

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е. Д. ПРОСКУРНИН

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
20.03.02 Природообустройство и водопользование, профиль «Инженерное обустройство
и комплексное использование водных ресурсов»

Калининград
2025

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой техносферной безопасности и природообустройства ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» Н.Р. Ахмедова

Проскурнин, Е. Д.

Инженерные системы водоснабжения и водоотведения: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по направлению подгот. 20.03.02 Природообустройство и водопользование (профиль «Инженерное обустройство и комплексное использование водных ресурсов») / Е. Д. Проскурнин. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 33 с.

Учебно-методическое пособие содержит материалы по изучению дисциплины, которые включают тематический план занятий, справочный материал и методические рекомендации по изучению тем, рекомендуемую литературу. В пособии изложены условия и критерии оценивания.

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» «28» марта 2025 г., протокол № 3

УДК 628.1/3

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Калининградский
государственный технический университет», 2025 г.
© Проскурнин Е.Д., 2025 г.

Оглавление

Введение	4
1. Тематический план занятий	8
2. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов	30
Рекомендуемые учебная литература, профессиональные базы данных и информационные справочные системы	32

Введение

Дисциплина «Инженерные системы водоснабжения и водоотведения» входит в состав основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование (профиль «Инженерное обустройство и комплексное использование водных ресурсов») и изучается студентами очной формы обучения в шестом и седьмом семестрах.

При изучении дисциплины «Инженерные системы водоснабжения и водоотведения» используются знания и навыки, полученные студентами в дисциплинах «Гидравлика», «Гидротехнические сооружения», «Водоподготовка и очистка сточных вод».

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Инженерные системы водоснабжения и водоотведения», используются в дисциплинах профессионального цикла, при подготовке выпускной квалификационной работы и в профессиональной деятельности бакалавров.

Цель освоения дисциплины - формирование навыков выполнения инженерно-технических расчетов системы водоснабжения и водоотведения, в том числе с использованием современных технических средств и информационных технологий. В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- требования нормативно-технической документации и нормативных правовых актов по проектированию системы водоснабжения и водоотведения;
- виды и методики расчетов системы водоснабжения и водоотведения; правила оформления расчетов системы водоснабжения и водоотведения.

Уметь:

- определять методику расчета системы водоснабжения и водоотведения в соответствии с положениями нормативно-технической документации и нормативных правовых актов и видом расчета;
- определять необходимый перечень расчетов для проектирования системы водоснабжения и водоотведения;
- выполнять инженерно-технические расчеты системы водоснабжения и водоотведения с использованием современных технических средств и информационных технологий.

Владеть:

- навыками выполнения инженерно-технических расчетов системы водоснабжения и водоотведения с использованием современных технических средств и информационных технологий; расчета и подбора пропускной способности системы водоснабжения и водоотведения с использованием современных технических средств и информационных технологий.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства размещены в системе ЭИОС университета.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания и типовые вопросы для защиты лабораторных работ.

Промежуточная аттестация в шестом семестре в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой) проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. В отдельных случаях (при не прохождении всех видов текущего контроля) зачет может быть проведен в виде тестирования.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов.

Промежуточная аттестация в шестом семестре в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой) проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. В отдельных случаях (при не прохождении всех видов текущего контроля) зачет может быть проведен в виде тестирования.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации в седьмом семестре относятся:

- задания и типовые вопросы для защиты курсового проекта;
- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий закрытого и открытого типов.

Задание для выполнения курсового проекта обучающиеся получают в начале семестра. Целью выполнения курсового проекта является формирование компетенций, связанных с профессиональной деятельностью, систематизация знаний, умений, навыков, полученных при изучении теоретического курса. При этом

обучающемуся дается возможность самостоятельного решения отдельных вопросов в области профессиональных задач водоснабжения и водоотведения.

Выполненный курсовой проект представляется для проверки на кафедре техносферной безопасности и природообустройства не позднее, чем за неделю до даты проведения промежуточной аттестации по дисциплине. После проверки курсовой проект допускается к защите или отправляется на доработку. Если проект отправляется на доработку, следует устранить все замечания, указанные преподавателем, и повторно сдать его на проверку.

Если курсовой проект допускается к защите, студент должен быть готовым дать все необходимые пояснения по расчетам, чертежам и содержанию работы. По результатам защиты выставляется оценка, при этом учитываются правильность выполнения заданий, оформление работы, а также качество защиты.

Условия допуска к экзамену для студентов: выполненные и защищенные в полном объеме лабораторные работы, предусмотренные программой.

Порядок и правила проведения экзамена по дисциплине преподаватель сообщает обучающимся в начале учебного семестра.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 1).

Таблица 1 – Система и критерии оценивания

Система оценок Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
Работа с информацией	Не в состоянии находить	Может найти необходимую	Может найти, интерпретировать	Может найти, систематизиро-

Система оценок Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	информацию в рамках поставленной задачи	и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	вать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
Осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1. Тематический план занятий

Тема 1. Введение в дисциплину. Общая характеристика инженерных систем.

Ключевые вопросы. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины. Классификация и особенности инженерных систем зданий и сооружений

Справочный материал и методические рекомендации

Инженерные сети и системы – системы (совокупность сооружений и коммуникаций) для переноса (транспортировки) и передачи воды, воздуха, теплоты, газа, электричества к зданиям и сооружениям либо внутри них, для обеспечения топливоснабжения, в том числе газоснабжения, водо- или воздухообеспечения объекта строительства, для удаления или возврата продуктов сгорания, отработанного теплоносителя, канализационных стоков, загрязненного воздуха и т.д. от зданий и сооружений.

