Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
«_02_» _июня_ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.27 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль)	Органическая и медицинская химия
Форма обучения	очная
Квалификация	химик

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины Б1.О.27 «Химическая технология» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия.

Программу составил:

Петров Н.Н., доцент кафедрой общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии, к.х.н. _____

Рабочая программа дисциплины Б1.О.27 «Химическая технология» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и ИВТ в химии
протокол №10 «27» апреля 2026 г.

Заведующий кафедрой Волынкин В.А. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий, протокол №7 «29» апреля 2026 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В. _____

Рецензенты:

Рецензенты:
Р.В. Горохов, заместитель начальника отдела технологии переработки Управления научно-технического сопровождения ООО «Газпром инвест», кандидат хим. наук, доцент

Н.В. Шельдешов, профессор кафедры физической химии Кубанского государственного университета, доктор химических наук, профессор

1. Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование базовых знаний и понятий по химической технологии, важнейшим химическим производствам и другим производствам, использующим в своей технологии химические реакции.

1.2 Задачи дисциплины

Сформировать понятийный аппарат, необходимый для самостоятельного восприятия, осмысления и усвоения химико-технологических знаний, представления о взаимосвязи дисциплины с другими химическими, экономическими и экологическими дисциплинами, навыки экспериментальной работы.

Сформировать у студентов способность к использованию закономерностей химической науки при решении конкретных производственных задач, владение навыками расчета технических показателей технологического процесса и методами работы в соответствии с нормами техники безопасности, а также навыками самообразования и самоорганизации.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химическая технология» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается в 7, 8 семестрах на 4 курсе. Вид промежуточной аттестации: в 7-м семестре – зачет, в 8-м семестре - экзамен.

Знания, полученные в процессе изучения дисциплины, необходимы для дальнейшей успешной профессиональной практической деятельности. Курс направлен на формирование навыков согласно образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки - 04.03.01 «Химия».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	
Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знает принципы формирования требований техники безопасности и химико-технологическую структуру создания и функционирования производства
	Умеет реализовывать безопасную работу в лабораторных и технологических условиях и обладать устойчивыми навыками работы с химическими средами
	Владеет навыками безрисковой работы в условиях лаборатории и умением организации безопасной работы с химическими и химико-технологическими средами
Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик	знает базовые и специальные экспериментальные методы синтеза соединений различных классов
	умеет осуществлять как простые, так и сложные многостадийные синтезы соединений различного строения, работая как самостоятельно, так и в составе группы
	владеет навыками по выделению веществ различной природы, а также навыками синтетического планирования
ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать	

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	
Проводит стандартные операции для определения химического состава веществ и материалов на их основе	Знает основные приемы, применяемые в количественном хим. анализе известных составов, получаемых в химико-технологических процессах
	Умеет ориентируясь на количественные показатели реакции направлять ее в необходимую сторону для повышения выхода продукта
	Владеет знаниями о кинетических особенностях хим. реакций и влияния на них различных факторов, а также особенностями составления материальных балансов
Исследует свойства веществ и материалов с использованием современного научного оборудования	Знает основные химические и физико-химические методы применяемые для оценки качества продукции
	Умеет используя химическое исследовательское оборудование показать взаимосвязь состава и параметров реакции, условий синтеза материала с их получаемым качеством
	Владеет логикой работы с химическим оборудованием, обусловленной тем или иным методом в основе прибора

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения	
			очная	
			7 семестр (часы)	8 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		**136**	**68**	**68**
занятия лекционного типа		68	34	34
лабораторные занятия		68	34	34
практические занятия				
семинарские занятия				
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)		0.5	0.2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		**79,8**	**39,8**	**40**
Оформление лабораторных работ		12	6	6
Самостоятельное изучение теоретического материала		28	14	14
Самостоятельное решение задач		16	8	8
Подготовка к текущему контролю		23,8	11,8	12,0
Контроль:		**35,7**	**35,7**	
Подготовка к экзамену		-	-	-
Общая трудоемкость	**час.**	**252**	**108**	**144**
	в том числе контактная работа	**136,5**	**68,2**	**68,3**
	зач. ед	**7**	**3**	**4**

