

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**  
Химико-технологический факультет  
кафедра Химические технологии



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
д-р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

« 29 » 11 2016 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Общая химическая технология»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа академического бакалавриата  
Направление 18.03.01 «Химическая технология»

**Профиль подготовки**

Химическая технология неорганических  
веществ  
Химическая технология природных  
энергоносителей и углеродных материалов  
Химическая технология переработки  
древесины

**Квалификация подготовки:**

бакалавр

**Выпускающая кафедра:**

Химические технологии

**Форма обучения:**

очная

**Курс:** 2-й.

**Семестр(ы):** 4

**Трудоёмкость:**

**Кредитов по рабочему учебному плану:**

7 ЗЕ

**Часов по рабочему учебному плану:**

252 ч

**Виды контроля:**

Экзамен

4

Зачёт

-

Курсовой  
проект:

-

Курсовая  
работа:

+

семестр

проект:

работа:

Пермь – 2016 г.

**Учебно методический комплекс дисциплины «Общая химическая технология»** разработана на основании:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «11» августа 2016 г. номер приказа «№1005» по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология»;

- компетентностой модели (КМ) выпускника ОПОП по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профилю «Химическая технология неорганических веществ», утвержденной «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на новый ФГОС ВО);

- компетентностой модели (КМ) выпускника ОПОП по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», утвержденной «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на новый ФГОС ВО);

- компетентностой модели (КМ) выпускника ОПОП по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профилю «Химическая технология переработки древесины», утвержденной «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на новый ФГОС ВО);

- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профилю «Химическая технология неорганических веществ», утвержденного «08» сентября 2016 г.;

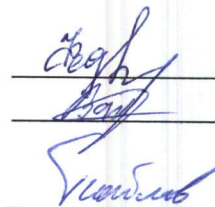
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», утвержденного «08» сентября 2016 г.;

- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профилю «Химическая технология переработки древесины», утвержденного «08» сентября 2016 г.

**Рабочая программа согласована** с рабочими программами дисциплин «Процессы и аппараты химической технологии», «Экология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Энерготехнология химических производств», «Промышленная экология», «Инженерная экология» участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик(-и)

канд. техн. наук, доцент  
канд. техн. наук, доцент



О.А. Федотова  
В.В. Вахрушев

Рецензент

д-р техн. наук



В.З. Пойлов

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры**  
Химические технологии «28» 09 20 16 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой,  
«Химические технологии»  
д-р техн. наук, проф.



В.З. Пойлов

**Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией** Химико-технологического факультета «14» 10 20 16 г., протокол № 45.

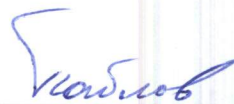
Председатель учебно-методической  
комиссии  
Химико-технологического факультета  
канд. техн. наук, доцент



Е.Р. Мошев

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой  
«Химические технологии»  
д-р техн. наук, проф.



В.З. Пойлов

Начальник управления  
образовательных  
программ, канд. техн. наук, доцент



Д. С. Репецкий

## 1 Общие положения

### 1.1 Цель дисциплины -

усвоение общих закономерностей химико-технологических процессов применительно к основным типам реакторов и химико-технологических систем, закономерностей гомогенных и гетерогенных, каталитических и некаталитических процессов.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья продукции (ПК - 1);
- способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК - 10).

### 1.2 Задачи дисциплины:

- **изучение** структуры, состава химического производства и его основных показателей; основных закономерностей химических процессов, технологических особенностей и принципов аппаратного оформления химических производств;
- **формирование умения** составления материального и теплового балансов химических аппаратов и установок;
- **формирование навыков** описания действующих технологий и сравнение их с новыми технологиями, обеспечивающими повышение технико-экономических показателей.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- химическое производство и химико-технологический процесс;
- основные виды химических процессов и реакторов.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Общая химическая технология» относится к *базовой части* Блока 1 (Б1) Дисциплины (модули) и является обязательной при освоении ОПОП по направлению 18.03.01 «Химическая технология» профилям «Химическая технология неорганических веществ», «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Химическая технология переработки древесины».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

