



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
(СПбГТИ(ТУ))

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

  
«25»  2022 г.



**ПРОГРАММА**  
вступительных испытаний для приема на обучение по программе  
подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

По дисциплине

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ  
ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Научная специальность

2.1.4 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных  
ресурсов

Санкт-Петербург

2022

## **Введение**

Настоящая программа вступительного экзамена разработана для приёма на обучение в аспирантуре по научной специальности 2.1.4 Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

Целью вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 2.1.4 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов» является определение степени овладения выпускником ВУЗа знаниями в области технологии водоподготовки и водоочистки. Вступительный экзамен призван выявить уровень подготовки к самостоятельному решению научных, инженерных и производственных задач в области технологии водоподготовки и водоочистки, умение применить полученные при обучении в ВУЗе знания, понимание перспектив развития и совершенствования систем водоочистки и водоподготовки при выполнении квалификационной работы.

Вступительный экзамен проводится по основным учебным дисциплинам специальности: оборудование процессов водоподготовки и водоочистки, рациональное использование водных ресурсов, реагентные методы очистки воды, биотехнология очистки воды, сорбционные методы очистки воды и др.

### **1 Рекомендуемая структура экзамена**

1.1 Устный ответ на два вопроса из списка экзаменационных вопросов.

1.2 Беседа с экзаменатором по вопросам, связанным со специальностью и будущим научным исследованием соискателя.

### **2 Разделы дисциплины, выносимые на экзамен**

#### **Тема 1. Системы водоснабжения и режимы их работы**

Классификация систем водоснабжения, научные основы и инженерные методы выбора систем и схем водоснабжения. Критерии оценки и методы повышения надежности и экономичности систем водоснабжения. Режимы водопотребления, подачи и работы систем водоснабжения. Роль регулирующих и запасных емкостей систем водоснабжения в обеспечении их надежности и экономичности. Основные типы водопитателей (насосов), используемых в системах водоснабжения, их расходно-напорные характеристики. Техничко-экономическое обоснование требований к количеству и качеству воды, расходуемой на производственные нужды. Особенности систем оборотного водоснабжения. Последовательное использование воды в производстве. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий. Противопожарное водоснабжение. Управление процессами водоподготовки и системами подачи и распределения воды, использование современных информационных технологий.

#### **Тема 2. Характеристика сточных вод и условия их сброса в водоемы**

Виды сточных вод (хозяйственно-бытовые, производственные, поверхностные). Дисперсность загрязняющих примесей и химический состав сточных вод. Обобщенные и индивидуальные показатели сточных вод. Растворение и потребление кислорода. Биохимическая и химическая потребность в кислороде. Бактериальные и биологические загрязнения сточных вод. Условия сброса сточных вод в водоемы, требования к качеству сточных вод, сбрасываемых в водоемы, использование ассимилирующей способности водоемов.

### **Тема 3. Гидравлические закономерности процессов водоподачи и водоотведения, конструкции оборудования**

Основные уравнения идеальной жидкости; основные уравнения ньютоновской несжимаемой жидкости. Математическое и физическое моделирование гидромеханических процессов. Неньютоновские жидкости и их реологических характеристики. Вторичные течения в каналах и трубах. Гидравлический удар и явление кавитации, принципы действия основных конструкций насосов и компрессорных машин. Основные уравнения теории динамических и объемных машин. Основные параметры гидравлических и компрессорных машин. Математическое описание поведения жидкости в трубах, каналах и других устройствах. Основы расчета силы давления на плоские и криволинейные поверхности в задачах статики и динамики. Расчет гидравлических потерь на местных сопротивлениях и по длине канала. Расчет требуемого напора насоса.

### **Тема 4. Механическая очистка сточных вод**

Решетки, сетчатые устройства, песколовки, вертикальные, горизонтальные, радиальные и многополочные отстойники, гидроциклоны, центрифуги. Методы расчета сооружений и аппаратов механической очистки сточных вод.

