

Министерство образования и науки 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

Иванов А.Г.

« 04 » 2017г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.18 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

Направление подготовки – 04.03.01 Химия

Направленность/профиль – Органическая и биоорганическая химия

Программа подготовки – академическая

Форма обучения – очная

Квалификация выпускника – бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Химическая технология» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки - 04.03.01 «Химия».

Программу составил (и)  
Н.Н. Петров, доцент, кандидат химических наук



Рабочая программа дисциплины «Химическая технология» утверждена на заседании кафедры (разработчика) общей, неорганической химии и ИВТ в химии  
протокол № « 7 » 22.06 2017 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Буков Н.Н.



Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) органической химии

протокол № « 17 » 07.06 2017 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Доценко В.В.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета «Химии и высоких технологий»

протокол № « 5 » 27.06 2017 г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.



Рецензенты:

Горохов Р.В. канд. хим. наук, зам. директора по науке ООО  
«Современные технологии»

Доценко В.В. д-р хим. наук ФГБОУ ВО «КубГУ»

## 1. Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель 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 Б1.Б.18 Химическая технология относится к базовым дисциплинам учебного плана. Для освоения данной дисциплины необходимы знания по дисциплинам «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Высшая математика», «Физика», «Органическая химия». Знания, полученные в процессе изучения дисциплины, необходимы для дальнейшей успешной профессиональной практической деятельности.

### 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 общепрофессиональных и профессиональных компетенций (ОП К/ПК)

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                         |                                                                                                           |                                                                                              |
|--------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                      | знать                                                                                               | уметь                                                                                                     | владеть                                                                                      |
| 1.     | <b>ОПК-6</b>       | Знание норм техники безопасности и умение их реализовывать в лабораторных и технологических условиях | Принципы формирования требований техники безопасности и химико-технологическую структуру создания и | Реализовывать безопасную работу в лабораторных и технологических условиях и обладать устойчивыми навыками | Навыками безрисковой работы в условиях лаборатории и умением организации безопасной работы с |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)           | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                            |
|--------|--------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                 | знать                                                                                                                                                                                                      | уметь                                                                                                                                                                               | владеть                                                                                                                                                                                                    |
|        |                    |                                                 | функционального производства                                                                                                                                                                               | работы с химическими средами                                                                                                                                                        | химическими и химико-технологическими средами                                                                                                                                                              |
| 2.     | <b>ОК-7</b>        | Способность к самоорганизации и самообразованию | Основные приемы и методы, применяемые для организации химико-технологических процессов и логическую взаимосвязь между исходным химизмом и получаемым результатом взаимодействия в производственной системе | Понимать логическую необходимость своих действий при проведении химико-технологического процесса и направлять реакцию при возможности в направлении образования требуемого продукта | Способами оценки направления химической реакции и ее скорости при формировании химико-технологического процесса и базой знаний необходимой для объективной оценки эффективности и химического производства |

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

| Вид учебной работы                                         | Всего часов  | Семестры (часы) |           |   |   |
|------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|-----------|---|---|
|                                                            |              | 5               | 6         |   |   |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     | <b>116,5</b> |                 |           |   |   |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         | <b>112</b>   | <b>36</b>       | <b>76</b> |   |   |
| Занятия лекционного типа                                   | 54           | 18              | 36        | - | - |
| Лабораторные занятия                                       | 58           | 18              | 40        | - | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | -            | -               | -         | - | - |
|                                                            | -            | -               | -         | - | - |
| <b>Иная контактная работа:</b>                             |              |                 |           |   |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      | 4            | 2               | 2         |   |   |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             | 0,5          | 0,2             | 0,3       |   |   |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                | <b>63,8</b>  | <b>33,8</b>     | <b>30</b> |   |   |
| <i>Курсовая работа</i>                                     | -            | -               | -         | - | - |

|                                                                       |                                      |              |             |             |          |          |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|----------|----------|
| Проработка учебного (теоретического) материала                        |                                      | 63,8         | 33,8        | 30          | -        | -        |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) |                                      | -            | -           | -           | -        | -        |
| Реферат                                                               |                                      | -            | -           | -           | -        | -        |
| Подготовка к текущему контролю                                        |                                      | -            | -           | -           | -        | -        |
| <b>Контроль:</b>                                                      |                                      | <b>35,7</b>  | <b>0,0</b>  | <b>35,7</b> |          |          |
| Подготовка к экзамену                                                 |                                      | 35,7         | 0,0         | 35,7        |          |          |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                             | <b>час.</b>                          | <b>216</b>   | <b>84</b>   | <b>132</b>  | <b>-</b> | <b>-</b> |
|                                                                       | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>116,5</b> | <b>38,2</b> | <b>78,3</b> |          |          |
|                                                                       | <b>зач. ед</b>                       | <b>6</b>     | <b>2</b>    | <b>4</b>    |          |          |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5,6 семестре