- **знать:** перспективы технического развития предприятия; технические требования, предъявляемые к сырью, материалам, готовой продукции; основные технические и конструктивные особенности химических производств; способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов; способы интенсификации химико-технологических процессов; специальную терминологию;
- **уметь:** анализировать математические модели типовых процессов химической технологии; оценивать состав и свойства промежуточных продуктов с целью возможности разработки новых технологических процессов, обеспечивающих наиболее полное их использование; анализировать и обосновывать оптимальные параметры технологических процессов;
- **владеть:** навыками составления тепловых и материальных балансов химических аппаратов и установок; методами кинетического анализа и моделирования химических реакторов.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

| Индекс                              | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                            | Предшествующие дисциплины | Последующие дисциплины (группы дисциплин)                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Профессиональные компетенции</b> |                                                                                                                                                                                                                     |                           |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ПК - 1                              | Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья продукции |                           | Системы управления химико-технологическими процессами Б1.Б.22<br>Теоретические основы технологии неорганических веществ Б1.В.06<br>Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)<br>Б2.В.03 |

|         |                                                                                                             |  |  |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| ПК - 10 | Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа |  |  |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции ПК- 1, ПК- 10.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Код<br/>ПК-1</b> | <b>Формулировка компетенции:</b><br>Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья продукции |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Код<br/>ПК-1. Б1.Б.20</b> | <b>Формулировка дисциплинарной части компетенции:</b><br>способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья продукции |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 2.2 Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Виды учебной работы                                                               | Средства оценки                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>В результате освоения компетенции студент знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные понятия химической технологии;</li> <li>• способы интенсификации химико-технологических процессов;</li> <li>• теоретические основы и принципы составления материального и теплового балансов;</li> <li>• принципы расчета термодинамических и кинетических</li> </ul> | Лекции.<br>Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала. | Вопросы для текущего и рубежного контроля.<br>Вопросы к экзамену. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                               |                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <p>характеристик химических процессов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные виды химических реакторов и особенности их расчета.</li> </ul>                                                                                                                                                   |                                                               |                                                              |
| <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать и обосновывать оптимальные параметры технологических процессов;</li> <li>• принимать конкретные технические решения и совершенствовать технологический процесс с целью минимального ущерба наносимого окружающей среде</li> </ul> | <p>Практические занятия.<br/>Лабораторные работы.</p>         | <p>Отчёт по ЛР, индивидуальные задания по выполнению ЛР.</p> |
| <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками определения технологических режимов работы оборудования;</li> <li>• рациональными методами оценки технологий</li> </ul>                                                                                                              | <p>Практические занятия.<br/>Работа в лаборатории кафедры</p> | <p>Контрольная работа.<br/>Отчет по ЛР.</p>                  |

### 2.3 Дисциплинарная карта компетенции ПК-10

|                  |                                                                                                                                                            |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Код ПК-10</b> | <p><b>Формулировка компетенции:</b></p> <p>Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа</p> |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                           |                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Код ПК-10. Б1.Б.20</b> | <p><b>Формулировка дисциплинарной части компетенции:</b></p> <p>способность проводить анализ сырья и его комплексного использования, оценивать качество и расходные нормы по сырью для получения готовой продукции</p> |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 2.4 Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов                                                                                                                                                                                                | Виды учебной работы                                                                       | Средства оценки                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>В результате освоения компетенции студент знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы и принципы обогащения сырья;</li> <li>• способы промышленной водоподготовки и показателей</li> </ul> | <p>Лекции.<br/>Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p> | <p>Вопросы для текущего и рубежного контроля.<br/>Вопросы к экзамену.</p> |

|                                                                                                                                                                               |                                                       |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| качества воды;<br>• основные сырьевые и энергетические ресурсы и способы их рационального и комплексного использования;<br>• вопросы и методы создания безотходных технологий |                                                       |                                                       |
| <b>Умеет:</b><br>• выбрать рациональный способ использования сырья и энергии                                                                                                  | Практические занятия.<br>Лабораторные работы.         | Отчёт по ЛР, индивидуальные задания по выполнению ЛР. |
| <b>Владеет:</b><br>• рациональными методами получения готовых продуктов<br>• методами комплексного использования сырья и вторичных материальных ресурсов                      | Практические занятия.<br>Работа в лаборатории кафедры | Контрольная работа.<br>Отчет по ЛР.                   |

