности и зависимости, необходимые для расчета типовых процессов, принципиальные схемы проведения основных процессов, умеет рассчитывать и проектирова

	.	процессов, их достоинства, области применения; ● устройство типовой аппаратуры, принципы ее рационального использования, методы расчета оптимальных размеров; ● способы интенсификации процессов хим. технологии; **уметь:** - рассчитывать и проектировать установки для проведения технологических процессов; **владеть:** ● навыками выбора типовых аппаратов для осуществления различных процессов химической технологии.			осуществления различных технологических процесоов. ***Повышенный уровень*** - умеет формулировать проблемы, возникающие при выборе аппаратурного оформления технологического процесса, способен с помощью научно-технической информации решать задачи повышенной сложности, анализировать технические возможности оборудования, переносить знания на новые, нестандартные ситуации.

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине
Основные технологические процессыв»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Курсовой проект (КП)	Конечный продукт, получаемый в результате выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельн рассчитать основные етехнологические процессы.	Темы индивидуальных проектов
2	Рубежный контроль (РК)	Средство проверки усвоения лекционного курса по изучаемым процессам, WEB-тестирование.	Примеры тестовых заданий.
3	Лабораторные работы (ЛР) (УО) (РТ)	Устный опрос по предмету исследования, проверка рабочей тетради с подготовкой к лабораторной работе, проведение лабораторной работы, обработка результатов и защита лабораторных работ.	Требования к оформлению рабочей тетради при подготовке и защите лабораторных работ
4	Самостоятельная работа (СР)	Средство проверки умений применять полученные теоретические знания для решения практических задач по разделам дисциплины.	Комплект контрольных задач по различным процессам.

Приложение

Ориентировочная тематика курсовых проектов на кафедре ХИМБИОТЕХ

№ п/п	Раздел курса	Основные процессы технологических схем рекомендуемые на конструктивную разработку
1.	**Гидромеханические процессы**	Типовая схема, основные стадии и реализующие процессы в биохимических производствах.
2.	**Тепловые процессы**	Типовая схема, основные стадии и реализующие процессы в биохимических производствах.
3.	**Массообменные (диффузионные) процессы**	Типовая схема, основные стадии и реализующие процессы в биохимических производств.
Вспомогательные аппараты: Батарейные циклоны Гидроциклоны Газожидкостные сепараторы Отстойники непрерывного действия Пылевые центробежные сепараторы Батарейные фильтры Электрофильтры Конденсаторы поверхностного типа Конденсаторы смешения Теплообменники различного типа (холодильники, подогреватели, испарители и т.д.)		

МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Химбиотех» УТВЕРЖДАЮ _____»
Зав. кафедрой

З А Д А Н И Е
на курсовой проект

Студенту_____группы_____

1. **Тема работы и исходные данные.** Выбор технологической схемы биохимического производства определяется студентом согласовано с преподавателем7

2. **Задание на специальную разработку.** Основной аппарат технологической схемы, рассчитать материальный и тепловой баланс аппарата, производительность и исходные данные определяет преподаватель.

3. **Перечень обязательного графического материала:**

   1. Технологическая схема биохимического производства.
   2. Основной аппарат технологической схемы.

4. **Рекомендуемая литература и материалы**

   1. Практикум по курсу Процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие под ред. А.М.Кутепова, Д.А.Баранова. - 3-е изд., переработанное, Москва, 2012. - 342 с.
   2. А.Н.Плановский, П.И.Николаев. «Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии». М., «Химия», 1987г.
   3. К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.П.Носков «Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. М., «Химия»,1987г.
   4. Ю.И.Дытнерский «Основные процессы и аппараты химической технологии». Пособие по проектированию. М., «Альянс», 2007г.

Дата выдачи задания _____

Срок сдачи законченного проекта _____

Студент _____

Руководитель _____

Требования к оформлению рабочей тетради студента по подготовке к лабораторным работам

Подготовка к лабораторной работе должна содержать:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель лабораторной работы.
3. Краткий конспект теоретической части с выводом расчетных формул.
4. Рисунки схем процессов.
5. Порядок выполнения лабораторных работ.
6. Таблицы для занесения экспериментальных данных.

Лабораторная работы к защите должна содержать:

1. Расчеты по экспериментальным данным.
2. Таблицы с результатами расчетов по исследованному процессу.
3. Графическое представление экспериментальных данных.
4. Выводы по проведенному исследованию процесса.

Комплект контрольных задач для семинарских занятий (СЗ) и самостоятельной работы студентов (СР)

Задача:

Определить диаметр механизированного отстойника непрерывного действия производительностью 40 т/ч водной суспензии, содержащей 5% (масс.) частиц песка с плотностью 2600 кг/м^3. Наименьший диаметр частиц 8 мкм. Осаждение осуществляется в ламинарном режиме. Динамическая вязкость воды – 10^{-3} Па·с.

