ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ» (Б1.В.ДВ.7.2)

для направления

08.03.01 «Строительство»

по профилю

«Водоснабжение и водоотведение»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2018

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ



Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры

«Водоснабжение, водоотведение и гидравлика»

Протокол № 9 от «24» апреля 2018 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| И.о. заведующего кафедрой «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Н.А. Черников |
| «24» апреля 2018 г. |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Руководитель ОПОП | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Н.А. Черников |
| «24» апреля 2018 г. |  |  |
|  |  |  |
| Председатель методической комиссии факультета «Промышленное и гражданское строительство» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Р.С. Кударов |
| «24» апреля 2018 г. |  |  |

**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «12» марта 2015 г., приказ № 201 по направлению 08.03.01 «Строительство», по дисциплине «Программное обеспечение для расчёта сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения».

Целью изучения дисциплины является обучение будущих выпускников основным методам и практическому применению расчетов систем водоснабжения и водоотведения с использованием ЭВМ при решении задач проектирования, строительства и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- ознакомление с возможностями использования средств вычислительной техники для решения инженерных и научно-исследовательских задач в области водоснабжения и водоотведения;

- привитие студентам навыков корректной постановки и решения задач, успешной реализации вычислительных алгоритмов;

- овладение методами технико-экономической оценки вариантов проектных решений с целью выбора наиболее целесообразного, обеспечивающего наилучшие стоимостные и эксплуатационные показатели объекта;

- получение обоснованных результатов расчета и их анализ.

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

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ**

- нормативно-технические документы, регламентируемые условия проектирования, строительства и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения;

- методику разработки алгоритмов и компьютерных программ для расчёта и конструирования различных сооружений систем водоснабжения и водоотведения.

**УМЕТЬ**

- оперативно решать вопросы применения современных ЭВМ при проектировании и эксплуатации различных сооружений систем водоснабжения и водоотведения населенных пунктов и промышленных предприятий.

**ВЛАДЕТЬ**

* специальной терминологией и лексикой, методами расчёта и проектирования сооружений водоснабжения и водоотведения на ЭВМ.

Приобретенные знания, умения, навыки, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 общей характеристики основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **общепрофессиональных компетенций (ОПК)**:

* способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);
* владением эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-4);
* способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6);
* умением использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности (ОПК-8).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

**изыскательская и проектно-конструкторская деятельность:**

* владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования (ПК-2).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 общей характеристики ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 общей характеристики ОПОП.