### 3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 7 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

| № п.п. | Виды учебной работы                                           | Трудоёмкость |            |            |
|--------|---------------------------------------------------------------|--------------|------------|------------|
|        |                                                               | по семестрам |            | всего      |
| 1      | 2                                                             | 3            | 4          | 5          |
| 1      | <b>Аудиторная (контактная) работа</b>                         |              | <b>81</b>  | <b>81</b>  |
|        | Лекции (Л)                                                    |              | 32         | 32         |
|        | Практические занятия (ПЗ) / в том числе в интерактивной форме |              | 27         | 27         |
|        | Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме  |              | 18         | 18         |
|        | Контроль самостоятельной работы (КСР)                         |              | 4          | 4          |
| 2      | <b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>                 |              | <b>135</b> | <b>135</b> |
|        | Изучение теоретического материала                             |              | 50         | 50         |
|        | Курсовая работа                                               |              | 18         | 18         |

|   |                                                                                                          |  |                        |                        |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------|------------------------|
|   | Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)                                   |  | 67                     | 67                     |
| 3 | Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся): экзамен                                        |  | 36                     | 36                     |
| 4 | <b>Трудоёмкость дисциплины</b><br><b>Всего:</b><br><b>в часах (ч)</b><br><b>в зачётных единицах (ЗЕ)</b> |  | <b>252</b><br><b>7</b> | <b>252</b><br><b>7</b> |

#### 4 Содержание учебной дисциплины

##### 4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

| Номер<br>учеб-<br>ного<br>мо-<br>дуля | Номер<br>раз-<br>дела<br>дисци-<br>плины | Номер<br>темы<br>дисципли-<br>ны | Количество часов и виды занятий<br>(очная форма обучения) |    |    |    |     |                                                |                                | Трудоёмко-<br>сть,<br>ч / ЗЕ |
|---------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|----|----|----|-----|------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
|                                       |                                          |                                  | аудиторная работа                                         |    |    |    |     | ито-<br>г<br>о<br>в<br>ы<br>й<br>конт-<br>роль | самосто-<br>ятельная<br>работа |                              |
|                                       |                                          |                                  | всего                                                     | Л  | ПЗ | ЛР | КСР |                                                |                                |                              |
| 1                                     | 2                                        | 3                                | 4                                                         | 5  | 6  | 7  | 8   | 9                                              | 10                             | 11                           |
| 1                                     | 1                                        | Введение                         | 2                                                         | 2  | 0  | 0  |     |                                                |                                | 2                            |
|                                       |                                          | 1                                | 7                                                         | 3  | 2  | 2  |     |                                                | 12                             | 19                           |
|                                       |                                          | 2                                | 12                                                        | 3  | 3  | 6  |     |                                                | 13                             | 25                           |
|                                       |                                          | 3                                | 11                                                        | 3  | 3  | 4  | 1   |                                                | 13                             | 24                           |
|                                       | Всего по модулю:                         |                                  | 32                                                        | 11 | 8  | 12 | 1   |                                                | 38                             | 70/1,94                      |
| 2                                     | 2                                        | 4                                | 5                                                         | 3  | 2  | 0  |     |                                                | 14                             | 19                           |
|                                       |                                          | 5                                | 5                                                         | 3  | 2  | 0  |     |                                                | 12                             | 17                           |
|                                       |                                          | 6                                | 7                                                         | 3  | 2  | 0  | 2   |                                                | 14                             | 23                           |
|                                       | Всего по модулю:                         |                                  | 17                                                        | 9  | 6  | 0  | 2   |                                                | 40                             | 57/1,58                      |
| 3                                     | 3                                        | 7                                | 6                                                         | 2  | 4  | 0  |     |                                                | 9                              | 15                           |
|                                       |                                          | 8                                | 12                                                        | 3  | 3  | 6  |     |                                                | 12                             | 24                           |
|                                       |                                          | 9                                | 6                                                         | 3  | 3  | 0  |     |                                                | 9                              | 15                           |
|                                       |                                          | 10                               | 6                                                         | 2  | 3  | 0  | 1   |                                                | 9                              | 15                           |
|                                       | Заключение                               |                                  | 2                                                         | 2  | 0  | 0  |     |                                                |                                | 2                            |
|                                       | Итого по модулю:                         |                                  | 32                                                        | 12 | 13 | 6  | 1   |                                                | 39                             | 71/1,98                      |
| Курсовая работа                       |                                          |                                  |                                                           |    |    |    |     |                                                | 18                             | 18                           |
| Промежуточная аттестация              |                                          |                                  |                                                           |    |    |    |     | 36                                             |                                | 36                           |
| Итого:                                |                                          |                                  | 81                                                        | 32 | 27 | 18 | 4   | 36                                             | 135                            | 252/7                        |