Задача:

Определить максимальную скорость осаждения твердых частиц диаметром 2 мкм в отстойной центрифуге. Плотность жидкости 1000 кг/м^3. Динамический коэффициент вязкости жидкости $1 \cdot 10^{-3}$ Па·с, плотность твердых частиц 2500 кг/м^3, диаметр ротора центрифуги равен 1 м, частота вращения ротора n = 3,6 с$^{-1}$. Режим осаждения – ламинарный.

Во сколько раз быстрее произойдет осаждение данных частиц в центрифуге, чем в отстойнике?

Задача:

Определить массовую производительность по суспензии, фильтрату и осадку фильтрующей центрифуги периодического действия за цикл (одну загрузку) и рассчитать центробежный фактор (фактор разделения). Размеры барабана центрифуги: диаметр 800 мм, внутренний диаметр борта 400 мм, высота 600 мм. Плотность суспензии 1300 кг/м^3. Скорость вращения 800 об/мин. Концентрация твердой фазы в суспензии 40% (масс.), влажность осадка 30% (масс.).

Задача:

Определить массовый и объемный расход осветленной жидкости и осадка при отстаивании 100 т/ч водной суспензии, содержащей 5% (масс.) частиц песка с плотностью 2600 кг/м^3. Концентрация частиц в осадке – 60% (масс.), осветленная жидкость не содержит твердых частиц.

Задача:

Определить среднюю объемную производительность рамного фильтр-пресса по фильтрату, имеющего 40 рам размером 1000х1000х40 мм каждая. Конечный перепад давления при фильтровании ΔР = 0,6 МПа. Сопротивление фильтрующей перегородки $R_ф = 3 \cdot 10^8$ Н·с/м^3. Удельное сопротивление осадка $3{,}6 \cdot 10^{11}$ Н·с/м^4. Отношение объема осадка к объему фильтрата 0,2. Время вспомогательных операций и промывке в сумме составляет 30 минут.

Задача:

Производительность барабанного вакуум-фильтра 400 кг/ч водной суспензии, содержащей 12% (масс.) твердой фазы с плотностью 2200 кг/м^3. Влажность полученного осадка 20% (масс.), а содержание твердой фазы в фильтрате 0,05% (масс.). Определить производительность фильтра по осадку и фильтрату.

Задача:

Определить диаметр циклона, в котором очищается от пыли 300 кг/ч дымовых газов. Коэффициент сопротивления циклона ξ=105, отношение $\Delta p/\rho_г$ =750 м^2/с^2. Плотность дымовых газов $\rho_г$ = 1,2 кг/м^3.

Задача:

Рассчитать число элементов батарейного циклона, предназначенного для очистки 7800 м^3/ч газа от пыли. Перепад давления на циклоне равен 400 Па. Коэффициент гидравлического сопротивления элемента ξ = 90. Диаметр элемента равен 150 мм. Плотность газа равна 0,6 кг/м^3.

Задача:

Определить интенсивность перемешивания и мощность, потребляемую при перемешивании 250 л среды мешалкой диаметром 200 м, если число оборотов мешалки n = 600

об/мин., плотность перемешиваемой среды равна 1000 кг/м^3, а критерий мощности мешалки (модифицированный критерий Эйлера) $K_N = 10$.

Задача:

Температура жидкости в теплообменнике 83^{0}С, температура наружного воздуха 20^{0}С. Толщина стенки теплообменника 20 мм, толщина слоя тепловой изоляции 50 мм. Теплопроводность стенки 4 Вт/м·град. Коэффициент теплоотдачи от жидкости к внутренней стенке аппарата составляет 100 Вт/м·град, а от поверхности изоляции к наружному воздуху 20 Вт/м·град. Определить термическое сопротивление теплопередачи, плотность теплового потока, разность температур между внешним слоем изоляции и наружным воздухом.

Задача:

Определить расход греющего пара (давление 0,4 МПа) и поверхность теплообмена подогревателя, в котором нагревается 1200 кг/ч смеси этанола и воды от 10^{0}С до 80^{0}С, теплоемкость смеси 3,4 кДж/кг·град. Коэффициент теплопередачи 700 Вт/м·град.

Задача:

Водяной пар в количестве 8000 кг/ч при вакууме 0,07 МПа конденсируется водой в конденсаторе смешения с барометрической трубой. Начальная температура подаваемой воды 12 ^{0}С. Температура смеси конденсата и воды на 8^{0}С ниже температуры пара. Определить расход охлаждающей воды и высоту гидравлического затвора в барометрической трубе.