**3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Программное обеспечение для расчёта сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения» (Б1.В.ДВ.7.2) относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору обучающегося.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** | | |
| **6** | **7** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 128  32  96 | 64  -  64 | 64  32  32 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 70 | 35 | 35 |
| Контроль | 54 | 9 | 45 |
| Форма контроля знаний |  | З | Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 252/7 | 72/2 | 144/4 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** | |
| **4** | **5** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 28  4  24 | 22  4  18 | 6  6 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 175 | 82 | 93 |
| Контроль | 13 | 4 | 9 |
| Форма контроля знаний |  | З, КЛР | Э, КЛР |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 216/6 | 108/3 | 108/3 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела |
| --- | --- | --- |
| 1 | Определение основных технологических показателей аэрационных установок на полное окисление (аэротенков с продленной аэрацией). | В аэрационных установках на полное окисление (АУПО) одновременно протекают два биохимических процесса - изъятие загрязнений из не отстроенной сточной жидкости (СЖ) и аэробная минерализация избыточного активного ила (АИ). При биохимической очистке в АУПО сточных вод одинакового состава видовой и количественный состав АИ и его иловой индекс (ИИ) зависят от нагрузки q, на единицу массы АИ по массе изымаемых загрязнений (по БПКполн) в единицу времени, мг/(г·сут). |
| 2 | Определение основных характеристик работы биосорбера. | Биосорбционный метод очистки сточных вод представляет собой комбинированный способ очистки сточных вод, сочетающий два процесса - сорбцию и биохимическое окисление. Применение биосорбционной очистки целесообразно при высоких значениях ХПК, цветности, СПАВ и наличия других трудноокисляемых веществ.  По сравнению с биологической очисткой биосорционная очистка позволяет: более глубоко очищать сточные воды; обезвреживать трудноокисляемые вещества; очищать концентрированные стоки без их предварительного разбавления и обеспечивать высокую эффективность очистки сточных вод переменного состава. |
| 3 | Изменение скорости потребления кислорода в окситенке объемно-ма**н**ометрическим методом. | Окситенк служит для биологической очистки сточных вод с применением технического кислорода или воздуха с добавлением технического кислорода. Основное преимущество окситенка по сравнению с азротенком заключается в усиленной (в несколько раз) окислительной мощности окситенка, что достигается за счет увеличения концентрации растворенного кислорода в сточной жидкости и как следствие возрастание его массообмена с содержащимися в сточной жидкости органическими загрязнениями Доза ила в окислителе достигает 6-10 г/л. При повышении дозы ила окислительная способность окситенка практически не возрастает. |
| 4 | Изучение процесса напорной флотации сточных вод. | Флотация является сложным физико-химическим процессом. При очистке сточных вод наряду с флотацией в сложной гетерогенной системе, т.е. системе, состоящей из двух или более фаз, может иметь значение и флотация в простой гетерогенной системе, состоящей из одной фазы. В первом случае из сточной жидкости удаляются главным образом нерастворенные частицы и коллоиды совместно с некоторым количеством растворенных высокомолекулярных соединений - поверхностно-активных веществ, во втором - только молекулы поверхностно-активных веществ и некоторые ионы.  Флотационные процессы определяются как процессы молекулярного прилипания частиц флотируемого материала к поверхности раздела фаз газ-вода, что обусловлено избытком свободной энергии поверхностных пограничных слоев, а также особыми поверхностными явлениями смачивания, которые возникают в местах соприкосновения трех фаз: жидкость - газ - твердое тело, т.е. по периметру смачивания. |
| 5 | Флотационная очистка сточных вод от ПАВ. | Флотация является сложным физико-химическим процессом, который нашел довольно широкое применение при очистке сточных вод многих производств: горно-обогатительных, нефтеперерабатывающих, искусственного волокна, текстильных, трикотажных, пищевых. Она применяется для разделения активного ила после аэротенков.  За последние годы в нашей стране сильно увеличилось применение разнообразных синтетических поверхностно-активных веществ (ПАВ) для хозяйственно-бытовых нужд и в различных отраслях промышленности. Это в свою очередь поставило серьезные проблемы при очистке бытовых и производственных сточных вод. Незначительное содержание ПАВ в сточных водах приводит к уменьшению скорости оседания взвешенных частиц, к образованию пены в аэротенках и угнетанию в них биохимических процессов. |
| 6 | Изучение процесса сорбции растворенных органических загрязнений на активных углях. | Эффективным методом доочистки сточных вод от растворенных органических загрязнений, в том числе биохимически неокисляемых, является сорбция на активных углях. Этот метод дает возможность на стадии доочистки сточных вод снизить концентрацию органических загрязнений на 90-99%.  Сорбция органических загрязнений на активных углях применяется как завершающая стадия доочистки сточных вод красильно-отделочных предприятий после их биохимической очистки или после предварительной очистки физико-химическими методами. |
| 7 | Сорбционная очистка производственных сточных вод. | Сорбционная очистка производственных сточных вод применяется в основном в тех случаях, когда требуется практически полное извлечение загрязнений. Реже сорбционная очистка применяется для изъятия из сточных вод одного известного вещества с целью его последующей регенерации и получения товарного продукта.  При адсорбции происходит концентрация молекул поглощаемого вещества на поверхности сорбента под действием силового поля поверхности. Силовое поле поверхности образуется в результате наличия у пограничных молекул твердой фазы в отличие от внутрифазовых молекул большей свободной энергии. В результате этого пограничные молекулы притягивают молекулы из контактирующей фазы. При этом конкурируют три вида межмолекулярного взаимодействия: 1) взаимодействие между молекулами сорбента и воды; 2) между молекулами сорбента и извлекаемого вещества; 3) между молекулами извлекаемого вещества и воды. |
