

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени В. И. ВЕРНАДСКОГО»

Академия строительства и архитектуры

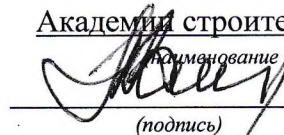
(наименование академии, института (филиала))

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной работе

Академия строительства и архитектуры

(наименование академии, института (филиала))



(подпись)

Андронов А.В.

(ФИО)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптимизация процессов очистки природных и сточных вод

(наименование дисциплины)

Направление подготовки (специальность)

08.06.01 Техника и технологии строительства

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность программы

Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

(наименование направленности программы)

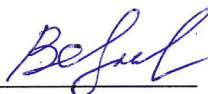
Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с СУОС КФУ \_\_\_\_\_,  
(СУОС КФУ / ФГОС ВО)  
утвержденным приказом и.о. ректора КФУ \_\_\_\_\_ от «30» августа 2019 г. № 696/1  
(ректора КФУ / Минобрнауки)

## РАЗРАБОТАНО

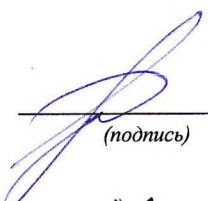
Старший преподаватель кафедры  
Водоснабжения, водоотведения  
и санитарной техники  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Вернези С.А.  
(ФИО)


## СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой  
Водоснабжения, водоотведения  
и санитарной техники  
(наименование кафедры, разработчика РПД)

  
(подпись)

Николенко И.В.  
(ФИО)

Председатель  
учебно-методической комиссии  
Академии строительства и архитектуры  
(наименование академии, института (филиала), реализующей дисциплину)

  
(подпись)

Андронов А.В.  
(ФИО)

### Распределение объема дисциплины по видам работы

Общий объем дисциплины	з.е.	2
Общий объем дисциплины	час	72
Объем аудиторной работы	час.	10
в том числе:		
лекции	час.	4
лабораторные работы	час.	
практические занятия (семинары)	час.	6
Объем самостоятельной работы	час.	62
в том числе		
экзамен	час.	

### Виды текущего контроля самостоятельной работы

Вид	Семестр
Курсовой проект / работа	
Коллоквиум	
Расчетно-графическая работа	
Контрольная работа	
Реферат	
Эссе	
Творческое задание в области искусства	
Учебная история болезни	

### Формы промежуточной аттестации

Форма	Семестр
Экзамен	
Дифференцированный зачет	
Зачет	2

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Код(ы) и содержание компетенции(й) (согласно СУОС ВО):

ОПК-4 Способностью к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов

ПК-ВКС-4 Способность создавать и совершенствовать рациональные технологические процессы систем водоснабжения и водоотведения, а также методы их расчета и проектирования

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ:**

- информационные базы в области инноваций, научно-технических исследований, научно-технического отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности;
- типовые методы контроля качества технологических процессов систем водоснабжения и водоотведения (СВВ), организацию рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования а также умение определять комплексные показатели оптимальности процессов и системы в целом;
- структуру, состав, методы доводки и освоения комплексов и оптимизации работы по очистке воды, сточных вод, обработке илов и осадков, насосных станций водоснабжения и водоотведения.
- законы об охране окружающей природной среды, об основах градостроительства, нормативно-технические документы, которыми регламентируются вопросы охраны водоемов и заселенных территорий от загрязнений; условия проектирования с обеспечением оптимальности работы СВВ.

**УМЕТЬ:**

- планировать порядок проведения определения комплексных показателей необходимых для теоретических и экспериментальных исследований надежности работы всех элементов СВВ, процессов и оборудования;
- подбирать оборудование СВВ по соответствующим параметрам технологического процесса отвечающим требованиям оптимальности процессов и системы.

**ВЛАДЕТЬ:**

- практическими навыками, опытом ведения самостоятельной научно-исследовательской работы при постановке целей и задач и выборе методов исследований;

## **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Оптимизация процессов очистки природных и сточных вод» включает в себя разделы по анализу теоретических основ процессов очистки природных и сточных вод, а также по прикладным задачам оптимизации режимов их работы.

Дисциплина тесно связана с изучением дисциплин математического и естественнонаучного циклов базовой и вариативной частей: высшей математики, физики, химии, инженерной графики, технической механики, технической механики жидкости и газа, гидравлических и аэродинамических машин, всех специальных дисциплин.

Дисциплина совместно с другими специальными дисциплинами общенаучного цикла

формирует у студентов знания по роли, и структуре ее разделов, а также их взаимосвязи при освоении основной профессиональной образовательной программы по специальности; умение разбираться в деталях процессов очистки природных и сточных вод, знания принципа действия и рабочих процессов в этих процессах, умение рационально использовать их по профилю подготовки в строительстве, повысить производительность труда и снизить себестоимость продукции, обеспечить навыки правильной эксплуатации оборудования и ее технического обслуживания, а также безопасной эксплуатации оборудования и технологических цепочек.

