

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ


Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 24 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.10. Процессы и аппараты химических и нефте-
химических производств

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
(шифр) наименование)

Профиль подготовки Безопасность технологических процессов и произ-
водств

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ЗАОЧНАЯ

Институт, факультет ИНХН, ФХТ

Кафедра-разработчик рабочей программы «Процессы и аппараты химических и
нефтехимических производств»

Курс 4 семестр 7, 8

	Часы			Зачетные единицы
	7 сем.	8 сем.	Итого	
Лекции	2	4	6	0,17
Практические занятия				
Лабораторные занятия		6	6	0,17
Самостоятельная работа	7	80	87	2,41
Форма аттестации		экзамен; курсовой проект	9	0,25
Всего	180			3

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №246 от 21.03.2016 по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность технологических процессов и производств» на основании учебного плана для набора обучающихся 2016, 2017, 2018 гг.

Типовая программа по дисциплине отсутствует

Разработчик программы:

доцент каф. ПАХТ



Н.Б. Сосновская

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ
протокол от 31.08. 2018 г. № 11

Зав. кафедрой ПАХТ



А.В. Клинов

СОГЛАСОВАНО

Ответственный

за направление 20.03.01, доцент



С.С. Виноградова

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета

от 17.09. 2018 г. № 9

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Нач. УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины « Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств » являются:

- а) формирование знаний о теоретических основах процессов химической технологии и конструкциях аппаратов для их проведения,*
- б) обучение технологии получения конечного результата – выбора оптимальных режимных параметров протекающих процессов и расчета основных размеров соответствующих аппаратов,*
- в) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач,*
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих в промышленных аппаратах.*

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств » относится к вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской, проектно-конструкторской, экспертной, надзорной и инспекционно-аудиторской видов деятельности.*

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств» бакалавр по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) высшая математика,*
- б) информатика,*
- в) физика,*
- г) неорганическая химия,*
- д) органическая химия,*

е) теоретическая механика,

ж) физическая химия.

Дисциплина «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) общая химическая технология,

б) процессы и аппараты химических и нефтехимических производств,

в) системы управления химико-технологическими процессами.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-5 - готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе.

ПК-4 – способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать: а) основы теории переноса импульса, тепла и массы;

б) принципы физического моделирования химико-технологических процессов;

в) основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз;

г) типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.

2) *Уметь*: а) определять характер движения жидкостей и газов;

б) определять основные характеристики процессов тепло - и массопередачи;

в) рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.

3) *Владеть*: а) методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

б) навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;

в) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Введение	7	0,5			4	
2	Теплообменные ПАХТ	8	1	-	3	40	защита лабораторных работ
		7	1,5			3	защита курсового проекта
3	Массообменные ПАХТ	8	3	-	3	40	защита лабораторных работ.
	Форма аттестации						Экзамен (9 ч.) д/Зачет – при защите курсового проекта
	Итого		6		6	87	

5. Содержание лекционных занятий по темам.

Использование изданных учебных пособий и электронных версий курса лекций, а также демонстрационного материала в виде слайдов для графо - и мультимедийного проекторов позволяет существенно ускорить темп чтения лекций.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Компетенции
1	Введение	0,5	Введение в курс ПАХТ	Предмет и задачи дисциплины, ее роль в подготовке бакалавров . Классификация основных процессов химической технологии. Гипотеза сплошности среды; силы и напряжения, действующие в жидкости; режимы движения	ОПК-5, ПК-4
2	Теплообменные ПАХТ	2,5	Теплообмен Выпаривание. Промышленные способы передачи тепла	Кондуктивный теплообмен в плоской и цилиндрической стенке, их термические сопротивления. Конвективный теплообмен: гидродинамический и тепловой пограничные слои (ламинарный и турбулентный) на плоской пластине; теплообмен в трубах, участки гидродинамической и тепловой стабилизации, стабилизированный теплообмен при ламинарном и турбулентном режимах течения; физическое моделирование конвективного теплообмена (теплообмен с телами сложной формы, влияние на теплообмен изменения теплофизических характеристик теплоносителя, теплообмен при изменении фазового состояния теплоносителя); теплообмен излуче-	ОПК-5, ПК-4