| 8 | Определение доз минеральных коагулянтов. | Одним из наиболее распространенных методов очистки производственных сточных вод, в том числе сточных вод текстильных предприятий промышленности, является их очистка при использовании коагулянтов. В практике очистки сточных вод применяются следующие минеральные коагулянты: сульфат алюминия - А12(S03).18Н2О, сульфат двухвалентного железа - FeSO4.7H2O, хлорид железа - FеСl3.6Н2О.  При использовании в качестве коагулянтов солей алюминия и железа в результате гидролиза образуются малорастворимые в воде оксигидраты железа или алюминия, которые сорбируют на хлопьевидной поверхности взвешенные, мелкодисперсные и коллоидные вещества и при благоприятных гидродинамических условиях оседают на дно отстойника, образуя осадок, или выносятся в пенный слой в процессе реагентной напорной флотации. |
| 9 | Определение доз коагулянтов и флокулянтов при их совместном использовании. | Для улучшения процесса осаждения оксигидратов алюминия или железа с адсорбированными на их поверхности ПАВ и красителями в очищаемую воду помимо коагулянтов можно вводить высокомолекулярные флокулянты. Введение флокулянтов, как правило, снижает дозы минеральных коагулянтов и соответственно объемы осадков. Водорастворимые красители, применяемые в текстильной промышленности, представляют собой в основном анионные соединения. Поэтому использование флокулянтов катионного действия приводит к повышению эффекта удаления красителей. |
| 10 | Изучение процесса электрокоагуляции. | Метод электрокоагуляции обеспечивает высокие показатели очистки бытовых сточных вод и сточных вод ряда отраслей промышленности.  В основе метода лежит электрохимическое растворение металла, ионы которого, гидролизуясь, образуют в обрабатываемой среде малорастворимые гидроксиды. В процессе электрокоагуляции на все составляющие сточной жидкости оказывается сложное воздействие. Основные элементы этого воздействия, приводящие к снижению загрязненности воды, следующие: коагуляция полидисперсных золей, сорбция загрязнений флокулами гидроксидов металла, соосаждение, окислительно-восстановительные реакции, протекающие на поверхности электродов. |
| 11 | Очистка сточных вод методом озонирования. | Озонирование является универсальным методом обработки воды, позволяющим эффективно воздействовать на большое число различных загрязнений сточных вод.  Вначале метод озонирования (впервые озон применен во Франции в 1886 г.) использовался для дезинфекции воды станций водоподготовки. В наше время озон, обладающий высокой окислительной способностью, применяется как для дезинфекции, так и для деструкции трудноокисляющихся органических загрязнений, которые встречаются в сточных водах в виде многочисленных классов красителей, поверхностно-активных веществ, пестицидов, а также для окисления цианидов, хроматов и т.д. |
| 12 | Экстракционная очистка сточных вод. | Экстракция - извлечение одного или нескольких веществ, растворенных в одной жидкой фазе. Другой фазой, практически не смешивающейся с первой.  Жидкостная экстракция в очистке сточных вод нашла применение в качестве метода локальной очистки производственных сточных вод, содержащих какое-либо вещество в значительных количествах. Практическое применение экстракция нашла на химических, нефтехимических и коксохимических заводах.  Процесс экстракционной очистки складывается из ряда последовательных операций:  смешение сточных вод с растворителем (экстрагентом);  разделение образующихся несмешивающихся двух фаз - растворителя с растворенными в нем загрязнениями (экстракта) и сточной воды, освобожденной от загрязнения (рафината);  отгонка растворившегося в сточной воде экстрагента;  регенерация растворителя, как правило, путем его ректификации (перегонки). |
| 13 | Доочистка сточных вод на зернистых фильтрах. | Для доочистки сточных вод от взвешенных веществ можно использовать фильтры, загруженные различным фильтрующим материалом, - кварцевым песком, антрацитом, керамзитом и т.д.  Доочистка сточных вод на гравийно-песчаных фильтрах при высокой эффективности процесса является наиболее простым методом с точки зрения аппаратурного оформления процесса. Гравийно-песчаные фильтры широко используются для доочистки сточных вод от взвешенных веществ в нашей стране и за рубежом, как после предварительной очистки физико-химическими методами, так и после биохимической очистки. Эффект задержания взвешенных веществ такими фильтрами составляет до 90-95%. |
| 14 | Удаление биогенных элементов из сточных вод. | В практике очистки сточных вод под биогенными элементами понимают азот и фосфор, хотя в более широком смысле к числу биогенных элементов относится и целый ряд других, составляющих клетки живых организмов.  Соединения азота и фосфора в бытовых сточных водах являются продуктами жизнедеятельности человека. Кроме того, источником фосфора являются и поверхностно-активные вещества, применяемые в быту, так как в их состав входят полифосфаты. Сточные воды ряда производств (азотнотуковых заводов, химкомбинатов, заводов по производству фосфорной кислоты, фосфатных удобрений, лизина и т.д.) содержат либо азотные, либо фосфорные соединения, либо те и другие. Концентрация биогенных элементов в производственных сточных водах колеблется в широких пределах. |
| 15 | Определение количества активного хлора в зависимости от мощности электролизера | Одним из самых распространенных способов обеззараживания воды является ее хлорирование. Сущность обеззараживающего действия хлора заключается в окислении органических веществ, входящих в состав протоплазмы клеток бактерий. Хлорирование воды осуществляется газообразным хлором или веществами, содержащими активный хлор, в частности гипохлоритом натрия.  Гипохлорит натрия можно получать электролизом раствора NaCl на электролизере с графитовыми электродами. При электролизе на электродах при прохождении электрического постоянного тока через раствор электролита протекает окислительно-восстановительный процесс: восстановление - на катоде и окисление - на аноде. |