В составе водохозяйственного комплекса (ВХК) Российской Федерации инженерные сети водоснабжения и водоотведения являются важным звеном, обеспечивающим население страны, промышленность и сельское хозяйство водой необходимого качества, в достаточном количестве и с необходимым напором. В состав инженерных сетей водоснабжения и водоотведения входят: водозаборы, береговые приемные колодцы, водоводы, станции водоподготовки, резервуары чистой воды, насосные станции, водонапорные башни, распределительные сети, канализационные коллекторы, очистные сооружения и др.

В начале изучения дисциплины «Инженерные системы водоснабжения и водоотведения» следует понять ее цели и задачи, место в структуре образовательной программы, планируемые результаты освоения. Далее необходимо ознакомиться с такими ключевыми понятиями, как «водоснабжение», «водоотведение», «система горячего и холодного водоснабжения», «система отопления», «система теплоснабжения», «водонапорные башни», «распределительные сети», «нормирование», «водоподготовка», «водоотведение». «коллекторы», «очистные сооружения».

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с ГОСТ Р 58033-2017 Здания и сооружения. Словарь. Часть 1. Общие термины, особое внимание уделив разделу 5.4 *Инженерные сети и системы, приспособления и оборудование*. Данный национальный стандарт включает термины и концепции, которые общепринято использовать в документации, регламентирующей строительные работы, а также термины, используемые для того, чтобы специфицировать продукцию и виды работ. Данный стандарт позволяет улучшить обмен информацией в области проектирования в строительной промышленности разных стран, выполнение и техническое обеспечение строительных работ в рамках отраслей промышленности этих стран. Его использование в других стандартах помогает гармонизировать и обеспечивать базис для специальной терминологии.

Тема 2. Источники водоснабжения. Водозаборные сооружения. Санитарная охрана источников водоснабжения

Ключевые вопросы. Поверхностные и подземные источники водоснабжения. Водозаборные сооружения поверхностных источников. Защитные устройства на водозаборах. Водозаборные сооружения подземных источников. Устройства для забора воды из подземных источников. Зоны санитарной охраны.

Справочный материал и методические рекомендации

Источники водоснабжения подразделяются на поверхностные и подземные. К подземным источникам водоснабжения относятся подземные воды, образующиеся вследствие просачивания в землю атмосферных и поверхностных вод. Подземные воды могут быть безнапорными и напорными (артезианскими). Водозаборные сооружения для приема подземных вод могут быть скважинного типа, горизонтальные, шахтного типа и каптажные камеры для родниковых вод. К поверхностным источникам водоснабжения относятся реки, водохранилища и озера. Для промышленных целей может использоваться и морская вода. Водозаборы для поверхностных вод могут быть берегового типа, русловые водозаборы, береговые водозаборы совмещенного типа. Зоны санитарной охраны (ЗСО) организуются на всех водопроводах, вне зависимости

от ведомственной принадлежности, подающих воду как из поверхностных, так и из подземных источников.

При изучении данной темы необходимо особое внимание уделить нормативным документам в области водоснабжения – СП, ГОСТам, СанПиНам. В данных нормативных документах установлены применяемые в науке, технике и производстве термины и определения в области водоснабжения, требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых сооружений водоподготовки и систем водоснабжения, к качеству воды. В первую очередь, это:

1. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
2. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.

Тема 3. Инженерные системы водоснабжения

Ключевые вопросы. Классификация и основные элементы систем водоснабжения. Противопожарное водоснабжение. Схемы водоснабжения. Зонирование систем водоснабжения. Водопотребители и режимы потребления воды. Водоводы, водопроводные сети. Регулирующие и запасные емкости.

Справочный материал и методические рекомендации

Система водоснабжения представляет собой комплекс сооружений для обеспечения определенной (данной) группы потребителей (данного объекта) водой в требуемых количествах и требуемого качества. Кроме того, система водоснабжения должна обладать определенной степенью надежности, т.е. обеспечивать снабжение потребителей водой без недопустимого снижения установленных показателей своей работы в отношении количества или качества подаваемой воды (перерывы или снижение подачи воды или ухудшение ее качества в недопустимых пределах). Система водоснабжения (населенного пункта или промышленного предприятия) должна обеспечивать получение воды из природных источников, ее очистку, если это вызывается требованиями потребителей, и подачу к местам потребления

Требования к проектированию наружных сетей водоснабжения, выбору материалов трубопроводов, расчётам систем водоснабжения, условиям

прокладки трубопроводов и другим аспектам строительства внешних водопроводных сетей изложены в СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

Размеры отдельных сооружений и установок, число и мощность насосов, емкость резервуаров, высоту и емкость водонапорных башен, диаметры труб находят путем расчета этих элементов в соответствии с количеством подаваемой ими воды и с намеченным для них режимом работы. После того как будет принят (или задан) режим водопотребления, может быть установлен режим подачи воды и режим работы отдельных сооружений системы водоснабжения. Все эти сооружения должны быть рассчитаны, в частности, на работу в сутки максимального водопотребления. Насосные станции должны подавать за сутки полный суточный расход воды объектами.

Под системой подачи и распределения воды понимается комплекс водопроводных сооружений, включающий насосные станции, сети, водоводы и напорные регулирующие емкости, т. е. сооружений, осуществляющих подъем воды, ее транспортирование к снабжаемому объекту, распределение по территории объекта и раздачу потребителям, а также аккумулярование воды.