				нием; нестационарный теплообмен. Оптимизация и интенсификация теплообмена Способы выпаривания. Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Схемы многокорпусных выпарных установок. Материальный и тепловой балансы выпарной установки. Температурные потери. Способы распределения полезной разности температур по корпусам. Методика расчета многокорпусной выпарной установки. Виды теплоносителей. Подвод и отвод теплоты. Классификация и конструкции теплообменников. Методика расчета теплообменника	
3	Массообменные ПАХТ	3	Массообмен. Абсорбция Перегонка. Экстракция Сушка Мембранные процессы Кристаллизация и растворение Основы расчета массообменных аппаратов	Особенности равновесия и массопередачи в процессе абсорбции. Схемы процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Десорбция. Устройство и принципы работы абсорберов Фазовые равновесия. Уравнения материального баланса, рабочих и равновесных линий. Модификации уравнений массопередачи: основное уравнение массопередачи, объемные коэффициенты массоотдачи и массопередачи, число и высота единиц переноса. Аналогия тепло – и массообмена. Упрощенные модели массоотдачи: пленочная, турбулентного диффузионного пограничного слоя Ландау-Левича, проникновения и обновления поверхности. Равновесие в двухкомпонентных парожидкостных системах. Простая перегонка (дистилляция): однократная, многократная, фракционная, с дефлегмацией. Непрерывная бинарная ректификация: схема установки, материальный баланс, рабочие линии, тепловой баланс, выбор флегмового числа, особенности расчета. Периодическая ректификация Способы жидкостной экстракции. Одноступенчатая экстракция. Многоступенчатая перекрестная и противоточная экстракция. Непрерывная противоточная экстракция. Классификация и конструкции экстракторов Виды сушки. Равновесие при сушке, формы связи влаги с материалом. Материальный и тепловой балансы. Линия реальной сушки, кинетика процесса. Классификация и конструкция сушилок Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса, схемы и стадии адсорбции. Классификация и конструкции адсорберов. Ионообмен Равновесие в системе кристалл-раствор. Кинетика процессов кристаллизации. Конструкции кристаллизаторов Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов Классификация и основы расчета массообменных аппаратов. Технологический расчет аппаратов с непрерывным контактом фаз. Специфика расчета аппаратов со ступенчатым контактом фаз, теоретические тарелки, эффективность по Мэрффри, аналитический и графический способы определения числа тарелок.	ОПК-5, ПК-4

6. Содержание практических занятий

Учебным планом не предусмотрены.

7. Содержание лабораторных занятий

Основными целями выполнения лабораторных работ являются: закрепление и углубление знаний теоретического материала, ознакомление с оборудованием и измерительными приборами, приобретение и совершенствование навыков экспериментальных исследований.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Компетенции
2	Теплообменные ПАХТ	3	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	Схема установки и конструкция теплообменника типа «труба в трубе», опытные и расчетные значения коэффициента теплопередачи при различных условиях проведения эксперимента, влияние различных факторов на коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи	ОПК-5, ПК-4
3	Массообменные ПАХТ	3	Изучение процесса абсорбции	Знакомство с работой и устройством абсорбционной колонны, расчет экспериментальных и теоретических коэффициентов массопередачи	ОПК-5, ПК-4