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5, 6 семестрах (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Базовые понятия химической технологии. ХТС и ее характеристики. Описательные химтех. модели	12	4	-	-	6
2.	Химико-технологический процесс. Факторы влияния.	20	4		4	4
3.	Процессы и аппараты химического производства.	16	4	-	4	6
4.	Основы составления материальных и тепловых балансов производства.	20	4	-	6	6,8
5.	Сырьѐ химической промышленности. Вода как комплексный ресурс в химической технологии.	10	4	-	4	4
6.	Энергия для химического производства. Перспективные энергоресурсы	6	4	-	-	4
7.	Коррозия оборудования и защита от нее.	10	4		8	2
8.	Катализ в химической технологии.	5,8	4		8	2
9.	Технология отдельных производств	80	34		34	40,0
	ИТОГО по разделам дисциплины	175,6	68	-	68	75,6
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	35,7	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.5	-	-	-	-
	Подготовка к текущему контролю	23,8	-	-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	252	-	-	-	-

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Основы химической технологии и принципы функционирования химико-технологических систем (ХТС).	Базовые понятия химической технологии. ХТС и ее характеристики.	Эссе
2.		Химико-технологический процесс. Факторы влияния.	Контрольные вопросы
3.		Процессы и аппараты химического производства.	Контрольные вопросы
4.		Основы составления материальных и тепловых балансов производства.	решение задач, ЛР, КР
5.		Сырьѐ химической промышленности. Вода как комплексный ресурс в химической технологии.	решение задач, ЛР
6.		Энергия для химического производства. Перспективные энергоресурсы	Эссе
7.		Коррозия оборудования и защита от нее.	решение задач, ЛР, КР
8.		Катализ в химической технологии.	Контрольные вопросы
9.	Технология отдельных производств	Рассматриваемые химические производства: - синтезы на основе оксида углерода и водорода, - переработка нефти, - переработка природного газа, - производство солей и удобрений, - производство силикатных материалов - вторичная переработка полимеров	решение задач, КР, ЛР

		- производство альтернативных видов топлива - вторичная переработка отходов	

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР), тест (Т)

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Основы химической технологии и принципы функционирования химико-технологических систем (ХТС).	Исследование кинетики гетерогенной реакции окисления сульфита натрия	ЛР1 Вопросы к работе
2.		Умягчение воды	ЛР2 Вопросы к работе
3.		Контактная коррозия и протекторная защита	-
4.		Составление мат. баланса процесса получения сернистого натрия	ЛР3 Вопросы к работе
5.		Каустификация содового раствора	ЛР4, Вопросы к работе
6.	Технология отдельных производств	Каталитический крекинг углеводородного сырья (виртуальная)	ЛР5, Вопросы к работе
7.		Выделение хлорида калия из сильвинита	ЛР6, Вопросы к работе
8.		Электролиз водного раствора хлорида натрия	ЛР7, Вопросы к работе
9.		Очистка отходов от ионов Fe (3+)	ЛР8, Вопросы к работе
10.	Защита лабораторных работ	Защита студентами экспериментальных результатов по оценочным критериям	ЛР1-8, зачет

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР).

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Оформление лабораторных работ	Лабораторные практикумы кафедры общей и неорганической химии и ИВТ, виртуальные лабораторные работы
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	Электронно-информационная система университета, библиотека университета, информационные электронные ресурсы сети «Интернет»
3	Самостоятельное решение задач	Общая химическая технология в примерах задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие. /Л.Л. Товажнянский, М.К. Кошелева, С.И. Букхало,М.: Инфра М 2014.
4	Подготовка к текущему контролю	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла,
– в печатной форме на языке Брайля.
Для лиц с нарушениями слуха:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа,
– в форме аудиофайла.
Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Химия» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Неотъемлемой составной частью видов учебных занятий и одной из важнейших при подготовке студентов является лабораторный практикум. Именно лабораторный практикум позволяет реализовать воедино понятия «знать», «уметь», «владеть навыками» при проведении экспериментальных исследований. При применении проблемного подхода к работе студентов становится возможным решение следующего комплекса задач:

- формирование у студентов знания и понимания физической сущности изучаемых процессов и явлений;
- развитие способностей к творческой исследовательской работе;
- умение применять в практике научных исследований различные экспериментальные методики;
- знание основ постановки экспериментов с применением различного исследовательского оборудования.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается особый порядок освоения указанной дисциплины. В образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Вышеозначенные образовательные технологии дают наиболее эффективные результаты освоения дисциплины с позиций актуализации содержания темы занятия, выработки продуктивного мышления, терминологической грамотности и компетентности обучаемого в аспекте социально-направленной позиции будущего специалиста, и мотивации к инициативному и творческому освоению учебного материала.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «*Химическая технология*».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий для самостоятельного решения, задач для решения в аудитории, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и задач к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знает принципы формирования требований техники безопасности и химико-технологическую структуру создания и функционирования производства	Защита лабораторных работ	Итоговый тест в 5-м семестре, Вопрос на зачете в 6-м семестре
		Умеет реализовывать безопасную работу в лабораторных и технологических условиях и обладать устойчивыми навыками работы с химическими средами	Защита лабораторных работ	-
		Владеет навыками безрисковой работы в условиях лаборатории и умением организации безопасной работы с химическими и химико-технологическими средами	Защита лабораторных работ	-
2	ИОПК-2.2. Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик	знает базовые и специальные экспериментальные методы синтеза соединений различных классов	Защита лабораторных работ	Итоговый тест в 5-м семестре, Вопрос на зачете в 6-м семестре
		умеет осуществлять как простые, так и сложные многостадийные синтезы соединений различного строения, работая как самостоятельно, так и в составе группы	Защита лабораторных работ	
		владеет навыками по выделению веществ различной природы, а также навыками синтетического планирования	Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Задача на зачете в 6-м семестре

3	ИОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического состава веществ и материалов на их основе	Знает основные приемы, применяемые в количественном хим. анализе известных составов, получаемых в химико-технологических процессах	Защита лабораторных работ	Вопрос на зачете в 6-м семестре
		Умеет ориентируясь на количественные показатели реакции направлять ее в необходимую сторону для повышения выхода продукта	Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения, КР	Итоговый тест в 5-м семестре, Задача на зачете в 6-м семестре
		Владеет знаниями о кинетических особенностях хим. реакций и влияния на них различных факторов, а также особенностями составления материальных балансов	Защита лабораторных работ, Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения, КР	Итоговый тест в 5-м семестре, Задача на зачете в 6-м семестре
4	ИОПК-2.4. Исследует свойства веществ и материалов с использованием современного научного оборудования	Знает основные химические и физико-химические методы применяемые для оценки качества продукции	Защита лабораторных работ	Вопрос на зачете в 6-м семестре
		Умеет используя современное исследовательское оборудование показать взаимосвязь состава и параметров реакции, условий синтеза материалов с их получаемым качеством	Защита лабораторных работ, Задания для самостоятельного решения, КР, Эссе	Итоговое тестирование в 5-м семестре, Билет на зачете в 6-м семестре
		Владеет логикой работы с современным оборудованием обусловленной тем или иным методом в основе прибора	Эссе, Защита лабораторных работ	Билет на зачете в 6-м семестре

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерные темы для написания Эссе

1. Сохранение управляемости ХТС как фактор экологической безопасности.
2. Эффективность ХТП как фактор эко-техногенного равновесия.
3. Методы контроля качества продукции как фактор ресурсосбережения.
4. Необходимость иерархии в ХТС.

Примеры заданий для самостоятельного выполнения и для решения в аудитории

1. Составить материальный баланс получения 1 м3 ацетилена из технического карбида кальция, содержащего 90% CaC_2, если степень превращения карбида кальция составляет 0,94:

$$CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

2. Рассчитать материальный баланс процесса газификации твердого топлива

$$3C + H_2O + O_2 \rightarrow 3CO + H_2$$

Состав бурого угля, 70 %масс С. Степень выгорания, 92 %. Для газификации используют атмосферный воздух, %об. Кислород – 21, азот - 79. Расчет вести на 1000кг угарного газа.

3. Рассчитайте скорость коррозии стального трубопровода в г/($м^2$сут), если вода, поступающая в него со скоростью 50 л/мин., содержит 6,2 млO2/л при н.у., а выходящая содержит 0,2 млO2/л. Коррозия протекает на участке площадью 100 $м^2$ с образованием Fe_2O_3.

4.

Материальный баланс для окисления серы приведен в табл. 1. Вычислить степень конверсии серы.

Таблица 1

Материальный баланс окисления серы

без учета потерь

Компонент	М, кг/кмоль	Взято		Получено	
		кг/час	кмоль/час	кг/час	кмоль/час
S	32.0660	9122.90	284.504	100.00	3.119
O_2	31.9988	9003.99	281.385	0	0
SO_2	64.0648	0.00	0.000	18026.89	281.385
∑		**18126.89**	565.889	**18126.89**	284.504

5.