Для того чтобы водопроводные сети могли успешно и бесперебойно выполнять свои функции транспортирования и распределения воды по территории снабжаемого объекта, они должны иметь надлежащее конструктивное оформление. Подавляющее большинство водопроводных линий (водоводов и сетей) монтируется из труб, т. е. элементов, изготавливаемых заводским способом.

В соответствии с условиями работы водопроводных линий в процессе их эксплуатации к ним предъявляются следующие основные требования:

- а) прочность, т. е. хорошее сопротивление всем возможным (заданным) внутренним и внешним нагрузкам;
- б) герметичность (водонепроницаемость);
- в) гладкость внутренней поверхности их стенок, обеспечивающая наименьшие потери напора на трение при движении воды;
- г) долговечность, т. е. длительный срок службы, обусловливаемый в основном хорошим сопротивлением материала труб (или их покрытий) внешним

и внутренним агрессивным воздействиям среды (транспортируемой воды, грунтов, грунтовых вод и т. п.).

Кроме того, трубы, как и все элементы сборного строительства, должны обеспечивать возможность их легкого, простого, быстрого и надежного соединения (монтажа стыков) на строительной площадке.

Наружные сети городских и промышленных водопроводов оборудуются различного рода арматурой, обеспечивающей их правильную эксплуатацию. На наружных водопроводных сетях применяются следующие основные типы арматуры:

- а) запорная и регулирующая – задвижки, вентили и другие затворы;
- б) водоразборная – уличные водоразборные колонки и краны, пожарные гидранты;
- в) предохранительная – предохранительные и обратные клапаны и воздушные вантузы (для выпуска и впуска воздуха).

Выбор метода транспортирования воды и соответственно типов транспортирующих сооружений зависит от характера природного источника, степени его удаленности от объекта, местных топографических условий и количества транспортируемой воды.

Все типы сооружений, транспортирующих воду, могут быть разделены на две основные группы:

- а) нагнетательные водоводы;
- б) гравитационные (или самотечные) водоводы и каналы.

В сооружениях первой группы подача воды осуществляется насосами. В сооружениях второй группы движение воды происходит под действием силы тяжести.

Выбор типа и конструкции водоприемных сооружений зависит от местных природных условий в значительно большей степени, чем у всех остальных сооружений системы водоснабжения. Основное влияние на устройство водоприемников оказывает характер используемых природных источников воды: гидрологические характеристики открытых водоемов, условия залегания подземных вод (глубина, характер водоносных пластов и т. п.). Также

используются водоприемники руслового типа и др. Вода поступает в водоприемники через оголовки.

Все типы приемных оголовков можно разделить на три группы: постоянно затопленные, затопляемые высокими водами и незатопляемые.

Несмотря на то что обслуживание затопленных оголовков связано с определенными трудностями и неудобствами (их недоступность в паводки), они имеют в практике наиболее широкое распространение, так как значительно дешевле незатопляемых оголовков.

Для приема воды из подземных источников применяются сооружения следующих типов:

- 1) трубчатые буровые колодцы (скважины);
- 2) шахтные колодцы;
- 3) горизонтальные водосборы;
- 4) лучевые водосборы;
- 5) сооружения для каптажа родниковых вод.

Важнейшим элементом системы водозабора из подземных водоисточников являются фильтровальные устройства, которые присутствуют во всех сооружениях этих типов. Также в водозаборах из рек и озер используют инфильтрационные системы, для забора воды из родников применяются устройства для каптажа и др.

При расчете систем водоснабжения населенного пункта или промышленного предприятия учитывается обеспечение водой для тушения пожаров: посредством мотопомп и автонасосов из естественных или искусственных водоемов, расположенных на территории объекта водоснабжения; из наружной разводящей сети. Основным источником пожарного водоснабжения в населенных пунктах является водопроводная сеть. При подаче воды по водопроводу проверяется и обеспечивается его пропускная способность и необходимый свободный напор в трубах у возможных точек пожара. Для этого целесообразно знать, какой расход воды нужен на тушение одного пожара и сколько пожаров в населенном пункте может возникнуть одновременно. Различают системы противопожарного водоснабжения из наружной разводящей сети высокого и низкого давления.

При изучении вопроса *Противопожарное водоснабжение* дополнительно к СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения рекомендуется изучить следующие нормативные документы:

1. СП 485.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

2. СП 486.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности.

Схемы водоснабжения - последовательное, от источника до потребителя, расположение сооружений, взаимное расположение их относительно друг друга. Схемы водоснабжения водопроводных сооружений различны и зависят в основном от принятого источника водоснабжения (его характера, мощности и качества воды в нем).

Схемы водоснабжения разрабатываются в соответствии с документами территориального планирования, а также с учетом схем энергоснабжения, теплоснабжения, газоснабжения. Схемы водоснабжения должны содержать плановые значения показателей развития централизованных систем водоснабжения и водоотведения, предусматривать мероприятия, необходимые для осуществления горячего, питьевого, технического водоснабжения и водоотведения в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации. – последовательное, от источника до потребителя, расположение сооружений, взаимное расположение их относительно друг друга.

Разделение единой системы водоснабжения на отдельные части для каждой группы потребителей, предъявляющих разнообразные требования к подаваемой воде называется зонированием системы водоснабжения, а сами схемы - зонными. Зонирование применяется как в городских, так и в промышленных водопроводах. Зонирование снижает недопустимо высокие напоры, уменьшает затраты электроэнергии на подъем воды, сокращает утечки.

Схема водопровода зависит от планировки объекта водоснабжения. По начертанию в плане водопроводные сети бывают разветвленные (или тупиковые), кольцевые и комбинированные и (или) смешанные.