*Лабораторные работы проводятся в учебных лабораториях кафедры на специальном оборудовании.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Компетенции
1	Конвективный теплообмен: гидродинамический и тепловой пограничные слои (ламинарный и турбулентный) на плоской пластине; теплообмен в трубах, участки гидродинамической и тепловой стабилизации, стабилизированный теплообмен при ламинарном и турбулентном режимах течения; физическое моделирование конвективного теплообмена (теплообмен с телами сложной формы, влияние на теплообмен изменения теплофизических характеристик теплоносителя, теплообмен при изменении фазового состояния теплоносителя); теплообмен излучением; нестационарный теплообмен. Оптимизация и интенсификация теплообмена Способы выпаривания. Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Схемы многокорпусных выпарных установок. Материальный и тепловой балансы выпарной установки. Температурные потери. Способы распределения полезной разности температур по корпусам. Методика расчета многокорпусной выпарной установки	26	Подготовка к экзамену	ОПК-5, ПК-4
2	Особенности равновесия и массопередачи в процессе абсорбции. Схемы процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Десорбция. Устройство и принципы работы абсорберов Фазовые равновесия. Уравнения материального баланса, рабочих и равновесных линий. Модификации уравнений массопередачи: основное уравнение массопередачи, объемные коэффици-	24	Подготовка к экзамену	ОПК-5, ПК-4

	енты массоотдачи и массопередачи, число и высота единиц переноса. Аналогия тепло – и массообмена. Упрощенные модели массоотдачи: пленочная, турбулентного диффузионного пограничного слоя Ландау-Левича, проникания и обновления поверхности. Классификация и основы расчета массообменных аппаратов. Равновесие в двухкомпонентных парожидкостных системах. Простая перегонка (дистилляция): однократная, многократная, фракционная, с дефлегмацией. Непрерывная бинарная ректификация: схема установки, материальный баланс, рабочие линии, тепловой баланс, выбор флегмового числа, особенности расчета.			
3	Методики расчета массообменных аппаратов. Расчет выпарной установки. Расчет насадочного абсорбера. Расчет тарельчатой ректификационной колонны	37	Выполнение курсового проекта – расчеты, черчение, представление отчетов	ОПК-5, ПК-4

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств» используется рейтинговая система, соответствующая «Положению о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.). Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

При расчете текущего рейтинга $R^{тек}$ за семестр каждая работа студента оценивается по пятибалльной шкале (возможны дробные оценки, например, 3.8 или 4.5).

В случае несвоевременной сдачи работы может вводиться понижающий коэффициент 0.8, а при отсутствии студента на занятии без уважительной причины и последующей отработки – коэффициент 0.6.

Текущий рейтинг студента за семестр рассчитывается следующим образом: $R^{тек} = K \cdot \left(\sum_{i=1}^n a_i B_i \right)$, где B_i – средний за семестр балл студента по работам вида i ; a_i – весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида i ; n – количество видов работ в семестре; K – множитель равный 12 (в семестре предусмотрен экзамен).

По дисциплине «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств» предусмотрены 2 лабораторные работы, экзамен и защита курсового проекта. Распределение весовых множителей следующее: $a_{л}=0,5$.

Для допуска к экзамену текущий рейтинг студента должен составить от 36 до 60 баллов.

При положительной сдаче экзамена студент может набрать R^3 от 24 до 40 баллов. При этом каждый вопрос экзамена также оценивается по пятибальной шкале. Балл вопроса учитывается при расчете R^3 , если он ≥ 3 .

$R^3 = 8(\sum_{i=1}^v B_i^3) / v$, где B_i^3 - балл за соответствующий экзаменационный вопрос, v – количество вопросов в билете.

Рейтинг по дисциплине R^{disc} находится суммированием баллов текущего $R^{тек}$ и экзаменационного R^3 рейтингов. Перевод рейтинга по дисциплине в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

$0 \leq R^{disc} < 60$ – неудовлетворительно; $60 \leq R^{disc} < 73$ – удовлетворительно; $73 \leq R^{disc} < 87$ – хорошо; $87 \leq R^{disc} \leq 100$ – отлично.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Количество</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
Лабораторные работы	2	36	60
Экзамен	1	24	40
Итого:	4	60	100

Перевод рейтинга по проекту в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

