

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института химии  
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"17" сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины  
Технология химических процессов и производств

Направление подготовки бакалавриата  
20.03.01 – Техносферная безопасность

Профили подготовки бакалавриата  
Промышленная безопасность технологических процессов и производств

Квалификация (степень) выпускника

*Бакалавр*

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Бурухина Оксана Владиславовна		17.09.21
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		17.09.21
Заведующий кафедрой	Кузьмина Раиса Ивановна		17.09.21
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Технология химических процессов и производств» является формирование компетенций связанных с:

- знанием общих методов и приемов использования закономерностей химических и технологических наук для решения задач химической технологии применительно к массовому производству;
- формированием и развитием у студентов основы технологического и экологического мышления;
- выработкой навыков владения современными методами промышленного производства; важнейших химических и нефтехимических производств;

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Технология химических процессов и производств» (Б1.О.15) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 20.03.01 – Техносферная безопасность и осваивается в 4 семестре.

Обучение по данной дисциплине базируется главным образом на знаниях, полученных студентами в процессе изучения курсов «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Высшая математика», «Физика».

Полученные в результате изучения данной дисциплины знания и навыки необходимы студенту для успешного изучения дисциплин: «Процессы и аппараты химической технологии», «Надежность технических систем и техногенный риск», «Опасные производства химической технологии» выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>1.1_Б.УК-1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. <b>2.1_Б.УК-1.</b> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. <b>3.1_Б.УК-1.</b> Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. <b>4.1_Б.УК-1.</b> Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. <b>5.1_Б.УК-1.</b> Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	<b>знать:</b> - теоретические основы химико-технологических процессов; - общее представление о структуре химико-технологических систем; <b>уметь:</b> - выбирать рациональную схему производства заданного продукта; <b>владеть:</b> - методами анализа эффективности работы химических производств.
<b>ОПК-1</b> Способен учитывать современные тенденции развития	<b>ОПК-1.1</b> Изучает и анализирует техническую документацию <b>ОПК-1.2</b> Использует современные	<b>знать:</b> - устройство и принципы работы современного технологического оборудования

<p>техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.</p>	<p>программные комплексы для решения типовых задач в области защиты окружающей среды.  <b>ОПК-1.3</b> Использует современные программные комплексы в области промышленной безопасности для оценки рисков для человека, производственных объектов и окружающей среды  <b>ОПК-1.4</b> Использует современные базы данных и программные комплексы для решения задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека  <b>ОПК-1.5</b> Выбирает критерии предельного состояния технических устройства  <b>ОПК-1.6</b> Определяет условия безопасной эксплуатации конкретных технических устройств</p>	<p>и приборов  - устройство и принципы работы современного технологического оборудования и приборов  <b>уметь:</b>  проводить стандартные эксперименты, обрабатывать, интерпретировать результаты и делать выводы  <b>владеть:</b>  - навыками физико-химического анализа и опытом осуществления основных технологических процессов на лабораторных установках.</p>
<p><b>ПК-1</b> Способность и готовность организовывать и осуществлять комплекс работ и организационно-технических мероприятий, направленных на безопасное функционирование опасных производственных объектов</p>	<p><b>ПК-1.1</b> Планирует отдельные стадии работ при наличии общего плана организационно-технических мероприятий  <b>ПК-1.2</b> Организует работы по тактическому планированию деятельности отдела промышленной безопасности.  <b>ПК-1.3</b> Планирует работы по безопасному выводу производственного объекта в плановый ремонт и обслуживание  <b>ПК-1.4</b> Использует типовые методы и способы выполнения профессиональных задач в области планирования безопасного функционирования производства  <b>ПК-1.5</b> Планирует комплекс работ по обеспечению безопасного функционирования производственного объекта в ситуациях, регламентируемых планом локализации и ликвидации аварийных ситуаций</p>	<p><b>знать:</b>  - типовые химико-технологические процессы производства;  - основные химические процессы производства;  <b>уметь:</b>  - оценивать технологическую эффективность производства;  - рассчитывать основные характеристики химического процесса;  <b>владеть:</b>  - определением технологических показателей процесса.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Технология химических процессов и производств».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	лабораторные работы		СР	Контроль	Всего	
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка				
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
1	Содержание и задачи химической технологии.	4	1	2	2		5		9	Техника безопасности
2	Сырье и энергетика химических процессов.	4	2-3	4	2		5		11	Отчет по теме практической работы. Решение задач.
3	Критерии эффективности химико-технологических процессов.	4	4	2	2		5		9	Отчет по теме практической работы. Решение задач.
4	Операторы технологических схем. Технологические схемы. Классификация химико-технологических производств.	4	5	2	4		5		11	Отчет по теме практической работы.
5	Материальный и тепловой баланс химического производства.	4	6	2	6		6		14	Решение задач. Контрольная работа
6	Технология связанного азота.	4	7-11	10	18		6		34	Отчет по теме практической работы.
7	Технология получения серной кислоты.	4	12-13	4	8		6		18	Отчет по теме практической работы.
8	Технология минеральных удобрений.	4	14-16	6	10	10	6		22	Отчет по теме практической работы.
9	Производство органических веществ	4	17-18	2	8		6		16	Итоговое тестирование.
	Промежуточная аттестация.							36	36	Экзамен
	Итого: часов за 4 семестр			34	60	10	50	36	180	