Задача:

В однокорпусной выпарной установке упаривается 10000 кг/ч водного раствора КОН от начальной концентрации 4% (масс.) до конечной – 36% (масс.) при давлении 0,02 МПа. Найти количество упариваемой воды и полезную разность температур, если давление греющего пара 0,3 МПа. Величина температурных потерь за счет гидростатического эффекта 6^{0}С, физико-химической депрессии 20^{0}С.

Задача:

В выпарном аппарате под давлением 0,02 МПа упаривается 7000 кг/ч водного раствора NaOH от начальной концентрации $X_н$ = 6% (масс.) до $X_к$= 30% (масс.). Давление греющего пара 0,4 МПа. Определить поверхность теплообмена, если сумма температурных потерь 18^{0}С, а коэффициент теплопередачи от пара к раствору 900 Вт/м^2·град. Тепловые потери не учитывать, При расчете тепловой нагрузки считать, сто тепло греющего пара расходуется только на образование вторичного пара.

Задача:

В трехкорпусной вакуум-выпарной установке упаривается 900 кг/ч водного раствора КОН от концентрации 4% (масс.) до 36% (масс.). Остаточное давление в конденсаторе 0,02 МПа, давление греющего пара 0,8 МПа. Определить количество выпаренной воды и полезную разность температур, если сумма всех температурных потерь равна: за счет гидростатического эффекта в корпусах – 12,5^{0}С, за счет гидродинамической депрессии -3^{0}С, физико-химической депрессии - 23^{0}С.

Задача:

Определить расход серной кислоты для осушки воздуха при следующих данных. Производительность скруббера 500 м^3/ч (считая на сухой воздух при нормальных условиях). Начальное содержание влаги в воздухе 0,016 кг/кг сухого воздуха, конечное содержание влаги в воздухе 0,006 кг/кг сухого воздуха. Начальное содержание воды в кислоте 0, 6 кг/кг моногидрата, конечное содержание – 1,4 кг/кг моногидрата. Осушка воздуха производится при атмосферном давлении. Плотность воздуха – 1,29 кг/м^3.

Задача:

Через противоточный абсорбер пропускают 3000 кг/час воздуха, содержащего 0,06 кг ацетона/кг инертной части. Концентрация ацетона в воздухе на выходе из абсорбера – 0,01 кг ацетона на кг инертной части. Извлечение ацетона производится 9000 кг/час чистой воды. Найти движущую силу процесса абсорбции, если уравнение линии равновесия $y_р = 2 \cdot x$. Рабочую и равновесную линии изобразить на диаграмме $y – x$.

Задача:

Рассчитать число единиц переноса в процессе прямоточной абсорбции ацетона водой при условии: $x_н = 0$; $y_н = 0,06$ кгмольРВ/кгмоль ин.нос. Отношение потоков L/G = 2, уравнение линии равновесия $y_р = 1,68 \cdot x$. Конечная концентрация ацетона в воде $x_к = 0,0115$ кгмольРВ/кгмоль ин.нос.

Задача:

Рассчитать среднюю движущую силу $\Delta y_{ср}$ для противоточного процесса массопередачи, в котором линия равновесия выражается уравнением $y_р = 1,35 \cdot x$; $x_н = 0$; $x_к = 0,02$ кгмоль/кгмоль; L/G = 2,35; $y_к = 0,03$ кгмоль/кгмоль. Рабочую и равновесную линии изобразить на диаграмме $y–x$.

Задача:

Рассчитать коэффициенты массопередачи: K_x[кгмоль/(м^2/час·кгмоль/кгмоль)] и K_y[кгмоль/(м^2/час·кгмоль/кгмоль] для процесса, в котором коэффициенты массоотдачи имеют следующие значения: $\beta_y = 0,28$ [кгмоль/(м^2/час·кгмоль/кгмоль] и $\beta_x = 0,28$ [кгмоль/(м^2/час·кгмоль/кгмоль], а уравнение линии равновесия имеет вид $y_р = 1,02 \cdot x$.

Задача:

В ректификационной колонне непрерывного действия разделяется смесь этанол-вода. Исходная смесь содержит 10%(масс.) этанола, дистиллят - 90%(масс.) этанола, кубовая жидкость - 2%(масс.) этанола. Производительность установки1000 кг/час дистиллята. Определить количества кубовой жидкости и исходной смеси, а также количество паров, поступающих в дефлегматор при флегмовом числе равном 0,2.

Задача:

Определить количество дистиллята и кубового остатка, подученных при разделении 2000 кг/час смеси этанол-вода. Концентрация этанола в исходной смеси - 25%(масс.), в дистилляте - 92%(масс.) и кубовом остатке – 1,5%(масс.).