| 16 | Определение степени распада органических веществ при анаэробном окислении на модели метантенка. | Анаэробное сбраживание применяется для стабилизации органического компонента осадков сточных вод путем превращения органических веществ в минеральные. Продуктами сбраживания осадков являются газообразные вещества (метан, углекислота), вода и густая масса черного цвета, называемая сброженным осадком.  Основным показателем, характеризующим процесс сбраживания, является степень распада органических веществ, что определяется убылью беззольного вещества. Поскольку при распаде 1 г беззольного вещества осадка выделяется определенное количество газа, то, зная удельный выход газа и исходя из общего объема выходящего газа из метантенка, можно подсчитать количество распавшегося беззольного вещества и установить степень распада осадка в метантенке. |
| 17 | Определение параметров процесса аэробной стабилизации осадка. | Метод аэробной стабилизации заключается в длительном аэрировании осадков в сооружениях типа аэротенка (стабилизаторах). Этот метод особенно применим к избыточному активному илу, который из-за высокой влажности и значительного содержания белковых веществ сбраживается в метантенках менее интенсивно и с более низким газовыделением, чем осадок из первичных отстойников.  Процесс аэробной стабилизации осадков - это сложный многостадийный комплекс биохимических реакций, в результате которых происходит распад (окисление) основной части биоразлагаемых веществ осадка. Оставшееся органическое вещество (ОВ) осадка является стабильным - неспособным к последующему разложению (загниванию). |
| 18 | Определение параметров гравитационного уплотнения избыточного активного ила и сброженного промытого осадка. | Биохимическая очистка сточных вод осуществляется с помощью активного ила. В процессе очистки сточных вод происходит прирост активного ила. После очистки активный ил отделяется от очищенной воды во вторичных отстойниках. Основная его часть отправляется вновь на очистку. А прирост активного ила, называемый избыточным активным илом, уплотняется в специальных сооружениях и затем направляется на последующую обработку: либо на анаэробное сбраживание, либо на аэробную стабилизацию. В процессе уплотнения существенно снижается объем ила, что обеспечивает снижение объемов последующих сооружений (при одной и той же продолжительности обработки ила). |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Определение основных технологических показателей аэрационных установок на полное окисление (аэротенков с продленной аэрацией) | – | – | 6 | - |
| 2 | Определение основных характеристик работы биосорбера. | – | – | 6 | 1 |
| 3 | Изменение скорости потребления кислорода в окситенке объемно-ма**н**ометрическим методом. | – | – | 6 | 1 |
| 4 | Изучение процесса напорной флотации сточных вод. | – | – | 6 | 1 |
| 5 | Флотационная очистка сточных вод от ПАВ. | – | – | 8 | 1 |
| 6 | Изучение процесса сорбции растворенных органических загрязнений на активных углях. | – | – | 8 | 1 |
| 7 | Сорбционная очистка производственных сточных вод. | – | – | 8 | 1 |
| 8 | Определение доз минеральных коагулянтов. | – | – | 8 | 1 |
| 9 | Определение доз коагулянтов и флокулянтов при их совместном использовании. | – | – | 8 | 28 |
|  | Итого по 6 семестру | – | – | 64 | 35 |
| 10 | Изучение процесса электрокоагуляции. | 4 | – | 4 | 1 |
| 11 | Очистка сточных вод методом озонирования. | 4 | – | 4 | 1 |
| 12 | Экстракционная очистка сточных вод. | 4 | – | 4 | 3 |
| 13 | Доочистка сточных вод на зернистых фильтрах. | 4 | – | 4 | 5 |
| 14 | Удаление биогенных элементов из сточных вод. | 4 | – | 4 | 5 |
| 15 | Определение количества активного хлора в зависимости от мощности электролизера | 4 | – | 4 | 5 |
| 16 | Определение степени распада органических веществ при анаэробном окислении на модели метантенка. | 4 | – | 4 | 5 |
| 17 | Определение параметров процесса аэробной стабилизации осадка. | 4 | – | 2 | 5 |
| 18 | Определение параметров гравитационного уплотнения избыточного активного ила и сброженного промытого осадка. | – | – | 2 | 5 |
|  | Итого по 7 семестру | 32 |  | 32 | 35 |
| **Итого** | | 36 | – | 100 | 53 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Определение основных технологических показателей аэрационных установок на полное окисление (аэротенков с продленной аэрацией) | 0,3 | – | 2 | 7 |
| 2 | Определение основных характеристик работы биосорбера. | 0,3 | – | 2 | 7 |
| 3 | Изменение скорости потребления кислорода в окситенке объемно-ма**н**ометрическим методом. | 0,3 | – | 2 | 7 |
| 4 | Изучение процесса напорной флотации сточных вод. | 0,3 | – | 2 | 7 |
| 5 | Флотационная очистка сточных вод от ПАВ. | 0,3 | – | 2 | 7 |
| 6 | Изучение процесса сорбции растворенных органических загрязнений на активных углях. | 0,3 | – | 2 | 7 |
| 7 | Сорбционная очистка производственных сточных вод. | 0,3 | – | 2 | 7 |
| 8 | Определение доз минеральных коагулянтов. | 0,3 | – | 2 | 7 |
| 9 | Определение доз коагулянтов и флокулянтов при их совместном использовании. | 0,3 | – | 1 | 7 |
| 10 | Изучение процесса электрокоагуляции. | 0,3 | – | 1 | 7 |
| 11 | Очистка сточных вод методом озонирования. | 0,5 | – | - | 5 |
| 12 | Экстракционная очистка сточных вод. | 0,5 | – | - | 7 |
|  | **Итого за 4 курс** | 4 |  | 18 | 82 |
| 13 | Доочистка сточных вод на зернистых фильтрах. | – | – | 1,5 | 15 |
| 14 | Удаление биогенных элементов из сточных вод. | – | – | 1,5 | 15 |
| 15 | Определение количества активного хлора в зависимости от мощности электролизера | – | – | 1,5 | 15 |
| 16 | Определение степени распада органических веществ при анаэробном окислении на модели метантенка. | – | – | 1,5 | 15 |
| 17 | Определение параметров процесса аэробной стабилизации осадка. | – | – | – | 15 |
| 18 | Определение параметров гравитационного уплотнения избыточного активного ила и сброженного промытого осадка. | – | – | – | 18 |
|  | **Итого за 5 курс** | – | – | 6 | 93 |
| **Итого** | | 4 | – | 24 | 175 |