### **Тема 5. Очистка поверхностных сточных вод**

Особенности физико-химического состава поверхностных сточных вод, образующихся на территориях городов, промышленных предприятий, сельскохозяйственных объектов, свалок твердых бытовых и промышленных отходов и т.п. Определение расходов и режимов поступления поверхностных сточных вод. Методы очистки поверхностных сточных вод перед выпуском в водоемы. Очистка поверхностных сточных вод с использованием их в системах промышленного, сельскохозяйственного и противопожарного водоснабжения.

### **Тема 6. Ионообменная технология водоподготовки и водоочистки**

Место и роль ионообменных материалов в сорбционной технике. Возможность ионообменных методов очистки водных сред от загрязняющих компонентов различной химической природы и строения в молекулярной и ионной форме. Подбор наиболее приемлемых технологических решений, направленных на очистку газовых, жидких сред, а также грунтов от загрязняющих веществ различных классов с применением ионообменных материалов, а также регенерации - восстановления свойств применяемых материалов с целью построения замкнутого ресурсного цикла. Основные уравнения, используемые для описания и расчетов равновесных и динамических ионообменных процессов. Аппаратурное оформление процессов ионообменной очистки водных сред.

### **Тема 7. Технология сорбционной очистки природных и сточных вод**

Теоретические основы и технологии процессов сорбционной очистки природных и сточных вод от загрязняющих компонентов различной химической природы и строения. Основные уравнения, используемые для описания и расчетов равновесных и динамических процессов адсорбции. Аппаратурное оформление процессов сорбционной очистки водных сред. Расчет процессов сорбционной очистки водных сред в различных технологических условиях. Конструкции аппаратов для проведения сорбционных процессов в режимах перемешивания и проточного адсорбера. Расчет основных массогабаритных характеристик адсорберов, используемых для проведения процессов сорбционной очистки водных сред от загрязняющих компонентов различной химической природы. Перспективные процессы и материалы для сорбционной очистки водных сред.

## **Тема 8. Биотехнология очистки воды**

Основы санитарной микробиологии и общего характера микробиологических процессов. Основные санитарные методы определения качества воды по биологическим показателям (БПК). Основы количественного и качественного анализа микробиологического состава воды. Технологии микробиологических процессов при очистке сточных вод от загрязняющих веществ. Аппаратурное оформление процессов биотехнологической очистки водных сред. Специфичные методы очистки воды от загрязняющих компонентов.

## **Тема 9. Технология утилизации отходов**

Типы и класс опасности отходов, образующихся в различных сферах производственной деятельности. Правила обращения с отходами различных классов. Технологии утилизации и обезвреживания отходов различного класса и состава. Действующие нормы и требования в области обращения с отходами. Современные проблемы утилизации шламов и осадков, образующихся в процессах очистки природных и сточных вод. Правила обустройства и эксплуатации полигонов для размещения отходов.

## **Тема 10. Реагентные методы очистки**

Теоретические основы и технологии процессов очистки воды с использованием реагентных методов. Реагентные методы удаления примесей, представляющих собой молекулярные, ионные и коллоидные образования в водной среде. Основные методы удаления молекулярно и ионно-растворенных примесей (удаление запахов и привкусов; умягчение воды; удаление железа, марганца, кремниевой кислоты, радиоактивных веществ и др.) с использованием различных специальных реагентов (окисление, известкование, обработка щелочами, коагуляция, флокуляция, аэрация, и др.). Основные методы удаления коллоидных примесей (осветление и обесцвечивание) с использованием специальных реагентов – коагуляция, флокуляция и флотация. Основные методы удаления микрофлоры с использованием специальных реагентов – хлорирование, озонирование, серебряные насадки, фуллероидный углерод и др. Технологические схемы и конструкции аппаратов, применяемых в системах реагентной водоочистки.

### **3 Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Социальное и экономическое значение водоснабжения.
2. Проблема рационального использования водных ресурсов.
3. Краткая характеристика водных ресурсов России как источников водоснабжения.
4. Основные категории водопотребления.
5. Нормы водопотребления.
6. Характеристика источников водоснабжения и методы их оценки.
7. Классификация систем водоснабжения,
8. Методы выбора систем и схем водоснабжения.
9. Критерии оценки и методы повышения надежности и экономичности систем водоснабжения.
10. Режимы водопотребления, подачи и работы систем водоснабжения.
11. Роль регулирующих и запасных емкостей систем водоснабжения в обеспечении их надежности и экономичности.
12. Основные типы водопитателей (насосов), используемых в системах водоснабжения, их расходно-напорные характеристики.