Задача:

Определить какое количество (в кг/ч) исходной смеси подается в ректификационную колонну диаметром 800 мм, если из колонны выводится 3 т/час кубовой жидкости. Скорость паров в свободном сечении в верхней части колонны равна 1,0 м/с. Флегмовое число равно 2,0. Плотность пара на выходе из колонны 2,77 кг/м^3.

Задача:

Производительность ректификационной колонны непрерывного действия – 1000 кг/час исходной смеси, состоящей из бензола и толуола. Расход кубовой жидкости (толуола) – 600 кг/час. Флегмовое число R = 2. Определить какое количество пара поступает в дефлегматор.

Задача:

В ректификационную колонну непрерывного действия подается на разделение смесь бензола и толуола, имеющая в своем составе 40%(масс.) бензола. Дистиллят содержит 97%(масс.) легколетучего. Мольная доля бензола 78, толуола 92. Определить минимальное флегмовое число, если концентрация легколетучего в паре, равновесном с жидкой исходной смесью, равна 59%(мол.).

Задача:

Производительность ректификационной колонны равна 1000 кг/час дистиллята. Известны составы: исходной смеси x_F =30%(мол.), дистиллята – $x_Р$ = 90%(мол.) и пара, равновесного с исходной смесью y_{Fp} = 60%(мол.). Определить количество пара, поступающего из колонны в дефлегматор, если рабочее флегмовое число $R = 1.5\ R_{min}$.

Задача:

В распылительном экстракторе производится извлечение фенола из его водного раствора бензолом. Количество обрабатываемой фенольной воды L = 20 т/ч. Концентрация фенола в воде: $x_н$ = 1,0%(масс.); $x_к$ = 0,1%(масс.). Концентрация фенола в бензоле: $y_н$ = 0; $y_к$ = 4,75%(масс.). Найти часовой расход чистого бензола и его удельный расход на 1 кг обрабатываемой фенольной воды.

Задача:

Для экстракции медпрепарата из его водного раствора хлороформом используется чистый растворитель ($y_н$ = 0), который насыщается до содержания в нем медпрепарата $y_н$ = 0,00115кг/кг экстрагента. Начальная концентрация медпрепарата в водном растворе составляет $x_н$ = 0,00175кг/кг воды, а конечная $x_н$ = 0,00005кг/кг воды. Уравнение равновесия $y_р = 4{,}66 \cdot x$. Найти среднюю движущую силу противоточного процесса экстракции. Рабочую и равновесную линии процесса изобразить на диаграмме $y - x$.

Задача:

Определить расход воздуха для высушивания 100 кг/ч влажного материала от начальной влажности 10%(масс.) до конечной - 0,5%(масс.). Воздух перед калорифером имеет температуру $t_0 = 20^0$C и относительную влажность, равную ϕ_0 = 50%, температура его после калорифера равна 60^0C. Относительная влажность воздуха после сушилки ϕ_2 = 40%. Сушилка изоэнтальпическая (теоретическая).

Задача:

Воздух в изоэнтальпической сушилке поступает в калорифер при температуре $t_н = 25^0$C и относительной влажности ϕ = 65%, нагревается до температуры $t_к = 130^0$C и уходит из сушилки с относительной влажностью равной ϕ = 45%. Требуется понизить максимальную температуру сушки до 90^0C, применив рециркуляцию. Определить кратность циркуляции воздуха.

Задача:

Наружный воздух при температуре $t_0 = 10^0$C и относительной влажности ϕ_0 = 50%, пройдя калорифер и сушильную камеру, выходит из нее при температуре $t_2 = 40^0$C и относительной влажности равной ϕ_2 = 70%. Определить:

а) температуру воздуха после калорифера;

б) расход воздуха при удалении 100 кг влаги;

в) расход тепла в калорифере, если величина Δ = - 400 кДж/кг удаленной влаги.

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

РК№1

10101

Выберите из приведенного перечня процессов те, которые являются технологическими:

1. Процесс производства азотной кислоты.
2. Процесс измерения температуры расплава в производстве чугуна.
3. Процесс поглощения атмосферной влаги серной кислоты в лабораторном приборе-эксикаторе.
4. Процесс осушки природного газа перед транспортировкой по трубопроводу.

10102

Что входит в предмет курса "Основные технологические процессы"?

1. Технология производства химических материалов.
2. Процессы производства конкретных видов биохимической продукции.
3. Процессы и аппараты однотипных стадий производств химических продуктов.
4. Все формулировки в п.п. 1.3.

10103

Ниже приведен список величин, характеризующих процесс и его работу:

1. G - производительность аппарата;
2. H – высота аппарата;
3. D – диаметр аппарата;
4. M – количество переданной массы;
5. Q – количество переданной теплоты;
6. C – скорость процесса;
7. τ – время процесса;
8. Δ – движущая сила процесса;
9. R – сопротивление процессу, протекающему в аппарате.

Какие величины из данного списка необходимы для формулировки основного кинетического закона?

