

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИШПР

 Н.В. Гусева  
«29» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**ОБОРУДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

|                                                                                                                        |                                                     |                 |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------|---|
| Направление подготовки                                                                                                 | 18.04.01 Химическая технология                      |                 |   |
| Направленность (профиль)                                                                                               | Химическая технология высокомолекулярных соединений |                 |   |
| Специализация                                                                                                          | Химическая технология высокомолекулярных соединений |                 |   |
| Уровень образования                                                                                                    | высшее образование - магистратура                   |                 |   |
| Курс                                                                                                                   | 2                                                   | семестр         | 3 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)                                                                            | 6                                                   |                 |   |
| Виды учебной деятельности                                                                                              | Временной ресурс                                    |                 |   |
| Контактная (аудиторная) работа, ч                                                                                      | Лекции                                              | 8               |   |
|                                                                                                                        | Практические занятия                                | 16              |   |
|                                                                                                                        | Лабораторные занятия                                | 24              |   |
|                                                                                                                        | ВСЕГО                                               | 48              |   |
| Самостоятельная работа, ч                                                                                              |                                                     | 168             |   |
| в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа) |                                                     | курсовой проект |   |
| ИТОГО, ч                                                                                                               |                                                     | 216             |   |

|                                                                |                                                                                      |                              |                 |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Вид промежуточной аттестации                                   | Зачет<br>Диф.зачет                                                                   | Обеспечивающее подразделение | ОХИ ИШПР        |
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель ОХИ<br>на правах кафедры |   |                              | Е.И. Короткова  |
| Руководитель ООП                                               |  |                              | М.А. Гавриленко |
| Преподаватель                                                  |  |                              | М.А. Гавриленко |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                                                                       |
| УК(У)-2         | Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла                                                                                                                                                                                                                                          | УК(У)-2.В2                                                  | Владеет опытом разработки проекта производств органического синтеза в рамках обозначенной проблемы                                                                                                                                                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | УК(У)-2.В4                                                  | Владеет опытом выступления с результатами проектирования                                                                                                                                                                                           |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | УК(У)-2.У2                                                  | Умеет формулировать цель, задачи, актуальность, значимость проекта производств органического синтеза и управлять проектом на всех этапах                                                                                                           |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | УК(У)-2.У4                                                  | Умеет представлять результаты проектной деятельности в виде отчетов, статей, докладов на конференциях                                                                                                                                              |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | УК(У)-2.32                                                  | Знает основы проектирования химико-технологических процессов                                                                                                                                                                                       |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | УК(У)-2.34                                                  | Знает способы представления результатов проектирования                                                                                                                                                                                             |
| ДПК(У)-1        | Готовность к решению профессиональных производственных задач – контролю технологического процесса, разработке параметров проведения технологического процесса, разработке технологических расходных коэффициентов сырья и материалов, энергоресурсов, к выбору основного и вспомогательного оборудования | ДПК(У)-1.В8                                                 | Владеет опытом определения технологических показателей химико-технологического процесса органического синтеза, навыками обоснования выбора основного оборудования и технологической оснастки                                                       |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ДПК(У)-1.У8                                                 | Умеет обосновывать конструкцию основного оборудования – реактора производства мономеров, вспомогательных веществ, выбирать и обосновывать конструкционный материал оборудования                                                                    |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ДПК(У)-1.38                                                 | Знает теоретические основы процессов органического синтеза в химическом реакторе, знает методы и средства контроля технологических параметров                                                                                                      |
| ДПК(У)-3        | Способность проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический анализ проекта                                                                                                                                                                                            | ДПК(У)-3.В2                                                 | Владеет навыками расчета процессов органического синтеза в химическом реакторе: расчета материального и теплового балансов, опытом технологического и механического расчетов основного аппарата, аппаратного расчета вспомогательного оборудования |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ДПК(У)-3.У2                                                 | Умеет выполнять технологический и механический расчет химического реактора производства органических веществ, мономеров                                                                                                                            |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ДПК(У)-3.32                                                 | Знает основы проектирования, теоретические основы процессов органического синтеза в химическом реакторе и характеристики оборудования для органического синтеза                                                                                    |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части (вариативный междисциплинарный профессиональный модуль) Блока 1 учебного плана образовательной программы (элективная дисциплина).

