

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Аксёнов Александр Викторович
Должность: Декан химического факультета
Дата подписания: 19.06.2026 13:13:05
Уникальный программный ключ:
073635787274402487435acab3ab854864d48641

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического
факультета
д-р хим. наук, проф. Аксенов А.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Процессы и аппараты

Направление подготовки	04.03.04 Химия
Направленность (профиль)	Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность
Год начала обучения	2026
Форма обучения	очная
Реализуется в семестре	5, 6

Разработано
Червонная Татьяна Артемовна, канд.
хим. наук, доцент кафедры
аналитической химии.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов навыков, связанных с общей геометрической и графической подготовкой, формирующей способность правильно воспринимать, перерабатывать и воспроизводить графическую информацию для решения исследовательских задач химической направленности, в том числе задач по оформлению элементов документации, проектов планов и программ исследований.

Задачи освоения дисциплины:

- развитие у студентов пространственного представления и воображения, а также конструктивно-геометрического мышления;
- развитие способностей к анализу и синтезу пространственных форм, реализуемых в виде чертежей конкретных геометрических объектов;
- выработка знаний и навыков, необходимых для выполнения и чтения конструкторско-технологической документации в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и ЕСТД;
- развитие способности управления своим временем, выстраивания траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты» изучается в 5 и 6 семестрах.

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

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	ИД-1 УК-6 устанавливает личные и профессиональные цели в соответствии с уровнем своих ресурсов и приоритетов действий, для успешного развития в избранной сфере профессиональной деятельности; ИД -2 УК-6 реализует и корректирует стратегию личностного и профессионального развития, с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда; ИД-3 УК-6 критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач в избранной сфере профессиональной деятельности	Умеет планировать научные исследования в профессиональной деятельности и обобщать полученные результаты Владеет навыками самоорганизации и саморазвития
ОПК-3 способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием	ИД-1 ОПК-3. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ИД-2 ОПК-3. Использует стандартное программное	Знает концепции основных разделов современной химической науки Знает основные понятия и методы исследования фундаментальной и

использованием современной вычислительной техники	обеспечение при решении задач химической направленности	прикладной химии Знает правовые, экономические и профессиональные нормы и обязанности Знает технологические требования и нормативы Умеет планировать научные исследования в профессиональной деятельности и обобщать полученные результаты Умеет работать в команде Владеет основными методами исследований, применяемыми в различных областях химии Владеет навыками решения химических задач Владеет методами оформления результатов деятельности в избранной предметной области Владеет навыками научно-исследовательской работы в химических лабораториях Владеет навыками выступления на научных семинарах, участия в научных дискуссиях, подготовки научных текстов
---	---	--

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля *

Объем занятий: всего: 11 з.е. 396 акад.ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	
Лекции/из них практическая подготовка	90
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	36
Практических занятий/из них практическая подготовка	72
Самостоятельная работа	126
Формы контроля	72
Экзамен	5, 6
Зачет	5
Зачет с оценкой	-
Курсовая работа	6

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма				Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов			Самостоятельная работа, часов	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение в дисциплину. Классификация процессов и аппаратов Подтемы: Предмет и задачи курса. Связь с другими дисциплинами Классификация процессов: гидромеханические, тепловые, массообменные, химические, механические Технологическая схема. Промышленный аппарат как элемент технологической линии Принципы масштабного перехода Основы математического моделирования в химической технологии	ИД-1 УК-6 ИД-2 УК-6 ИД-3 УК-6 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-4 ПК-1	10	8	4	14	Собеседование