## 4.1 Содержание лекционного курса

### **Содержание и задачи химической технологии.**

Значение химической технологии для различных отраслей промышленности. Особенности химической технологии как науки. Возникновение и развитие отечественной химической технологии. Структура и особенности химической промышленности. Состояние химической промышленности в РФ. Основные тенденции развития химической технологии. Сущность и методы составления и изображения материальных и энергетических балансов. Определения выходов продукции и коэффициентов полезного действия. Экологические требования, предъявляемые к рациональному производственному процессу. Операторы технологических схем. Технологические схемы. Классификация химико-технологических производств.

### **Сырье и энергетика химических процессов.**

Основные виды и ресурсы сырья. Определение, классификация и требования к химическому сырью. Подготовка химического сырья к переработке. Обогащение минерального сырья, его значение и основные принципы. Сущность комплексного использования сырья. Значение воды в химической технологии. Промышленная подготовка воды. Источники водоснабжения химических производств.

Человеческое общество и проблема энергии. Использование энергии в химическом процессе. Энергетика в химической промышленности. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах. Сущность комплексного энергохимического использования горючих ископаемых и применение тепла экзотермических процессов, регенерации и повторного применения энергии. Рациональное использование энергии в химическом процессе. Использование новых видов энергий в химической промышленности.

### **Критерии эффективности химико-технологических процессов.**

Содержание химико-технологического процесса. Общая характеристика и классификация процессов. Основные процессы химической технологии: гидромеханические, тепловые, массообменные. Понятие о степени превращения, интегральной и дифференциальной селективности, выходе, производительности, мощности, интенсивности. Взаимосвязь важнейших химико-технологических критериев эффективности. Управление химическим производством.

### **Материальный и тепловой баланс химического производства.**

Материальные потоки. Закон сохранения массы. Графическое выражение материального баланса. Закон сохранения энергии.

### **Технология связанного азота.**

*Технология связанного азота.* Потребности народного хозяйства в соединениях азота. Методы связывания атмосферного азота. Синтез аммиака. Физико-химические основы синтеза аммиака. Технологическая схема производства аммиака. Совершенствование аммиачного производства.

*Производство разбавленной азотной кислоты.* Применение азотной кислоты. Краткий исторический очерк производства азотной кислоты. Сырьё для производства азотной кислоты. Окисление аммиака и оксидов азота. Физико-химические основы технологических процессов, влияние давления, кислорода. Концентрирование

разбавленной азотной кислоты. Прямой синтез концентрированной азотной кислоты. Перспективы развития азотнокислого производства.