10104

Что лежит в основе классификации основных процессов биохимической технологии?

1. Общность аппаратурного оформления.
2. Единое математическое описание процессов.
3. Свойства перерабатываемых материалов.
4. Единство кинетических закономерностей.
5. Совокупность перечисленных признаков.

10105

Какие величины необходимы для записи основного кинетического закона для гидромеханических процессов (в интегральной форме)?

1. M – масса вещества, перешедшая из одной фазы в другую;
2. f – площадь поперечного сечения аппарата;
3. F – площадь поверхности фазового контакта;
4. τ – время;
5. Δc – разность концентраций вещества в различных фазах;
6. R – сопротивление процессу;
7. Δp – перепад давления;
8. V – объем продуктов, проходящих через аппарат;
9. K – коэффициент массопередачи.

10106

С какой целью составляется уравнение материального баланса?

1. Для определения энергетических затрат на процесс.

2. Для определения условий равновесия в ходе процесса.
3. Для определения величины материальных потоков.
4. Для определения кинетических характеристик процесса.

10107

С какой целью составляется уравнение теплового баланса?

1. Для расчета величины тепловых потерь установки.
2. Для определения средней движущей силы процесса теплопереноса.
3. Для определения энергетических затрат на процесс.
4. Для расчета коэффициентов скорости процесса.

10108

Какие из перечисленных ниже геометрических характеристик являются основной расчетной характеристикой гидромеханического и массообменного аппаратов, входящей в основное кинетическое уравнение соответствующего процесса?

1. Высота аппарата.
2. Диаметр аппарата.
3. Площадь сечения.
4. Длина аппарата.
5. Объем аппарата.
6. Площадь поверхности межфазного контакта.
7. Ширина аппарата.

10109

Знанием каких величин необходимо располагать при определении основной геометрической характеристики (основного размера) гидромеханического аппарата?

1. Расходом перерабатываемого материала.
2. Коэффициентом скорости процесса.
3. Данными о равновесии.
4. Площадью поверхности межфазного контакта.
5. Движущей силой процесса.
6. Временем процесса.
7. Объемом аппарата.

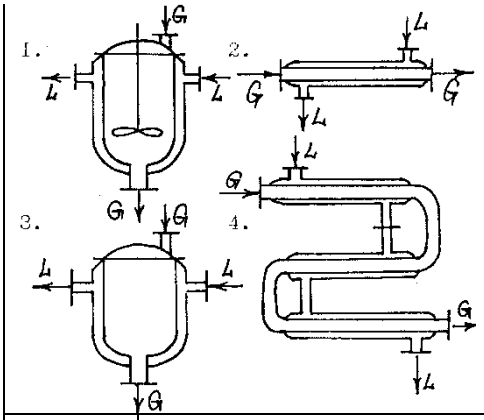
10110

Определите наиболее правильную формулировку непрерывного процесса.

1. Процесс, в котором отдельные стадии осуществляются в разных местах.
2. Процесс, в котором отдельные стадии осуществляются одновременно в разных местах.
3. Процесс, в котором отдельные стадии осуществляются одновременно.
4. Процесс, в котором отдельные стадии процесса осуществляются во всем объеме аппарата одновременно.

10111

В каком из приведенных ниже теплообменных аппаратов величина движущей силы минимальна при одинаковых начальных и конечных параметрах теплоносителей?



10112

В каком аппарате при одинаковых начальных и одинаковых конечных параметрах движущая сила является максимальной?

1. В аппарате с противоточным направлением движения фаз.
2. В аппарате полного перемешивания.
3. В аппарате идеального вытеснения.
4. В аппарате с прямоточным движением фаз.
5. В аппарате непрерывного действия.

10113

Укажите, какие из перечисленных пунктов входят в условия однозначности?

1. Условия равновесия.
2. Геометрические и начальные условия.
3. Дифференциальные уравнения процесса и физические свойства среды.
4. Граничные условия.
5. Предельные значения потоков субстанции через поверхность контакта фаз.

10114

В каких из перечисленных случаев правильно получен критерий подобия при анализе методами теории подобия следующего дифференциального уравнения:

$$\gamma \frac{d^2V_x}{dt^2} = C\frac{W_x}{l}.$$

1. $\frac{\gamma V^2 l}{t^2 C W}$. 2. $\frac{\gamma V_x l}{t^2 C W_x}$. 3. $\frac{\gamma V l}{t^2 C W}$. 4. $\frac{d^2V_x \gamma l}{dt^2 C W_x}$. 5. $\frac{W t^2 C}{V l \gamma}$.

10115

В чем состоит практическое значение теории подобия?

