

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.10**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Проектирование энергоресурсосберегающих технологий**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)/специализация

Рациональное использование энергетических и сырьевых ресурсов

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 2 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр                                      | 8         | Итого        |
|--|-----------|--------------|
| Форма контроля                               | Зачет     |              |
| Вид занятий                                  |           |              |
| Лекции                                       | 12        | <b>12</b>    |
| Лабораторные                                 |           |              |
| Практические                                 | 22        | <b>22</b>    |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР |           |              |
| Промежуточная аттестация                     | 0,25      | <b>0,25</b>  |
| Контактная работа                            | 34,25     | <b>34,25</b> |
| Самостоятельная работа                       | 37,75     | <b>37,75</b> |
| Контроль                                     |           |              |
| <b>Итого</b>                                 | <b>72</b> | <b>72</b>    |

Рабочую программу составил(и):  
Старший преподаватель, ученое звание отсутствует, ученая степень отсутствует, Шевченко Ю.Н.

---

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

---

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

---

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры  
«Химическая технология и ресурсосбережение»

---

(протокол заседания № 2 от «19» сентября 2019 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать компетенции обучающегося в области энерго- и ресурсосбережения и устойчивого развития химической промышленности, создания конкурентоспособных на мировом рынке химических производств, реализации инновационных методов в химико-технологических процессах, минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Моделирование и оптимизация энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», «Технологии переработки и утилизации отходов», «Технологии очистки сточных вод», «Процессы и аппараты защиты окружающей среды».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Преддипломная практика».

## 3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование)  | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование) | Планируемые результаты обучения   |
|---|---|---|
| ПК-8 - способностью использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий | -   | Знать: <ul style="list-style-type: none"><li>— методологию анализа жизненного цикла химических производств; критерии устойчивости и эффективности энерго- и ресурсосбережения в химической отрасли;</li><li>— перспективные направления в области энерго- и ресурсосбережения.</li></ul>  |
|   |   | Уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>— применять знания методов энерго и ресурсосбережения и использовать эти знания при совершенствовании технологических процессов, связанных с расходом природных ресурсов и загрязнении окружающей среды;</li><li>— проводить эколого-экономическую оценку энергосберегающих мероприятий и проектов</li></ul> |
|   |   | Владеть:  |

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование)  | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование) | Планируемые результаты обучения  |
|---|---|--|
|   |   | <p>— методами моделирования процессов, происходящих в окружающей среде при поступлении в неё загрязняющих веществ, а также процессов, происходящих при работе установок, предотвращающих загрязнение окружающей среды.</p> |
| ПК-18- способностью проектировать отдельные узлы (аппараты) с использованием автоматизированных прикладных систем |   | <p>Знать:</p> <p>— методику и способы использования стандартных пакетов прикладных программ для проектирования отдельных узлов (аппаратов) технологических схем.</p>   |
|   |   | <p>Уметь:</p> <p>— использовать стандартные пакеты прикладных программ для проектирования отдельных узлов (аппаратов) технологических схем.</p>  |
|   |   | <p>Владеть:</p> <p>— практическими навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для проектирования.</p>  |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль (раздел)  | Вид учебной работы      | Наименование тем занятий (учебной работы)   | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|-------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| <b>Модуль 1.</b><br>Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии в технологических системах. | Лекция №1               | <b>Критерии оценки хода процесса и критерии эффективности использования сырья.</b>  | 8       | 2         |       |                |  |
|  | Лекция №2               | <b>Уравнение баланса потоков энергии.</b><br><br>Роль энергетического баланса системы в решении вопроса энергосбережения. Коэффициент преобразования энергии и эффективность функционирования химико–технологической системы. | 8       | 2         |       |                |  |
|  | Практическая работа №1  | <b>Ресурсные потоки</b><br>Построение технологических схем на примере ПАО «КуйбышевАзот»  | 8       | 4         |       |                | Отчет по практической работе №1                            |
| <b>Модуль2.</b><br>Эффективность технологических процессов органического комплекса.                              | Лекция №3               | Производство и превращение биомассы.  | 8       | 2         |       |                |  |
|  | Практическая работа № 2 | Расчет химической эксергии для разных веществ отсчета и температуры окружающей среды  | 8       | 4         |       |                | Отчет по практическому занятию № 2                         |

