

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**"БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА"**  
**(БГТУ им. В.Г. Шухова)**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Моделирование технологических и природных систем**

направление подготовки (специальность):

18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность программы (профиль, специализация):

Рациональное использование водных ресурсов в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

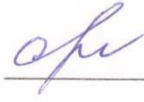
**Институт: Строительного материаловедения и техносферной  
безопасности**

**Кафедра: Промышленной экологии**

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20.11.2014 г., № 1480.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): д.т.н., проф.  (С.В. Свергузова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Промышленной экологии»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (С.В. Свергузова)

« 23 » марта 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
«Промышленной экологии»

« 23 » марта 2015 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (С.В. Свергузова)

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСМиТБ

« 15 » апреля 2015 г., протокол № 8

Председатель, к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Формируемые компетенции |                 |                                                                                                          | Требования к результатам обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| №                       | Код компетенции | Компетенция                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Профессиональные        |                 |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1                       | ПК-8            | Готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования | В результате освоения дисциплины обучающийся должен<br><b>Знать:</b> требования к техническим заданиям на проектирование и изготовление нестандартного оборудования<br><b>Уметь:</b> проектировать нестандартное оборудования<br><b>Владеть:</b> навыками разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования |
| 2                       | ПК-10           | Способность оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий               | В результате освоения дисциплины обучающийся должен<br><b>Знать:</b> признаки инновационного и технологического рисков<br><b>Уметь:</b> определять вероятности инновационного и технологического рисков<br><b>Владеть:</b> навыками оценки инновационного и технологического рисков при внедрении новых технологий                                    |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля)    |
|---|-------------------------------------|
| 1 | Замкнутые системы водного хозяйства |

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля)                                     |
|---|----------------------------------------------------------------------|
| 1 | Энергосбережение в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии |

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7зач. единиц, 252 часа.

| Вид учебной работы                                     | Всего часов | Семестр № 3 |
|--------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час                     | 252         | 252         |
| <b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b> | 85          | 85          |
| лекции                                                 | 17          | 17          |
| лабораторные                                           | 68          | 68          |
| практические                                           |             |             |
| <b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>  | 167         | 167         |
| Курсовой проект                                        |             |             |
| Курсовая работа                                        | 36          | 36          |
| Расчетно-графическое задания                           |             |             |
| Индивидуальное домашнее задание                        |             |             |
| Другие виды самостоятельной работы                     | 95          | 95          |
| Форма промежуточная аттестация экзамен                 | 36          | 36          |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 2 Семестр 3

| №<br>п/<br>п                                            | Наименование раздела<br>(краткое содержание)                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Объем на<br>тематический раздел<br>по видам учебной<br>нагрузки, час |                         |                         |                           |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Лекции                                                               | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>занятия | Самостоятельная<br>работа |
| 1. Принцип системности как начальный этап моделирования |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                      |                         |                         |                           |
|                                                         | Сущность системного анализа. Особенности систем. Системный подход. Технические и технологические системы. Подсистемы и их взаимосвязь. Алгоритм системной разработки и усовершенствования ресурсо- и энергосберегающей техники. Состав и структура химико-технологической системы. Функциональные подсистемы. Масштабные подсистемы. | 2                                                                    |                         | 8                       | 11                        |
| 2. Модели химико-технологической системы                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                      |                         |                         |                           |
|                                                         | Классификация элементов химико-технологических систем по назначению. Системы механические и                                                                                                                                                                                                                                          | 4                                                                    |                         | 10                      | 14                        |