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Компетенция<br>ООП  |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |
| РД 1                                          | Применять знания основ проектирования и знания о химических процессах для разработки рациональной технологической схемы и выбора параметров технологического процесса                                                                                                                                             | УК(У)-2<br>ДПК(У)-1 |
| РД 2                                          | Уметь выбирать тип реактора производства органического синтеза и выполнять его конструктивный расчет; выбирать вспомогательное оборудование и оборудование по переработке полимеров; уметь разрабатывать систему регулирования процесса и выбирать типы приборов для диагностики химико-технологического процесса | УК(У)-2<br>ДПК(У)-1 |
| РД 3                                          | Владеть навыками инженерных расчетов процессов в химических реакторах и вспомогательном оборудовании, навыками разработки технической документации                                                                                                                                                                | УК(У)-2<br>ДПК(У)-3 |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                                                                                    | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Раздел 1. Технологические расчеты                                                                                     | РД 1<br>РД 3                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                       |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия      | 12                |
|                                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа    | 42                |
| Раздел 2. Конструирование реакторов                                                                                   | РД 1<br>РД 2<br>РД 3                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                       |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия      | 6                 |
|                                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа    | 42                |
| Раздел 3. Разработка и выбор вспомогательного оборудования производств органического синтеза. Охрана окружающей среды | РД 1<br>РД 2<br>РД 3                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                       |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия      | 6                 |
|                                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа    | 42                |
| Раздел 4. Инфраструктурное оборудование органического синтеза                                                         | РД 2                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                       |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия      |                   |
|                                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа    | 42                |

Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Технологические расчеты

Общий материальный и постадийный материальные балансы в производствах полимеров. Расчет расходных коэффициентов. Расчет объемов реакторов. Общая характеристика реакторов периодического действия, смешения и вытеснения. Экономическая эффективность периодических процессов. Тепловой баланс в производстве полимеров. Уравнение теплового баланса реакторов. Определение поверхности теплообмена реакторов.

##### Темы лекций:

1. Проектирование производств органического синтеза. Технологические расчеты

##### Темы лабораторных работ:

1. Разработка технологической схемы основной стадии производства органического синтеза, исследуемого в ВКР.
2. Инженерные расчеты: материальный баланс основной стадии процесса

**Темы практических занятий:**

1-3. Материальные расчеты химических производств: расчет реакторов периодического действия, расчет реакторов непрерывного действия, расчет каскада реакторов

**Раздел 2. Конструирование реакторов**

Технологические и механические требования, предъявляемые к конструкции реакторов. Конструкционные материалы: металлы и сплавы, пластмассы и другие материалы. Факторы, влияющие на конструкции реакторов.

Детали реакторов: обечайки, днища и крышки, фланцевые соединения, прокладки, бобышки и смотровые окна, люки и лазы, лапы и опоры.

Оформление поверхности теплообмена: гладкие рубашки, змеевиковые и рубашки с вмятинами.

Методы обогрева реакторов.

Перемешивающие устройства реакторов: конструкции мешалок, крепление мешалок на валу, концевой подшипник, приводы мешалок, уплотнения вращающихся валов.

**Темы лекций:**

2. Оборудование для производств органического синтеза: конструирование реакционной аппаратуры

**Темы практических занятий:**

4. Конструирование химических реакторов: примеры аппаратного оформления  
5. Детали химических реакторов

**Темы лабораторных работ:**

3. Конструирование основного аппарата.

**Раздел 3. Разработка и выбор вспомогательного оборудования производств органического синтеза. Охрана окружающей среды**

Вспомогательное оборудование, его назначение и устройство. Емкости, мерники и отстойники. Отделители высокого и низкого давлений. Теплообменники. Оборудование для фильтрации. Центрифуги и сепараторы. Оборудование для и экстракционной очистки. Охрана окружающей среды: загрязнение воздуха, водоемов, почвы в районе размещения проектируемого объекта. Оборудование для очистки сточных вод и газовых выбросов.

**Темы лекций:**

3. Выбор вспомогательного оборудования производств органического синтеза

**Темы практических занятий:**

6. Разработка и выбор вспомогательного оборудования производств органического синтеза  
7. Источники загрязнения окружающей среды

**Темы лабораторных работ:**

4. Тепловой баланс процесса в основном аппарате.

**Раздел 4. Инфраструктурное оборудование производств органического синтеза**

Подготовительное оборудование. Технологическое оборудование.

**Темы лекций:**

4. Инфраструктурное оборудование производств органического синтеза

### **Темы практических занятий:**

8. Инфраструктурное оборудование производств органического синтеза: оборудование для транспортирования сырья, пробоотборники, узлы слива, трубы для перекачивания.

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов (168 ч) при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- работа с лекционным материалом 16 ч (4 ЛК\*4);
- разработка разделов, вынесенных на самостоятельную проработку, в рамках выполнения курсового проекта, структурирование информации и выполнение чертежа: 80 ч (4 раздела\*20 ч);
- выполнение домашних заданий: поиск и структурирование информации 12 ч;
- подготовка к коллоквиуму и защите лабораторных работ 60 ч (4 ЛБ\*15).