| № разд<br>ела | Наименование разделов                                | Количество часов |                   |     |    |                        |
|---------------|------------------------------------------------------|------------------|-------------------|-----|----|------------------------|
|               |                                                      | Всего            | Аудиторная работа |     |    | Самостоятельная работа |
|               |                                                      |                  | Л                 | ПЗ  | ЛР |                        |
| 1             | 2                                                    | 3                | 4                 | 5   | 6  | 7                      |
| 1.            | Базовые понятия химической технологии                | 8                | 2                 | -   | 2  | 4                      |
| 2.            | Сырьё химической промышленности                      | 8                | 2                 | -   | 2  | 4                      |
| 3.            | Гидромеханические процессы химической промышленности | 9,8              | 2                 | -   | 2  | 5,8                    |
| 4.            | Массообменные процессы                               | 10               | 2                 |     | 4  | 4                      |
| 5.            | Процессы теплообмена                                 | 8                | 2                 |     | 2  | 4                      |
| 6.            | Химические реакторы и ХТС                            | 10               | 4                 |     | 2  | 4                      |
| 7.            | Каталитические процессы                              | 8                | 2                 |     | 2  | 4                      |
| 8.            | Коррозия хим. оборудования                           | 8                | 2                 |     | 2  | 4                      |
| 9.            | Технология отдельных производств                     | 106              | 36                |     | 40 | 30                     |
|               | <i>Итого по дисциплине:</i>                          |                  | 54,0              | 0,0 | 58 | 63,8                   |

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела                  | Содержание раздела                                                                              | Форма текущего контроля |
|----|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                     | 3                                                                                               | 4                       |
| 1. | Базовые понятия химической технологии | Структура ХТС:<br>молекулярные процессы → макрокинетика<br>→ аппараты → производства → проблемы | ЛР, Т                   |

|    |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |
|----|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |                                                      | <p>развития техносферы. Качественные и количественные критерии оценки эффективности</p> <p>ХТС. Материальные и энергетические балансы ХТС. Критерии эффективности химико-технологических процессов.</p> <p>Сущность и значение оптимизации физико-химических условий проведения химико-технологических процессов.</p> <p>Роль математического моделирования.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |
| 2. | Сырьё химической промышленности                      | <p>Сырьевая и энергетическая база химической промышленности. 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. Вода как сырьё и компонент химического производства.</p> <p>Промышленные и санитарные требования к воде. Промышленная подготовка воды. Химические, механические, физико-химические и биологические методы очистки вод от природных примесей. Обессоливание и опреснение воды. Пути водооборота в промышленности. Накипи, пути их предотвращения и устранения.</p> | ЛР, Т |
| 3. | Гидромеханические процессы химической промышленности | <p>Гидромеханические процессы. Основы гидравлики. Физические свойства жидкостей.</p> <p>Основное уравнение гидростатики и его практическое значение. Основы гидро- и газодинамики. Характеристика установившихся и неуставившихся потоков, ламинарных и турбулентных течений. Уравнения Бернулли. Приложения уравнения Бернулли для измерения скорости и расхода жидкости. Перемещение жидкостей и газов. Общие сведения о насосах и компрессорных машинах. Основные параметры насосов.</p>                                                                                                                                                                                    | ЛР, Т |
| 4. | Массообменные процессы                               | Массообменные процессы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ЛР, Т |