$0 \leq R^{pp} < 60$ – неудовлетворительно; $60 \leq R^{pp} < 73$ – удовлетворительно; $73 \leq R^{pp} < 87$ – хорошо; $87 \leq R^{pp} \leq 100$ – отлично.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Курсовой проект</i>		
1. Вопрос 1 (Поясн. записка)	30	50
2. Вопрос 2 (Чертеж)	15	25
3. Вопрос (Технол. схема)	15	25
Итого:	60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических и нефте-химических производств» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Гидравлика: [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, А. Г. Коваленко, И. В. Кудинов ; под ред. В. А. Кудинова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 386 с.	<u>ЭБС «ЮРАЙТ»</u> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/book/gidravlika-399550
2. Гидравлика и гидравлические машины: учеб. пособие / Казан. гос. технол. ун-т ; Ю.И. Разинов, П.П. Суханов . Казань : КНИТУ, 2010 .— 159 с.	206 экз. в УНИЦ КНИТУ В эл. биб-ке КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0849-7-Suhanov_Gidravlika.pdf
3. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф.Павлов, П.Г. Романков, А.А.Носков. —13-е изд., стереотип. — М.: Альян С, 2006. — 575 с.	482 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учеб. пособие / ; Ф.А. Абдулкашапова, А.Ш. Бикбулатов, В.Г. Бочкарев [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т ; под ред. Г.С. Дьяконова .— Казань, 2005 .— 235 с.	1520 экз. в УНИЦ КНИТУ В эл. биб-ке КНИТУ https://kstu.bibliotech.ru/Reader/Book/-9

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Гусев, А.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: Учебник / Гусев А.А. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018 .— 285 с.	<u>ЭБС «ЮРАЙТ»</u> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/book/gidravlika-423415
2. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. — 12-е изд., стереотип., перераб. — М.: АльянС, 2006. — 750 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Кузьмина, О.В. Механика жидкости и газа: учеб. пособие. Ч.1 / О.В. Кузьмина ;	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

Моск. гос. строит. ун-т .— М. : Моск. гос. строит. ун-т, 2012 .— 124 с.	
4. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. ПАХТ. Учебное пособие для подготовки бакалавров, магистров и дипломированных специалистов вузов. М.: Химия. 2011. – 1229 с.	167 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Ворожцов, О.В. Гидравлика и гидропневмопривод. Расчет сложного трубопровода с насосной подачей: учебно-метод. пособие / О.В. Ворожцов ; Псковский гос. ун-т .— Псков, 2013 .— 62 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

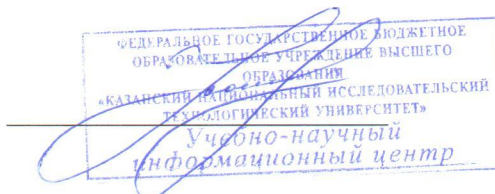
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств» использование электронных источников информации:

1. Комплект методической литературы, размещенный на сайте кафедры ПАХТ.
2. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru/>
3. ЭБС «ЮРАЙТ» - <http://www/biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разработаны согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций/слайдов,
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),

2. Практические занятия

- a. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,
- b. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
- c. шаблоны отчетов по лабораторным работам,
- d. компьютерный класс.

3. Прочее

- a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

Учебный процесс по изучению дисциплины «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств» для бакалавров заочной формы обучения по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» предусматривает проведение занятий в интерактивной форме в количестве 4 часов.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств»

(наименование дисциплины)

По направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»

(шифр)

(название)

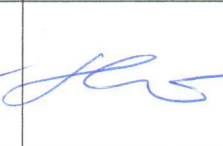
для профиля «Безопасность технологических процессов и производств»

для набора обучающихся 2019 г.

для заочной формы обучения

пересмотрена на заседании кафедры ПАХТ

(наименование кафедры)

Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП Фазлыев А.Р.	Подпись заведующего кафедрой Клинов А.В.	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
Протокол заседания кафедры №7 от 03.07.2019	Есть*	Нет			

* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Стандартная справочная база данных NIST <https://webbook.nist.gov/chemistry/> .

2. База данных CoolProp <http://www.coolprop.org/v4/index.html>.

Дополнение в пункт 12: Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Процессы и аппараты химических и нефтехимических производств»:

1. MS Office 2010-2016 Standard

2. Mathcad Education-University Edition