## 4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение. Л – 2 ч.

Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия, определения и термины. Технология, классификация. Приоритетные направления развития современной химической технологии.

### Модуль 1. Теоретические основы химической технологии

Раздел 1. Теоретические основы химической технологии

Л – 9 ч, ПЗ – 8 ч, ЛР – 12 ч, КСР-1 ч, СРС – 38 ч.

Тема 1. Химическое производство и химико-технологический процесс.

Структура, состав и компоненты химического производства. Иерархическая организация процессов в химическом производстве. Понятие и структура химико-технологического процесса как основной составляющей химического производства. Классификация ХТП. Критерии оценки эффективности производства: степень превращения, выход, селективность, расходные коэффициенты, производительность, мощность.

Тема 2. Общие закономерности химических процессов.

Равновесие химических реакций. Способы смещения равновесия. Скорость химических процессов. Кинетические уравнения простых, сложных, гомогенных и гетерогенных реакций. Способы изменения скорости реакций. Понятие оптимального технологического режима. Обоснование оптимального технологического режима на примерах промышленных химических процессов.

Тема 3. Основные типы химических процессов.

Характеристика и основные закономерности гомогенных химических процессов. Общие сведения о гетерогенных некаталитических процессах: равновесие, механизм, движущая сила гетерогенных процессов. Стадии гетерогенных процессов. Лимитирующая стадия и ее определение. Характеристика и классификация процессов, протекающих в системе газ – твердое. Кинетические модели процесса. Математическое описание скорости процессов, протекающих во внешне-, внутридиффузионной, кинетической

областях. Характеристика и классификация процессов в системе твердое – жидкость. Лимитирующая стадия процессов и их кинетические модели. *Промышленный катализ*. Значение и области применения катализа.

### **Модуль 2.** Химические реакторы

Раздел 2. Химические реакторы и их классификация

Л – 9 ч, ПЗ – 6 ч, КСР – 2 ч, СРС – 40 ч.

Тема 4. Химические реакторы и их классификация.

Классификация реакторов по характеру смешивания и вытеснения веществ, участвующих в процессе. Классификация реакторов по подводу и отводу теплоты. Реакторы для гомогенных, гетерогенных и каталитических процессов.

Тема 5. Математические модели процессов в химических реакторах

Математическое и физическое моделирование химических реакторов. Материальный баланс реакторов, работающих в стационарном и нестационарном режимах. Вывод характеристических уравнений для реакторов идеального смешения и вытеснения. Тепловой баланс реактора. Изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах: изотермический, адиабатический, политропический режимы работы реакторов.

Тема 6. Методы расчета химических реакторов.

Аналитический и графический методы расчета реакторов. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями (идеального смешения, идеального вытеснения, каскада). Устройство *промышленных химических реакторов*: реакторы для гомогенных, гетерогенных некаталитических, гетерогенно-каталитических процессов.

