

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Вятский государственный университет»  
(ВятГУ)  
г. Киров

Утверждаю  
Директор/Декан Козулин Д. А.



Номер регистрации  
РПД\_3-18.03.01.07\_2021\_125989  
Актуализировано: 13.05.2021

**Рабочая программа дисциплины**  
**Процессы и аппараты химической технологии**

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Бакалавр
Направление подготовки	18.03.01 шифр
	Химическая технология наименование
Направленность (профиль)	3-18.03.01.07 шифр
	Технология полимеров и продуктов переработки нефти наименование
Формы обучения	Очная наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических производств (ОРУ) наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра химии и технологии переработки полимеров (ОРУ) наименование

## Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Камалов Константин Олегович

---

ФИО

## Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	Дать понимание физической общности основных процессов и аппаратов химической технологии, которые обеспечивают создание современной химической промышленности
Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- приобретение знаний теоретических основ химической технологии, позволяющих решать многочисленные и разнообразные проблемы, связанные с разработкой новых технологических процессов и конструкций химических машин и аппаратов;</li> <li>- овладение методами расчета материального и теплового балансов основных технологических процессов;</li> <li>- формирование навыков выполнения расчета основных агрегатов;</li> <li>- сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования технологических установок.</li> </ul>

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

#### Компетенция УК-2

Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

Знает	Умеет	Владеет
<p>Основные законы естественнонаучных дисциплин в области гидравлики; Физические свойства жидкостей и газов; основные законы гидравлики и аэродинамики; особенности физического и математического моделирования ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной жидкостей</p>	<p>Применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования гидромеханических процессов; Решать теоретические задачи, используя основные законы гидродинамики; рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости и газа при внешнем обтекании тел и течении в каналах и трубах</p>	<p>Современными методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов; методами теоретического и экспериментального исследования в гидравлике</p>

#### Компетенция ОПК-4

Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

Знает	Умеет	Владеет
<p> типовые химические процессы предприятий отрасли; основные законы, теории и модели, описывающие природу, механизм и кинетику явлений и процессов тепло- и массопереноса, в том числе межфазного, в простых и многокомпонентных системах</p>	<p> обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов с учетом экологических последствий их применения; составлять и решать основные уравнения, моделирующие процессы тепло- и массопереноса, а также уравнения сохранения баланса для простых систем</p>	<p> терминологией в области тепло- и массопереноса; навыками выбора технических средств и технологии с учетом экологических последствий их применения</p>

**Структура дисциплины**  
**Тематический план**

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Гидромеханические процессы и аппараты	УК-2
2	Теплообменные процессы и аппараты	ОПК-4, УК-2
3	Массообменные процессы и аппараты	ОПК-4
4	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ОПК-4, УК-2

**Формы промежуточной аттестации**

Зачет	4 семестр (Очная форма обучения)
Экзамен	5 семестр (Очная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения)

### Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	2, 3	4, 5	360	10	226.5	144	64	32	48	133.5		4	5