При пиролизе н-гексана (100, кмоль) образуется пирогаз, содержащий компоненты:

н-C_6H_{14}	40	кмоль
CH_2=CH_2	180	кмоль
H_2	60	кмоль

Составить таблицу материального баланса процесса.

Рассчитать селективность процесса по этилену, $\Phi_{C_2H_4}^{C_6H_{14}}$.

Вариант итогового тестового задания:

1. Критерии эффективности функционирования химических производств

1. Степень превращения реагента рассчитывается по уравнению:

а) $X_A = \frac{N_A}{N_{Ao}}$; б) $X_A = \frac{N_{Ao} - N_A}{N_{Ao}}$; в) $X_A = \frac{N_{Ao}}{N_{Ao} - N_A}$; г) $X_A = \frac{N_{Ao}}{N_A}$

2. Выход продукта рассчитывается по уравнению:

а) $\eta_R = \frac{N_{R\max} - N_R}{N_{R\max}}$; б) $\eta_R = \frac{N_{R\max}}{N_{R\max} - N_R}$; в) $\eta_R = \frac{N_R}{N_{R\max}}$; г) $\eta_R = \frac{N_{R\max}}{N_R}$

3. Интегральная селективность процесса рассчитывается по уравнению:

а) $\varphi_R = \frac{N_R}{N_{R\max}}$; б) $\varphi_R = \frac{\Delta N_{A\to R}}{\Delta N_A}$; в) $\varphi_R = \frac{N_{R\max}}{N_{R\max} - N_R}$; г) $\varphi_R = \frac{\Delta N_A}{N_{Ao}}$

4. Дифференциальная селективность процесса рассчитывается по уравнению:

а) $\varphi'_R = \frac{W_R}{W_{R\max}}$; б) $\varphi'_R = \frac{W_{A\to R}}{W_A}$; в) $\varphi'_R = \frac{W_A}{W_{A\to R}}$; г) $\varphi'_R = \frac{W_{R\max}}{W_R}$

5. Расходный коэффициент по сырью рассчитывается по уравнению:

а) $РК_{Amex} = \frac{N_{Ao_{Tmax}}}{N_R}$; б) $РК_{Amex} = \frac{G_{Ao_{max}}}{G_R}$; в) $РК_{Amex} = \frac{W_{Ao_{max}}}{W_R}$; г) $РК_{Amex} = \frac{C_{Ao_{max}}}{C_R}$

6. Интенсивность работы аппарата рассчитывается по уравнению:

а) $I = \frac{G_R}{\tau}$; б) $I = \frac{П_R}{V}$; в) $I = \frac{G_R}{V}$; г) $I = \frac{П_R}{V\tau}$

7. По уравнению $\frac{N_{Ao} - N_A}{N_{Ao}}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) степень превращения реагента;
в) интегральная селективность; г) расходный коэффициент по сырью.

8. По уравнению $\frac{N_R}{N_{R\max}}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) степень превращения реагента;
в) интегральная селективность; г) расходный коэффициент по сырью.

9. По уравнению $\frac{\Delta N_{A\to R}}{\Delta N_A}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) степень превращения реагента;
в) интегральная селективность; г) расходный коэффициент по сырью.

10. По уравнению $\frac{W_{A\to R}}{W_A}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) степень превращения реагента;
в) интегральная селективность; г) дифференциальная селективность.

11. По уравнению $\frac{G_{Ao_{max}}}{G_R}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) степень превращения реагента;
в) интегральная селективность; г) расходный коэффициент по сырью.

12. По уравнению $\frac{П_R}{V}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) интенсивность работы аппарата
в) интегральная селективность; г) расходный коэффициент по сырью.

13. По уравнению $\frac{G_R}{\tau}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) интенсивность работы аппарата;

в) производительность аппарата; г) расходный коэффициент по сырью.

14. По уравнению $\frac{G_R}{V\tau}$ рассчитывается:

а) интенсивность работы аппарата; б) производительность аппарата;
в) расходный коэффициент по сырью. г) выход продукта.

15. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для необратимых сложных реакций?

а) $\eta_R = \frac{X_A}{X_{Ap}}$; б) $\eta_R = X_A$; в) $\eta_R = \varphi_R X_A$; г) $\eta_R = \varphi_R \frac{X_A}{X_{Ap}}$

16. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для обратимых сложных реакций?