### **Модуль 3.** Химико-технологические системы

Раздел 3. Химико-технологические системы

ЛК – 11 ч, ПЗ – 13 ч, ЛР – 6 ч, КСР – 1 ч, СРС – 39 ч.

Тема 7. Структура и описание ХТС.

*Химическое производство* как система взаимосвязанных потоков,

элементов и протекающих в них процессов, основные понятия и определения. *Химическое производство* как многофункциональная химико-технологическая система (ХТС). Функциональные подсистемы – подготовка сырья, химическое превращение, выделение целевого продукта, утилизация отходов и обезвреживание сточных вод и газообразных выбросов. Общие принципы разработки и создания ХТС. *Синтез и анализ ХТС*. Материальный и тепловой балансы ХТС и ее подсистем, отдельных элементов.

#### Тема 8. Сырьевая подсистема ХТС.

Классификация сырья, запасы сырья, вторичные материальные ресурсы. Технические требования, предъявляемые к сырью и материалам. Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов. Концепция полного использования сырьевых ресурсов. Комбинированные производства и комплексное использование сырья. Вода и воздух в химическом производстве. Эффективность использования материальных ресурсов.

#### Тема 9. Энергетическая подсистема ХТС.

Энергия в химическом производстве. Основные виды энергии. Источники энергии. Концепция полного использования энергетических ресурсов. Энергетическая эффективность.

#### Тема 10. Важнейшие промышленные химические производства.

Производственная структура азотного предприятия. Производство синтетического аммиака, разбавленной азотной кислоты, аммиачной селитры, карбамида. Производство хлорида калия из сильвинита галургическим способом. Производство метанола. Производство формальдегида.

Заключение. Л – 1 ч.

Технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных технологий, сравнительный анализ.

### 4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

| № п/п | Номер темы дисциплины | Наименование темы практического занятия                                                                       |
|-------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Тема 1                | Определение основных технологических критериев химического производства (степень превращения, выход продукта) |
| 2     | Тема 2                | Расчет термодинамических характеристик химического процесса                                                   |
| 3     | Тема 2                | Составление кинетических уравнений простых и сложных химических реакций                                       |
| 4     | Тема 3                | Составление кинетических моделей гетерогенных процессов                                                       |
| 5     | Темы 8, 9, 10         | Определение расходных коэффициентов по сырью и энергии                                                        |
| 6     | Темы 7, 10            | Составление и расчет материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем                                      |
| 7     | Темы 5, 6, 10         | Составление моделей и расчет реакторов с идеальной и неидеальной структурой потоков                           |

### 4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы лабораторной работы                          |
|--------|-----------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1      | 1                     | Градуировка реометра                                           |
| 2      | 2                     | Обжиг известняка                                               |
| 3      | 2                     | Обжиг серосодержащего сырья                                    |
| 4      | 3                     | Карбонизация аммиачно-солевого раствора                        |
| 5      | 8                     | Химводоподготовка                                              |
| 6      | 8                     | Исследование гранулометрического состава дисперсных материалов |

## 5 Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

| Номер темы дисциплины | Вид самостоятельной работы студентов | Трудоёмкость, часов |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 1                     | Подготовка к аудиторным занятиям     | 6                   |
|                       | Изучение теоретического материала    | 6                   |
| 2                     | Подготовка к аудиторным занятиям     | 7                   |
|                       | Изучение теоретического материала    | 6                   |
| 3                     | Подготовка к аудиторным занятиям     | 7                   |
|                       | Изучение теоретического материала    | 6                   |
| 4                     | Подготовка к аудиторным занятиям     | 8                   |
|                       | Изучение теоретического материала    | 6                   |
| 5                     | Подготовка к аудиторным занятиям     | 7                   |
|                       | Изучение теоретического материала    | 5                   |
| 6                     | Подготовка к аудиторным занятиям     | 8                   |
|                       | Изучение теоретического материала    | 6                   |
| 7                     | Подготовка к аудиторным занятиям     | 6                   |
|                       | Изучение теоретического материала    | 3                   |
| 8                     | Подготовка к аудиторным занятиям     | 6                   |
|                       | Изучение теоретического материала    | 6                   |
| 9                     | Подготовка к аудиторным занятиям     | 6                   |
|                       | Изучение теоретического материала    | 3                   |
| 10                    | Подготовка к аудиторным занятиям     | 6                   |
|                       | Изучение теоретического материала    | 3                   |
|                       | Курсовая работа                      | 18                  |
|                       | Итого:<br>в ч / в ЗЕ                 | 135/3,75            |