#### **Технология получения серной кислоты.**

Классификация серной кислоты в промышленности. Сырьевая база. Физико-химические основы процесса. Аппараты получения серной кислоты. Подготовка сырья. Окисление диоксида серы. Технологическая схема получения серной кислоты методом двойного контактирования двойной абсорбции. Нитрозный метод получения серной кислоты. Применение серной кислоты в промышленности. Производство серной кислоты из железного колчедана, из серы.

**Технология производства минеральных удобрений.** Агротехническое значение минеральных удобрений. Классификация минеральных удобрений. Ассортимент и масштабы производства минеральных удобрений. Типовые процессы солевой технологии. Производство калийных удобрений: флотационный способ, галургический способ. Производство азотных удобрений. Производство нитрата аммония. Физико-химические основы процесса. Аппарат ИТН. Производство фосфорных и комплексных удобрений. Сырьевая база. Производство двойного суперфосфата.

#### **Производство органических веществ.**

Продукты основного органического синтеза. Сырьё и процессы основного органического синтеза. Значение и перспективы развития основного органического синтеза. Производство уксусной кислоты и уксусного ангидрида: свойства и применение. Производство уксусной кислоты окислением ацетальдегида: физико-химические основы процесса, механизм, технологическая схема. Технологическая схема совместного производства уксусной кислоты и уксусного ангидрида. Получение фенола: методы, сырьевая база, катализаторы процесса, физико-химические особенности, механизм, побочные продукты. Технологическая схема кумольного метода получения фенола.

### **5. Образовательные технологии**

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии: курс лекций с мультимедийными материалами (в программе Power Point), консультации, промежуточный тестовый контроль знаний студентов, практические занятия, контрольная работа.

Предусмотрено использование в учебном процессе интерактивных форм обучения, разбор конкретных ситуаций (подбор оптимального сырья и условий проведения процесса конкретного химического производства, варианты снижения себестоимости продукции нефтяной промышленности, совершенствование методов очистки газовых выбросов и сточных вод конкретных химических производств).

Часть практических работ привязаны к темам самостоятельной работы и позволят контролировать уровень самостоятельной подготовки студентов.

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении индивидуальных и групповых лабораторных работ, подборе оптимальных параметров проведения технологических процессов,

определении физико-химических характеристик сырья и целевых продуктов, контроль проводят в виде индивидуальных отчетов, коллоквиумов, разборов конкретных ситуаций, деловых игр.

При освоении данного курса инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предоставляется больше времени на выполнение работ, дополнительное оборудование, в частности ноутбук, который находится в распоряжении Института специально для работы на нем только инвалидов. Также данной категории студентов дается больше времени на ответы.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа студентов, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе материалов из литературных и электронных источников информации по заданной теме,
- выполнении домашних заданий,
- оформлении отчетов по практическим работам,
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- изучении теоретического материала к практическим занятиям,
- изучении методических указаний и подготовке к выполнению практических работ,
- подготовке к экзамену.

На самостоятельную работу вынесены следующие вопросы:

**1. Технология переработки твердого и жидкого топлива.** Определение, классификация и состав топлив. Энергетические характеристики топлив. Роль нефти, как сырья для органического синтеза. Происхождение, состав и свойства нефтей. Нефтепродукты. Общая схема переработки нефти. Подготовка нефти к переработки. Первичная перегонка нефти. Физические и химические методы переработки нефти. Термохимические превращения углеводородов. Прямая атмосферно-вакуумная перегонка нефти. Термический и каталитический крекинг. Каталитический риформинг и платформинг. Пиролиз нефтепродуктов. Очистка нефтепродуктов. Коксование нефтяных остатков. Виды и происхождение твердых топлив. Каменные угли: строение и свойства. Общая схема коксохимического производства. Гидрирование твердого топлива. Совершенствование процессов переработки твердого топлива.