|    |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |
|----|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |                           | <p>Характеристика процессов массопереноса.</p> <p>Фазовое равновесие. Материальный баланс процессов массопереноса. Рабочие линии. Молекулярная диффузия и конвективный перенос. Абсорбция. Физические основы процесса абсорбции.</p> <p>Материальный и тепловой баланс процесса. Устройство абсорбционных аппаратов.</p> <p>Перегонка жидкостей. Общие сведения о простой перегонке (дистилляции) и ректификации.</p> <p>Характеристика двухфазных систем жидкость- пар. Дифференциальное уравнение простой перегонки.</p> <p>Ректификация.</p> <p>Характеристика процесса ректификации.</p> <p>Непрерывная ректификация бинарных систем. Число теоретических тарелок (ЧТТ) ректификационной колонны. Устройство ректификационных колонн.</p> |       |
| 5. | Процессы теплообмена      | <p>Принципы организации теплообмена. Теплообменные аппараты. Конструкция, назначение. Основное уравнение теплопередачи.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ЛР, Т |
| 6. | Химические реакторы и ХТС | <p>Химические реакторы, их классификация. Основные показатели работы реакторов. Реакторы гомогенных ХТП. Классификация реакторов по характеру смешивания, вытеснения веществ, участвующих в процессе. Реакторы гетерогенно-каталитических процессов. Типичные промышленные реакторы периодического и непрерывного действия. Классификация реакторов по подводу и отводу теплоты. Выпарные аппараты, их конструкция, применение. Общая характеристика ХТС. Способы отображения, структуры ХТС. Работа ХТС с различными типами технологических связей аппаратов.</p>                                                                                                                                                                            | ЛР, Т |
| 7. | Каталитические            | Гомогенные и гетерогенные каталитические                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ЛР, Т |

|    |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |
|----|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    | процессы                         | и некаталитические ХТП, механизм их течения. Стадии ХТП, основная стадия. Катализ. Механизм действия катализаторов. Новые направления в катализе                                                                                                                                                                                                                    |       |
| 8. | Коррозия хим. оборудования       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ЛР, Т |
| 9. | Технология отдельных производств | Перечень рассматриваемых химических производств:<br>- технология серной кислоты,<br>- синтез аммиака,<br>- технология азотной кислоты,<br>- технология метанола,<br>- синтезы на основе оксида углерода и водорода,<br>- переработка нефти,<br>- переработка природного газа,<br>- производство солей и удобрений,<br>- 3D принтинг<br>- биохимические производства | ЛР, Т |

Формы **текущего контроля**: защита лабораторной работы (ЛР), написание реферата (Р), коллоквиум (К), тестирование (Т).

### 2.3.2. Лабораторные занятия

| №   | Наименование раздела                | Наименование лабораторных работ                                                                                                                                                                                                  | Форма текущего контроля |
|-----|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1   | 2                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                | 4                       |
| 10. | Физико-химические основы технологии | Лабораторная работа №1 «Очистка воды катионированием»<br><br>Лабораторная работа №2 «Синтез NaOH электролизом NaCl»<br><br>Лабораторная работа №3 «Синтез пленкообразующих связующих»<br><br>Лабораторная работа №4 «Синтез HCl» | зачет                   |
| 11. | Технология отдельных производств    | Комплекс виртуальных работ моделирующих различные производства                                                                                                                                                                   | зачет                   |

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| №   | Вид СРС                                                                             | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 2                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 12. | Проработка и повторение лекционного материала, теоретическая самоподготовка<br>Тест | 1. 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.<br>2. Электронно-информационная система университета, библиотека университета, информационные электронные ресурсы сети «Интернет»                                                   |
| 13. | Подготовка к ЛР                                                                     | 1. Лабораторные практикумы кафедры общей и неорганической химии и ИВТ, виртуальные лабораторные работы<br>2. 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.

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.

### 3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Химия» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. Интерактивное обучение - путь к управлению системы самостоятельной работы студентов. Решение проблемных задач в малых группах, используются для практического понимания обучающимися подаваемого теоретического материала. Технология интерактивного обучения заключается в том, что на протяжении всего учебного времени происходит обмен мнениями, выслушиваются и обсуждаются разные точки зрения студентов. Интерактивные методы - это способы целенаправленного усиленного взаимодействия преподаватели и студентов по созданию оптимальных условий процесса обучения.

Организация изучения материала курса осуществляется на основе системно-деятельностного подхода и рекомендаций поэтапного формирования умственных действий. При освоении дисциплины

используются как традиционные, так и новые педагогические технологии. Лекции и лабораторные занятия являются традиционными при обучении в вузах и способствуют формированию у студентов базовых знаний, основных мыслительных операций, развитию логики. Лекции носят мотивационно-познавательный характер. Лабораторные занятия являются самостоятельными и имеют проблемно-поисковый характер. Лабораторную работу, выполняемую студентом, можно считать проблемной ситуацией и ее решение позволяет реализовать творческую деятельность, развить коммуникативную способность каждого студента, научить его аргументированно выражать свои мысли в присутствии других, развивать навыки экспериментальной работы. В качестве словесно-наглядного метода обучения используется демонстрационный химический эксперимент, который проводится при чтении лекций и проведении лабораторных занятий. Демонстрационный эксперимент позволяет преподавателю сформировать интерес к предмету у студентов, обучает приемам техники лабораторного эксперимента. Демонстрационный эксперимент - источник приобретаемых студентом знаний, навыков, умений; средство проверки истинности выдвигаемых гипотез, решения учебных и исследовательских проблем.