### 5.1. Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 1. История развития химической технологии

Тема 2. Классификация промышленных химико-технологических процессов

Тема 3. Модель обновления поверхности в системе «жидкость - газ»

Тема 4. Классификация химических реакторов по организации материальных и тепловых потоков.

Тема 5. Уравнение теплового баланса для идеальных реакторов. Адиабатические реакторы. Изотермические реакторы. Политермические реакторы.

Тема 6. Отклонения реальных реакторов от идеальных.

Тема 7. Синтез и анализ технологической схемы очистки воды

Тема 8. Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов

Тема 9. Современные энергосберегающие технологии

Тема 10. Перспективные направления развития технологии продукта, новые области его применения.

### **5.2 Курсовая работа**

Примерный перечень тем курсовых работ:

- Конверсия метана водяным паром;
- Синтез метанола;
- Синтез карбамида;
- Кристаллизация карбамида;
- Стадия синтеза карбамида;
- Паровая конверсия природного газа;
- Получение серной кислоты;
- Термическая стадия Клаус – процесса;
- Паро-углекислотная конверсия метана;
- Отделение растворения руды в производстве хлорида калия;
- Отделение кристаллизации в производстве хлорида калия;
- Производство активированного угля.

**5.3 Реферат** – не предусмотрено.

**5.4 Расчетно-графические работы** – не предусмотрено.

**5.5 Индивидуальное задание** – не предусмотрено.

### **5.6 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций**

Проведение лекционных занятий по дисциплине «Общая химическая технология» основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических и лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

## **6 Фонд оценочных средств дисциплины**

### **6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций**

Текущий контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится в следующих формах:

- текущие контрольные работы для оценки знаний по темам (модуль 1, 2, 3).

## **6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций**

Рубежный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- защита лабораторных работ (модуль 1, 3);
- тестовые контрольные работы (модуль 1, 2, 3).

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в форме курсовой работы (модуль 1, 2, 3).

## **6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций**

1. **Зачёт** – не предусмотрен.

2. **Экзамен**

- Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание.
- Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов текущей, рубежной и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

## 6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

| Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)                                                                                        | Вид контроля |            |   |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|---|-----------------|
|                                                                                                                                             | КР           | Трен. (ЛР) | Т | Зачёт (экзамен) |
| <b>В результате освоения дисциплины студент знает:</b>                                                                                      |              |            |   |                 |
| основные понятия химической технологии                                                                                                      | +            |            | + | +               |
| методы и принципы обогащения сырья                                                                                                          | +            |            | + | +               |
| способы промышленной водоподготовки и показателей качества воды                                                                             | +            |            | + | +               |
| основные сырьевые и энергетические ресурсы и способы их рационального и комплексного использования                                          | +            |            | + | +               |
| вопросы и методы создания безотходных технологий                                                                                            | +            |            | + | +               |
| способы интенсификации химико-технологических процессов                                                                                     | +            |            | + | +               |
| теоретические основы и принципы составления материального и теплового балансов                                                              | +            |            | + | +               |
| принципы расчета термодинамических и кинетических характеристик химических процессов                                                        | +            |            | + | +               |
| основные виды химических реакторов и особенности их расчета                                                                                 | +            |            | + | +               |
| <b>Умеет:</b>                                                                                                                               |              |            |   |                 |
| анализировать и обосновывать оптимальные параметры технологических процессов                                                                |              | +          | + |                 |
| выбрать рациональный способ использования сырья и энергии                                                                                   |              | +          | + |                 |
| принимать конкретные технические решения и совершенствовать технологический процесс с целью минимального ущерба наносимого окружающей среде |              | +          | + |                 |
| <b>Владеет:</b>                                                                                                                             |              |            |   |                 |
| навыками определения технологических режимов работы оборудования                                                                            |              | +          |   |                 |
| рациональными методами оценки технологий, получения химических продуктов                                                                    |              | +          |   |                 |