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |  |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|----|----|
|                                                                             | гидромеханические, теплообменные, реакционные, энергетические, контроля и управления.<br>Группы моделей химико-технологических систем. Химическая модель. Операционная модель. Функциональная модель. Технологическая модель. Структурная модель. Математическая модель.<br>Два подхода к описанию системы. Структурный подход, его сущность. Эмпирический подход. Метод "черного ящика". Системный анализ территориально-промышленных комплексов (ТПК). Системы бессточного водоснабжения ТПК. Системы использования в технологических целях атмосферного воздуха. Пять производственных блоков системы ТПК. Общие процессы для химического производства. |   |  |    |    |
| <b>3. Моделирование комбинированных химико-технологических производств</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |  |    |    |
|                                                                             | Комбинированное производство. Примеры комбинированных производств. Моделирование безотходной технологии в территориально-промышленных комплексах. Направление экономического и экологического развития. Объединение производств различного профиля в рамках ТПК. Моделирование схем технологических связей химических производств ТПК. Стадии процессов безотходного ТПК.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2 |  | 10 | 14 |
| <b>4. Моделирование экологических ситуаций на природных водных объектах</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |  |    |    |
|                                                                             | Виды водных объектов. Методы прогнозирования экологического состояния водных объектов. Влияние сточных вод на состояние водных объектов. Условия выпуска производственных сточных вод. Показатели промышленных и бытовых сточных вод, лимитирующие их сброс в водные объекты.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 |  | 10 | 14 |
| <b>5. Условия выпуска сточных вод в озера и водохранилища</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |  |    |    |
|                                                                             | Условия выпуска сточных вод в озера и водохранилища и моделирование их санитарного состояния при различных природных и технологических условиях: глубине выпуска, диаметре выпускного устройства, глубине водоема, расстоянии от места выпуска, условий выпуска (сосредоточенный или рассредоточенный), скорости течения., скорости выпуска и т.д.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2 |  | 10 | 14 |
| <b>6. Санитарное состояние водотока</b>                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |  |    |    |
|                                                                             | Моделирование санитарного состояния водотока в зависимости от технологических параметров и природных факторов: расхода сточных вод и воды в водотоке, скорости течения, глубины водного объекта, температуры сточных и природных вод, фоновых концентраций и гидрологической характеристики водного объекта, концентрации загрязняющих веществ в сточных водах и др.                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3 |  | 10 | 14 |
| <b>7. Моделирование экологических ситуаций</b>                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |  |    |    |

|  |                                                                                                                                                                                                           |    |  |    |    |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|----|----|
|  | Моделирование экологических ситуаций на водных объектах при выпуске сточных вод от нескольких близлежащих предприятий. Учет влияния технологических и природных факторов. Расчет индекса загрязнения вод. | 2  |  | 10 | 14 |
|  | ВСЕГО                                                                                                                                                                                                     | 17 |  | 68 | 95 |

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические работы не предусмотрены.

#### 4.3.Содержание лабораторных занятий

| № п/п       | Наименование раздела дисциплины                                   | Тема занятия                                                                                                    | Кол-во часов | Кол-во часов СРС |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|
| семестр № 3 |                                                                   |                                                                                                                 |              |                  |
| 1           | Принцип системности как начальный этап моделирования              | Основы моделирования                                                                                            | 6            | 2                |
|             | Защита лабораторной работы                                        |                                                                                                                 | 2            | 6                |
| 2           | Модели химико-технологической системы                             | Моделирование экологического состояния водотоков                                                                | 8            | 2                |
|             | Защита лабораторной работы                                        |                                                                                                                 | 2            | 8                |
| 3           | Моделирование комбинированных химико-технологических производств  | Моделирование экологических состояний водотоков при постоянном составе сточных вод. Прогнозирование токсичности | 8            | 2                |
|             | Защита лабораторной работы                                        |                                                                                                                 | 2            | 8                |
| 4           | Моделирование экологических ситуаций на природных водных объектах | Прогнозирование состояния атмосферного воздуха                                                                  | 8            | 2                |
|             | Защита лабораторной работы                                        |                                                                                                                 | 2            | 8                |
| 5           | Условия выпуска сточных вод в озера и водохранилища               | Математическое моделирование реакторных процессов                                                               | 8            | 2                |
|             | Защита лабораторной работы                                        |                                                                                                                 | 2            | 8                |
| 6           | Санитарное состояние водотока                                     | Математическое моделирование процесса биологической очистки                                                     | 8            | 2                |
|             | Защита лабораторной работы                                        |                                                                                                                 | 2            | 8                |
| 7           | Моделирование экологических ситуаций                              | Математическое моделирование процесса очистки в гидроциклонах                                                   | 8            | 2                |
|             | Защита лабораторной работы                                        |                                                                                                                 | 2            | 8                |
| ИТОГО:      |                                                                   |                                                                                                                 | 68           | 68               |

## **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1.Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)**

1. Технические и технологические системы.
2. Сущность системного анализа.
3. Подсистемы и их взаимосвязь.
4. Алгоритм системной разработки и усовершенствования ресурсо- и энергосберегающей техники.
5. Состав и структура химико-технологической системы.
6. Функциональные подсистемы.
7. Масштабные подсистемы.
8. Классификация элементов химико-технологических систем по назначению.
9. Системы механические и гидромеханические, теплообменные, реакционные, энергетические, контроля и управления.
10. Группы моделей химико-технологических систем.
11. Химическая модель химико-технологических систем.
12. Операционная модель химико-технологических систем.
13. Функциональная модель химико-технологических систем.
14. Технологическая модель химико-технологических систем.
15. Структурная модель химико-технологических систем.
16. Математическая модель химико-технологических систем.
17. Подходы к описанию химико-технологической системы.
18. Структурный подход к описанию системы, его сущность.
19. Эмпирический подход к описанию системы.
20. Метод "черного ящика".
21. Системный анализ территориально-промышленных комплексов.
22. Системы бессточного водоснабжения территориально-промышленных комплексов.
23. Системы использования в технологических целях атмосферного воздуха.
24. Производственные блоки системы территориально-промышленных комплексов.
25. Комбинированное производство. Примеры комбинированных производств.
26. Моделирование безотходной технологии в территориально-промышленных комплексах.
27. Объединение производств различного профиля в рамках территориально-промышленного комплекса.
28. Моделирование схем технологических связей химических производств территориально-промышленного комплекса.