Разветвленная сеть обычно дешевле, чем кольцевая, но она менее надежна в отношении снабжения водой потребителей. В таких сетях чаще замерзает вода, сильнее проявляется разрушающее действие гидравлических ударов, наблюдается ухудшение качества воды в конечных участках. Кольцевые сети обеспечивают бесперебойную подачу воды потребителям, меньше подвержены авариям, так как в них не возникает сильных гидравлических ударов.

Разработка схемы водопроводной сети и сооружений производится в следующей последовательности:

- на плане населенного пункта наносится разводящая водопроводная сеть;
- производится выбор схемы питания сети с учетом рельефа и местных условий, а также типа источника водоснабжения и его месторасположения;
- на плане населенного пункта намечается месторасположение всех основных элементов системы водоснабжения: водозаборных и водоочистных сооружений, насосных станций, водоводов, напорно-регулирующих и других сооружений.

Водопроводная сеть обычно проектируется кольцевой и состоит из магистральных и распределительных линий. Магистральные линии для обеспечения достаточных напоров должны прокладываться по наиболее возвышенным отметкам местности (как правило, по обочинам дорог параллельно линиям застройки), пересекать различные преграды под прямым углом.

Схема питания водопроводной сети определяется количеством и местоположением насосных станций и напорно-регулирующих сооружений. Наиболее распространены системы водоснабжения, в которых сеть питается от одной насосной станции и имеется одно напорно-регулирующее сооружение.

По характеру взаимного расположения насосной станции, водонапорной башни и сети различают схемы с односторонним (сеть с проходной башней), двусторонним (сеть с контррезервуаром) и комбинированным питанием сети.

В системах распределения и подачи воды используются часто как безнапорные регулирующие запасные емкости, так и напорно-регулирующие сооружения и как уже отмечалось станции первого и второго подъема воды.

Основные требования, которые необходимо учитывать при разработке схем водоснабжения, изложены в следующих нормативных документах:

1. Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 г. № 416-ФЗ.

2. Правила разработки схем водоснабжения и водоотведения (постановление Правительства Российской Федерации от 5 сентября 2013 г. №782).

3. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

В соответствии с Водным кодексом, водопотребитель – гражданин или юридическое лицо, получающие в установленном порядке от водопользователя воду для обеспечения своих нужд. Водопотребители условно делятся на три основные категории: хозяйственно-питьевые, производственные, пожарные (для создания пожаро-взрывобезопасных условий жилого и производственного сектора города). Распределение воды между водопотребителями производится на основе лимитов водопотребления, графиков водоподачи и договоров с водопотребителями. Требования, предъявляемые к качеству воды, различны в зависимости от характера ее использования. Системы водоснабжения выполняют свою задачу в том случае, если обеспечивают потребности поселения в воде, поэтому состав и технические характеристики системы водоснабжения определяются, в значительной мере, условиями водопотребления, которые характеризуются нормой водопотребления, расчетными расходами, режимом водопотребления и свободными напорами у потребителей.

При проектировании систем водоснабжения нормы водопотребления, расчетные расходы принимают по:

1. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

2. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

3. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий.

Вода от места ее добывания должна быть подана к месту водопотребления. Эта производственная операция в общей схеме водоснабжения носит название «транспортирование воды». Существуют два способа

транспортирования воды: перевозка ее в различной по емкости таре и транспортирование по трубам и каналам.

Соединяемую в линию цепочка труб, оснащенная водопроводной арматурой, предназначенная для транспортирования воды от одной точки до другой называют водоводом.

При проектировании водоводов необходимо решить следующие задачи: наметить трассу водовода и выбрать число работающих линий; определить параметры труб. При выборе количества ниток водоводов (одна или две) учитывается, что чем больше параллельно работающих линий, тем больше надежность функционирования подачи воды и их строительная стоимость. Но при большой протяженности водовода (подсоединение к групповому водопроводу) экономически нецелесообразна прокладка водовода в две нитки, поэтому водовод проектируется в одну. Следовательно, при проектировании необходимо выполнять технико-экономическое обоснование принятого решения.

При изучении данного ключевого вопроса темы следует подробно рассмотреть самотечно-напорные, нагнетательно-напорные, самотечно-безнапорные и комбинированные (смешанные) водоводы.

Кроме указанных выше по тексту нормативных документов, при изучении темы нужно ознакомиться с ГОСТ Р 59459-2021. Качество воды. Системы водоснабжения наружные. Требования к графическому отображению основных структурных элементов и технологических связей между ними.

Тема 4. Инженерные системы водоотведения. Общие сведения

Ключевые вопросы. Сточные воды: определение, классификация, происхождение. Общие сведения о системах водоотведения. Схемы водоотведения.

Справочный материал и методические рекомендации

Сточные воды - это воды, различные по происхождению, составу и свойствам, отводимые в водные объекты с территорий промышленных предприятий и населённых мест, а также атмосферные осадки, свойства которых оказались ухудшенными в результате деятельности человека. В состав сточных

вод входят как неорганические (частицы грунта, руды и пустой породы, шлака, неорганические соли, кислоты, щёлочи); так и органические (нефтепродукты, органические кислоты), в т.ч. биологические объекты (грибки, бактерии, дрожжи, в т. ч. болезнетворные). Выделяют три вида сточных вод (табл. 2.).