а) $\eta_R = \frac{X_A}{X_{Ap}}$; б) $\eta_R = X_A$; в) $\eta_R = \varphi_R X_A$; г) $\eta_R = \varphi_R \frac{X_A}{X_{Ap}}$

17. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для необратимых простых реакций?

а) $\eta_R = \frac{X_A}{X_{Ap}}$; б) $\eta_R = X_A$; в) $\eta_R = \varphi_R X_A$; г) $\eta_R = \varphi_R \frac{X_A}{X_{Ap}}$

18. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для обратимых простых реакций?

а) $\eta_R = \frac{X_A}{X_{Ap}}$; б) $\eta_R = X_A$; в) $\eta_R = \varphi_R X_A$; г) $\eta_R = \varphi_R \frac{X_A}{X_{Ap}}$

2. Химико-технологическая система

19. В системе «самостоятельная и условно неделимая единица называется…»:
а) агрегатом; б) элементом; в) объектом; г) процессом.
20. Элементом ХТС является:
а) аппарат; б) агрегат; в) процесс; г) цех.
21. Аппарат в ХТС является:
а) объектом; б) блоком; в) модулем; г) элементом.
22. Указать механический элемент ХТС:
а) испаритель; б) дробилка; в) дистиллятор; г) турбина.

23. Указать теплообменный элемент ХТС:
а) испаритель; б) дробилка; в) дистиллятор; г) турбина.

24. Указать массообменный элемент ХТС:
а) испаритель; б) дробилка; в) дистиллятор; г) турбина.

25. Указать энергетический элемент ХТС:
а) испаритель; б) дробилка; в) дистиллятор; г) турбина.

26. Указать реакционный элемент ХТС:
а) теплообменник; б) химический реактор; в) дистиллятор; г) насос.
27. Какая подсистема не относится к основным подсистемам химического производства?
а) подсистема химического превращения; б) подсистема водоподготовки;
в) подсистема подготовки сырья; г) подсистема выделения продукта.
28. Какая подсистема не относится к основным подсистемам химического производства?
а) подсистема химического превращения; б) подсистема выделения продукта;
в) подсистема подготовки сырья; г) подсистема управления.
29. Какая подсистема относится к основным подсистемам химического производства?

По результатам проверки рассчитывается коэффициент успешности как отношение числа правильных ответов к общему числу ответов (выражается в процентах).

Шкала перевода значений коэффициента успешности в традиционную оценку

91 – 100 % «отлично»

74 – 90 % «хорошо»

61 – 73 % «удовлетворительно»

0 – 60 % «неудовлетворительно»

Примерные вопросы для самопроверки и контролируемые расчетные задания:

Задачи на составление материального баланса

1 Рассол в количестве 9500 кг с концентрацией 20 % масс. упаривают до концентрации 65 % масс. Составить материальный баланс процесса упаривания с учетом производственных потерь – 1%.

2 Составить материальный баланс производства 1 кг 100%-ной гранулированной аммиачной селитры, если потери азотной кислоты в процессе производства составляют 5 %, а аммиака 3,8 %. Азотная кислота 58%-ной концентрации.

3 Составить материальный баланс синтеза 1т мочевины. Избыток аммиака составляет 125 % от стехиометрической массы. Углекислый газ содержит 4 % примесей.

4 Составить материальный баланс нейтрализатора для получения аммиачной селитры производительность 20 т нитрата аммония в час. В производстве применяется 47%-ная зотная кислота и 100 %-ный газообразный аммиак. Потери азотной кислоты и аммиака в производстве составляют 1 % от теоретически необходимого количества для обеспечения заданной производительности. Из нейтрализатора аммиачная селитра выходит в виде 60 %-ного раствора нитрата аммония в воде.

5 Составить материальный баланс контактного аппарата для каталитического окисления диоксида серы в триоксид серы производительность 10 000 м3/ч исходного газа состава % об.: SO2 – 8,5; O2 – 12,5; N2 – 79 Степень окисления диоксида серы в триоксид серы составляет 98 %. Расчет вести в кг/ч.

6 Синтез мочевины осуществляется 120%-ным избытком аммиака. Степень превращения карбамата в карбамид – 88,5%. составить материальный баланс на 1000 кг аммиака. Определить достаточно ли воды, выделившейся в результате реакции, на связывание избытка аммиака.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.Б.18 Химическая технология, проводится промежуточная аттестация в виде зачета (5 семестр) и экзамена (6 семестр).