| Модуль (раздел)  | Вид учебной работы       | Наименование тем занятий (учебной работы)   | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
|  | Промежуточная аттестация |   | 8       | 0,25      | -     | -              | Промежуточный тест   |
| <b>Модуль 3</b><br>Системный подход энерго- и ресурсосбережения в химической технологии. | Лекция №4                | Использование вторичных энергоресурсов в химических производствах. Интеграция производств.  | 8       | 2         |       |                |  |
|  | Практическая работа №3   | <b>Эффективность интеграции процессов на примере производства аммиака.</b><br><br>Анализ инновационных технологических решений, внедренных на ПАО «ТоАз». | 8       | 4         |       |                | Отчет по практическому занятию № 3                         |
|  | Практическая работа №4   | Инновационные технологические решения, реализуемые на ПАО «ТоАз» на примере использования отработанных отходов этаноламинов.                              | 8       | 4         |       |                | Отчет по практическому занятию № 4                         |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы)  | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
|                 | Лекция № 5         | <p><b>Снижение вредного воздействия энергетических процессов на окружающую среду.</b></p> <p>Снижение выбросов окислов серы, окислов азота, оксидов углерода на факельных установках, золоулавливания на тепловых электростанциях.</p>   | 8       | 2         |       |                |  |
|                 | Лекция №6          | <p><b>Взаимосвязь химической отрасли, экологии и термодинамики.</b></p> <p>Взаимообусловленность между защитой окружающей природной среды от негативного воздействия химической промышленности и термодинамической и экономической эффективностью технологических процессов.</p> | 8       | 2         |       |                |  |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы      | Наименование тем занятий (учебной работы)   | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|-------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
|                 | Практическая работа № 5 | Пути повышения энергоэффективности производства<br><br>Модернизация схемы факельного хозяйства действующих производств ООО «Тольяттикаучук» | 8       | 6         |       |                | Отчет по практическому занятию № 5                         |
|                 | Самостоятельная работа. | Подготовка отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам. Изучение теоретического материала.                                      | 8       | 37,8      |       |                |  |
| Итого:          |                         |   |         | 72        |       |                |  |



## **5. Образовательные технологии**

При реализации дисциплины предполагается использование технологий традиционного обучения: лекции, практические занятия. Лекции с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления. Практические занятия с обсуждением результатов деятельности.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Выполнение практических занятий должно быть оформлено в тетради для практических работ, и включать в себя:

1. Наименование и вариант работы.
2. Исходные данные.
3. Технологическая схема (аппаратная схема), нарисованная с использованием программного обеспечения.
4. Описание предлагаемого решения.
5. Общее заключение по результатам работы.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции<br>(или ее части) | Наименование<br>оценочного средства                               |
|---------|--|---|
| 8       | ПК- 8  | Отчеты по практическим занятиям №1-5.<br>Вопросы к зачету №1-№52. |
| 8       | ПК-18  | Отчеты по практическим занятиям №1-5.                             |

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Типовые практические задания

(наименование оценочного средства)

#### **Практическое занятие № 1**

##### **Ресурсные потоки**

Построение технологических схем на примере ПАО «КуйбышевАзот»

**Цель работы:** получение практических навыков построения технологических схем.

**Задание:** Проанализировать технологический регламент. Составить Технологическую схему. Определить ресурсные потоки.

**Дано:**

Отделение гидроксилламинсульфата и кальцинированной соды цеха №23 производства капролактама, предназначенное для термического обезвреживания кислых и щелочных стоков, переработки органических полупродуктов цехов производства капролактама, с получением плава кальцинированной соды.

##### **Критерии оценки:**

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если отчет оформлен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, сделаны необходимые выводы. Студент правильно отвечает на два контрольных вопроса.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если расчет произведен с ошибками, не в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, студент не в состоянии прокомментировать ход работы и ее результаты, ответить на контрольные вопросы.

#### **Практическое занятие № 4**

Расчет химической эксергии для разных веществ отсчета и температуры окружающей среды.

**Цель работы:** приобретение навыков расчета химической эксергии по методике.

**Задание:** рассчитать эксергию процесса обжига цементного клинкера из сырья, несодержащего примесей при использовании в качестве топлива природного газа.

**Дано:**

Химические соединения, содержащиеся в сырье, клинкере, топливе и отходящих газах, будут содержать 9 элементов: Al, C, Ca, Fe, H, Mg, N, O, Si.

##### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое энергия Гиббса?
2. Что такое энтропия?

3. Что такое энтальпия?
4. Зависимость эксергии от температуры?

**Критерии оценки:**

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если отчет оформлен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, сделаны необходимые выводы. Студент правильно отвечает на два контрольных вопроса.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если расчет произведен с ошибками, не в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, студент не в состоянии прокомментировать ход работы и ее результаты, ответить на контрольные вопросы.

**Практическое занятие № 7**

Пути повышения энергоэффективности производства.

Модернизация схемы факельного хозяйства действующих производств ООО  
«Тольяттикаучук»

**Задание:** разработать технологические схемы модернизации схем факельного хозяйства.

**Дано:**

Технологический регламент факельного хозяйства.

**Алгоритм:**

- 1 Проанализировать технологический регламент.
- 2 Нарисовать в Компасе упрощенную технологическую схему.
- 3 Установить распределение потоков.
- 4 Предложить варианты повышения энергоэффективности. (например, за счет снижения потребления природного газа и перехода с водяного пара на воздух для продувки).

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если отчет оформлен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, сделаны необходимые выводы. Студент правильно отвечает на два контрольных вопроса.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если расчет произведен с ошибками, не в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, студент не в состоянии прокомментировать ход работы и ее результаты, ответить на контрольные вопросы.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр\_8\_

| №<br>п/п | Вопросы к зачету  |
|----------|---|
| 1.       | Что учитывает физическая и химическая эксергии?   |
| 2.       | Охарактеризуйте замкнутый цикл круговорота элементов.   |
| 3.       | Основные технологии превращения биомассы.   |
| 4.       | Основные технологии превращения биомассы.   |
| 5.       | Термодинамическая эффективность производства аммиака.   |
| 6.       | Утилизация окислов оксида в производстве азотной кислоты.   |
| 7.       | Биоконверсия лигноцеллюлозных отходов.  |
| 8.       | Рекуперация тепла дымовых газов.  |
| 9.       | Термодинамические критерии анализа устойчивости развития и ресурсосбережения.                                       |
| 10.      | Термодинамическая перспектива использования солнечной энергии.  |
| 11.      | Методология анализа жизненного цикла вещества.  |
| 12.      | Экологическое ограничение и развитие.   |
| 13.      | Критерии анализа устойчивости и ресурсосбережения.  |
| 14.      | Первичные энергетические ресурсы.   |
| 15.      | Вторичные энергетические ресурсы.   |
| 16.      | Энергоэффективность, энергосбережение, энергетическая оптимизация.  |
| 17.      | Единицы измерения энергии. Энергия, работа и мощность.  |
| 18.      | Почвозащитные энергосберегающие технологии  |
| 19.      | Принципы создания ресурсосберегающих технологий.  |
| 20.      | Принципы эксергетического анализа технологических систем.   |
| 21.      | Применение новых энергосберегающих технологий в ЖКХ   |
| 22.      | Безотходное и малоотходное производство. Основные принципы  |
| 23.      | Использование промышленных отходов в строительном комплексе   |
| 24.      | Применение нетрадиционных источников энергии  |
| 25.      | Оценка энергоэффективности на основе анализа энергетических и тепловых балансов                                     |
| 26.      | Метод Б. Линхоффа или Pinch-анализ при оптимизации рекуперации тепла в сложных энерготехнологических схемах         |
| 27.      | Синергические эффекты ресурсоэнергосбережения в промышленных химических кластерах и технопарках                     |
| 28.      | Совместное производство химических продуктов.   |
| 29.      | Влияние увеличения мощностей, коэффициента использования мощностей и глубины переработки сырья на энергопотребление |
| 30.      | Утилизация тепла вентиляционных выбросов  |
| 31.      | Утилизация тепла низкотемпературных дымовых газов   |
| 32.      | Утилизация тепла отработанного пара.  |
| 33.      | Термохимическая регенерация теплоты отходящих дымовых газов   |
| 34.      | Системы менеджмента качества в ресурсоэнергосбережении  |
| 35.      | Переработка отработанных катализаторов и сорбентов.   |
| 36.      | Энергосберегающие процессы очистки пылегазовых выбросов.  |
| 37.      | Энергосберегающие процессы переработки нефтесодержащих отходов  |
| 38.      | Аспекты ресурсосбережения в проектировании  |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Вопросы к зачету</b>   |
|------------------|---|
| 39.              | Влияние увеличения мощностей, коэффициента использования мощностей и глубины переработки сырья на энергопотребление |
| 40.              | Гибридизация технологических схем как метод энерго- и ресурсосбережения   |
| 41.              | Использование рециркуляции для повышения селективности сложных химических реакций.                                  |
| 42.              | Источники вторичных энергоресурсов и способы их рационального использования.  |
| 43.              | Основные способы повышения энергоэффективности на заводах.  |
| 44.              | Принципы эксергетического анализа.  |
| 45.              | Термодинамические принципы оптимизации систем   |
| 46.              | Технико-экономические приложения эксергии.  |
| 47.              | Понятие водного пинч-анализа химико-технологических систем  |
| 48.              | Нормы водопотребления для предприятий. Создание замкнутых водооборотных циклов.                                     |
| 49.              | Промышленные кластеры как форма интеграции для ресурсосбережения.   |
| 50.              | Европейские химические кластеры   |
| 51.              | Факторы ресурсоэнергосбережения в промышленных кластерах. Сырьевая и энергетическая синергия в кластерах.           |
| 52.              | Оценка ресурсоэффективности на основе анализа материальных балансов.  |