Таблица 2 — Классификация сточных вод

Вид сточных вод	Происхождение
Хозяйственно-бытовые сточные воды	В результате хозяйственно-бытовой деятельности в жилом секторе, объектах социально-культурной сферы, на всех предприятиях (от санузлов, кухонь, мест приема пищи и т. п.)
Производственные сточные воды	В процессе производства товаров и услуг
Поверхностные сточные воды (дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные воды, принимаемые в централизованную систему водоотведения)	В результате выпадения дождей, таяния снега, мойки дорожных покрытий, при искусственном водопонижении, а также инфильтрации в коллекторе

Комплекс сооружений, предназначенных для отведения сточных вод и их очистки называют *системой водоотведения*. Системы водоотведения также именуются системами канализации.

Объектами канализации являются здания жилого, общественного, производственного, служебного и специального назначения, оборудованные внутренним водопроводом и канализацией, а также вновь строящиеся, существующие и реконструируемые города, поселки городского типа, сельские и дачные поселки, курорты, промышленные предприятия, комбинаты и промышленные районы.

В практике наиболее широкое распространение получили общесплавная и раздельные системы канализации.

Общесплавными называют системы канализации, при которых все сточные воды, бытовые, производственные и дождевые, сплавляются по одной

общей сети труб и каналов за пределы городской территории на очистные сооружения.

Раздельными называют системы канализации, при которых дождевые и условно чистые производственные воды отводят по одной сети труб и каналов, а бытовые и загрязненные производственные сточные воды - по другой, одной или несколькими сетям.

Канализационную сеть, предназначенную для приема и отведения атмосферных вод, называют дождевой (ливневой). Если в дождевую канализацию сбрасывают практически чистые незагрязненные производственные сточные воды, то ее называют производственно-дождевой. Сеть, предназначенную для приема и отведения бытовых вод, называют *бытовой*. Производственной называют канализационную сеть промышленного предприятия, предназначенную для приема и отведения только загрязненных производственных сточных вод (при отдельном их удалении); *производственно-бытовой* - сеть, предназначенную для приема и отведения совместно производственных и бытовых сточных вод. Совместное отведение бытовых и производственных сточных вод допускается только в тех случаях, когда это не нарушает работы сети и очистных сооружений бытовой канализации.

Раздельная система канализации может быть полной или неполной.

Полной раздельной называют систему, включающую две или несколько совершенно самостоятельных канализационных сетей: сеть, по которой отводят только дождевые или дождевые и условно производственные воды; сеть для отвода бытовых и части загрязненных производственных вод, допускаемых к спуску в бытовую канализацию; сеть, по которой отводят загрязненные производственные воды, не допускаемые к совместному отведению с бытовыми.

Неполной раздельной называют систему канализационных сетей, предусматриваемую для отвода только наиболее загрязненных производственных и бытовых сточных вод; атмосферные воды при этой системе стекают в водные протоки по кюветам проездов, открытым лоткам, канавам и тальвегам.

Разновидностями общесплавной и раздельной систем являются полураздельная и комбинированная системы канализации.

Полураздельная система канализации состоит из тех же самостоятельных канализационных сетей, что и полная раздельная система, и одного главного (перехватывающего) коллектора, отводящего на очистные сооружения бытовые, производственные, талые воды, воды от мытья улиц и часть наиболее загрязненных дождевых вод.

Комбинированные системы канализации появились в результате расширения городов, имеющих общесплавную систему канализации. Ввиду того что в сухую погоду общесплавные коллекторы загружены не полностью, к ним присоединяли бытовую и производственную канализационные сети от районов новой застройки, а для атмосферных вод, которые уже не могли быть приняты в существующие общесплавные коллекторы, прокладывали самостоятельные дождевые канализации с выпуском атмосферных вод в ближайшие водоемы без очистки. Таким образом, появилась комбинированная система канализации, при которой в одних районах города сохранилась общесплавная система, в других - полная раздельная, в третьих – неполная раздельная система.

Система водоотведения состоит из внутренних водоотводящих устройств зданий, наружной водоотводящей сети, насосных станций, напорных водоводов, сооружений для очистки сточных вод и утилизации осадков и выпусков в водоем.

Внутренняя канализация служит для приема сточных вод в местах их образования и для отведения за пределы здания в наружную канализационную сеть.

Наружная канализация предназначена для транспортирования сточных вод за пределы населенных пунктов или промышленных предприятий на очистные сооружения, которые служат для обезвреживания сточных вод, выпуска очищенных вод в водоем без нарушения его естественного состояния и обработки осадка в целях дальнейшей его утилизации.

В соответствии с Правилами разработки и утверждения схем водоснабжения и водоотведения (Постановление Правительства РФ от 05.09.2013 N 782. О схемах водоснабжения и водоотведения) *схемы водоснабжения и водоотведения* - совокупность графического (схемы, чертежи, планы подземных коммуникаций на основе топографо-геодезической

подосновы, космо- и аэрофотосъемочные материалы) и текстового описания технико-экономического состояния централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения и направлений их развития.

Схемы водоотведения разрабатываются на срок не менее 10 лет с учетом схем энергоснабжения, теплоснабжения и газоснабжения. При этом обеспечивается соответствие схем водоснабжения и водоотведения схемам энергоснабжения, теплоснабжения и газоснабжения.

Выбор схемы водоотведения обусловлен рельефом местности, местом расположения очистных сооружений и поверхностного водного объекта, расходом сточных вод, требованиями утилизации сточных вод и повторного их использования, отводом и очисткой поверхностного стока.

Основными исходными данными для проектирования систем водоотведения являются:

- количество вод, характеризующееся расходом;
- виды (компоненты) загрязнений и их содержание в сточных водах, которое характеризуется концентрацией загрязнений;
- степень равномерности (или неравномерности) их образования и поступления в водоотводящие системы.