13. Техничко-экономическое обоснование требований к количеству и качеству воды, расходуемой на производственные нужды.
14. Особенности систем оборотного водоснабжения.
15. Последовательное использование воды в производстве.
16. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий.
17. Противопожарное водоснабжение.
18. Управление процессами водоподготовки и системами подачи и распределения воды, использование современных информационных технологий.
19. Виды сточных вод.
20. Дисперсность загрязняющих примесей и химический состав сточных вод. Обобщенные и индивидуальные показатели сточных вод.
21. Растворение и потребление кислорода.
22. Биохимическая и химическая потребность в кислороде.
23. Бактериальные и биологические загрязнения сточных вод.
24. Требования к качеству сточных вод, сбрасываемых в водоемы.
25. Основные уравнения идеальной жидкости.
26. Основные уравнения ньютоновской несжимаемой жидкости.
27. Математическое и физическое моделирование гидромеханических процессов.
28. Неньютоновские жидкости и их реологические характеристики.
29. Вторичные течения в каналах и трубах.
30. Гидравлический удар и явление кавитации, принципы действия основных конструкций насосов и компрессорных машин.
31. Основные уравнения теории динамических и объемных машин.
32. Основные параметры гидравлических и компрессорных машин.
33. Математическое описание поведения жидкости в трубах, каналах и других устройствах.
34. Основы расчета силы давления на плоские и криволинейные поверхности в задачах статики и динамики.
35. Расчет гидравлических потерь на местных сопротивлениях и по длине канала. Расчет требуемого напора насоса.
36. Решетки.
37. Сетчатые устройства.
38. Песколовки.
39. Вертикальные, горизонтальные, радиальные и многополочные отстойники.
40. Гидроциклоны
41. Центрифуги.
42. Методы расчета сооружений и аппаратов механической очистки сточных вод.
43. Особенности физико-химического состава поверхностных сточных вод, образующихся на территориях городов, промышленных предприятий, сельскохозяйственных объектов, свалок твердых бытовых и промышленных отходов.
44. Определение расходов и режимов поступления поверхностных сточных вод.
45. Методы очистки поверхностных сточных вод перед выпуском в водоемы.
46. Очистка поверхностных сточных вод с использованием их в системах промышленного, сельскохозяйственного и противопожарного водоснабжения.
47. Место и роль ионообменных материалов в сорбционной технике.
48. Возможность ионообменных методов очистки водных сред от загрязняющих компонентов различной химической природы и строения в молекулярной и ионной форме.
49. Основные уравнения, используемые для описания и расчетов равновесных и динамических ионообменных процессов.
50. Аппаратурное оформление процессов ионообменной очистки водных сред;