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка умений);

Трен. (ЛР) – выполнение тренажей и лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения).

Т – рубежное тестирование

### 7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

[illegible]

## 8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

|                                           |                                                                       |                                                                                       |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Б1.Б.20<br>Общая химическая<br>технология | <b>Блок 1. Дисциплины (модули)</b>                                    |                                                                                       |
|                                           | <input checked="" type="checkbox"/> основная<br>по выбору<br>студента | <input checked="" type="checkbox"/> базовая часть цикла<br>вариативная часть<br>цикла |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>18.03.01</b> | <b>Химическая технология,</b> Химическая технология неорганических веществ, Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, Химическая технология переработки древесины<br><i>(полное название направления подготовки / специальности)</i> |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                            |                                                                                                                         |                   |                                                                                                                        |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ХТ/ТНВ<br/>ХТ/ТТУМ<br/>ХТ/ТЦБП</b> | Уровень<br>подготовки<br>и | <input type="checkbox"/> специалист<br><input checked="" type="checkbox"/> бакалавр<br><input type="checkbox"/> магистр | Форма<br>обучения | <input checked="" type="checkbox"/> очная<br><input type="checkbox"/> заочная<br><input type="checkbox"/> очно-заочная |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                               |                                         |                      |    |
|-------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|----|
| 2016                          | Семестр(ы)                              | Количество групп     | 4  |
| (год                          | 4                                       | Количество студентов | 71 |
| утверждения                   |                                         |                      |    |
| учебного плана                |                                         |                      |    |
| ОПОП)                         |                                         |                      |    |
| Федотова О.А.                 | доцент ХТ                               |                      |    |
| Вахрушев В.В.                 | доцент ХТ                               |                      |    |
| <u>Химико-технологический</u> |                                         |                      |    |
| <i>(факультет)</i>            |                                         |                      |    |
| <u>Химические технологии</u>  |                                         |                      |    |
| <i>(кафедра)</i>              |                                         |                      |    |
|                               | _____<br><i>(контактная информация)</i> |                      |    |

Карта книго-  
обеспеченности  
в библиотеку сдана

## 8.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

| №                                                                                                                    | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                                                                                                                                         | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1                                                                                                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                                         |
| <b>1 Основная литература</b>                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                                                                      | 1. Общая химическая технология: учебник для вузов: в 2 частях / ; Под ред. И.П. Мухленова . – 5-е изд., стер.- Москва : Альянс, 2009, ч.1.                                                                                                                                    | 150 ✓                                     |
|                                                                                                                      | 2. Общая химическая технология: учебник для вузов: в 2 частях / ; Под ред. И.П. Мухленова . – 5-е изд., стер.- Москва : Альянс, 2009, ч.2.                                                                                                                                    | 150 ✓                                     |
| <b>2 Дополнительная литература</b>                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>2.1 Учебные и научные издания</b>                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                                                                      | 1. Кутепов А.М. Общая химическая технология / А. М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен . – 3-е изд., перераб. – М.: Академкнига, 2007 . – 528 с. :                                                                                                                     | 51 ✓                                      |
|                                                                                                                      | 2. Расчеты химико-технологических процессов: учебное пособие для вузов / А. Ф. Туболкин [и др.]; Под ред. И.П. Мухленова. – Ленинград: Химия, 1976. – 300 с. – Прил.: с. 283-296. – Библиогр.: с. 297 – 298.                                                                  | 4 ✓                                       |
|                                                                                                                      | 3. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для вузов. – М.: Академкнига, 2006 . -452 с.                                                                                                                                                                              | 20 ✓                                      |
| <b>2.2 Периодические издания</b>                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>2.3 Нормативно-технические издания</b>                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>2.4 Официальные издания</b>                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| 1                                                                                                                    | Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим |                                           |