Для повышения эффективности учебного процесса используются следующие образовательные технологии: информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний включая использование технических и электронных средств информации; деятельностные практика-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность; развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения; технологии личностно-ориентированного обучения, позволяющие создавать индивидуальные образовательные технологии, обеспечивающие учет различных способностей обучающихся, создание необходимых условий для развития их индивидуальных особенностей.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут быть использованы образовательные технологии, позволяющие полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности, вносить вовремя необходимые коррективы как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

| Семестр | Вид занятия<br>(Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные<br>образовательные технологии | Количество<br>часов |
|---------|----------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|
| 5,6     | Л                          | Лекция с элементами педагогический                       | 8                   |

|        |    |                                                                                                                |    |
|--------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|        |    | эвристики, лекция-консультация                                                                                 |    |
|        | ЛР | Беседы, разбор ситуаций, работа в малых группах, презентация рефератов (разработок) в формате мини-конференции | 30 |
| Итого: |    |                                                                                                                | 38 |

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценка качества освоения дисциплины обучающимися включает промежуточный и текущий контроль усвоения знаний. Соответствующие оценочные средства отражены в ФОС дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся КубГУ и его филиалов, текущий контроль успеваемости студентов проводится в целях совершенствования и непрерывного контроля качества образовательного процесса, проверке усвоения учебного материала, активизации самостоятельной работы студентов. Текущий контроль знаний студентов осуществляется постоянно в течении учебного года. Виды текущего контроля: устный (письменный) опрос на лекциях, защита лабораторных работ, подготовка докладов, проверка выполнения письменных домашних заданий (расчетных заданий), тестирование, проверка знаний по результатам самостоятельной работы студентов, оценка активности студента на занятиях.

Основным видом текущего контроля знаний студентов очной формы обучения является внутрисеместровая аттестация, которая проводится один раз в семестр в обязательном порядке на всех курсах в соответствии с графиком учебного процесса данного семестра и завершается не позднее чем за месяц до начала промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится по данной дисциплине в форме зачета/экзамена.

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

Фонд оценочных средств включает тестовые задания, лабораторные работы позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Примерные вопросы для самопроверки и подготовки к написанию контрольных работ:

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 азотная 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 м<sup>3</sup>/ч исходного газа состава % об.: SO<sub>2</sub> – 8,5; O<sub>2</sub> – 12,5; N<sub>2</sub> – 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.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

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, докладов и презентаций.

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. 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 экзамену:

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 промотеры 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 (псевдоожигенного) 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 нагрева. 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.



1920

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 оценки:

| Критерии                                                       | Оценка    | Уровень                             |
|----------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| Глубокие исчерпывающие знания<br>всего программного материала, | «отлично» | повышенный<br>(продвинутый) уровень |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                       |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| логически последовательные, полные, грамматически правильные и конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные учебной программой: использование в необходимой мере в ответах материала, представленного в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе. |                       |                        |
| Твёрдые и достаточно полные знания всего программного материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном реагировании на замечания по отдельным вопросам, успешное выполнение практических заданий, предусмотренных учебной программой                                                                                  | «хорошо»              | базовый уровень        |
| Знание и понимание основных вопросов программы, но характер знаний фрагментарный, разрозненный. Неполное выполнение практических заданий, предусмотренных учебной программой. Наличие двух-трех ошибок при недостаточной способности их корректировки                                                                                                                 | «удовлетворительно»   | пороговый уровень      |
| Незнание основной части материала, предусмотренного учебной программой. непонимание сущности излагаемых вопросов. Наличие грубых ошибок в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы экзаменаторов. Показаны знания в объеме, недостаточном для дальнейшей учебы.                                                                                | «неудовлетворительно» | уровень не сформирован |

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

*Основная:*

1. Кузнецова И.М. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС [Электронный ресурс] : учебник / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампики, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов; под ред. Х.Э. Харлампики. - 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](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.

