




Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

 О.И. Ручкина
д.т.н., профессор кафедры ТВиВВ

« 16 » « 05 » 2022 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

«Водоотведение»

Научная специальность	2.1.4 Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Теплогазоснабжение, вентиляция и водоснабжение, водоотведение
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачет: 3 Диф.зачет

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Автоматизированные системы обработки информации и управления производственными процессами» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области водоотведения.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Водоотведение» является дисциплиной по выбору образовательного компонента плана аспиранта.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- требования к качеству сточных вод при сбросе в централизованные системы водоотведения и водные объекты;
- теоретические и технологические основы очистки сточных вод механическими, физико-химическими, химическими и биологическими методами.

Уметь:

- разрабатывать технологические решения в области водоотведения и очистки сточных вод;

Владеть:

- методами и средствами расчета систем водоотведения и рационального выбора технологической схемы очистки сточных вод.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	39
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32

2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7
	Самостоятельная работа (СР)	69
	Форма итогового контроля:	зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Системы и схемы водоотведения

(Л – , ПР -12 , СР – 29)

Тема 1. 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.

Тема 2. Гидравлический и технико-экономический расчет сетей для отвода бытовых, производственных и ливневых (поверхностных) сточных вод.

Тема 3. 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.

Тема 4. 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.

Тема 5. Характеристика сточных вод и условия их сброса в водоемы

Раздел 2. Очистка сточных вод

(Л – , ПР - 20, СР – 40)

Тема 6. 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 7. 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.

Тема 8 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. Техничко-экономическая оценка замкнутых систем использования воды. Математические методы оптимизации технологических процессов очистки производственных сточных вод.

Тема 9. 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 10. 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, типы и конструкции используемого оборудования. Подсушка осадков на иловых площадках. Методы детоксикации и обезвреживания осадков. Биотермическая обработка осадков. Утилизация осадков. Выбор методов обработки осадков. Методы расчета сооружений и аппаратов обработки отходов.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Системы водоотведения. Схемы отвода воды от населенных пунктов и промышленных предприятий.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Гидравлический и технико-экономический расчет сетей для отвода бытовых, производственных и ливневых (поверхностных) сточных вод.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Сравнительная характеристика труб из различных материалов. Выбор типа и класса прочности труб.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4	4	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.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	5	Характеристика сточных вод и условия их сброса в водоемы	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
6	6	Механическая очистка сточных вод. Методы расчета сооружений и аппаратов механической очистки сточных вод.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
7	7	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. Биологическая очистка с удалением из сточных вод азота и фосфора.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
8		Физико-химическая очистка производственных сточных вод. Бессточные системы водного хозяйства промышленных предприятий, использование очищенных городских сточных вод для промышленного водоснабжения.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
	9	Очистка поверхностных сточных вод. Определение расходов и режимов поступления поверхностных сточных вод. Методы очистки поверхностных сточных вод перед выпуском в водоемы.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
	10	Обработка и использование осадков. Состав и свойства осадков, образующихся в процессе очистки поверхностных сточных вод. Уплотнение и сгущение	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

		осадков. Аэробная стабилизация, анаэробное сбраживание. Реагентная и тепловая обработка осадков		
--	--	---	--	--

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	3	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.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
	6	Решетки, сетчатые устройства, песколовки, вертикальные, горизонтальные, радиальные и многополочные отстойники, гидроциклоны, центрифуги.		
	7	Различные типы и схемы аэрационных сооружений, регенерация активного ила, основные условия эксплуатации. Системы аэрации. Обеззараживание сточных вод.		
	8	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.		
	9	Очистка поверхностных сточных вод с использованием их в системах промышленного,		

	10	сельскохозяйственного и противопожарного водоснабжения. Механическое обезвоживание осадков природных и сточных вод, типы и конструкции используемого оборудования. Подсушка осадков на иловых площадках. Методы детоксикации и обезвреживания осадков. Биотермическая обработка осадков.		
2	4	Запорная, регулирующая и предохранительная арматура, ее использование в системах водоотведения. Условия приема сточных вод в сети систем водоотведения. Регулирование поступления дождевых вод.	Творческое задание	Темы творческих заданий
	7	Отвод сточных вод малых населенных пунктов и отдельно расположенных объектов, особенности очистки сточных вод. Доочистка биологически очищенных сточных вод.		
	8	Технико- экономическая оценка замкнутых систем использования воды. Математические методы оптимизации технологических процессов очистки производственных сточных вод.		
	9	Особенности физико-химического состава поверхностных сточных вод, образующихся на территориях городов, промышленных предприятий, сельскохозяйственных объектов, свалок твердых бытовых и промышленных отходов и т.п.		
	10	Утилизация осадков. Выбор методов обработки осадков. Методы расчета сооружений и аппаратов обработки отходов.		

