

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям



А.И. Землянухин

«22» декабрь 2025 г.

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.1.4 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны
водных ресурсов»

Саратов 2025

Введение

Настоящая программа базируется на следующих разделах: гидравлика сетей водоснабжения и канализации, физико-химические и технологические основы водоочистки, физико-химическая, механическая и биологическая очистка хозяйственно-бытовых, дождевых и производственных сточных вод, процессы смешения и разбавления сточных вод в водных объектах, применение геоинформационных систем при эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения, экологические проблемы водопотребления. Программа кандидатского экзамена по специальности составлена на основании:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от «30» июля 2014 г. № 873 с изменениями и дополнениями от 30 апреля 2015 г.;
- Паспорта научной специальности 05.23.04 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов»; и в соответствии с ОПОП ВО уровня подготовки кадров высшей квалификации (аспирантуры) в СГТУ имени Гагарина Ю.А. по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства», направленности 05.23.04 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов», утвержденной Первым проректором университета.

1. Водопотребление

Социальное и экономическое значение водоснабжения. Проблема рационального использования водных ресурсов.

Краткая характеристика водных ресурсов России как источников водоснабжения.

Основные категории водопотребления. Нормы водопотребления. Характеристика источников водоснабжения и методы их оценки.

2. 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.

Технико-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.

3. Водоприемные сооружения

Сооружения для приема воды из поверхностных источников, водоприемники берегового и руслового типов, плавучие и другие водоприемники. Мероприятия по рыбозащите. Сооружения для приема подземных вод. Водозаборные скважины и шахтные колодцы. Фильтры

водозаборных скважин. Горизонтальные и лучевые водозаборы, сифонные водозаборы, водоподъемное оборудование. Восстановление дебита скважин и шахтных колодцев.

Мероприятия по защите поверхностных и подземных вод от загрязнения. Восполнение запасов подземных вод.

..

4. Обработка природных вод

Основные показатели качества природных вод, требования к качеству воды, используемой для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения, обоснование принципиальных схем комплексов водоподготовительных сооружений.

Коагулирование, коагулянты и флокулянты, физико-химические и технологические основы очистки воды коагулированием. Дозаторы коагулянтов, смесители, камеры хлопьеобразования. Закономерности осаждения взвесей в воде. Горизонтальные, вертикальные, радиальные отстойники. Тонкослойное отстаивание воды. Принцип работы и конструкции осветлителей со слоем взвешенного осадка. Гидроциклоны, принцип работы, область применения. Теоретические основы и техника очистки воды фильтрованием. Барабанные сетки и микрофильтры. Конструкции и расчет скорых, медленных фильтров, префильтров. Фильтрующие материалы. Контактные осветлители. Обеззараживание воды. Хлорирование воды, озонирование, ультрафиолетовое облучение и другие способы обеззараживания воды. Устранение привкусов и запахов воды. Сорбционные методы очистки воды от органических веществ. Стабилизационная обработка воды. Реагентные методы умягчения воды, установки для реагентного умягчения воды. Умягчение и обессоливание воды ионным обменом. Очистка воды от железа, марганца, сероводорода, фтора. Опреснение воды дистилляцией, электродиализом и обратным осмосом. Подготовка особо чистой воды.

Транспортирование, обработка, складирование, переработка и утилизация осадков станций очистки природных вод.

Интенсификация работы действующих водоочистных сооружений.

Математические методы оптимизации процессов водоподготовки, критерии оптимальности, методы поиска экстремума целевых функций.

5. Водоводы и водопроводные сети

Типы водопроводных сетей. Современные методы гидравлического и технико-экономического расчета систем подачи и распределения воды. Сравнительная характеристика труб из различных материалов. Выбор типа и класса прочности труб. Способы укладки водопроводных труб. Защита труб от коррозии и гидравлических ударов. Запорная, регулирующая и предохранительная арматура и ее использование в системах подачи и распределения воды. Управление процессами подачи и распределения воды. Ремонт и восстановление водопроводных сетей бестраншейными методами.

6. Водоснабжение промышленных предприятий

Особенности использования воды на нужды промышленности. Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения, пруды-охладители, брызгальные бассейны, градирни. Обработка охлаждающей воды для борьбы с зарастанием и коррозией систем оборотного водоснабжения.

Основы сельскохозяйственного водоснабжения, системы водоснабжения поселков, пастбищ.

7. Системы и схемы водоотведения

Социальное, техническое и экономическое значение систем водоотведения и защиты водоемов от загрязнений.