При изучении данного раздела (темы 4 - 9) необходимо особое внимание уделить нормативным документам в области водоотведения – СП, ГОСТам, СанПиНам. В данных нормативных документах установлены применяемые в науке, технике и производстве термины и определения в области водоснабжения, требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых сооружений водоподготовки и систем водоснабжения, к качеству воды. В первую очередь следует ознакомиться с такими документами, как:

1. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения.
2. СП 32.13330.2018. Канализация. наружные сети и сооружения.
3. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий.

Тема 5. Сооружения на канализационных сетях

Ключевые вопросы. Трубопроводы и коллекторы. Колодцы и камеры. Насосные станции.

Справочный материал и методические рекомендации

Трубы и каналы, применяемые в канализации для отведения сточных вод, должны обладать прочностью, долговечностью, зависящей от их способности хорошо противостоять истиранию и коррозии, водонепроницаемостью, удовлетворять гидравлическим требованиям, обеспечивать возможность применения промышленных методов строительства и требовать минимальных затрат средств и материалов для их выполнения.

Материал труб для устройства канализации следует выбирать в соответствии с назначением трубопроводов, а также с составом сточных и грунтовых вод. Самотечную канализационную сеть укладывают из керамических, асбестоцементных и безнапорных железобетонных труб, а коллекторы больших диаметров - из железобетонных труб или сборных железобетонных элементов.

Для напорных трубопроводов применяют металлические, асбестоцементные, напорные железобетонные, пластмассовые, а иногда фанерные трубы.

С переходом на промышленные методы сборного строительства коллекторов из крупноразмерных сборных железобетонных элементов заводского изготовления (блоков, труб, колец и тубингов) коллекторам придают форму круглого и прямоугольного сечения. Ступ, плиту и свод иногда объединяют в одном объемном элементе.

В последнее время круглые коллекторы большого диаметра укладывают при открытом способе производства работ из стандартных длинномерных железобетонных труб марок РТ, РКТ и ФТ или из тех же труб с плоской подошвой: прямоугольные - из сборных железобетонных элементов.

Смотровым колодцем или камерой называют шахту, расположенную над канализационной трубой или коллектором, внутри которой труба или коллектор заменены открытым лотком. Смотровые колодцы и камеры на канализационных сетях предусматривают в местах присоединения, в местах изменения

направления уклонов и диаметров трубопроводов, на прямых участках на расстояниях, удобных для эксплуатации.

В зависимости от назначения смотровые колодцы делятся на линейные, поворотные, узловые и контрольные. Кроме того, применяют промывные, перепадные и специальные колодцы.

В местах пересечения канализационной сети с реками, оврагами, судоходными и водосточными каналами, железными дорогами, автострадами устраивают дюкеры, эстакады и переходы.

В системах водоотведения нередко приходится прибегать к подъему (перекачке) сточных вод. Для подачи бытовых и производственных сточных вод на очистные сооружения служат главные насосные станции; для подъема сточных вод из заглубленного коллектора и транспортирования их в верхний коллектор канализуемой территории предназначены районные насосные станции. Иногда возникает необходимость устройства насосных станций для перекачки дождевых вод если отметки уровня воды в водоеме, в который должны быть отведены эти воды, выше отметок канализуемой территории и поэтому возможность удаления дождевой воды самотеком исключается.

В некоторых случаях станции перекачки строят для уменьшения глубины заложения коллектора и, следовательно, уменьшения его строительной стоимости. Такое решение может дать значительную экономию, в особенности в водоносных грунтах или в плавцунах, где прокладка труб на большой глубине связана со значительными затруднениями и расходами. Как правило, насосные станции для перекачки сточных вод устраивают в самой пониженной части канализуемой территории с учетом санитарных, планировочных и гидрогеологических условий местности, наличия источников питания станции электроэнергией и возможности устройства аварийного выпуска. Перед насосной станцией все канализационные линии, тяготеющие к ней, должны быть объединены одним общим коллектором, по которому сточные воды подводятся в отделение решеток приемного резервуара.

В состав насосных станций входят:

- а) приемный резервуар с решеткой;
- б) машинное отделение, где размещены насосные агрегаты;

в) производственно-вспомогательные и бытовые помещения.

Машинное отделение может быть расположено в одном здании с приемным резервуаром, но должно быть отделено от него непроницаемой стеной и иметь отдельный вход. В некоторых случаях в районах с положительной средней зимней температурой при условии применения двигателей низкого напряжения можно устанавливать электронасосные агрегаты на открытой площадке. Для защиты от пыли их помещают в кожухах или над ними устраивают навес. Электродвигатели должны быть во взрывобезопасном исполнении, а щит управления агрегатами должен помещаться в трансформаторном пункте.

Число напорных водоводов от насосных станций с учетом перспективного развития канализации рекомендуется принимать не менее двух.

В местах расположения выпусков рекомендуется устраивать выпускные камеры из двух отделений - сухого с задвижкой и мокрого для откачки сточных вод при необходимости опорожнения трубопровода. Выпуск стоков из трубопровода в этом случае осуществляется в железобетонные резервуары, устанавливаемые также в пониженных местах ремонтных участков.

Аварийные выпуски устраивают из ближайшего к насосной станции колодца подводящего коллектора. Они служат для сброса сточных вод в ближайший водоем, овраг, водосток и др. при длительной остановке насосов вследствие прекращения подачи электроэнергии или по другим причинам.

СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения устанавливает требования к вновь строящимся и реконструируемым системам водоотведения населенных пунктов, наружным сетям и сооружениям постоянного назначения для бытовых, поверхностных (дождевых и талых) и близких к ним по составу производственных сточных вод. При изучении данной темы рекомендуется изучить документы, указанные в разделе 2 СП 32.13330.2018, а также СП 129.13330.2019 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации, СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Тема 6. Дождевая канализация

Ключевые вопросы. Функции дождевой канализации. Устройство дождевой канализации. Эксплуатация и обслуживание.

Справочный материал и методические рекомендации

Наружная дождевая канализация предназначена для организованного и достаточно быстрого отвода выпавших на территории города или промышленного предприятия атмосферных осадков или талых вод. Быстрый отвод этих вод особенно необходим, если улицы имеют усовершенствованные водонепроницаемые покрытия, так как в противном случае во время сильных ливней возможно затопление улиц и подвалов зданий, расположенных в низких местах. Устройство водосточной сети предотвращает подъем уровня грунтовых вод в населенных пунктах, что имеет немаловажное значение для их благоустройства. Наружную дождевую сеть устраивают открытого, закрытого и смешанного типа: в первом случае дождевые воды отводят с помощью открытых канав и лотков; во втором случае дождевая вода, стекающая по поверхности, собирается водоотводными лотками, входящими в конструкцию городских дорог и тротуаров, и через особые колодцы, называемые дождеприемниками, поступает в сеть подземных трубопроводов, по которой она сплавляется по наикратчайшим расстояниям в ближайшие тальвеги или непосредственно в естественные водоемы. Водосточные сети второго типа получили в современных городах наибольшее распространение, так как являются более совершенными; в третьем случае часть элементов открытой сети, там, где невозможно устройство канав (например, при большой глубине), заменяется закрытыми подземными трубопроводами.

Во всех указанных выше типах сети отвод дождевых вод в водные объекты, как правило, производится самотеком. К перекачке дождевых вод прибегают лишь в очень редких случаях, при особо неблагоприятных условиях рельефа местности.

При проектировании и обустройстве ливневой канализации действуют требования СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения, СП 129.13330.2019. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации.

Тема 7. Очистка сточных вод

Ключевые вопросы. Методы очистки сточных вод. Компонировка станции очистки сточных вод

Справочный материал и методические рекомендации

В целях очистки сточных вод используется комплекс сооружений, объединяемых в водоочистные станции. Состав сооружений, в первую очередь, зависит от источника водоснабжения, производительности станции и технологической схемы водоподготовки.

Методы, применяемые для очистки сточных вод, могут быть разделены на три группы: 1) механические; 2) физико-химические и 3) биологические.

Механическая очистка – это выделение из сточных вод находящихся в них нерастворенных грубодисперсных примесей, имеющих минеральную и органическую природу.

Физико-химические методы очистки городских сточных вод с учетом технико-экономических показателей используют довольно редко. Эти методы применяют, в основном, для очистки производственных сточных вод.

Биологические методы очистки сточных вод основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, которые минерализуют растворенные органические соединения, являющиеся для микроорганизмов источниками питания.

Выбор методов очистки и определение состава сооружений зависят от многих факторов: расхода сточных вод и характеристик водного объекта, расчета необходимой степени очистки, рельефа местности, характера грунтов, энергозатрат и др.

Технология обработки осадков, образующихся в процессах очистки, определяется в зависимости от их свойств, объемов, наличия площадей.

Компировка станции очистки сточных вод включает в себя рациональное размещение различных технологических сооружений и оборудования для эффективной и оптимальной работы всей системы.

Основные компоненты станции очистки сточных вод

1. Приёмные резервуары и решетки:

- первая ступень очистки, где крупные отходы, такие как мусор, ветки и камни, отделяются от сточных вод.

2. Первичные отстойники:

- здесь происходит отделение взвешенных веществ путём осаждения. Осевшие твердые частицы собираются в виде осадка, который впоследствии удаляется.

3. Аэротенки:

- сооружения для биологической очистки, где микроорганизмы разлагают органические вещества.

4. Вторичные отстойники:

- отделение активной биомассы (ил) от очищенной воды посредством осаждения.

5. Обеззараживатели:

- установка для уничтожения болезнетворных микроорганизмов с помощью химических реагентов (например, хлора) или физических методов (ультрафиолетового излучения).

6. Илоуплотнители и обезвоживающие установки:

- предназначены для обработки осадка, образовавшегося в процессе очистки. Осадок уплотняется и обезвоживается для последующего использования или утилизации.

7. Лаборатория контроля качества:

- место для проведения анализов очищенной воды и контроля её соответствия санитарно-гигиеническим требованиям.

Принципы компоновки:

- последовательность технологических процессов;
- Оптимизация транспортных маршрутов;
- удобство обслуживания;
- энергоэффективность;
- экологическая безопасность.

Правильная компоновка станции очистки сточных вод обеспечивает эффективную работу всей системы, минимизирует затраты на эксплуатацию и обслуживание, а также способствует защите окружающей среды.

При изучении данной темы следует ознакомиться с материалом, изложенным в:

1. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения.
2. ИТС 8-2015. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях.
3. ИТС 10-2015. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений городских округов.
4. ИТС 10 — 2019. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов.

Вопросы для самопроверки

Вопросы для самопроверки по темам 1-3:

1. Общая характеристика инженерных систем водоснабжения.
2. Источники водоснабжения.
3. От чего зависит выбор места расположения и типа водозаборов для поверхностных источников?
4. Особенности систем водоснабжения малых объектов.
5. Основные требования, которые предъявляются к источнику водоснабжения.
6. В чем заключается надежность работы водоводов?
7. Какие типы водоводов вы знаете?
8. Как организовывается охрана поверхностных водоисточников?
9. Какие части инженерных систем водоснабжения относятся к водозаборным сооружениям?
10. Типы водоприемных сооружений.
11. Сооружения, применяемые для очистки воды забираемой из поверхностных источников.
12. Для чего служат резервуары чистой воды?
13. Опишите устройство для промывки самотечных линий.
14. Что такое сифонные водоводы? Как они устроены?
15. Как устроена станция первого подъема?