### **2. Производство и переработка газообразного топлива.**

Классификация и состав газообразных топлив. Сырьевая база. Использование газообразного топлива. Переработка нефтяных газов (попутного нефтяного газа, крекинг-газа). Переработка обратного коксового газа. Газификация твердого топлива.

### **3. Электрохимические производства.**

Теоретические основы промышленного электролиза. Количественные характеристики процесса электролиза. Электролиз водного раствора хлорида натрия: подготовка сырья, электролиз с использованием железного катода, ртутного катода. Переработка продуктов электролиза. Общая схема производства.

Производство соляной кислоты: физико-химические основы процесса, технологическая схема производства соляной кислоты.

### **4. Технология полимерных материалов.**

Сырьевая база. Свойства и применение полимерных материалов. Производство бутадиена-1,3. Производство стирола. Производство полиэтилена низкого и высокого давления.

Проверка вышеперечисленных вопросов для самостоятельной работы осуществляется при контроле выполнения практических работ в аудитории, а также на итоговом тестировании.

#### **Примерный перечень лабораторных работ.**

1. Технический анализ топлив, определение теплотворной способности и содержания воды в топливе.
2. Контрольно-измерительные приборы для измерения температуры
3. Контрольно-измерительные приборы давления и расхода газов.
4. Производство азотной кислоты окислением аммиака.
5. Получение двойного суперфосфата, производство соды аммиачным способом.
6. Пиролиз.
7. Ректификационная колонна.
8. Изучение процесса (риформинга, изомеризации, каталитического крекинга) на установке проточного типа.
9. Получение преципитата

#### **Примерный перечень вопросов для оценки знаний студентов по курсу «Технология химических процессов и производств»**

1. Закономерности и методы химической технологии. Значение термодинамических и кинетических (микро и макро) закономерностей для технологии.
2. Сущность комплексного использования сырья.
3. Значение воды в химической технологии.
4. Способы обогащения минерального сырья.
5. Основные тенденции развития химической технологии.
6. Сущность и методы составления и изображения материальных и энергетических балансов.
7. Определения выходов продукции и коэффициентов полезного действия.
8. Экологические требования, предъявляемые к рациональному производственному процессу.
9. Основные элементы теории реакторов.
10. Уравнение материального баланса реакторов.



11. Реакторы с различным режимом движения среды: реактор идеально смешения, вытеснения, каскад реакторов.
12. Реактор идеального вытеснения, каскад реакторов.
13. Реакторы с различным тепловым режимом. Математическое описание реакторов.
14. Основные виды и ресурсы сырья. Обогащение минерального сырья и сущность комплексного его использования.
15. Промышленная подготовка воды. Основные методы очистки вод от вредных примесей.
16. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах.
17. Сущность комплексного энергохимического использования горючих ископаемых и применение тепла экзотермических процессов, регенерации и повторного применения энергии
18. Технология получения синтез-газа. Конверсия метана водяным паром и кислородом.
19. Технология синтеза аммиака. Промышленные способы синтеза аммиака.
20. Технология азотной кислоты. Производства разбавленной азотной кислоты.
21. Производство концентрированной азотной кислоты.
22. Концентрирование разбавленной  $\text{HNO}_3$  с помощью водоотнимающих агентов.
23. Технология производства серной кислоты. Технологическая схема по методу ДКДА.
24. Технология минеральных удобрений. Производство простого суперфосфата. Аппарат использования теплоты нейтрализации.
25. Технологическая схема производства простого гранулированного суперфосфата.
26. Производства гранулированного суперфосфата камерным и поточным методом.
27. Технология производства аммиачной селитры. Аппарат использования теплоты нейтрализации.
28. Технология получения уксусной кислоты.
29. Производство муравьиной кислоты. Физико-химические основы и технологическая схема.
30. Свойства и применение полимерных материалов.
31. Производство бутадиена-1,3.
32. Производство стирола.
33. Производство полиэтилена низкого и высокого давления.
34. Количественные характеристики процесса электролиза.
35. Электролиз водного раствора хлорида натрия: подготовка сырья, электролиз с использованием железного катода.
36. Электролиз водного раствора хлорида натрия: подготовка сырья, электролиз с использованием ртутного катода.
37. Критерии эффективности химико-технологических процессов.
38. Нефть, её происхождение и состав.
39. Нефтепродукты.
40. Краткая история развития переработки нефти.
41. Общая схема переработки нефти.