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Определение основных технологических показателей аэрационных установок на полное окисление (аэротенков с продленной аэрацией) | 1. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте: Учебник/Под ред. проф. В.С. Дикаревского. – 2-е изд. перераб. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 447 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59003, свободный.  2. Черников Н.А. Расчёт систем водоснабжения и водоотведения на ЭВМ. (Учебное пособие). Санкт-Петербург: ПГУПС, 2011. - 237 с.  3. Иванов В.Г., Черников Н.А. Водоотводящие системы промышленных предприятий. Учебное пособие. СПб, ООО "Издательство "ОМ-Пресс", 2009. - 244 с. |
| 2 | Определение основных характеристик работы биосорбера. |
| 3 | Изменение скорости потребления кислорода в окситенке объемно-ма**н**ометрическим методом. |
| 4 | Изучение процесса напорной флотации сточных вод. |
| 5 | Флотационная очистка сточных вод от ПАВ. |
| 6 | Изучение процесса сорбции растворенных органических загрязнений на активных углях. |
| 7 | Сорбционная очистка производственных сточных вод. |
| 8 | Определение доз минеральных коагулянтов. |
| 9 | Определение доз коагулянтов и флокулянтов при их совместном использовании. |
| 10 | Изучение процесса электрокоагуляции. |
| 11 | Очистка сточных вод методом озонирования. |
| 12 | Экстракционная очистка сточных вод. |
| 13 | Доочистка сточных вод на зернистых фильтрах. |
| 14 | Удаление биогенных элементов из сточных вод. |
| 15 | Определение количества активного хлора в зависимости от мощности электролизера |
| 16 | Определение степени распада органических веществ при анаэробном окислении на модели метантенка. |
| 17 | Определение параметров процесса аэробной стабилизации осадка. |
| 18 | Определение параметров гравитационного уплотнения избыточного активного ила и сброженного промытого осадка. |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте: Учебник/Под ред. проф. В.С. Дикаревского. – 2-е изд. перераб. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 447 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59003, свободный.