51. Теоретические основы и технологии процессов сорбционной очистки природных и сточных вод от загрязняющих компонентов различной химической природы и строения.
52. Основные уравнения, используемые для описания и расчетов равновесных и динамических процессов адсорбции.
53. Аппаратурное оформление процессов сорбционной очистки водных сред.
54. Расчет процессов сорбционной очистки водных сред в различных технологических условиях.
55. Конструкции аппаратов для проведения сорбционных процессов в режимах перемешивания и проточного адсорбера.
56. Расчет основных массогабаритных характеристик адсорберов, используемых для проведения процессов сорбционной очистки водных сред от загрязняющих компонентов различной химической природы.
57. Перспективные процессы и материалы для сорбционной очистки водных сред.
58. Основы санитарной микробиологии и общего характера микробиологических процессов.
59. Основные санитарные методы определения качества воды по биологическим показателям (БПК).
60. Основы количественного и качественного анализа микробиологического состава воды.
61. Технологии микробиологических процессов при очистке сточных вод от загрязняющих веществ.
62. Аппаратурное оформление процессов биотехнологической очистки водных сред.
63. Специфические методы очистки воды от загрязняющих компонентов.
64. Типы и класс опасности отходов, образующихся в различных сферах производственной деятельности.
65. Правила обращения с отходами различных классов.
66. Технологии утилизации и обезвреживания отходов различного класса и состава.
67. Действующие нормы и требования в области обращения с отходами.
68. Современные проблемы утилизации шламов и осадков, образующихся в процессах очистки природных и сточных вод.
69. Правила обустройства и эксплуатации полигонов для размещения отходов.
70. Теоретические основы и технологии процессов очистки воды с использованием реагентных методов.
71. Реагентные методы удаления примесей, представляющих собой молекулярные, ионные и коллоидные образования в водной среде.
72. Основные методы удаления молекулярно и ионно-растворенных примесей.
73. Основные методы удаления коллоидных примесей с использованием специальных реагентов – коагуляция, флокуляция и флотация.
74. Основные методы удаления микрофлоры с использованием специальных реагентов – хлорирование, озонирование, серебряные насадки, фуллероидный углерод и др.
75. Технологические схемы и конструкции аппаратов, применяемых в системах реагентной водоочистки.

#### **4. Рекомендуемая литература**

##### **а) печатные издания:**

1. Лямаев, Б.Ф. Системы водоснабжения и водоотведения зданий: учебное пособие / Б. Ф. Лямаев, В. И. Кириленко, В. А. Нелюбов. — СПб.: Политехника, 2012. — 303 с. ISBN 978-5-7325-1006-5.

2. Инженерные системы зданий и сооружений : [учебное пособие] для учреждений высшего профессионального образования / [И. И. Полосин и др.]. - М. : Академия, 2012. - 299 с. ISBN 978-5-7695-7478-8.
3. Водоотведение: учебник для вузов по направлению "Строительство" (профиль "Водоснабжение и водоотведение") / Ю. В. Воронов [и др.]; Под общ. ред. Ю. В. Воронова. - М.: АСВ, 2014. - 416 с. ISBN 978-5-93093-983-5.
4. Гогина, Е.С. Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения : [Справочное пособие] / Е. С. Гогина, А. Д. Гуринович, Е. А. Урецкий. - М. : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2012. - 312 с. ISBN 978-5-93093-871-5.
5. Терентьев, В.И. Инженерные системы безопасного водоснабжения и водоотведения городов и населенных мест / В. И. Терентьев ; РАН. Ин-т проблем регион. экономики. - СПб.: Гуманистика, 2002. - 220 с. ISBN 5-86050-194-3.
6. Терентьев, В.И. Биотехнология очистки воды: в 2-х ч. / В. И. Терентьев, Н. М. Павловец. - СПб. : Гуманистика, 2003 - Ч. 1. - 2003. - 270 с. ISBN 5-86050-183-8.
7. Терентьев, В.И. Борьба с коррозией в системах водоснабжения / В. И. Терентьев, С. В. Караван, Н. М. Павловец; Рос. акад. естеств. наук. - СПб. : Проспект Науки, 2007. - 324 с. ISBN 978-5-903090-11-2.
8. Рябчиков, Б.Е. Современная водоподготовка / Б. Е. Рябчиков. - М.: ДеЛи плюс, 2013. - 680 с. ISBN 978-5-905170-49-2.
9. Алексеев, А. И. Химия воды: (в двух книгах) / А. И. Алексеев, А. А. Алексеев. - СПб. : Химиздат, 2007. Кн. 1. - 2007. - 423 с. ISBN 978-5-93808-136-9.
10. Алексеев, А. И. Химия воды: (в двух книгах) / А. И. Алексеев, А. А. Алексеев. - СПб. : Химиздат, 2007. Кн. 2. - 2007. - 454 с. ISBN 978-5-93808-136-9.
11. Кудинов, В. А. Гидравлика: учеб. пособие для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. - 3-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2008. - 199 с. ISBN 978-5-06-005341-8.
12. Угинчус, А. А. Гидравлика и гидравлические машины : учебник для вузов / А. А. Угинчус. - 5-е изд., стер. - М.: Аз-book, 2009. - 395 с. ISBN 978-5-904034-02-3
13. Яблокова, М.А. Оборудование для очистки промышленных сточных вод : учебное пособие / М. А. Яблокова, С. И. Петров; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - СПб. : [б. и.], 2001 - . Ч. 1: Системы водоснабжения и водоотведения промышленных предприятий. Показатели качества воды и правила сброса очищенных стоков. - 2001. - 48 с.
14. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: Учебное пособие для вузов / Д. А. Кривошеин, П. П. Кукин, В. Л. Лапин и др. - 2-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 344 с. ISBN 978-5-06-005969-4.
15. Ветошкин, А.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш. шк., 2008. - 639 с. ISBN 978-5-06-005762-1.
16. Акинин, Н.И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: Учебное пособие для вузов по спец. 280200 "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов / Н. И. Акинин ; РХТУ им. Д. И. Менделеева. - М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2010. - 292 с. ISBN 978-5-7237-0819-8.
17. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов : Учебное пособие для вузов по спец. "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов" / С. В. Фридланд, Л. В. Ряписова, Н. Р. Стрельцова, Р. Н. Зиятдинов. - М. : КолосС, 2008. - 176 с. ISBN 978-5-9532-0546-7.
18. Колесников, В.П. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях / В. П. Колесников, Е. В. Вильсон. - Ростов н/Д : Юг, 2005. - 211 с. ISBN 5-88094-069-1.
19. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: учебное пособие для вузов по спец. "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов" / Я. П. Молчанова, Е. А. Заика, Э. И. Бабкина, В. А. Сурнин; ред. Т.