Системы водоотведения. Схемы отвода воды от населенных пунктов и промышленных предприятий. Научные основы и инженерные методы

выбора систем водоотведения, критерии оценки и методы повышения надежности и экономичности систем водоотведения и их элементов. Управление процессами отведения и очистки сточных вод, использование современных информационных технологий. Математические методы оптимизации систем водоотведения, критерии оптимальности, методы поиска экстремума целевых функций.

8. Сети систем водоотведения

Гидравлический и технико-экономический расчет сетей для отвода бытовых, производственных и ливневых (поверхностных) сточных вод.

Сравнительная характеристика труб из различных материалов. Выбор типа и класса прочности труб. Способы укладки труб и строительство коллекторов. Прокладка канализационных каналов на большой глубине. Конструкции каналов, перепадных колодцев и других сооружений на сетях глубокого заложения.

Конструкции сооружений на сетях различных систем водоотведения.

Перекачка сточных вод при обычных условиях заложения сети и при сетях глубокого заложения. Основные типы оборудования и устройств для перекачки сточных вод, их напорно-расходные характеристики. Запорная, регулирующая и предохранительная арматура, ее использование в системах водоотведения.

Условия приема сточных вод в сети систем водоотведения. Регулирование поступления дождевых вод.

9. 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. Способы охраны водоемов от загрязнений. Самоочищение воды в водоеме. Эвтрофикация водоемов и борьба с ней. Условия спуска сточных вод в водоемы, требования к качеству сточных вод, сбрасываемых в водоемы, использование ассимилирующей способности водоемов.

10. 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.

11. Биологическая очистка и доочистка сточных вод

Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях. Биологическая очистка сточных вод в искусственно созданных условиях. Предварительные аэрация и биокоагуляция.

Биофильтры. Аэротенки. Окситенки. Различные типы и схемы аэрационных сооружений, регенерация активного ила, основные условия эксплуатации. Системы аэрации. Обеззараживание сточных вод. Биологическая очистка с удалением из сточных вод азота и фосфора. Отвод сточных вод малых населенных пунктов и отдельно расположенных объектов, особенности очистки сточных вод. Доочистка биологически очищенных сточных вод.

12. Физико-химическая очистка производственных сточных вод

Нейтрализация. Коагуляция. Окисление. Электрохимическое окисление. Озонирование. Флотация, электрофлотация и электрокоагуляция. Экстракция. Сорбция. Эвапорация. Ионный обмен. Обратный осмос. Ультрафильтрация. Глубокая очистка сточных вод. Бессточные системы водного хозяйства промышленных предприятий, использование очищенных городских сточных вод для промышленного водоснабжения.

Обезвреживание сточных вод, содержащих токсичные примеси, в том числе ионы тяжелых металлов, фтор- и хлорорганические соединения и т.п. Очистка сточных вод, содержащих радиоактивные вещества. Основные принципы создания замкнутых систем водного хозяйства промышленных предприятий, производственных комплексов и промышленных районов. Основные требования к системам использования воды в замкнутых циклах. Условия использования для технического водоснабжения очищенных городских промышленных и поверхностных сточных вод. Технологические показатели замкнутых систем водного хозяйства промышленных предприятий. Технико-экономическая оценка замкнутых систем использования воды. Математические методы оптимизации технологических процессов очистки производственных сточных вод.

13. 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.

14. Обработка и использование осадков

Состав и свойства осадков, образующихся в процессе очистки поверхностных сточных вод. Уплотнение и сгущение осадков. Аэробная стабилизация, анаэробное сбраживание. Реагентная и тепловая обработка осадков. Механическое обезвоживание осадков природных и сточных вод (вакуум-фильтрация, фильтр-прессование, центрифугирование), типы и конструкции используемого оборудования. Подсушка осадков на иловых

площадках. Методы детоксикации и обезвреживания осадков (удаление или химическое обезвреживание токсичных соединений, обеззараживание нагреванием, химическое обеззараживание, дегельминтизация обезвоженных осадков, термическая сушка, сжигание). Биотермическая обработка осадков. Утилизация осадков. Выбор методов обработки осадков. Методы расчета сооружений и аппаратов обработки отходов.

15. Использование геоинформационных систем (ГИС) при проектировании и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения

Картографические основы ГИС – технологий. Использование данных кадастров – городского, водного, земельного при проектировании систем водоснабжения и водоотведения.

Геоинформационные системы. Представление и использование банков данных. Программные продукты. Использование ГИС-технологий при проектировании и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения.