Знания, умения и навыки, формируемые дисциплиной «Оптимизация процессов очистки природных и сточных вод», необходимы для их последующего применения при разработке высокоэффективных технологических процессов строительства, монтажа и реконструкции СВВ, а также их инженерных сетей, зданий, сооружений, инженерных сетей.

### 3. Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1. Содержание лекций

Разделы, темы, дидактические единицы <sup>1</sup>
Тема 1. Постановка задачи оптимизации в процессах очистки природных и сточных вод.
Тема 2. Целевая функция и ее свойства.
Тема 3. Методы решения задач оптимизации.
Тема 4. Аналитические методы.
Тема 5. Градиентные методы решения задач оптимизации.
Тема 6. Безградиентные методы решения задач оптимизации.
Тема 7. Методы многомерного поиска.
Тема 8. Метод случайного поиска.
Тема 9. Сравнение различных методов решения задач оптимизации методами нелинейного программирования.

#### 3.2. Наименование лабораторных работ

Разделы, наименование лабораторных работ

<sup>1</sup> Дидактическая единица – логически самостоятельная часть учебного материала, по своему объему и структуре соответствующая таким компонентам содержания как понятие, теория, закон, явление, факт, объект и т.п..

### 3.3. Содержание практических занятий (семинаров)

Разделы, темы, дидактические единицы
Тема 1. Постановка задачи оптимизации в процессах очистки природных и сточных вод. Современное состояние системы водоснабжения и водоотведения по энергоемкости. Основные причины низкой эффективности работы систем и оборудования и необходимости ее повышения. Главные направления технологического энергосбережения в СВВ. (Объект, ресурсы, оценка, ограничения)
Тема 2. Целевая функция и ее свойства. Нормализация независимых переменных; Геометрическая интерпретация целевой функции, Особые точки и линии целевой функции, Глобальный и локальный оптимумы.
Тема 3. Методы решения задач оптимизации. Аналитические методы. Методы математического программирования.
Тема 4. Аналитические методы. Поиск экстремума критерия. Аналитическое описание характеристик. Прямые итеративные методы (Безградиентные методы. Градиентные методы. Методы случайного поиска).
Тема 5. Градиентные методы решения задач оптимизации. Градиент целевой функции. Вычисление производных целевой функции. Метод релаксации. Метод градиента. Метод наискорейшего спуска.
Тема 6. Безградиентные методы решения задач оптимизации. Методы экспериментальных исследований параметров СВВ в условиях эксплуатации. Метод сканирования. Метод локализации экстремума. Метод золотого сечения.
Тема 7. Методы многомерного поиска. Метод покоординатного спуска (Гаусса Зейделя). Метод Хука-Дживса. Метод сканирования. Симплексный метод.
Тема 8. Метод случайного поиска. Метод слепого поиска. Метод случайных направлений. Метод случайных направлений с обратным шагом.
Тема 9. Сравнение различных методов решения задач оптимизации методами нелинейного программирования. Практическая адаптация методов оптимизации.

### 3.4. Содержание самостоятельной работы

Разделы, темы, дидактические единицы
<p>Текущая самостоятельная работа направлена по дисциплине на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений по оптимизации процессов очистки природных и сточных вод:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- поиск, анализ, структурирование и презентация информации по оптимизации процессов очистки природных и сточных вод;</li><li>- выполнение расчетно-графических работ по оптимизации процессов очистки природных и сточных вод;</li><li>- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;</li><li>- анализ научных публикаций по заранее определенным преподавателем темам.</li></ul>

### 4. Контроль результатов обучения по дисциплине

**Текущий контроль и промежуточная аттестация** осуществляется в соответствии с «Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского» и «Порядком применения балльно-рейтинговой системы оценивания успеваемости обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Вид(ы) промежуточной аттестации – зачет.

Форма(ы) проведения промежуточной аттестации – накопительно по результатам текущего контроля.

Оценочные средства по дисциплине приведены в Приложении

### 5. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1. Основная учебная литература

1. Основы научных исследований. Учеб. для техн.вузов/В.И.Крутов и др. – М:Высш.школа, 1989, 400 с.
2. Луговской В.И. Синявский К.С. Дубс Р.В. Конспект лекций по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов». Одесский политехнический университет, 2001.
3. Дегтярев Ю.И. Системный анализ и исследование операций. Учеб. для вузов по спец. АСОИУ - М.: Высш. шк., 1996.-335 с.
4. Казиев В.М. Введение в системный анализ и моделирование. Учебное пособие. [www.kbsu.ru/~sage/imoas/kaziev/students/sysmod/glava2.htm](http://www.kbsu.ru/~sage/imoas/kaziev/students/sysmod/glava2.htm)
5. Адлер Ю.П., Маркова Е.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, - 1976, - 279 с.
6. Бондарь А.Г., Статюха Г.А., Потяженко И.А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии. (Алгоритмы и примеры). - Киев, "Вища

школа", - 1980. - 264с.

7. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. - М.: Мир, - 1980, - 616с.

8. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента. - Мн.: Изд-во БГУ, 1982. - 302с.

9. Налимов В.В., Голикова Т.И.. Логические основания планирования эксперимента. 2-е изд., перераб. И доп. М., "Металлургия", 1980, 152 с.

10. Налимов В.В. Теория эксперимента. - М.: Наука, - 1971, - 208 с.

11. Рузинов Л.П., Слободчикова Р.И. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. - М.: Изд-во "Химия", - 1980. - 280с.

12. Закгейм А.Ю.. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М.: Химия, 1982, 340 с.

13. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Ленинград:Химия, 1975, 118 с.

## **5.2. Дополнительная учебная литература**

1. Шкляр М.Ф. Основы научных исследований: учебное пособие. М.: Дашков и К, 2009.

2. Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства. Учебное пособие. – СПб. Лань, 2012 – 224 с.

3. Кузнецов И.Н. Основы научных исследований: учебное пособие. М.: Дашков и К, 2012.

4. Скворцова Л.М. Методология научных творчества. Методические указания и планы семинарских занятий, М., МГСУ, 2009.

5. Фокина З.Т., Ледяева О.М., Мухамадиев Р.Ш., Кривых Е.Г. Философия науки. Учебно-методическое пособие, М., МГСУ, 2009.

6. Кохановский В.П. Лешкевич Т.Г., Мятиш Т.П., Факти Т.Б. Философия науки в вопросах и ответах. Учебное пособие для аспирантов. Ростов-на-Дону, Феникс, 2008.

7. Ушаков Е.В. Введение в философию и методологию науки, М., «Экзамен», 2005.

8. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. М.: Высшая школа, 1973.

9. Лукашевич В.К. Основы методологии научных исследований: Учеб. пособие для студентов вузов. Мн.: ООО «Элайда» 2001, - 104 с.

10. Рузавин Г.И. Методология научного исследования: Учебное пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 316 с.

11. Капица П.Л. Эксперимент, теория, практика. – М.: Наука, 1981.

12. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.

13. ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. Москва, 2001 - 19с.

14. Рогов В.А. Методология и практика технических экспериментов: учебное пособие: допущенно Минобразованием России. / Позняк Г. Г. 2005 - 288с.

15. Сабитов Р.А. Основы научных исследований: Учеб. пособие / Челяб. гос. ун-т. Челябинск, 2002. 138 с.

16. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1977 – 440 с.

17. Основы научных исследований: Учеб. для техн. вузов / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов и др.; Под ред. В. И. Крутова, В. В. Попова. – М.: Высш. шк., 1989. –



400 с.

18. Оформление заявки на выдачу патента на изобретение: справочное пособие / А.Д. Ишков, А.В. Степанов: под ред. А.Д.Ишкова. - М.: МГСУ, 2012 - 47 с.

19. Каркашадзе Г.Г. Методы научных исследований. Часть I. Методы решения технических задач: Учебное пособие. – М., МГИ, 1989.

20. Каркашадзе Г.Г. Методика планирования и обработки эксперимента: Учебное пособие. – М., МГИ, 1990.

21. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. – М.: Московский рабочий, 1973.

22. Буш. Рождение изобретательских идей. – Рига: Лиэсма, 1976.

23. Мюллер И. Эвристические методы в инженерных разработках. Пер. с нем. – М.: Радио и связь, 1984.

24. Чус А.В., Данченко В.А. Основы технического творчества: Учебное пособие. – Киев–Донецк: Вища школа, 1983.

25. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1988.

26. Лудченко А.А., Лудченко Я.А., Примаков Т.А. Основы научных исследований: Учеб. пособие / Под ред. А.А. Лудченко. – 2-е изд., стер. – К.: О-во "Знания", КОО, 2001. – 113 с.

### **5.3. Методические материалы**

#### **5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. <http://www.rsl.ru/> сайт Российской государственной библиотеки,
2. <http://www.gpntb.ru/> сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России,
3. <http://elibrary.ru/> сайт Научной электронной библиотеки,
4. <http://lib.mgsu.ru/> сайт Научно-технической библиотеки ФГБОУ ВПО “МГСУ”

#### **6. Перечень информационных технологий, используемых в образовательной деятельности**

MS Excel; Mathcad.

#### **7. Перечень применяемых современных образовательных технологий<sup>2</sup>**

#### **8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательной деятельности**

Оборудование и технические средства обучения:

- посадочные места по количеству обучающихся и ПК с лицензионным программным обеспечением;
- рабочее место преподавателя;
- мультимедиапроектор с лицензионным программным обеспечением.

---

<sup>2</sup> Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии; интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги, анализ ситуаций и имитационных моделей и т.п.