

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 19:10:28
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« ____ » _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность программы бакалавриата:

Системы автоматизированного проектирования

Автоматизированные системы обработки информации и управления

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет **механический**

Кафедра **процессов и аппаратов**

Санкт-Петербург

2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		доцент Фомин В. В.

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты химических производств»
обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов
протокол от «__» _____ 2016 №
Заведующий кафедрой

О. М. Флисюк

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от «__» _____ 2016 № __

Председатель

А. Н. Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Информатика и вычислительная техника»		профессор Чистякова Т.Б.
Директор библиотеки		Т. Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т. И. Богданова
Начальник УМУ		С. Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4.1 Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2 Занятия лекционного типа	6
4.3.1 Семинары, практические занятия	7
4.3.2. Лабораторные занятия	8
4.4 Самостоятельная работа обучающихся.....	8
4.4.1 Темы контрольных работ.....	8
5 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
6 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	10
7 ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
8 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	11
10 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	11
10.1 Информационные технологии.....	11
10.2 Программное обеспечение.....	11
10.3 Информационные справочные системы.....	12
11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
12 ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	12
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	13
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	13

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Таблица 1

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	<p>Знать: математическое моделирование процессов, алгоритмы расчета оборудования.</p> <p>Уметь: определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи, рассчитывать их параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.</p> <p>Владеть: компьютерными программами построения технологических схем.</p>
ПК-3	способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	<p>Знать: химико-технологические процессы и их аппаратное оформление, составлять балансы энергии и материи.</p> <p>Уметь: рассчитывать основные параметры отдельных аппаратов и технологической схемы в целом.</p> <p>Владеть: навыками проектирования аппаратов химической промышленности.</p>

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части (Б1.В.ОД.19) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин "Физика", "Математика", "Химия".

Полученные в процессе изучения дисциплины " Процессы и аппараты химических производств" знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Объем дисциплины

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/ 108
Контактная работа с преподавателем:	14
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т. ч.	10
семинары, практические занятия	4
лабораторные работы	6
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	85
Форма текущего контроля (Кр)	Кр (3)
Форма промежуточной аттестации (экзамен)	Экзамен (9)

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Гидромеханические процессы. Тепловые процессы.	2	2	3	50	ОПК-2, ПК-3
2	Массообменные процессы	2	2	3	35	

4.2 Занятия лекционного типа

Лекции носят обзорный характер. В связи с этим предусматривается самостоятельное изучение студентами теоретического материала по рекомендуемой литературе. Для самоконтроля студентам рекомендуется пользоваться вопросами, приведенными в приложении №1.

Таблица 4

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Иновационная форма
1	Законы сохранения массы, энергии и количества движения. Режимы течения жидкостей. Расчет гидравлических сопротивлений трубопроводов и аппаратов. Теплопередача. Тепловой баланс. Перенос теплоты: конвекция, теплопроводность, тепловое излучение. Уравнения теплоотдачи и теплопередачи. Средняя разность температур. Расчет теплообменной аппаратуры.	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Основы теории массообменных процессов. Абсорбция. Общие сведения о процессе и области его практического применения. Материальный баланс абсорбции. Уравнение линии рабочих концентраций. Дистилляция и ректификация. Простая перегонка. Принцип ректификации. Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнения линий рабочих концентраций. Флегмовое число. Расчет тарельчатой ректификационной колонны.	2	

4.3 Занятия семинарского типа

4.3.1 Семинары, практические занятия

Таблица 5

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Мощность насосов и вентиляторов. Тепловые процессы.	1	-
2	Тепловые процессы. Теплоотдача и теплопередача. Тепловой баланс. Средняя разность температур.	1	-
2	Материальный баланс абсорбера. Расчет абсорберов.	2	-

4.3.2 Лабораторные занятия

Таблица 6

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	Гидравлическое сопротивление сети. Экспериментальное определение коэффициентов трения и местного сопротивления.	3	
3	Абсорбция. Определение поверхности раздела фаз, степени извлечения и коэффициента массопередачи.	3	

4.4 Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 7

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Неоднородные системы. Гидромеханические способы их разделения.	23	Устный опрос №1
2	Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя. Продольное и поперечное обтекание.	30	Устный опрос №2
3	Коэффициенты массоотдачи и массопередачи. Связь между ними. Определение высоты и диаметра массообменного аппарата.	32	Устный опрос №3

4.4.1 Темы контрольных работ

Пример Контрольной работы

Задача 1.