## Содержание дисциплины

### Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
<b>Раздел 1 «Гидромеханические процессы и аппараты»</b>		<b>119.50</b>
<b>Лекции</b>		
Л1.1	Предмет и задачи курса «Процессы и аппараты химической технологии». Классификация основных процессов. Принципы расчета и проектирования оборудования. Законы сохранения и равновесия	2.00
Л1.2	Основы гидравлики. Общие вопросы прикладной гидравлики в химической аппаратуре. Физические свойства жидкостей	2.00
Л1.3	Гидростатика. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения	2.00
Л1.4	Гидродинамика. Характеристики движения жидкости. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости Навье – Стокса. Уравнение Бернулли и его практические приложения	2.00
Л1.5	Гидродинамическая структура потоков. Измерение скорости и расхода жидкости. Истечение жидкости. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и типовых химических аппаратов. Оптимальный диаметр трубопровода	2.00
Л1.6	Основы теории подобия. Теоремы подобия. Подобное преобразование дифференциальных уравнений. Гидродинамическое подобие.	2.00
Л1.7	Транспортирование жидкостей. Насосы. Основные характеристики насосов. Напор насоса (сопротивление сети). Высота всасывания. Центробежные насосы. Сжатие и транспортирование газов. Компрессоры	2.00
Л1.8	Гидродинамика кипящего слоя. Пневмотранспорт. Расчет аппарата с кипящим слоем. Гидравлическое сопротивление зернистого слоя. Конструкции аппаратов с кипящим слоем. Перемешивание жидких сред. Конструкции мешалок	2.00
Л1.9	Разделение неоднородных систем. Классификация неоднородных систем и методы их разделения. Отстаивание. Движение тел в жидкостях. Расчет отстойников. Конструкции отстойников	2.00
Л1.10	Центрифугирование. Фактор разделения. Основные типы промышленных центрифуг. Конструкции гидроциклонов. Фильтрование. Виды осадков и фильтровальных перегородок. Уравнения фильтрования. Определение констант фильтрования.	2.00

	Основные типы промышленных фильтров	
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П1.1	Плотность, вязкость, давление и сила давления	2.00
П1.2	Уравнение расхода и неразрывности потока	2.00
П1.3	Режимы движения. Уравнение Бернулли и его приложения	2.00
П1.4	Потери напора на трение и местные сопротивления. Гидравлическое сопротивление трубопроводов	2.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
Р1.1	Демонстрация режимов течения жидкости. Определение критерия Рейнольдса	4.00
Р1.2	Демонстрация уравнения Бернулли	4.00
Р1.3	Определение потерь напора на трение	4.00
Р1.4	Определение потерь напора на местные сопротивления	4.00
Р1.5	Гидродинамика псевдооживленного слоя	4.00
Р1.6	Определение констант фильтрования	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С1.1	Подготовка к лекциям	10.00
С1.2	Подготовка к практическим и семинарским занятиям	15.00
С1.3	Подготовка к лабораторным работам	15.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	27.50
<b>Раздел 2 «Теплообменные процессы и аппараты»</b>		<b>92.50</b>
<b>Лекции</b>		
Л2.1	Основы теплопередачи в химической аппаратуре. Основные определения. Тепловой баланс. Основное уравнение теплопередачи	2.00
Л2.2	Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенки	2.00
Л2.3	Теплоотдача. Закон Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного переноса тепла Фурье – Кирхгофа. Тепловое подобие. Опытные данные по теплоотдаче	2.00
Л2.4	Теплопередача при постоянных и переменных температурах теплоносителей. Коэффициент теплопередачи. Средняя движущая сила. Теплообменные аппараты и их расчет. Конструкции теплообменных аппаратов	2.00
Л2.5	Выпаривание. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата. Основное уравнение теплопередачи. Температурные потери	2.00
Л2.6	Многокорпусные выпарные установки. Предельное и оптимальное число корпусов. Порядок расчета многокорпусной выпарной установки. Основные конструкции выпарных аппаратов	2.00
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П2.1	Тепловые балансы. Основное уравнение	2.00