42. Первичная перегонка нефти.
43. Крекинг нефтепродуктов.
44. Каталитический риформинг нефтепродуктов.
45. Очистка нефтепродуктов.
46. Гидроочистка.
47. Установка ЭЛОУ-АВТ.
48. Виды и происхождение твердых топлив.
49. Строение и свойства каменных углей.
50. Общая схема коксохимического производства.
51. Классификация каменных углей.
52. Сырьё коксохимического производства.
53. Переработка продуктов коксования.
54. Гидрирование твердого топлива.
55. Совершенствование процессов переработки твердого топлива.
56. Ректификация. Сущность и назначение процесса.
57. Классификация и состав газообразных топлив. Сырьевая база.
58. Переработка нефтяных газов (попутного нефтяного газа, крекинг-газа).
59. Переработка обратного коксового газа.

### Примерные задачи к контрольной работе

1. Определите состав смеси и степень превращения для ( $X_B$ ) для реакции  $A+2B \rightarrow 2R+S$ , если  $X_A=0,6$ ;  $C_{A,0}=1$  кмоль/м<sup>3</sup>,  $C_{B,0}=1$  кмоль/м<sup>3</sup>.
2. Для реакции гидрирования бензола  $C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$  проводимой при мольном соотношении реагентов  $C_6H_6 : H_2 = 1 : 10$ , степень превращения бензола  $X=0,95$ . Рассчитайте мольный состав смеси, если исходное количество бензола равно 10 моль.
3. Рассчитайте выход продукта  $P$ , если известно, что при проведении последовательных процессов  $A+B \rightarrow P+R$ ,  $P+M \rightarrow S+Z$  получено 12 моль продукта  $P$ , 4 моль продукта  $S$ , а для проведения реакции было взято по 20 моль реагентов  $A$  и  $B$ .
4. Рассчитайте полную селективность, если при проведении последовательных реакций  $A \rightarrow R + M$  (целевая реакция),  $R \rightarrow S + N$  (побочная реакция) получено 6 моль продукта  $R$  и 2,5 моль продукта  $S$ .
5. Определите выход продукта  $R$  и степень превращения  $X_A$  реагента  $A$ , если обратимая реакция  $A \leftrightarrow 2R$  протекает при условии, когда равновесная степень превращения  $X_{A,e} = 0,75$ , а отношение концентраций продукта и реагента после окончания реакции составляет  $C_R:C_A=1$ .
6. Составьте материальный баланс синтеза метанола из синтез-газа, если производительность по синтез-газу 2400 кг/ч, мольное соотношение  $n_{CO}:n_{H_2}=1:3$ , если степень превращения  $X_{CO}=0,3$ , селективность  $\varphi_{CH_3OH}=0,9$ ,  $\varphi_{CH_4}=0,07$ . Необходимо учитывать следующие реакции  $CO+2H_2 \rightarrow CH_3OH$ ,  $2CH_3OH \rightarrow (CH_3)_2O + H_2O$ ,  $CH_3OH + H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$ .
7. На упаривание поступает 9200кг/час 56%-го раствора аммиачной селитры. После упаривания из выпарного аппарата выводится 5350 кг/час раствора аммиачной селитры с концентрацией 96%. Составьте материальный баланс процесса упаривания.