1. В том, чтобы исключить из описания сложные системы дифференциальных уравнений.
2. В том, чтобы поставить эксперимент с минимальным количеством измеряемых в опыте величин.
3. В том, чтобы правильно обработать результаты эксперимента.
4. В том, чтобы распространить данные эксперимента на группу подобных процессов.
5. В том, чтобы установить области, на которые можно распространить данные эксперимента.
6. В том, чтобы повысить точность проведения эксперимента.

РК№2

20501

Укажите, баланс каких из приведенных ниже сил составляет суть уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости (уравнение Навье-Стокса).

1. Сила тяжести;
2. Сила трения;
3. Сила Архимеда;
4. Сила вязкого трения;
5. Сила инерции;
6. Сила Кориолиса;
7. Сила давления;

8. Центробежная сила.

20502

Укажите, какие члены уравнения движения несжимаемой вязкой жидкости (Навье-Стокса) характеризуют нестационарность и влияние силы тяжести.

1. $\frac{\partial W_x}{\partial \tau}$;
2. $W_x \frac{\partial W_x}{\partial x} + \ldots$;
3. ρg;
4. $\frac{\partial P}{\partial x}$;
5. $\mu\left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \ldots\right)$.

20503

В отстойник непрерывного действия поступает суспензия в количестве 700 кг/ч, содержащая 5% твердой фазы. Получаемый осадок содержит 35,5% твердой фазы, а жидкость – 0,5%.
Определить производительность отстойника по осадку и осветленной жидкости (в кг/ч).

20504

Определить массовую производительность по суспензии, фильтрату и осадку фильтрующей центрифуги периодического действия за цикл и **рассчитать центробежный фактор**. Размеры барабана центрифуги: диаметр – 600 мм, внутренний диаметр – 400 мм, высота – 600 мм. Плотность суспензии 1200 кг/м^3. Скорость вращения 600 об/мин. Концентрация твердой фазы в суспензии – 40% мас., влажность осадка – 30%.

20505

Определить скорость промывки осадка (м^3/м^2*мин) на фильтровальной перегородке, если конечная скорость фильтрования $C_{ф.\,кон.} = 7*10^{-2}$ м^3/м^2*мин, вязкость фильтрата $\mu_ф = 1*10^{-3}$ Па*с, вязкость промывной жидкости $\mu_{пр} = 0{,}7*10^{-3}$ Па*с. Режим ΔP = Const.

20506

Определить толщину слоя осадка, образовавшегося при фильтровании на рамном фильтр-прессе, производительность которого по фильтрату 16 м^3. Продолжительность фильтрования 20 мин., поверхность фильтрования 40 м^2. Конечное давление фильтрования $5*10^5$ Па, удельное сопротивление осадка $8*10^8$ Н*мин/м^4, сопротивление фильтрующей ткани $6*10^5$ Н*мин/м^3.

20507

Найдите, во сколько раз скорость центробежного осаждения будет выше скорости гравитационного осаждения, если одну и ту же суспензию разделять в отстойной центрифуге, диаметр барабана которой 1 м, а число оборотов 300 об/мин.

20508

Определить максимальную скорость осаждения твердых частиц диаметром 5 мкм в отстойной центрифуге. Плотность жидкости 1000 кг/м^3, $\mu = 1*10^{-3}$ Па*с, $\rho_{тв} = 2500$ кг/м^3. Диаметр ротора центрифуги 0,5 м, частота вращения 3,5 с$^{-1}$. Режим осаждения – ламинарный.

20509

Рассчитать производительность $V_п$ м^3/ч гравитационного прямоугольного отстойника (полочного) полунепрерывного действия, работающего в ламинарном режиме осаждения, при следующих исходных данных: число полок отстойника 25 шт., длина полок 4 м, ширина полок 1 м, твердая фаза монодисперсна по составу и состоит из сферических частиц диаметром 10 мкм. Дисперсионная среда – вода, $\mu = 10^{-3}$ Па*с, $\rho_{тв} = 2800$ кг/м^3.

20510

Во сколько раз увеличится потребляемая мешалкой мощность, если скорость ее вращения увеличится в 2 раза?

20511

Определить значение интенсивности перемешивания при работе мешалки, если номинальная мощность двигателя 5 кВт, мощность, потребляемая из сети, 4 кВт, мощность, вводимая в перемешиваемую среду 3 кВт, объем перемешиваемой жидкости 3м^3.

20512

Мощность, затрачиваемая на перемешивание 157 кВт, число оборотов мешалки 2,5 с$^{-1}$. **Определить крутящий момент на валу мешалки.**

20513

В газовом циклоне D_y = 800 мм, общее сопротивление которого составляет $\Delta P = 10^4$кг/м*с^2, частицы пыли перемещаются с условной окружной скоростью $V_{усл}$ = 20 м/с. **Определить $K_ц$ и коэффициент сопротивления циклона ξ.** (g = 10 м/с^2; $\rho_г$ = 1 кг/м^3).