2	Тема 2. Гидромеханические процессы Основы гидравлики: уравнение Бернулли, гидравлическое сопротивление, потери напора Перемещение жидкостей: насосы (центробежные, поршневые, шестерённые, винтовые). Характеристики насосов. Рабочая точка насосной системы Перемещение газов: вентиляторы, газодувки, компрессоры, вакуум-насосы. Сравнение типов Разделение неоднородных систем: Отстаивание (гравитационное осаждение). Отстойники Фильтрация (вакуум-фильтры, фильтр-прессы, барабанные вакуум-фильтры). Материалы для фильтрации Центрифугирование (осадительные и фильтрующие центрифуги). Фактор разделения Пневмокласификация и мокрая очистка газов (циклоны, скрубберы) Псевдоожижение (кипящий слой). Применение в сушке, каталитических реакторах	ИД-1 УК-6 ИД-2 УК-6 ИД-3 УК-6 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-4 ПК-1	10	8	4	14	Решение разноуровневых задач
---	--	--	----	---	---	----	---------------------------------

3	Тема 3. Тепловые процессы Основы теплопередачи: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Закон Фурье Стационарная и нестационарная теплопроводность. Термическое сопротивление стенки Конвективная теплоотдача. Критерии подобия (Nu, Re, Pr, Gr). Коэффициент теплоотдачи Теплообменные аппараты: Кожухотрубчатые теплообменники Пластинчатые теплообменники Ребристые и спиральные теплообменники «Труба в трубе» Теплоносители: водяной пар, горячая вода, дымовые газы, масла, расплавленные соли. Достоинства и недостатки	ИД-1 УК-6 ИД-2 УК-6 ИД-3 УК-6 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-4 ПК-1	10	8	4	14	Коллоквиум
4	Тема 4. Массообменные процессы	ИД-1 УК-6 ИД-2 УК-6	10	8	4		Решение разноуровневы

	Основы массопередачи: движущая сила, коэффициенты массоотдачи и массопередачи Уравнение массопередачи. Число единиц переноса (ЧЕП, NTU), высота единицы переноса (ВЕП, NTU) Материальный баланс колонных аппаратов. Рабочая линия, равновесная линия Определение числа теоретических тарелок или высоты насадки графическими методами Классификация массообменных аппаратов: насадочные, тарельчатые, плёночные, роторные	ИД-3 УК-6 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-4 ПК-1				14	х задач
5	Тема 5. Абсорбция и десорбция Подтемы: Физическая абсорбция и хемосорбция. Закон Генри Выбор абсорбента (поглотителя). Регенерация абсорбента (десорбция) Конструкции абсорберов: насадочные колонны, тарельчатые (ситчатые, клапанные, колпачковые), распылительные (скрубберы), роторные Гидравлическое сопротивление насадки. Типы насадок (кольца Рашига, Палля, седла Берля, регулярные насадки) Расчёт абсорбера: определение расхода абсорбента, высоты насадки (или числа тарелок), гидравлического сопротивления	ИД-1 УК-6 ИД-2 УК-6 ИД-3 УК-6 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-4 ПК-1	10	8	4	14	Решение разноуровневых задач

6	Тема 6. Ректификация Физическая сущность ректификации. Фазовая диаграмма жидкость–пар для бинарных и многокомпонентных систем Материальный баланс ректификационной колонны. Рабочие линии для укрепляющей и исчерпывающей частей Минимальное и рабочее флегмовое число. Оптимизация флегмового числа Определение числа теоретических тарелок методом Маккейба — Тиле Конструкции тарелок: ситчатые, колпачковые, клапанные, провальные. Сравнение эффективности и гидравлического сопротивления Типы ректификационных колонн: тарельчатые, насадочные, роторно-плёночные. Вакуумная ректификация	ИД-1 УК-6 ИД-2 УК-6 ИД-3 УК-6 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-4 ПК-1	10	8	4	14	Собеседование
7	Тема 7. Экстракция (жидкостная и сверхкритическая) Подтемы: Жидкостная экстракция: принцип, закон распределения Нернста. Коэффициент распределения и селективность Выбор экстрагента (растворителя). Регенерация экстрагента Конструкции экстракторов: смесительно-отстойные, колонные (пульсационные, роторно-дисковые, вибрационные), центробежные Расчёт экстрактора: определение числа ступеней экстракции Сверхкритическая флюидная экстракция.	ИД-1 УК-6 ИД-2 УК-6 ИД-3 УК-6 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-4 ПК-1	10	8	4	14	Собеседование