8. Составьте материальный баланс получения пропионового альдегида по следующим реакциям:  $C_2H_4 + CO + H_2 \rightarrow CH_3CH_2COH$ ,  $2C_2H_4 + CO + H_2 \rightarrow C_2H_5COC_2H_5$ , если выход альдегида составляет 80%,  $\phi_{C_3H_6O}=0,85$ , мольные соотношения реагентов  $C_{CO} : C_{H_2} = 1$ ;  $C_{C_2H_4} : C_{CO}=0,6$ , производительность по альдегиду составляет 46400 кг/ч.

9. Определите объем проточного реактора идеального смешения, необходимый для достижения степени превращения исходного реагента  $X_A=0,85$  при проведении реакции  $2A \rightarrow R + S$ , если  $C_{A,0}=2,5$  кмоль/м<sup>3</sup>,  $K=18,2$  м<sup>3</sup>/кмоль · ч, реагенты подают в реактор с объемным расходом 1,2 м<sup>3</sup>/ч.

10. Определите степени превращения реагентов А и В на выходе из проточного реактора идеального смешения объемом 0,5 м<sup>3</sup> при проведении реакции  $A+B \rightarrow R+S$ , если  $C_{A,0}=1,2$  кмоль/м<sup>3</sup>,  $C_{B,0}=1,6$  кмоль/м<sup>3</sup>, объемный расход  $V=5$  м<sup>3</sup>/ч, константа скорости  $K=12$  м<sup>3</sup>/кмоль · ч.

11. В реакторе идеального вытеснения проводят реакцию  $A+B \rightarrow R + S$ . Определите производительность по продукту R, если известно, что  $C_{A,0}= C_{B,0} = 2$  кмоль/м<sup>3</sup>, объем реактора 1,4 м<sup>3</sup>, объемный расход  $V=28$  м<sup>3</sup>/ч, константа скорости  $K=18$  м<sup>3</sup>/кмоль · ч.

12. Рассчитайте среднее время пребывания реагентов в реакторе идеального смешения, необходимое для достижения степени превращения исходного реагента  $X_A=0.8$ . В реакторе протекает реакция второго порядка  $2A \rightarrow R + S$ , скорость которой описывается при постоянной температуре кинетическим уравнением  $W_{r,A}=2,5 \cdot C_A^2$ . Начальная концентрация реагента А на входе в реактор равна  $C_{A,0} = 4$  кмоль/м<sup>3</sup>.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

**Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности (контрольные работы, тест)	Промежуточная аттестация (экзамен)	Итого
4	6	24		15		15	40	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента по дисциплине

**Лекции – 6 баллов**

Диапазон баллов	Критерий оценки за посещение лекций
0 баллов	Посещение менее 30% лекционных занятий

1 балл	Посещение 30-80% лекционных занятий
2 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий
3 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в <50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений
4 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в >50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений
6 баллов	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в >50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений

### **Лабораторные занятия**

Количество баллов за 1 работу (всего предусмотрено 6 работ)	Критерий оценки
0	Работа не выполнена
1	Сдан только теоретический отчет, работа не выполнена / Работа выполнена, оформлена. Теоретический отчет не сдан. Работа сдана не в срок
2	Сдан теоретический отчет, студент не отвечает на дополнительные вопросы по теме работы. работа выполнена с помощью инженера или преподавателя, работа оформлена. Сдана в срок. / Сдан теоретический отчет, студент дает неполные ответы на вопросы по теме работы, работа выполнена самостоятельно и оформлена, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи. Работа сдана не в срок
3	Сдан теоретический отчет, студент дает неполные ответы на вопросы по теме работы, работа выполнена самостоятельно и оформлена, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи. Сдана в срок
4	Сдан теоретический отчет, работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок, студентом даны исчерпывающие ответы на все вопросы, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи

**Практические занятия** Не предусмотрены

**Самостоятельная работа**

Предусматривает самостоятельное решение контрольной работы по темам: критерии ХТП, материальный баланс, реактора химических производств, кинетика химических процессов.