Карта книго-  
обеспеченности  
в библиотеку сдана

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|   | доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/">http://elib.pstu.ru/</a> . – Загл. с экрана.                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 2 | <b>Лань</b> [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> . – Загл. с экрана. |  |
| 3 | <b>Консультант Плюс</b> [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992- . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный.                                 |  |
| 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |

### Основные данные об обеспеченности на \_\_\_\_\_

(дата составления рабочей программы)

основная литература

☒

обеспечена

☐

не  
обеспечена

дополнительная  
литература

☒

обеспечена

☐

не  
обеспечена

Зав. отделом комплектования  
научной библиотеки



Н.В. Тюрикова

### Текущие данные об обеспеченности на \_\_\_\_\_

(дата составления рабочей программы)

основная литература

☐

обеспечена

☐

не  
обеспечена

дополнительная  
литература

☐

обеспечена

☐

не  
обеспечена

Зав. отделом комплектования  
научной библиотеки

\_\_\_\_\_

Н.В. Тюрикова

Карта книго-  
обеспеченности  
в библиотеку сдана

### 8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

#### 8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

| № п.п. | Вид учебного занятия | Наименование программного продукта | Рег. номер | Назначение                                                                                                                                                                                                       |
|--------|----------------------|------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 2                    | 3                                  | 4          | 5                                                                                                                                                                                                                |
| 1      | Лабораторные работы  | Пакет Microsoft Office 2003        |            | Офисный пакет приложений, созданных корпорацией Microsoft. В состав этого пакета входит программное обеспечение для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных и др. |

#### 8.4 Аудио- и видео-пособия – не предусмотрены

### 9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

#### 9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

| № п.п. | Помещения                         |                          |                 | Площадь, м <sup>2</sup> | Количество посадочных мест |
|--------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|
|        | Название                          | Принадлежность (кафедра) | Номер аудитории |                         |                            |
| 1      | 2                                 | 3                        | 4               | 5                       | 6                          |
| 1      | Лаборатория химических технологий | Кафедра ХТ               | 301             | 72                      | 20                         |

## 9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

| №<br>п.п. | Наименование и<br>марка оборудования<br>(стенда, макета,<br>плаката) | Кол-<br>во,<br>ед. | Форма приобретения /<br>владения<br>(собственность,<br>оперативное управление,<br>аренда и т.п.) | Номер<br>аудитории |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1         | 2                                                                    | 3                  | 4                                                                                                | 5                  |
| 1         | Вытяжные шкафы                                                       | 4                  | Оперативное управление                                                                           | 301                |
| 2         | Стеклопосуда                                                         |                    | Оперативное управление                                                                           | 301                |
| 3         | Весы                                                                 | 2                  | Оперативное управление                                                                           | 301                |
| 4         | Дистиллятор ДЭ - 20                                                  | 1                  | Оперативное управление                                                                           | 301                |
| 5         | Термостат                                                            | 2                  | Оперативное управление                                                                           | 301                |
| 6         | Печь СУОЛ                                                            | 2                  | Оперативное управление                                                                           | 301                |
| 7         | Виброгрохот                                                          | 1                  | Оперативное управление                                                                           | 301                |

**Лист регистрации изменений**

| <b>№<br/>п.п.</b> | <b>Содержание изменения</b> | <b>Дата,<br/>номер<br/>протокола<br/>заседания<br/>кафедры.<br/>Подпись<br/>заведующего<br/>кафедрой</b> |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                 | 2                           | 3                                                                                                        |
| 1                 |                             |                                                                                                          |
| 2                 |                             |                                                                                                          |
| 3                 |                             |                                                                                                          |
| 4                 |                             |                                                                                                          |