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины Водоотведение аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы.

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов. Ассоциация строительных вузов.— 5-е изд., перераб. и доп.— Москва: Изд-во АСВ, 2009.	100
2	Васильев, А.М. Проектирование систем водоснабжения промышленных предприятий и населенных мест [Электронный ресурс] : учеб. пособие для аспирантов направл. "Техника и технологии стр-ва" / А. М. Васильев, Р. А. Олейник, Т. Д. Картузова ; Новочерк. инж.-мелиор. ин-т ДГАУ. - Электрон. дан. - Новочеркасск, 2016. - ЖМД ; PDF ; 2,8 МБ. - Систем. требования : IBM PC ; Windows 7 ; Adobe Acrobat X Pro . - Загл. с экрана	1 на каф.
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	Карелин, В.Я. Насосы и насосные станции [Текст] : учебник для вузов по спец. "Водоснабж. и канал." и "Рац. исп. водных ресурсов и обезвреж. пром. стоков" / В. Я. Карелин, А. В. Минаев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Бастет, 2010. - 446 с. - Гриф Мин. обр. - ISBN 978-5-903178-16-2 : 709-80	1 на каф.
2	Самусь, О. Р. Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики [Текст] : учеб. пособие / О. Р. Самусь, В. М. Овсянников, А. С. Кондратьев. - Электрон. дан. - М. Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 128 с. - ISBN 978-5-4458-9555-8.	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253622
2.2 Периодические издания		
1	Журнал «Водоснабжение и санитарная техника»	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2	Журнал «Водоснабжение и водоотведение»	Научная электронная библиотека (НЭБ)
3	Журнал «Экология и промышленность России»	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2.3 Нормативно-технические издания		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1	СП 32.13330.2018 Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.	Техэксперт
2.4 Официальные издания		
1	Федеральный закон от 03.06.2006 N 74-ФЗ "Водный кодекс Российской Федерации"	КонсультантПлюс
2	Федеральный закон от 07.12.2011 N 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении"	КонсультантПлюс

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

6.2.2. Профессиональные базы данных

1. Сайт Бюро НДТ - <http://www.burondt.ru/>
2. Сайт АВОК Некоммерческое партнерство инженеров - <http://www.abok.ru/>

7. Описание материально-технической базы

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 3

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Класс лабораторного оборудования	1	Собственность	001 к. 4

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине, в устно-

письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

• **Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:**

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной

деятельности;

2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.

3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи зачета по дисциплине Водотоотведение разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Биологическая очистка сточных вод в искусственно созданных условиях.
2. Регулирование поступления дождевых вод.
3. Биологическая очистка сточных вод в искусственно созданных условиях.

Типовые контрольные задания:

1. Выполнить гидравлический расчет сетей для отвода бытовых сточных вод.
2. Обосновать отвод сточных вод от отдельно расположенных объектов.
3. Обосновать технологическую схему биологической очистки с удалением из сточных вод азота и фосфора.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ТВиВВ».

Программа

Водоснабжение, канализация, строительные
системы охраны водных ресурсов

Кафедра

Теплогазоснабжение, вентиляция и
водоснабжение, водоотведение

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

«Водоотведение»

БИЛЕТ № 1

1. Системы водоотведения. Схемы отвода воды от населенных пунктов и промышленных предприятий.
2. Решетки, сетчатые устройства, песколовки, вертикальные, горизонтальные, радиальные и многополочные отстойники, гидроциклоны, центрифуги.
3. Составить балансовую схему удаления азота на биологических очистных сооружениях.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Фамилия И.О.

« _____ » 202 _____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		