	0 баллов	1-4 балла	5-8 баллов	9-12 баллов	12-15 баллов
Контрольная работа (решение задач)	Работа не выполнена	Выполнено менее 30% работы	Выполнено 30-50% работы	Выполнено 50-80% работы	Выполнено от 80 до 100% работы.

**Автоматизированное тестирование** Не предусмотрено.

#### **Другие виды учебной деятельности**

Предусматривает итоговое тестирование по пройденному материалу. Максимальное количество баллов – 15.

	0	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15
Тестирование	нет ни одного правильного ответа	количество правильных ответов до 20%.	количество правильных ответов от 20 до 50%.	количество правильных ответов от 51 до 65%.	количество правильных ответов от 66 до 80%.	количество правильных ответов больше 81%.

при проведении промежуточной аттестации  
 ответ на «отлично» оценивается от 38 до 40 баллов;  
 ответ на «хорошо» оценивается от 32 до 37 баллов;  
 ответ на «удовлетворительно» оценивается от 25 до 31 баллов;  
 ответ на «неудовлетворительно» от 0 до 24 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по дисциплине **«Технология химических процессов и производств»** составляет 100 баллов.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине **«Технология химических процессов и производств»** в оценку (экзамен):

85-100 баллов	«отлично»
70-84 баллов	«хорошо»
55-69 баллов	«удовлетворительно»
0 -54 баллов	«не удовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Технология химических процессов и производств»

а) литература:

1. Кошелева, М. К. Общая химическая технология в примерах, лабораторных работах, задачах и тестах : учебное пособие / М. К. Кошелева. - 2, перераб. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. - 210 с. - ISBN 978-5-16-014977-6. - ISBN 978-5-16-107472-5 : ~Б. ц. ЭБС «ИНФРА-М»
2. Шатов А.А. Химия и химическая технология : Монография / Шатов А.А. - Москва : Русайнс, 2020. - 370 с. - ISBN 978-5-4365-6512-5 : ~Б. ц. ЭБС BOOK.RU.
3. Кузнецова, И. М. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС : учебное пособие / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампыди, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов. - 2-е изд., перераб. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-1479-6: ~Б. ц. ЭБС «Лань»

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- Нефтегазовое дело, <http://www.ngdelo.ru/>
- Нефтяное хозяйство, <http://www.oil-industry.ru/>
- Бурение и нефть, <http://www.burneft.ru>
- [http://www.fptl.ru/Chem\\_block.html](http://www.fptl.ru/Chem_block.html) – учебно-методические материалы по химии;
- <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> - учебники, практикумы и справочники по химии.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные лаборатории № 10, 11 (для проведения лабораторных и практических занятий), нижняя аудитория 1-го учебного корпуса (для проведения лекционных занятий), Хроматограф Кристалл-5000; Рефрактометр УРФ-22; Печи электрические-1000; Часы газовые ГСБ-400 кл; Установка пиролиза; Установка дегидрирования углеводородов; Весы ВЛА-200; Весы АДВ-200; Насос Камовского; Шкаф сушильный SNOЛ 58/350; Шкаф сушильный КПС-1-2D; Колориметр фотоэлектрический однолучевой КФО; Колориметр КФ-77; ЛАТР; Реактор проточного типа; Реактор смешения; Реометры; миллиамперметры; Термопары; Аквадистиллятор ДЭ10; Гидравлический пресс; Электрохолодильник; Компьютер; Баллоны с CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>; Вытяжной шкаф.

Обучающиеся инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья будут обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**Место осуществления практической подготовки:** учебные лаборатории Института химии.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» и профилю подготовки бакалавров «Промышленная безопасность технологических процессов и производств».

Автор

Доцент кафедры нефтехимии и техногенной безопасности Института химии СГУ, к.х.н.

Бурухина О.В.

Программа одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от « 17 » сентября 2021 года, протокол № 2 .