Список литературы

1. Воронов Ю.В. Водоотведение [Электронный ресурс] / Воронов Ю.В. - Москва : АСВ, Учебное издание. - М.: Издательство АСВ, 2014. -416 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939835.html>
2. Калякин, А. М. Гидравлика. Водоснабжение. Водоотведение: учеб. пособие для студ. направления 08.03.01 "Строительство" / А. М. Калякин, Т. Н. Сауткина, Е. В. Чеснокова ; Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А. - Саратов : ИЦ "Наука", 2016. - 136 с. : ил.
3. Попов, В. С. Центробежные насосы типа К и Д : учебно-метод. пособие / В. С. Попов, Т. Н. Сауткина ; Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А. - Саратов : ИЦ "Наука", 2016. - 84 с. : ил.
4. Белоконов Е.Н. Водоотведение и водоснабжение : учеб. пособие для бакалавров / Е. Н. Белоконов, Т. Е. Попова, Г. Н. Пурас. - 2-е изд. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 379 с.
5. Попов В.С. Консольные центробежные насосы [Текст] : метод. указания по подбору центробежных насосов к выполнению самостоятельной работы и курсовому проектированию по курсу "Насосы и воздухоподводящие станции" / Саратовский гос. техн. ун-т ; сост.: В. С. Попов, Ю. А. Изюмов. - Саратов : СГТУ, 2011. - 32 с. : ил. ; 21 см. - б. ц.
6. Лямаев Б.Ф. Системы водоснабжения и водоотведения зданий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лямаев Б.Ф., Кириленко В.И., Нелюбов В.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2012.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15910>
7. Сайриддинов С.Ш. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] / Сайриддинов С.Ш. - Москва : АСВ, 2012. - . - ISBN 978-5-93093-247-8 : Б. ц. Сайриддинов С.Ш. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения: Учеб. пособие. - М.: Издательство АСВ, 2012. - 352 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930932478.html>
8. Шевелев,Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб : справ. пособие / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. - 10-е изд., доп. - М. : ИД "Бастет", 2014. - 384 с. (2005г – 15 шт., 2009г. – 3 шт., 2014г. 10 шт.
9. Житенёв Б.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Житенёв Б.Н., Волкова Г.А., Сторожук Н.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2008.— 191 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/217511>.
10. Калякин, А. М. Гидравлика. Водоснабжение. Водоотведение : учеб. пособие для студ. направления 08.03.01 "Строительство" / А. М. Калякин, Т. Н. Сауткина, Е. В. Чеснокова ; Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А. - Саратов : ИЦ "Наука", 2016. - 136 с. : ил.
11. Попов, В. С. Центробежные насосы типа К и Д : учебно-метод. пособие / В. С. Попов, Т. Н. Сауткина ; Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А. - Саратов : ИЦ "Наука", 2016. - 84 с. : ил.

12. Зуйков А.Л. Гидравлика. Том 1. Основы механики жидкости [Электронный ресурс]: учебник/ Зуйков А.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 520 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30341.html>
13. Альтшуль А.Д. Примеры расчетов по гидравлике : учеб. пособие] ; Репр. воспроизведение изд. 1967 г. - М. : Альянс, 2013. - 255 с.
14. Калякин, А. М. Гидравлика : учеб. пособие / А. М. Калякин, М. А. Ковырягин ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2009. - 116 с. 11.
15. Вербицкий, В. М. Гидравлика [Электронный ресурс] : методические рекомендации по расчету движения жидкости в напорных трубопроводах / Вербицкий В. М. - Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2016. - 25 с. -Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65844.html>
16. Моргунов, К. П. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебник / К. П. Моргунов. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 288 с. - <https://e.lanbook.com/book/51930>
17. Тужилкин, А. М. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Тужилкин А.М. ; Злобин Е.К., Бурдова М.Г., Белоусов Р.О. - Москва : АСВ, 2011. - 272 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938074.html>
18. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* (с Поправкой, с Изменением N 1). УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. N 951/пр и введен в действие с 17 июня 2017 г.
19. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (с Изменениями N 1-5)
20. Андрижиевский А.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрижиевский А.А. - Электрон. текстовые данные.- Минск: Вышэйшая школа, 2014. - 207 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35498.html>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.
21. Остриков Н.А. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Электронный ресурс]: практикум. Учебное пособие/ А.Н. Остриков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018.— 232 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76435.html>.— ЭБС «IPRbooks»
22. Викулин П.Д. Гидравлика и аэродинамика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс]: учебник/ Викулин П.Д., Викулина В.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2018.— 396 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86292.html>.— ЭБС «IPRbooks».
23. Известия РАН. Механика жидкости и газа. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7827>

24. Онлайн журнал Сантехника - Отопление – Кондиционирование.
Режим доступа: <https://www.c-o-k.ru/>
25. <http://window.edu.ru/window/library> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

д.т.н., профессор
зав. кафедрой ТГВ



Н.Н. Осипова