2. Черников Н.А. Расчёт систем водоснабжения и водоотведения на ЭВМ. (Учебное пособие). Санкт-Петербург: ПГУПС, 2011. - 237 с.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

|  |
| --- |
| 1. Дикаревский В.С., Караваев И.И. Водоохранные сооружения на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1986, 211 с. |
| 1. Иванов В.Г., Черников Н.А. Водоотводящие системы промышленных предприятий. Учебное пособие. СПб, ООО "Издательство "ОМ-Пресс", 2009. - 244 с. |
| 1. Черников Н.А. Проблемы нормирования в области водоотведения: Учебное пособие для слушателей факультета повышения квалификации по специальности «Водоснабжение и водоотведение». – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2008. – 44 с. |
|  |

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

При освоении данной дисциплины нормативно-правовая документация не используется.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Дикаревский В.С., Павлова Н.Н. Доочистка бытовых сточных вод: Методические указания – СПб.: ПГУПС, 1996. – 38 с.
2. Дикаревский В.С., Иванов В.Г., Черников Н.А. Обработка осадков сточных вод: Методические указания – СПб.: ПГУПС, 2001. – 35 с.
3. Дикаревский В.С., Иванов В.Г., Павлова Н.Н. Проектирование и расчет аэротенков: Методические указания – СПб.: ЛИИЖТ , 1991. – 31 с.
4. Дикаревский В.С., Иванов В.Г., Павлова Н.Н. Проектирование и расчет метантенков: Методические указания – СПб.: ПИИЖТ, 1992. – 15 с.
5. Павлова Н.Н., Иванов В.Г. Примеры расчета распределительных лотков и трубопроводов на канализационных очистных станциях: Методические указания – Л.: ЛИИЖТ, 1988. – 33 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://e.lanbook.com/books — Загл. с экрана;
3. Официальный сайт информационной сети ТЕХЭКСПЕРТ [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.cntd.ru/, свободный— Загл. с экрана.
4. Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://window.edu.ru, свободный. — Загл. с экрана.
5. Электронно-библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: http:// ibooks.ru/ — Загл. с экрана.

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

– технические средства (компьютерная техника, проектор);

– методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов);

– электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru>.