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

| <b>Семестр</b> | <b>Форма проведения промежуточной аттестации</b> | <b>Критерии и нормы оценки</b> |  |
|----------------|--|--------------------------------|--|
| 8              | Зачет  | «зачтено»                      | Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому материалу должны быть близкими к теории. |
|                |  | «не зачтено»                   | Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос.  |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители                 | Заглавие (заголовок)   | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке /<br>Наименование ЭБС |
|----------|-------------------------------------|--|---|-------------|---|
| 1        | Ветошкин А.Г.                       | Технические средства инженерной экологии: учебное пособие    | учебное пособие   | 2022        | ЭБС «Лань»  |
| 2        | под общей редакцией Г. И. Остапенко | Основы химической технологии: учебно-методическое пособие    | учебно-методическое пособие   | 2018        | ЭБС «Лань»  |
| 3        | Егоров В.В.                         | Экологическая химия: учебное пособие                         | учебное пособие   | 2022        | ЭБС «Лань»  |
| 4        | Захаров М.К.                        | Энергосберегающая ректификация                               | учебное пособие   | 2022        | ЭБС «Лань»  |
| 5        | Лукманова А.Л.                      | Процессы и аппараты химической технологии. Примеры и задачи. | учебное пособие   | 2020        | ЭБС<br>«New.znaniy.com»                               |

### 8.2. Дополнительная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок)   | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке /<br>Наименование ЭБС |
|----------|---------------------|--|---|-------------|---|
| 1        | Трубаев П.А.        | Термодинамический и эксергетический анализ в теплотехнологии | монография  | 2019        | ЭБС<br>«New.znaniy.com»                               |

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- <https://webbook.nist.gov/chemistry>»;
- Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов;
- Федеральный портал «Открытое образование»;
- Web of Science [Электронный ресурс]: мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016 – Режим доступа: [apps.webofknowledge.com](https://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ;
- Scopus [Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004 – Режим доступа: [scopus.com](https://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ;
- Elibrary [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000. – Режим доступа: [elibrary.ru](https://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО          | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)                 |
|-------|--------------------------|---|
| 1     | Windows                  | 1398, бессрочная  |
| 2     | Office Standart          | 1398, бессрочная  |
| 3     | MathCAD версия 14 или 15 | Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09), бессрочный |
| 4     | Компас-3D                | Бессрочная  |

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

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)   | Перечень основного оборудования   |
|-------|---|---|
| 1     | Лаборатория "Процессы и аппараты защиты окружающей среды".<br>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.<br>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-409) | Столешницы учебные, столы компьютерные, стулья. Доска передвижная, проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве, ПК-7, стенд информационный п/а467. |
| 2     | Лаборатория "Процессов и АХП".<br>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий  | Лабораторные установки по изучению процесса ректификации, процесса теплопередачи (труба в трубе), лабораторная установка для измерения давления, стационарное медиа оборудование, интерактивная доска. Столешницы учебные, стулья учебные.                  |

| №<br>п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|---|---------------------------------|
|          | текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-118)   |                                 |
| 3        | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)  | Столы, стулья, компьютеры       |