В. Гусева. - М. : Форум ; М. : ИНФРА-М, 2011. - 190 с. ISBN 978-5-91134-080-3(ФОРУМ).  
- ISBN 978-5-16-002933-7(ИНФРА-М).

**б) электронные издания:**

20. Яблокова, М.А. Водоснабжение населенных пунктов и промышленных предприятий (с основами гидравлики): учебное пособие / М.А. Яблокова, Е.А. Пономаренко. - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2016. - 171 с. (ЭБ) // СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

21. Яблокова, М.А. Инженерная экология гидросферы : Учебное пособие / М. А. Яблокова; Кафедра инженерного проектирования. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2021. - 49 с. : ил. - // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 02.07.2021). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

22. Шачнева, Е.Ю. Водоподготовка и химия воды: Учебно-методические пособия / Е. Ю. Шачнева. - 4-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2021. - 104 с. ISBN 978-5-8114-4961-3.

23. Яблокова, М.А. Технология водоподготовки: учебное пособие / М.А. Яблокова, Е.А. Пономаренко. - Электрон. текстовые данные. - – СПб.: СПбГТИ(ТУ). - 2017. - 125 с. (ЭБ) // СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

24. Яблокова, М.А. Оборудование для механической очистки сточных вод: Учебное пособие / М. А. Яблокова. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: СПбГТИ(ТУ). - 2011. - 91 с. (ЭБ) // СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

25. Далидович, В. В. Расчет основного технологического оборудования процессов водообработки : учебное пособие / В. В. Далидович, Л. В. Григорьева, В. В. Самонин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии материалов и изделий сорбц. техники. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], Ч. 1. - 2018. - 70 с. (ЭБ) // СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

26. Далидович, В. В. Расчет основного технологического оборудования процессов водообработки : учебное пособие / В. В. Далидович, Л. В. Григорьева, В. В. Самонин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии материалов и изделий сорбц. техники. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], Ч. 2. - 2018. - 52 с. (ЭБ) // СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

27. Доманский, И.В. Основы гидромеханики: учебное пособие / И.В. Доманский, В.А. Некрасов. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2015. – 122 с. (ЭБ) // СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

28. Лапшев, Н.Н. Гидравлика: учебник для вузов по направлению подготовки "Строительство" / Н. Н. Лапшев. - 4-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М.: Академия, 2012. - 272 с. ISBN 978-5-7695-8745-0 // СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.



**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение:

Microsoft Office; пакет прикладных программ MathCad 14.

Электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.