20514

Определить диаметр циклона, в котором очищается от пыли 210 кг/ч дымовых газов. Коэффициент сопротивления циклона ξ = 105, отношение $\frac{\Delta P}{\rho_г} = 750$ м^2/с^2, $\rho_г$ = 1,2 кг/м^3.

20515

Рассчитать число элементов батарейного циклона, предназначенного для очистки 7600м^3/ч газа от пыли. Перепад давления на циклоне равен 400 Па, ξ = 80. Диаметр элемента 160 мм, $\rho_г$ = 0,6 кг/м^3.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ТЕСТИРОВАНИЮ

Общие вопросы

1. Что лежит в основе классификации химико-технологических процессов?
2. Какова формулировка основного кинетического закона?
3. В чём заключается сущность периодических и непрерывных процессов?
4. В чём состоят основные особенности моделей полного вытеснения и полного смешения?
5. На основании каких законов записываются уравнения материального и энергетического балансов?
6. Что входит в условия однозначности?
7. Какие процессы называются подобными?
8. Какие критерии подобия являются определяемыми?
9. Какую роль играет теория подобия в исследовании технологических процессов?

Вопросы по гидромеханическим процессам

10. Какие процессы включает в себя гидромеханические процессы биохимической технологии?
11. Что является движущей силой гидромеханических процессов?
12. Какие критерии входят в критериальное уравнение, эквивалентное уравнению Навье-Стокса?
13. Какие критерии гидромеханического подобия существуют?
14. В чём физический смысл гидромеханических критериев подобия?
15. Какие неоднородные системы существуют?
16. Какие силы учитываются в уравнении гравитационного осаждения одиночной частицы?
17. Какие факторы влияют на скорость гравитационного осаждения одиночной частицы?
18. Какими критериями подобия описывается процесс гравитационного осаждения?

19. В поле каких физических сил можно провести гидромеханический процесс осаждения?
20. В каких технологических режимах можно осуществлять фильтрование? Приведите примеры фильтров, работающих в этих режимах.
21. Что обеспечивает режим постоянной скорости фильтрования в фильтр-прессах?
22. Каким образом создаётся поле центробежных сил в циклоне и центрифугах?
23. Каков физический смысл центробежного фактора разделения?
24. Как и во сколько раз изменится величина центробежного фактора разделения при увеличении частоты вращения в два раза
25. Каковы основные преимущества и недостатки псевдоожиженного слоя?
26. Какова физическая причина перехода неподвижного слоя твердых зернистых частиц в псевдоожиженное состояние?
27. Что представляет собой кривая псевдоожижения?
28. Чем объясняется постоянство сопротивления слоя при режиме псевдоожижения?
29. Каким образом определяется скорость начала псевдоожижения?
30. Для разделения каких дисперсных систем применяют процесс электроосаждения?
31. Какие виды ионизации существуют?
32. Почему возникает разряд у коронирующего электрода?
33. Почему коронирующие электроды в электрофильтрах делают отрицательными?
34. Для каких целей в технологических процессах применяют перемешивание в жидких средах?
35. Какие способы перемешивание в жидких средах существуют?
36. Что такое интенсивность и эффективность перемешивания?

Вопросы по тепловым процессам

37. Какие существуют способы передачи тепла?
38. В чём состоит различие между переносом теплоты конвекцией и теплопроводностью?
39. Какие критерии подобия используются для описания процесса конвективного переноса тепла?
40. В чём заключается процесс теплопередачи?
41. Какова формулировка закона теплопроводности Фурье?
42. От каких факторов зависит коэффициент теплопроводности?
43. Какова формулировка закона теплоотдачи Ньютона?
44. От каких факторов зависит коэффициент теплоотдачи?
45. Каким образом рассчитывается поверхность теплообмена теплообменника?
46. Почему для нагрева часто используется насыщенный водяной пар?
47. Что понимается под «жесткими» условиями нагрева?
48. Почему нагревание охлаждающей воды в теплообменнике допускается не более $60\ ^0$C?
49. Какие способы конденсации применяют в технике?
50. Какой способ поверхностной конденсации – капельная или пленочная – наиболее эффективен и почему?
51. Из каких слагаемых складывается высота барометрической трубы?
52. Что такое процесс выпаривания?
53. С какой целью в греющих камерах выпарных аппаратов создается циркуляция раствора?
54. С какой целью создаются многокорпусные выпарные аппараты?
55. Каким образом определяется общая разность температур в процессах выпаривания?

56. Как определяется полезная разность температур в процессах выпаривания?
57. Какие температурные потери наблюдаются при выпаривании?