Вычислить необходимую мощность, затрачиваемую на перемещение G $\frac{\text{кг}}{\text{час}}$ жидкости по трубопроводу $\varnothing d_n \times \delta$ мм. Общей длиной L мм, при температуре t °С. На трубопроводе имеется n_1 внезапных на 90° и n_2 плавных под углом φ° поворотов радиусом R мм, n_3 прямооточных вентиля, n_4 нормальных вентиля и n_5 задвижек. Высота подъема h мм. Разность статических давлений в конце и начале трубопровода (противодавление) составляет $\Delta P_{\text{дон}}$ мм рт. ст. КПД привода η .

Задача 2

В трубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника охлаждается жидкость от температуры $t_{1н}$ до $t_{1к}$. Расход жидкости G_1 . В межтрубное пространство противотоком поступает вода среднего качества, которая нагревается от $t_{2н}$ до $t_{2к}$. Коэффициент теплоотдачи к воде равен α_2 . Средняя температура стенки труб со стороны жидкости $t_{ст}$.

Определить необходимую площадь поверхности теплопередачи теплообменного аппарата и расход охлаждающей воды, если число труб в аппарате n , а их диаметр d . Потери теплоты в окружающую среду пренебречь.

Задача 3

Вычислить необходимую высоту насадочного абсорбера для поглощения паров ЦК из потока воздуха водой. Диаметр абсорбера D , м, удельная поверхность используемой насадки σ , $\frac{м^2}{м^3}$. Температура процесса t °С. Расход воздуха V , $\frac{м^3}{час}$. Концентрации ЦК в воздухе на входе и выходе из абсорбера составляют $Y_{н'}$ $\frac{кмоль ЦК}{кмоль вх}$ и $Y_{в'}$ $\frac{кмоль ЦК}{кмоль вх}$.

Содержание ЦК в подаваемой на слой насадки воде равно нулю. Насадка смачивается водой на ψ . Коэффициент избытка воды над её теоретически минимальным расходом составляет φ . Коэффициент массопередачи ЦК от воздуха к воде K_y , $\frac{кмоль ЦК}{м^2 \cdot с \cdot \frac{кмоль ЦК}{кмоль вх}}$. Линейная равновесная зависимость имеет вид

$Y^*(X) = AX$ в мольных долях ЦК в воздухе и в воде.

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте:

<http://media.technolog.edu.ru>

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Расчет потерь на трение и местные сопротивления.
2. Расчет выпарного аппарата. Материальный и тепловой балансы.
3. Задача.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Фролов, В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии»: учебное пособие для вузов / В.Ф. Фролов. — 2-е изд. – СПб.: Химиздат, 2008. — 608 с.
2. Романков, П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учебное пособие для вузов / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк. — СПб.: Химиздат, 2010. — 544 с.
3. Процессы и аппараты химической технологии. Лабораторный практикум: учебное пособие / О.М. Флисюк [и др.]. — СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2010.- 142 с.

б) дополнительная литература:

4. Моделирование технологических процессов: компьютерный практикум / О.М. Флисюк [и др.]. — СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2007. — 46 с.
5. Проектирование однокорпусной выпарной установки непрерывного действия: учебное пособие / О.М. Флисюк, В.Ф. Фролов, В.В. Фомин, Е.И. Борисова. — СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.— 47 с. (ЭБ)

в) вспомогательная литература:

6. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник

для вузов / А.Г. Касаткин. — 12-е изд.— М.: Альянс, 2005. -750 с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

10.1 Информационные технологии

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- использование мультимедийных средств в лабораторном практикуме;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2 Программное обеспечение

- Microsoft Office 2013 sp1 (Microsoft Word, Microsoft Excel);

- Mathcad 14;
- Autodesk AutoCAD 2015.