*Дополнительная:*

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Соколов, Р.С. Химическая технология [Текст] : учебное пособие для студентов вузов : [в 2 т.]. Т. 2 : Metallургические 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.
5. 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.

6. 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.

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

1. Электронная энциклопедия: <https://ru.wikipedia.org>
2. Ресурсы научной электронной библиотеки e-LIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>.
3. Обучающие ресурсы Международного Союза по Кристаллографии: [www.iucr.org](http://www.iucr.org)
4. Электронные ресурсы издательства Springer: [www.springerlink.com](http://www.springerlink.com)
5. Электронные ресурсы издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **7.1. Организация аудиторной работы.**

По курсу предусмотрено проведение лекционных и лабораторных занятий. Главной задачей лекционных занятий является передача в структурированной форме систематизированной информации большого объема. Посещение и конспектирование лекции студентами обязательно, так как способствует формированию общих подходов и принципов усвоения содержания данной дисциплины, содействует активизации мышления нацеливает на дальнейшую самостоятельную познавательную деятельность.

Лабораторная работа - форма обучения, связанная с процессом осознания изучаемого материала на основе самостоятельной предварительной учебной деятельности студентов. Выполнению лабораторной работы предшествует беседа, краткий опрос студентов, обсуждение дискуссионных вопросов изучаемой темы. Их обсуждения в условиях коллективной работы обеспечивает активное участие каждого студента. Лабораторная работа включает изучение правил техники безопасности, методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, овладение навыками экспериментальной работы, обработки, оформления и анализа полученных результатов. При проведении лабораторных работ сочетается индивидуальный и групповой метод выполнения работы. Отчет по лабораторной работе должен содержать: дату выполнения работы; название и цель работы; ход работы; заготовки таблиц для заполнения экспериментальных данных; наблюдаемые явления;

уравнения химических реакций превращений, сопровождающих эксперимент, схемы приборов; расчеты, графики; выводы (теоретическое обоснование полученных результатов). Лабораторный журнал заполняется в процессе выполнения работы. При защите лабораторной работы студент должен уметь объяснять цели, задачи, ход проведения работы, ее результаты, сделанные выводы, а также основные и конструктивные способности используемого оборудования. Отчет должен предоставляться преподавателю для проверки в течении недели после выполнения лабораторной работы.

## **7.2 Организация процесса самостоятельной работы**

Важным путем освоения студентами новых знаний, умений и навыков в освоении дисциплины является текущая и творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа, которая имеет целью закрепление и углубление знаний, полученных на аудиторных занятиях, поиск и приобретение новых знаний и умений. В самостоятельной работе заложена возможность самостоятельности мышления, творческой активности студента.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы использованы следующие ее формы: подбор и изучение литературных источников, подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети «Интернет», решение задач, тестирование.

Для выполнения тестовых заданий, необходимо помнить, что перед началом выполнения тестов следует внимательно изучить теоретический материал и ответить на вопросы для устного контроля.

Решение задач - один из элементов процесса изучения дисциплины. При решении задач закрепляются и углубляются теоретические знания, приобретаются навыки и умения применять основные законы к решению конкретных задач, приобретаются навыки пользования математическим аппаратом и навыки вычисления. Перед решением расчетных задач необходимо внимательно изучить теоретический материал и разобрать примеры решения задач. В решении задач должны содержаться формулы и все вычисления с указанием единиц измерения. При вычислениях необходимо обращать внимание на их точность (использование нужного числа значащих цифр) и соблюдение правил округления.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

Microsoft Office Professional Plus, Microsoft Windows

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

| №  | Наименование раздела   | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1. | Лекционный курс        | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, короткофокусный интерактивный проектор, мультимедийная кафедра, доска-экран универсальная, меловая доска (аудитория 322с)                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2. | Лабораторные занятия   | Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа укомплектованная специализированной мебелью, вытяжной системой вентиляции, маркерной доской, средствами пожаротушения и оказания первой медицинской помощи, лабораторным оборудованием: весами аналитическими и техническими, электрическими нагревательными плитками, рН метром «Эксперт-001-1», муфельной печью, сушильным шкафом, центрифугой лабораторной ЦЕН-16, микроскопом металлографическим Альтами (аудитория 435с) |
| 3. | Самостоятельная работа | Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченная доступом в электронно-информационную среду университета (аудитория 431с).                                                                                                                                                                                                                                                   |