	теплопередачи, коэффициент теплопередачи, средняя разность температур.	
П2.2	Конвективный теплообмен. Расчетные уравнения теплоотдачи.	2.00
П2.3	Расчет поверхности теплообменных аппаратов	2.00
П2.4	Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата. Расчет поверхности процесса выпаривания	2.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
Р2.1	Расчет теплообменного аппарата. Определение коэффициента теплопередачи	4.00
Р2.2	Расчет коэффициента теплопередачи выпарного аппарата	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С2.1	Подготовка к лекциям	10.00
С2.2	Подготовка к практическим и семинарским занятиям	10.00
С2.3	Подготовка к лабораторным работам	15.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	29.50
<b>Раздел 3 «Массообменные процессы и аппараты»</b>		<b>117.00</b>
<b>Лекции</b>		
Л3.1	Основы массопередачи. Общая характеристика массообменных процессов, их назначение и области применения	2.00
Л3.2	Равновесие между фазами. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. оптимальный и минимальный расход абсорбента	2.00
Л3.3	Дифференциальное уравнение переноса массы в потоке. Критериальное уравнение массообмена. Теории массопередачи	2.00
Л3.4	Способы выражения движущей силы и кинетики массопередачи. Концепция теоретической тарелки. КПД реальной тарелки. Определение числа действительных ступеней контакта. Число единиц переноса. Высота единицы переноса	2.00
Л3.5	Схемы абсорбции. Гидродинамические режимы работы. Десорбция. Конструкции абсорберов	2.00
Л3.6	Перегонка жидкостей. Принцип ректификации. Материальный баланс. Уравнение рабочих линий верха и низа колонны	2.00
Л3.7	Оптимальное флегмовое число. Тепловой баланс ректификационной установки	2.00
Л3.8	Расчет и конструктивное оформление колонных аппаратов для проведения процессов абсорбции и ректификации	2.00
Л3.9	Применение процесса сушки. Способы сушки. Характеристика влажного воздуха. Диаграмма состояния влажного воздуха	2.00
Л3.10	Конвективная сушка. Материальный и тепловой	2.00

	балансы. Кинетика, движущая сила процесса	
ЛЗ.11	Теоретическая и действительная сушка. Схемы сушильных процессов. Конструкции сушилок	2.00
ЛЗ.12	Характеристика и области применения адсорбционно-десорбционных процессов. Виды адсорбентов. Изотермы адсорбции. Десорбция. Конструкции адсорберов	2.00
ЛЗ.13	Иониты, классификация, основные свойства. Характеристика процесса и области его применения. Методика расчета ионообменного аппарата. Принципиальные схемы ионообменных установок	2.00
ЛЗ.14	Мембранные процессы разделения. Классификация мембранных процессов. Способы проведения процесса. Типы мембран и их основные характеристики	2.00
ЛЗ.15	Жидкостная экстракция. Материальный баланс. Треугольная и прямоугольная диаграммы состояния. Одно- и многоступенчатая экстракция. Конструкции экстракторов	2.00
ЛЗ.16	Растворение и кристаллизация. Условия равновесия. Материальный баланс. Кинетика процесса. Влияние режимно-технологических параметров процесса на качество кристаллов. Аппаратурное оформление	2.00
<b>Семинары, практические занятия</b>		
ПЗ.1	Способы выражения состава фаз	2.00
ПЗ.2	Законы растворимости газов в жидкости	2.00
ПЗ.3	Материальный баланс процесса абсорбции	2.00
ПЗ.4	Расчет абсорбера	2.00
ПЗ.5	Материальный баланс, уравнения рабочих линий процесса ректификации	2.00
ПЗ.6	Тепловые балансы дефлегматора, ректификационной колонны. Расчет поверхности дефлегматора и кипятильника	2.00
ПЗ.7	Определение параметров влажного воздуха по диаграмме Рамзина	2.00
ПЗ.8	Расчет теоретической и действительной сушилки	2.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
РЗ.1	Расчет массообменной установки	4.00
РЗ.2	Расчет абсорбционной установки	4.00
РЗ.3	Изучение процесса периодической ректификации	4.00
РЗ.4	Испытание сушильной установки	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
СЗ.1	Подготовка к лекциям	10.00
СЗ.2	Подготовка к практическим и семинарским занятиям	10.00
СЗ.3	Подготовка к лабораторным работам	10.50
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВРЗ.1	Контактная внеаудиторная работа	22.50
<b>Раздел 4 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»</b>		<b>31.00</b>
34.1	Подготовка к сдаче зачета	3.50

Э4.1	Подготовка к сдаче экзамена	24.50
КВР4.1	Сдача зачета	0.50
КВР4.2	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР4.3	Сдача экзамена	0.50
<b>ИТОГО</b>		<b>360.00</b>

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

## Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета [www.vyatsu.ru](http://www.vyatsu.ru).