В соответствии с Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся КубГУ и его филиалов - зачеты выставляются по результатам успешного выполнения студентами лабораторных работ, тестирования, выполнения расчетных заданий.

Лабораторные работы считаются успешно выполненными в случае предоставления отчета (журнала), включающего тему, цель, ход работы, соответствующие таблицы,

графики и ответа на теоретические вопросы по теме работы, а также аргументированность и научность выводов и результатов при их дискуссионной защите.

Шкала оценивания - «зачтено/ не зачтено» (запись в лабораторном журнале студента). «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий и правил техники безопасности. Правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления, правильно проанализированы ошибки. При этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если допущены более двух грубых ошибок в ходе выполнения и оформления работы, которые обучающиеся не могут исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена полностью, тогда она возвращается на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету в 6-м семестре:

1. Химическое производство как сложная система. Понятие о химико-технологических системах (ХТС). Структура ХТС. Качественные (операционно-описательные и иконографические) и математические модели ХТС.
2. Структурная иерархия ХТС: молекулярные процессы → макрокинетика → аппараты →
производства → проблемы развития техносферы.
3. Качественные и количественные критерии оценки эффективности ХТС.
4. Материальные и энергетические балансы ХТС. Схемы движения материальных и энергетических потоков.
5. Значение термодинамических и кинетических (микро- и макро-) закономерностей для технологии. Факторы, определяющие скорость гомогенно и гетерогенно протекающих реакций. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности контакта реагирующих фаз и других физико-химических факторов на течение химико-технологических процессов; важнейшие способы их регулирования.
Влияние макрокинетических факторов: гидродинамики, тепло- и массообмена.
6. Технологические приемы ускорения и замедления реакций. Катализ. Производственные процессы с применением твердых, жидких и газообразных катализаторов. Значение формы, дисперсности, пористости, прочности и других свойств твердых катализаторов. Носители и промоторы катализаторов.
7. Основные виды и ресурсы сырья. Задачи стандартизации и кондиционирования сырья.
Обогащение сырья, его значение и основные принципы. Физико-химические свойства сырья, на которых основаны процессы обогащения. Комплексное использование сырья.
8. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах.
9. Экологизация химических производств.
10. Требования к материалам для изготовления аппаратуры (механической прочности, термической устойчивости, химической стойкости). Важнейшие виды природных, металлических, полимерных и других материалов, а также их сочетаний, используемые в производстве химической аппаратуры.
11. Классификация химико-технологических процессов в зависимости от основных законов,
определяющих скорость этих процессов: гидромеханические, тепловые, массообменные (диффузионные), механические и химические (реактивные). Сопряжение в химико-технологических аппаратах различных типов процессов.
12. Гидромеханические процессы. Основы гидравлики. Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики и его практическое значение.
13. Основы гидро- и газодинамики. Характеристика установившихся и неустановившихся потоков, ламинарных и турбулентных течений. Уравнения Бернулли. Приложения уравнения Бернулли для измерения скорости и расхода жидкости.
14. Перемещение жидкостей и газов. Общие сведения о насосах и компрессорных машинах. Основные параметры насосов.

15. Движение тел в вязкой среде. Сопротивление движению тел в вязкой среде. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Скорость осаждения. Движение жидкостей через неподвижные и пористые слои. Гидравлика кипящего (псевдоожиженного) слоя. Методы разделения гетерогенных систем.

16. Основы моделирования химико-технологических процессов. Физическое моделирование.

Теория подобия как научная основа физического моделирования. Основные критерии гидродинамического подобия. Общий вид критериальных уравнений.

17. Тепловые процессы. Значение тепловых процессов в химической технологии. Виды передачи тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение и соответствующие уравнения теплопереноса. Основное уравнения теплопередачи.

18. Нагревающие агенты и способы нагревания. Конструкция теплообменных аппаратов. Пути повышения эффективности теплообменного оборудования. Выпаривание. Основные представления. Конструкция выпарных аппаратов. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата.

19. Массообменные процессы. Характеристика процессов массопереноса.

равновесие. Материальный баланс процессов массопереноса. Молекулярная диффузия и конвективный перенос.