**Темы СРС** дисциплины по разделу «Оборудование производств органического синтеза»:

1. Проектно-сметная документация.
2. Основные исходные данные для проектирования.
3. Стадийность проектирования. Содержание технологической части проекта.
4. Инженерное обоснование выбора метода производства продуктов органического синтеза.
5. Общая характеристика промышленных способов производства.
6. Аппаратурное оформление производств. Достоинства и недостатки методов.
7. Разработка технологической схемы производств органического синтеза.
8. Исходные материалы для проектирования схем.
9. Схемы с открытой цепью и циклические схемы.
10. Этапы составления операционной блок-схемы.
11. Автоматическое управление технологическим процессом.
12. Компоновка производств органического синтеза.
13. Основные требования объемно-планировочного решения цеха.
14. Варианты компоновки цеха.
15. Методы компоновки. Примеры компоновки.
16. Основы монтажа химической аппаратуры.
17. Организация монтажных работ.
18. Расчет объемов реакторов.
19. Общая характеристика реакторов периодического действия, смешения и вытеснения.
20. Исходные данные для расчета.
21. Расчет реактора периодического действия с использованием кинетики процесса.
22. Расчет РПД по заводским данным.
23. Экономическая эффективность периодических процессов.
24. Химические факторы, влияющие на выбор типа реактора.
25. Разработка и выбор вспомогательного оборудования заводов органических и полимерных производств.

**Тема курсового проекта** по дисциплине связана с проектированием установки получения вещества, синтез или использование которого предусмотрено в магистерской диссертации студента.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

*Основная литература*

1.Сутягин В.М. Основы проектирования и оборудование производств органического синтеза: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков, В.Г. Бондалетов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 3-е изд. – 1 компьютерный файл (pdf; 4.6 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader..

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C276269>

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m056.pdf> (контент)

2.Основы проектирования химических производств: учебник для вузов [Электронный ресурс] / В.И. Косинцев [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. А.И. Михайличенко. – 2-е изд. испр. и доп.. – 1 компьютерный файл (pdf; 6.4 MB). – Москва: Академкнига, 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Свободный доступ из сети Интернет. – Системные требования: Adobe Reader..

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C207013>

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2011/m04.pdf> (контент)

3.Ровкина Н.М. Химия и технология полимеров. Технологические расчеты в синтезе полимеров. Сборник примеров и задач: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ровкина Н.М., Ляпков А.А. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 168 с.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU-LAN-BOOK-119616>

Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/119616> (контент)

*Дополнительная литература*

1. Сорока Л. С. Теоретические основы процессов нефтегазопереработки и нефтегазохимии: электронный курс / Л. С. Сорока; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа природных ресурсов, Отделение химической инженерии. — Электрон. дан. — Томск: TPU Moodle, 2018. — Заглавие с экрана. — Доступ по логину и паролю. Схема доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=2385> (контент)
2. Бондалетов В. Г. Технологический проект (профиль Химическая технология органических веществ) / ДО 2015 (18.03.01): электронный курс / В. Г. Бондалетов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа природных ресурсов, Отделение химической инженерии. — Электрон. дан. — Томск: TPU Moodle, 2019. — Заглавие с экрана. — Доступ по логину и паролю. Схема доступа: <https://eor.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=1599> (контент)
3. Общая химическая технология органических веществ: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 1.7 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C209164>

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m38.pdf>.

## **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ):

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Design Science MathType 6.9 Lite; Far Manager; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Notepad++; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; XnView Classic

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                      | Наименование оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория):<br>634034 г. Томская область, Томск, Советская улица, д.73, стр.1, 137 | Крепление проекторное телескопическое на стойку для интерактивных досок - 1 шт.; Интерактивная доска Legamaster со стойкой - 1 шт.; Мультимедийный проектор Epson EB-410We - 1 шт.; Стойка мобильная для интерактивной доски Legamaster DYNAMIC e-Board Interactive 86 - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных места; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс):<br>634034, Томская область, г. Томск, пр. Ленина, 43а, 109а             | Беспроводная точка доступа Cisco AIR-LAP1131AG-E-K9 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Тумба подкатная - 2 шт.; Компьютер - 18 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.04.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология высокомолекулярных соединений» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Программа одобрена на заседании Отделения химической инженерии (протокол от 20.05.2019 г. № 7).

Заведующий кафедрой –  
Руководитель Отделения  
химической инженерии  
на правах кафедры,  
д.х.н, профессор

 /Короткова Е.И./

Разработчик(и):

| Должность     | Подпись                                                                             | ФИО             |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Профессор ОХИ |  | Бондалетов В.Г. |

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение                                                                                                           | Обсуждено на заседании<br>Отделения химической инженерии<br>(протокол) |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2020/2021<br>учебный<br>год | Изменена форма рабочей программы в соответствии с приказом ТПУ от 06.05.2020 г. № 127-7/об «Об утверждении форм документов ООП» | № 15 от 19.06.2020 г.                                                  |
|                             | Актуализировано учебно-методическое, информационное и программное обеспечение дисциплины                                        | № 15 от 19.06.2020 г.                                                  |
|                             |                                                                                                                                 |                                                                        |
|                             |                                                                                                                                 |                                                                        |