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы в соответствии с расписанием занятий.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

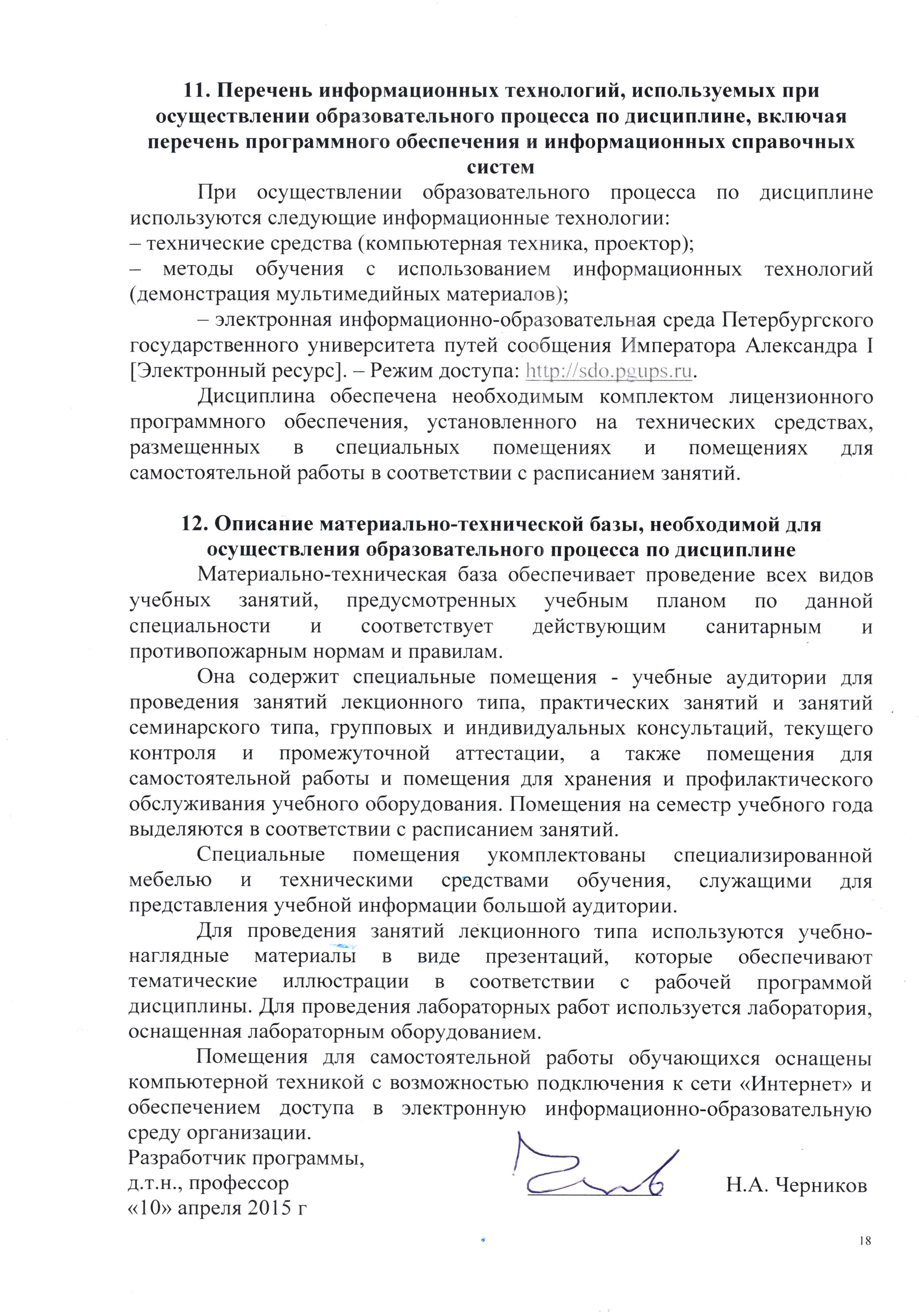
Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по данной специальности и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит специальные помещения - учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий и занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения на семестр учебного года выделяются в соответствии с расписанием занятий.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются учебно-наглядные материалы в виде презентаций, которые обеспечивают тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой дисциплины. Для проведения лабораторных работ используется лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разработчик программы,  д.т.н., профессор | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Н.А. Черников |
| «24» апреля 2018 г. |  |  |