20 Абсорбция. Физические основы процесса абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса. Устройство абсорбционных аппаратов.

21 Перегонка жидкостей. Общие сведения о простой перегонке (дистилляции) и ректификации. Характеристика двухфазных систем жидкость- пар. Дифференциальное уравнение простой перегонки.

22 Ректификация. Характеристика процесса ректификации. Непрерывная ректификация бинарных систем. Число теоретических тарелок (ЧТТ) ректификационной колонны. Устройство ректификационных колонн.

23 Химические реакционные процессы. Классификация химических реакторов, основы математического моделирования и оптимизация режимов их работы.

24 Производство серной кислоты. Виды серусодержащего сырья. Физико-химические основы и схемы контактного способа производства серной кислоты; равновесные и кинетические условия, катализаторы.

Пути интенсификации сернокислотного производства.

25 Технология связанного азота. Синтез аммиака. Способы получения азотоводородной смеси. Физико-химические основы процесса синтеза аммиака (термодинамические и кинетические особенности). Катализаторы синтеза аммиака. Выбор оптимальных условий синтеза.

26 Производство азотной кислоты. Физико-химические основы технологических процессов.

27 Минеральные соли в сельском хозяйстве. Минеральные удобрения и их классификация.

Производство калийных солей. Методы улучшения свойств удобрений: гранулирование, концентрирование, капсулирование и др. Значение и перспективы производства жидких удобрений.

28 Производство нитрата аммония. Методы улучшения физических свойств.

29 Синтез мочевины. Физико-химические условия и схемы производства.

30 Производство хлора и щелочи. Теоретические основы электролиза солевых растворов и расплавов. Производство хлора и едкого натра. Типы электролитических ванн — диафрагменные и с ртутным катодом.

31 Производство моторных топлив.

32 Производство низших олефинов, диенов и ацетилена. Их дальнейшее использование.

33 Синтезы на основе окиси углерода. Промышленные источники окиси углерода. Синтез-газ. Синтез метанола и формальдегида. Их дальнейшее использование.

Пример билета на зачет в 6-м семестре

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Билет № 1

Химическая технология,
направление 04.03.01 Химия,
семестр 6

1. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах..
2. Коррозионный мониторинг. Методы коррозионного мониторинга.

Заведующий кафедры
общей и неорганической
химии и ИВТ, д-р хим. наук Буков Н.Н.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	выставляется студенту, если ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении и решении задачи нет ошибок, задача решена рациональным способом
Средний уровень «4» (хорошо)	выставляется студенту, если ответ полный и правильный на основе изученных теорий, материал изложен в определённой логической последовательности, при этом допускаются несущественные ошибки в ответах на теоретические вопросы или в решении задачи, которые студент может исправить по указанию преподавателя
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	выставляется студенту, если ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязный, не проявляются умения применять теоретические знания при решении практических проблем; - знание предмета с заметными пробелами, неточностями, но такими, которые не служат препятствием для дальнейшего обучения

Минимальный уровень «2» (неудовлетвори тельно)	выставляется, если ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала. Студент не способен решить экзаменационную задачу даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении базовых понятий предмета).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

1. Кузнецова И.М. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС [Электронный ресурс] : учебник / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампиди, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов; под. ред. Х.Э. Харлампиди. - Изд. 2-е, перераб. – СПб.: Лань, 2014. - 384 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/45973#book_name
2. Соколов, Р.С. Практические работы по химической технологии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Р. С. Соколов. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 271 с. : ил. - (Практикум для вузов). - ISBN 5691011790 : 91 р.
3. Хейфец, Л.И. Химическая технология. Теоретические основы [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению ВПО "Химия" и специальности "Фундаментальная и прикладная химия" / Л. И. Хейфец, В. Л. Зеленко ; под ред. В. В. Лунина. - Москва : Академия, 2015. - 463 с. : ил. - (Высшее образование. Естественные науки) (Бакалавриат). - Библиогр.: с. 457-458. - ISBN 9785446803521 : 895.49.

4. Фролов, В.Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Фролов. - [2-е изд., испр.]. - СПб. : ХИМИЗДАТ , 2008. - 607 с. : ил. - Библиогр. : с. 605-607. - ISBN 9785938081581.

5. Соколов, Р.С. Химическая технология [Текст] : учебное пособие для студентов вузов : [в 2 т.]. Т. 1 : Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ / Р. С. Соколов. - М. : ВЛАДОС, 2003. - 367 с. : ил. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр. : с. 356-357. - ISBN 5691003550. - ISBN 56910035691.