## **Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине**

### **Учебная литература (основная)**

1) Павлов, Константин Феофанович. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : Учеб. пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - 12-е изд., стер. - М. : ООО ТИД "Альянс", 2005. - 576 с. - Библиогр.: с. 502-510. - ISBN 5-98535-006-1 : 527.40 р. - Текст : непосредственный.

2) Касаткин, Андрей Георгиевич. Основные процессы и аппараты химической технологии : Учеб. / А. Г. Касаткин. - 11-е изд., стер., дораб. - М. : Альянс, 2005. - 750 с. : ил. - Библиогр.: с. 715-718. - ISBN 5-98535-005-3 : 953.10 р. - Текст : непосредственный.

3) Процессы и аппараты химической технологии. - Благовещенск : АмГУ, 2019 - . - Текст : электронный. Ч. 3 : Массообменные процессы и аппараты. - Благовещенск : АмГУ, 2020. - 145 с. - Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/156569> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань.

4) Процессы и аппараты химической технологии. - Благовещенск : АмГУ, 2019 - . - Текст : электронный. Ч. 1 : Гидромеханические процессы и аппараты. - Благовещенск : АмГУ, 2019. - 96 с. - Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/156568> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань.

5) Процессы и аппараты химической технологии: гидромеханические и тепловые процессы. - Омск : ОмГТУ, 2017 - . - Текст : электронный. Ч. 2. - Омск : ОмГТУ, 2017. - 200 с. - ISBN 5-8149-0496-8 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/149103> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань.

### **Учебная литература (дополнительная)**

2) Дытнерский, Юрий Иосифович Процессы и аппараты химической технологии : учеб. для хим.-технол. спец. / Ю. И. Дытнерский. - М. : Химия. - ISBN 5-7245-1231-9. - Текст : непосредственный. Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и топливные процессы и аппараты. - 2002. - 400 с. : ил. - Библиогр.: с. 380. - ISBN 5-7245-1230-0 : 192.15 р., 267.30 р.

1) Дытнерский, Юрий Иосифович Процессы и аппараты химической технологии : учеб. для хим.-технол. спец. / Ю. И. Дытнерский. - М. : Химия. - ISBN 5-7245-1232-7. - Текст : непосредственный. Ч. 2 : Массообменные процессы и аппараты. - 2002. - 368 с. : ил. - Библиогр.: с. 357. - ISBN 5-7245-1230-0 : 192.15 р., 267.30 р.

3) Процессы и аппараты химической технологии: гидромеханические и тепловые процессы. - Омск : ОмГТУ, 2017 - . - Текст : электронный. Ч. 1. - Омск : ОмГТУ, 2017. - 212 с. - ISBN 5-8149-0249-3 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/149102> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань.