10.3 Информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть и 14 лабораторных установок.

12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации**

1 Перечень компетенций и этапов их формирования

Таблица 8

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-2	способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	промежуточный
ПК-3	способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	промежуточный

2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Таблица 9

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает расчет гидравлического сопротивления элементов сети и их зависимость от режима течения жидкости. Умеет обосновать выбор технологии и основного оборудования для организации технологического процесса. Знает как рассчитать материальные и тепловые балансы соответствующих процессов, рассчитывать энергетические затраты на осуществление соответствующих процессов.	Правильные ответы на вопросы к экзамену	ПК-3 ОПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 3	Знает теоретические основы процессов: абсорбции, ректификации для проектирования технологической схемы производства продукта.	Правильные ответы на вопросы к экзамену	ОПК-2, ПК-3

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная.

3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3:

1. Уравнение неразрывности потока. Уравнение расхода. Расчет диаметра трубопровода. Экономически оптимальная скорость движения жидкости и газа в трубопроводах.
2. Потеря удельной энергии на трение в трубах при ламинарном и турбулентном режиме.
3. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Его энергетический смысл.
4. Определение расхода энергии на транспортировку жидкостей и газов по трубопроводам. Расчет величины требуемого давления.
5. Вывод критериев гидродинамического подобия. Их физический смысл.
6. Дифференциальное уравнение переноса в потоке (уравнение Фурье-Кирхгофа).
7. Теплоотдача без фазовых превращений при свободном и вынужденном движении среды. Общий вид критериальных уравнений.
8. Общее уравнение теплопередачи. Связь между коэффициентами теплоотдачи и теплопередачи.
9. Средняя разность температур в теплообменных аппаратах. Вывод формулы.
10. Материальный и тепловой балансы выпарного аппарата.
11. Температура кипения раствора. Общая и полезная разность температур при выпаривании.
12. Конструкции выпарных аппаратов.
13. Движущая сила и направление массообменного процесса.
14. Уравнения массоотдачи и массопередачи. Связь коэффициентов массоотдачи и массопередачи.
15. Выбор насадки. Гидродинамические режимы работы насадочных колонн.
16. Материальный баланс ректификационной колонны непрерывного действия. Уравнения рабочих линий.
17. Тепловой баланс ректификационной колонны. Определение расходов греющего пара и охлаждающей воды.
18. Влияние расхода флегмы на движущую силу процесса, на диаметр и высоту ректификационной колонны, на расходы греющего пара и охлаждающей воды.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-2:

19. Схема многокорпусных выпарных установок. Экономически наивыгоднейшее число корпусов.
20. Теоретически минимальный расход жидкости на орошение абсорбционной колонны. Экономически оптимальный расход абсорбента.
21. Схема ректификационной установки непрерывного действия. Расчет насадочных колонн.
22. Теоретически минимальное и оптимальное флегмовые числа.
23. Расчет тарельчатых колонн. Определение высоты и диаметра

Пример варианта задачи

Определить необходимую мощность воздуходувки при подаче воздуха при общем избыточном давлении 3 кгс/см² и температуре 120°С в количестве 400 м³/ч (считая 0 °С и атмосферное давление) по трубопроводу длиной 300 метров и внутренним диаметром 80 мм в закрытый бак, в котором давление на 500 мм рт. ст. больше, чем в начале трубопровода. Имеются два прямоугольных плавных отвода радиусом 0.48 м и прямооточный вентиль. КПД воздуходувки 0.5. Коррозия труб незначительная.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше и задачу.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.