6. Соколов, Р.С. Химическая технология [Текст] : учебное пособие для студентов вузов : [в 2 т.]. Т. 2 : Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов / Р. С. Соколов. - М. : ВЛАДОС, 2003. - 448 с. : ил. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр. : с. 443-444. - ISBN 5691003550. - ISBN 569100357711.

7. Игнатенков, В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. И. Игнатенков, В. С. Бесков. - М. : Академкнига, 2006. - 198 с. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр. : с. 195. - ISBN 5946281488.

8. Лабораторный практикум по общей химической технологии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / [В. А. Аверьянов и др.] ; под общ. ред. В. С. Бескова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 279 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - Авторы указаны на обороте тит. л. - Библиогр. в конце работ. - ISBN 9785996301096 : 227.70.

5.2. Периодическая литература

1. Журнал прикладной химии - российский научный журнал журналом широкого профиля в области прикладной химии, ЖПХ публикует результаты исследований в различных областях химии и химической технологии в виде статей и обзоров с четко выраженным прикладным характером.

2. Журнал «Химическая технология»

- российский научный рецензируемый производственный, научно-технический, информационно-аналитический и учебно-методический журнал для работников промышленности, научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов, учащихся средних и высших учебных заведений.

3. Журнал «Территории Нефтегаз»

– ведущее отраслевое издание по оборудованию и технологиям включая защиту материалов и повышение долговечности в нефтегазовом комплексе.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

Профессиональные базы данных:

1. Scopus http://www.scopus.com/

2. ScienceDirect www.sciencedirect.com
3. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com/
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН http://archive.neicon.ru
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/
7. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
8. Springer Nature Protocols and Methods https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols
9. Springer Materials http://materials.springer.com/
10. Springer Journals Archive: https://link.springer.com/

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных http://www.uspto.gov/patft/
2. КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/);
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/;
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ .

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения http://moodle.kubsu.ru
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://mschool.kubsu.ru/
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий http://mschool.kubsu.ru;
4. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение дисциплины «Химическая технология» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;

2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;

3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;

2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке задания преподавателя рекомендуется:

1) ознакомиться с темой, которой посвящено задание для выяснения обсуждаемого круга вопросов;

2) поработать с конспектом лекции по теме, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

При выполнении практической работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения. с целью последующей консультации у преподавателя. Каждый студент должен стремиться активно работать на практических занятиях и успешно выполнять тестовые проверочные работы.

Самостоятельная работа студентов является одним из эффективных средств развития и активизации творческой деятельности студентов. Ее можно рассматривать как главный резерв повышения качества подготовки специалистов. Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, который состоит в том, что цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины.

В современной литературе выделяют два уровня самостоятельной работы - управляемая преподавателем самостоятельная работа студентов и собственно самостоятельная работа.

Именно первый уровень наиболее значим, т.к. он предполагает наличие специальных методических указаний преподавателя, следуя которым студент приобретает и совершенствует знания, умения и навыки, накапливает опыт практической деятельности.

В зависимости от этого различают три уровня самостоятельной работы:

репродуктивный (тренировочный);

реконструктивный;

творческий.

Самостоятельные тренировочные работы выполняются по образцу: решение задач, заполнение таблиц, схем и т. д. Познавательная деятельность студента проявляется в узнавании, осмыслении, запоминании. Цель такого рода работ – закрепление знаний, формирование умений, навыков.

В ходе самостоятельных реконструктивных работ происходит перестройка решений, составление плана, тезисов, на этом уровне могут изучаться первоисточники, выполняться типовые и нетиповые расчетные задания Цель этого вида работ – научить студентов основам самостоятельного планирования.

Самостоятельная творческая работа требует анализа проблемной ситуации, получения новой информации. Студент должен самостоятельно произвести выбор средств и методов решения. Цель данного вида работ – обучение основам творчества, перспективного планирования, в соответствии с логикой организации научного исследования.В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория химической технологии (ауд. 435С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы аналитические и технические, электрические нагревательные плитки, pH метр «Эксперт-001-1», муфельная печь, сушильный шкаф, центрифуга лабораторная ЦЕН-16, микроскоп металлографический «Альтами», химические реактивы.	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 431С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office