16. Какие инженерные системы применяют для доставки воды потребителям?

17. Каковы глубины прокладки водоводов и от чего они зависят?

18. Перечислите подземные источники водоснабжения.

19. Типы водозаборов для подземных вод.

20. Водоподъёмное оборудование

21. Как организуют каптаж родниковых вод?

22. От чего зависит выбор технологических схем водоочистки?

23. Сооружения на водоводах и водопроводной сети.

24. Виды запорной. арматуры.

25. Водопроводные трубы.

26. Что такое водомерный узел? Как он устроен.?

27. Наружные водопроводные сети. Трассировка и прокладка.

28. Устройство внутренней водопроводной сети

29. Смотровые и контрольные колодцы. Устройство и расположение в сети.

30. Запасные и регулирующие емкости.

31. Водонапорные башни.

32. Водоразборные колонки.

33. Пожарные гидранты.

Вопросы для самоконтроля по темам 4-7:

1. Сооружения, которые могут применяться для отвода сточных вод.

2. Принципы проектирования, трассировки и реконструкции канализационной сети.

3. Глубина заложения канализационных сетей.

4. Требования, предъявляемые к материалам труб, каналов и коллекторов.

5. Канализационные трубы.

6. Соединения труб.

7. Смотровые колодцы и соединительные камеры

8. Перепадные колодцы.

9. Дюкеры, переходы и пересечения с трубопроводами.

10. Устройство коллекторов из сборных элементов при открытом и закрытом способе производства работ.

11. Устройство приточно-вытяжной вентиляции.

12. Главные и районные насосные станции.

13. Приемные резервуары.

14. Аварийные выпуски.

15. Типы насосных станций.

16. Дождевая канализация.

17. Наружные и внутренние водостоки.

18. Дождеприемники.

19. Перекачка дождевых вод.

20. Выпуски дождевых вод. Устройство, места размещения.

21. Очистные станции.

22. Состав очистных сооружений на канализационных очистных станциях.

2. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является обязательной частью образовательного процесса. Наряду с изучением лекционного материала необходимо самостоятельно более подробно рассмотреть указанные в данном пособии темы.

Подготовка к лабораторным занятиям заключается в изучении теоретического материала с использованием учебно-методических пособий, справочной и нормативной документации в области водоснабжения и водоотведения.

После проработки теоретического материала, выполнения лабораторной работы нужно ответить на вопросы. Ответы должны быть развернутыми, опираться на данные из нормативной документации, дополнительной литературы, материалов исследований и своего опыта.

При освоении данной дисциплины студент должен выполнить курсовой проект, пройти тестирование.

Курсовой проект состоит из трёх разделов:

Раздел 1. Условия объекта проектирования.

Раздел 2. Технологическая схема водоснабжения/водоотведения поселка.

Раздел 3. Расчет сети и сооружений.

При выполнении курсового проекта следует придерживаться следующих правил:

- исходные данные должны полностью соответствовать варианту;
- все решения необходимо сопровождать пояснениями и подробными вычислениями.

Курсовой проект рекомендуется начинать выполнять сразу после прослушивания необходимого теоретического материала на лекциях, выполнения соответствующих заданий на лабораторных занятиях.

Рекомендуемые учебная литература, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Горелкина, Г. А. Инженерные системы водоснабжения и водоотведения: учебное пособие / Г.А. Горелкина, Ю. В. Корчевская, И. Г. Ушакова. – Омск: Омский ГАУ, 2020. – 154 с.
2. Горелкина, Г. А. Проектирование систем водоснабжения и водоотведения: учебное пособие / Г. А. Горелкина, Ю. В. Корчевская, А. А. Кадысева. – Омск: Омский ГАУ, 2017. – 128 с.
3. Водные ресурсы и основы водного хозяйства: учебное пособие / В. П. Корпачев, И. В. Бабкина, А. И. Пережилин, А. А. Андрияс. – 3-е изд., испр., доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 320 с.
4. Дергачева, Л. В. Водоснабжение и водоотведение. Расчёты: учебное пособие / Л. В. Дергачева. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2021. – 118 с.
5. Мелехин, А. Г. Промышленные системы водоснабжения и водоотведения. Ресурсосберегающие технологии очистки воды: учебное пособие / А. Г. Мелехин. – Пермь: ПНИПУ, 2014. – 122 с.
6. Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции: учебное пособие для вузов / К. П. Моргунов. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 308 с.
7. Сухов, В. В. Инженерные сети: учебное пособие / В. В. Сухов; под редакцией В. В. Сухова. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2019. – 179 с.
8. АВОК для инженеров в областях: вентиляция, отопление, кондиционирование, водоснабжение: <https://www.abok.ru/>
9. Бюро наилучших доступных технологий: <https://burondt.ru/>
10. «Техэксперт» - профессиональные справочные системы: <http://техэксперт.рус/>
11. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <https://biblioclub.ru/> - ЭБС «Лань»: <http://e.lanbook.com>

Локальный электронный методический материал

Проскурнин Евгений Дмитриевич

**ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И
ВОДООТВЕДЕНИЯ**

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,9. Печ. л. 2,1.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
236022, Калининград, Советский проспект, 1