8	Тема 8. Сушка Виды влаги в материале. Формы связи влаги с материалом (гигроскопическая, капиллярная, адсорбционная и др.) Кинетика сушки: период постоянной скорости и период падающей скорости. Кривая сушки Диффузионная модель сушки. Влажность материала (абсолютная и относительная) Конструкции сушилок: Конвективные (туннельные, барабанные, распылительные, сушилки с псевдоожиженным слоем, аэрофонтанные) Контактные (вальцовые, вакуумные сушилки) Радиационные, СВЧ-сушилки, сублимационные (лиофильные) Способы энергосбережения в сушке: рекуперация тепла, многоступенчатая сушка, применение тепловых насосов	ИД-1 УК-6 ИД-2 УК-6 ИД-3 УК-6 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-4 ПК-1	10	8	4	14	Собеседование
---	---	--	----	---	---	----	---------------

9	Тема 9. Адсорбция и ионный обмен Физическая и химическая адсорбция. Уравнения изотерм адсорбции Ленгмюра, Фрейндлиха, БЭТ (теория Брунауэра — Эмметта — Теллера) Промышленные адсорбенты: активные угли, силикагели, цеолиты, молекулярные сита, оксид алюминия. Сравнение свойств Конструкции адсорберов: неподвижный, перемещающийся и псевдоожиженный слой Регенерация адсорбента: термическая (нагрев), десорбция острым паром, промывка растворителем, безнагревная регенерация (PSA, VSA) Адсорбционная очистка газов и жидкостей. Применение: осушка газов, очистка сточных вод, улавливание летучих растворителей, адсорбционное разделение (производство кислорода/азота из воздуха)	ИД-1 УК-6 ИД-2 УК-6 ИД-3 УК-6 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1 ИД-4 ПК-1	10	8	4	14	Коллоквиум
	ИТОГО		90	72	36	126	
	ИТОГО		90	72	36	126	

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., пер. и доп. — Москва : Юрайт, 2025. — 1242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19103-5. — Текст : электронный

2. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 688 с. — ISBN 978-5-507-45950-6. — Текст : электронный

3. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов : в 2 кн. / Ю. И. Дытнерский. — Москва : Химия, 1995— (классическое издание, переиздавалось). — ISBN 5-7245-1118-3.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Пелевина, Л. Ф. Процессы и аппараты : учебник для СПО / Л. Ф. Пелевина, Н. И. Пилипенко. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 332 с. — ISBN 978-5-507-50471-8. — Текст : электронный

2. Гнездилова, А. И. Процессы и аппараты пищевых производств : учебник и практикум для вузов / А. И. Гнездилова. — 2-е изд., пер. и доп. — Москва : Юрайт, 2024. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06237-3. — Текст : электронный 3.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Основы инженерной графики. Методические рекомендации по выполнению практических работ. – Ставрополь: СКФУ, 2022 [Электронный ресурс].

2. Основы инженерной графики. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы. – Ставрополь: СКФУ, 2022 [Электронный ресурс].

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Открытое образование. Онлайн-курс «Начертательная геометрия и инженерная графика». - <https://openedu.ru/course/urfu/GEOM/>

2. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

3. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>

4. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>

5. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskie-nauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>

6. Академия ИТ. Онлайн образование. Бесплатные онлайн-курсы по черчению - <https://academiait.ru/course-category/education/drawing/>

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru
2	Электронно-библиотечная система IPRbooks http://www.iprbookshop.ru
3	Каталог стандартов ЕСКД http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Альт Рабочая станция К
3	Альт «Сервер»
4	Пакет офисных программ - Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-

	образовательной среде университета
--	------------------------------------

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а

также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк) а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.