### **Учебно-методические издания**

- 1) Гидромеханические процессы и разделение неоднородных систем : Лаб. практикум. Курс "Процессы и аппараты химической технологии". Специальности 250300, 250600, 070100, 250500, 320700 д/о, з/о / Н. А. Жуков, А. С. Русских, Ф. И. Ахмаров, К. О. Камалов ; ВятГУ, БФ, каф. БТ. - Киров : ВятГУ, 2005. - 27 с. - 210 экз. - 5.80 р. - Текст : непосредственный.
- 2) Камалов, Константин Олегович. Исследование теплообменного аппарата (теплообмен) : лаб. практикум по курсу "Процессы и аппараты химической технологии": специальности 250500, 250600, 240901, 250300, 320700 д/о, з/о / К. О. Камалов, З. И. Гребенкина ; ВятГУ, БФ, каф. БТ. - Киров : ВятГУ, 2009. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.
- 3) Камалов, Константин Олегович. Конструкции аппаратов гидромеханических процессов : учебно-метод. пособие для студентов, обучающихся по направлению 18.03.01 всех профилей и форм обучения / К. О. Камалов ; ВятГУ, ИнХимЭК, каф. ТЭП. - Киров : ВятГУ, 2018. - 36 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 09.07.2018). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.
- 4) Камалов, Константин Олегович. Конструкции промышленных аппаратов тепловых процессов : учебно-метод. пособие для студентов, обучающихся по направлению 18.03.01 всех профилей и форм обучения / К. О. Камалов ; ВятГУ, ИнХимЭК, каф. ТЭП. - Киров : ВятГУ, 2018. - 24 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 09.07.2018). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.
- 5) Камалов, Константин Олегович. Массообменные процессы : учебно-метод. пособие для студентов направлений 240700.62, 241000.62, 240100.62 / К. О. Камалов, Е. А. Мартинсон, З. И. Гребенкина ; ВятГУ, БФ, каф. БТ. - Киров : ВятГУ, 2014. - 81 с. - Библиогр.: с. 81. - Б. ц. - Текст : непосредственный.
- 6) Камалов, Константин Олегович. Теплообменные процессы : учеб.-метод. пособие для студентов направлений 19.03.01, 18.03.02, 18.03.01 / К. О. Камалов, Е. А. Мартинсон, З. И. Гребенкина ; ВятГУ, БФ, каф. БТ. - Киров : ВятГУ, 2014. - 145 с. - 76 экз. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 22.11.2013). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.
- 7) Камалов, Константин Олегович. Прикладная гидравлика (гидродинамика) : метод указания к лаб. работам: дисциплины "Процессы и аппараты химической технологии" "Гидравлика и теплотехника" / К. О. Камалов, Ф. И. Ахмаров, А. А. Токарев ; ВятГУ, БФ, каф. БТ. - Киров : ВятГУ, 2009. - 28 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

### **Учебно-наглядное пособие**

1) Камалов, Константин Олегович. Аппараты для разделения суспензий : учебное наглядное пособие для студентов, обучающихся по направлению 18.03.01 "Химическая технология" всех профилей подготовки и всех форм обучения / К. О. Камалов ; ВятГУ, ИнХимЭК, каф. ТЭП. - Киров : ВятГУ, 2021. - 33 с. - Б. ц. - Текст .  
Изображение : электронное.

### **Электронные образовательные ресурсы**

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: [https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program\\_ID=3-18.03.01.07](https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-18.03.01.07)
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы (ЭБС)**

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

### **Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

## Материально-техническое обеспечение дисциплины

### Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-ST145V С ЭКРАНОМ НАСТЕННЫМ ПРОЕКТА ПРОФИ 200*200СМ И ШТАТИВОМ POLYMEDIA ДО 145СМ.
НОУТБУК HP g6-1160er 15,6"/I3

### Специализированное оборудование

Перечень используемого оборудования
БАК ДЛЯ ВОДЫ V-1М.КУБ.
ВЕНТИЛЯТОР ВВД 5-60
Лабораторная установка по изучению процессов фильтрации
ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД "ПРОМЫШЛЕННЫЕ ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ", ИСПОЛНЕНИЕ СТЕНДОВОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ ПДД-СК
ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД *ГИДРАВЛИКА*
НАСОС ПЛАСТИЧ.РИУЛ.Г-12-
НАСОС РОТОРНЫЙ РВ-5/2
ТИПОВОЙ КОМПЛЕКТ УЧЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ "РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА" РПК-010-5ЛР
УСТ-КА ДЛЯ ИСПЫТАН.ГИДРОП
УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛООБМЕННИКОВ
УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ПО ИЗУЧЕНИЮ ГИДРОДИНАМИКИ ПСЕВДООЖИЖЕННЫХ СЛОЕВ
УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ПО ИЗУЧЕНИЮ ЗАКОНА БЕРНУЛЛИ,ЛАМИНАРНОГО И ТУРБУЛЕНТНЫХ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ
Учебно-лабораторная установка по исследованию абсорбции
Учебно-лабораторная установка по исследованию процесса выпаривания
Учебно-лабораторная установка по исследованию процесса ректификации
Учебно-лабораторная установка по исследованию эффективности различных способов сушки

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)**

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:  
[https://www.vyatsu.ru/php/list\\_it/index.php?op\\_id=125989](https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=125989)