Вопросы по массообменным процессам

58. Что является движущей силой массообменных процессов?
59. С какой целью модифицируется основное уравнение массопередачи?
60. Какие законы описывают равновесие в системах жидкость-газ и жидкость-пар?
61. Как формулируется первый закон Фика?
62. От чего зависит коэффициент молекулярной диффузии?
63. Как формулируется закон массоотдачи Щукарева?
64. От чего зависит коэффициент массоотдачи?
65. Чем отличается массоотдача от массопередачи?
66. Какие критерии подобия описывают процессы массообмена?
67. Каким образом определяется движущая сила массопередачи?
68. В чем отличие хемосорбции от физической абсорбции?
69. Какие условия интенсифицируют процесс абсорбции?
70. Чем характеризуется точка азеотропа?
71. Что такое флегмовое число?
72. Какова движущая сила процесса ректификации при минимальном флегмовом числе?
73. Из каких слагаемых складывается сопротивление тарельчатой колонны?
74. От чего зависит коэффициент массопроводности?
75. Какие способы жидкостной экстракции существуют?
76. Какие существуют виды связи влаги в материале?
77. В чём состоят различия между конвективной и кондуктивной сушкой?
78. Перечислите основные параметры влажного воздуха как сушильного агента?
79. В чем отличие I и II периода сушки?
80. В каких случаях целесообразно применение сушилок с частичной рециркуляцией сушильного агента?
81. В чем отличие динамической от статической активности адсорбента?
82. Какие параметры процесса адсорбции связывает между собой уравнение Шилова?

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ** , кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Процессы и аппараты химической технологии***
Образовательная программа ***19.03.01***
Курс **3**, семестр **5**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости (уравнение Навье-Стокса).
2. Рабочие линии процессов с переменным и постоянным флегмовым числом.

Задача

Определить массовый и объемный расход осветленной жидкости и осадка при отстаивании 100 т/ч водной суспензии, содержащей 5% масс. частиц песка с плотностью 2600 кг/м^3. Концентрация частиц в осадке 60% масс., осветленная жидкость не содержит твердых частиц.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ /Т.И. Громовых/

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ** , кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Процессы и аппараты химической технологии***
Образовательная программа ***19.03.01***
Курс **3**, семестр **5**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Псевдоожижение твердого зернистого материала. Определение скорости начала псевдоожижения.
2. Материальный и тепловой балансы простого выпаривания.

Задача

Рассчитать число единиц переноса в процессе прямоточной абсорбции ацетона водой при условии: $x_н = 0$; $y_н = 0{,}06$ кгмольРВ/кгмоль ин.нос. Отношение потоков L/G = 2, уравнение линии равновесия $y_р = 1{,}68 \cdot x$. Конечная концентрация ацетона в воде $x_к = 0{,}0115$ кгмольРВ/кгмоль ин.нос.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ /Т.И.Громовых/

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ** , кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Процессы и аппараты химической технологии***
Образовательная программа ***19.03.01***
Курс **3**, семестр **5**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Движущая сила массообменных процессов.
2. Материальный и тепловой баланс конденсатора смешения.

Задача

Производительность ректификационной колонны 1000 кг/час дистиллята. Определить количество пара, поступающего в дефлегматор, если рабочее флегмовое число $R = 1.5R_{min}$. Известны составы: исходной смеси – $x_f = 30\%$ (мол.), дистиллята – $x_p = 90\%$ (мол.) и пара, равновесного с исходной смесью $y_{fp} = 60\%$ (мол.).

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ /Т.И.Громовых/

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ** , кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Процессы и аппараты химической технологии***
Образовательная программа ***19.03.01***
Курс **3**, семестр **5**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Механическое перемешивание жидких сред. Уравнение для определения мощности мешалки.
2. Нагревание «острым» и «глухим» паром.

Задача

Рассчитать число единиц переноса в процессе прямоточной абсорбции ацетона водой при условии: $x_н = 0$; $y_н = 0{,}06$ кмоль/кмоль. Отношение потоков $L/G = 2$, уравнение линии равновесия $y_р = 1{,}5x$; $x_к = 0{,}015$ кмоль/кмоль.

.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ /Т.И.Громовых /

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ** , кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Процессы и аппараты химической технологии***
Образовательная программа ***19.03.01***
Курс **3**, семестр **5**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Теория подобия: основные положения и практическое значение.
2. Ректификация. Определение оптимального флегмового числа.

Задача

Воздух в изоэнтальпической сушилке поступает в калорифер при температуре $t_н = 25^0$C и относительной влажности $\phi = 65\%$, нагревается до температуры $t_к = 130^0$C и уходит из сушилки с относительной влажностью равной $\phi = 45\%$. Требуется понизить максимальную температуру сушки до 90^0C, применив рециркуляцию. Определить кратность циркуляции воздуха.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ /Т.И.Громовых/