29. Стадии процессов безотходного территориально-промышленного комплекса.
30. Виды водных объектов.
31. Методы прогнозирования экологического состояния водных объектов.
32. Влияние сточных вод на состояние водных объектов.
33. Условия выпуска производственных сточных вод.
34. Показатели промышленных и бытовых сточных вод, лимитирующие их сброс в водные объекты.
35. Условия выпуска сточных вод в озера и водохранилища.
36. Моделирование санитарного состояния озер и водохранилищ при различных природных и технологических условиях.
37. Моделирование санитарного состояния водотока в зависимости от технологических параметров и природных факторов.
38. Моделирование экологических ситуаций на водных объектах при выпуске сточных вод от нескольких близлежащих предприятий.
39. Учет влияния технологических и природных факторов при моделировании экологических ситуаций на водных объектах при выпуске сточных вод.
40. Расчет индекса загрязнения вод.

## **5.2.Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Тема курсовой работы: Моделирование экологического состояния водотока при воздействии на нее сточных вод.

Содержание: расчет загрязненности воды водотока при различных гидрогеологических условиях на разных расстояниях от места выпуска сточных вод.

Объем курсовой работы должен составлять около 35-40 страниц формата А4.

## **5.3.Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Учебным планом не предусмотрено

## **5.4.Перечень контрольных работ**

Учебным планом не предусмотрено

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Иванов В.И. Математические методы в биологии [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие – Электрон. дан. – Кемерово: КемГУ, 2012. – 196 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44336>
2. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учеб.пособ.– Электрон.дан. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5169>
3. Кудряшов В.С. Моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Кудряшов, М.В. Алексеев. – Электрон.текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. – 208 с. – 978-5-89448-912-4. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27320.html>

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб.пособие / А.М. Гумеров. –Электрон.дан. –С-Пб.: Лань, 2014. – 176 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41014>
2. Турчак Л.И. Основы численных методов: учеб.пособие / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Физматлит, 2003. – 300 с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://www.ecoline.ru> – Информационный ресурс "Эколайн".
2. <http://portaleco.ru/katalog-sajtov/ekologicheskie-sajty> – экологический портал.
3. <http://ecology-portal.ru> – экологический портал.
4. <http://www.ecolife.ru> –сайт журнала "Экология и жизнь".
5. <http://www.elibrary.ru> – научная электронная библиотека.
6. <http://e.lanbook.com> – электронная библиотечная система издательства "Лань".
7. <http://www.iprbookshop.ru> – электронно-библиотечная система

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Специализированные учебные аудитории для проведения лекционных занятий: портативный мультимедийный комплекс. Зал дипломного проектирования и научных исследований: портативный мультимедийный комплекс. Лабораторные занятия проводятся в учебной лаборатории, снабженной необходимым оборудованием. Компьютерные классы БГТУ им. В.Г. Шухова с подключением к сети «Интернет» для самостоятельной работы. Основное программное обеспечение, используемое в процессе освоения дисциплины, включает такие программные продукты, как MS Windows, MS Office, GoogleChrome, MozillaFirefox, Kaspersky Endpoint Security.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями.

1. На титульном листе рабочей программы считать название «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования» как «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования».

2. Институт строительного материаловедения и техносферной безопасности был переименован 29.02.2016 приказом №4/53 в Химико-технологический.

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «09» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой  Свергузова С.В.  
подпись, ФИО

Директор института  Павленко В.И.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений, дополнений.

Рабочая программа без изменений, дополнений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 17 заседания кафедры от «06» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  Свергузова С.В.  
подпись, ФИО

Директор института д.т.н., проф.  Павленко В.И.  
подпись, ФИО

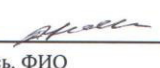
## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений, дополнений.

Рабочая программа без изменений, дополнений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 18 заседания кафедры от «24» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  Свергузова С.В.  
подпись, ФИО

Директор института д.т.н., проф.  Павленко В.И.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный  
год.

Протокол №11 заседания кафедры от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой  С.В. Свергузова  
подпись, ФИО

Директор института  В.И. Павленко  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный  
год.

Протокол №11 заседания кафедры от «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.В. Свергузова  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.И. Павленко  
подпись, ФИО