

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-технологический институт

Кафедра безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии

Панова Т.В., Адылин И.П.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие
для выполнения лабораторно-практических работ
на установке лабораторной «Методы очистки воды БЖ 8»
для студентов всех направлений подготовки (бакалавриат)

Брянская область

2019

УДК 574 (076)

ББК 20.1

П 16

Панова, Т. В. Промышленная экология: учебное пособие для выполнения лабораторно-практических работ на установке лабораторной «Методы очистки воды БЖ 8» для студентов всех направлений подготовки (бакалавриат) / Т. В. Панова, И. П. Адылин. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 24 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для студентов всех направлений подготовки и содержит указания для выполнения лабораторно-практических работ на установке лабораторной «Методы очистки воды БЖ 8».

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры электроэнергетики и автоматики Широкова Ольга Евгеньевна.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, от «26» октября 2018 г. протокол № 3.

© Брянский ГАУ, 2019

© Т.В. Панова, 2019

© И.П. Адылин, 2019

Содержание

Введение	4
1 Методы очистки воды.....	5
2 Описание установки лабораторной «Методы очистки воды БЖ8».....	11
3 Устройство и принцип работы лабораторной установки «Методы очистки воды БЖ8».....	12
4 Подготовка изделия к работе и порядок ее проведения.....	14
5 Указания мер безопасности.....	16
6 Требование к оформлению практической (лабораторной) работы.....	16
Контрольные вопросы:	18
Литература	19
Приложения	20

ВВЕДЕНИЕ

Вода является основой нашей жизни, без нее невозможны никакие процессы в организме. На возникновение более чем половины болезней прямо или косвенно влияет вода плохого качества. Именно поэтому так важно заботиться о вопросах очистки воды, тем более, что в последние годы проблема очистки воды приобретает все большую остроту и актуальность во всем мире, в том числе и в Российской Федерации.

Для более детального изучения вопросов очистки воды нами рассмотрена лабораторная установка «Методы очистки воды» БЖ8 и принципы работы на ней.

Лабораторная установка «Методы очистки воды» БЖ8 Позволяет изучать очистительные системы с использованием различных фильтров очистки питьевой воды от примесей и методы оценки качества питьевой воды.

Изучение дисциплины «Промышленная экология» сформированы следующими компетенциями:

ПК-11 - способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды;

ПК-12 - способностью применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты.

1 МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Основными методами очистки воды являются:

- механические;
- физико-химические;
- биологический;
- реагентный;
- мембранный.

Механические методы очистки воды.

Механические методы очистки воды — одни из самых дешевых. Механическая очистка сточных вод очищает бытовые жидкости от взвешенных частиц на 60-65%, от нерастворимых грубодисперсных элементов на 90-95%.

К механическим методам очистки относятся:

Процеживание. Метод процеживания основан на поэтапной фильтрации воды. На первом этапе вода проходит через сетку, задерживающую крупный мусор. Далее вода пропускается через сетку с меньшей длиной ячейки. На последнем этапе размер ячейки сетки минимален, что позволяет задерживать мельчайшие частицы.

Отстаивание. Метод используют с целью улучшения качества воды в замкнутых системах водоснабжения. Во время отстаивания частицы с большей плотностью оседают на дне, в то время как частицы с плотностью меньше, чем плотность воды всплывают на поверхность.

Фильтрование. Грязная вода проходя сквозь фильтрующий материал оставляет все ненужные взвеси в фильтре. Выделяют различные виды фильтров. Наиболее распространены: сетчатые, вакуумные. Для активной очистки воды используют центрифуги и гидроциклоны. Мусор в них скапливается на стенках под влиянием центробежной силы.

Физико-химические методы очистки воды.

К физико-химическим методам очистки воды относятся:

Коагуляция. Метод имеет эффективность до 95%. Начинается очистка воды с того, что в воду добавляются активные коагулянты: Соли аммония, меди,

железа. Вредные вещества выпадают в осадок, после чего удаляются без труда. Метод используется на многих предприятиях текстильной, легкой, нефтехимической, целлюлозабумажной, химической и др. Хорошим коагулянтом считается двухвалентное железо $FeSO_4$, которое является отходом процесса травления стали. Травильные стоки содержат до 15% железа. При его использовании очистка по ХПК – до 75%, мутность снижается до 90%, количество фосфора – на 98%, бактерий – до 80%.

Адсорбция. При адсорбции адсорбент впитывает в себя все вещества и примеси, не задерживая при этом ток воды. Популярные адсорбенты: уголь, торф, цеолиты, бентонитовые глины. В зависимости от вида используемого адсорбента и удаляемого химического вещества можно достигнуть эффективности до 95%.

Флотация. Флотация основана на образовании воздушных пузырьков, которые поднимают примеси вверх. Образуется слой пены, которую легко удалить. Метод действенен при обработке сточных вод от нефтепродуктов, волокнистых частиц, масел и других веществ. Вода после флотации может направляться на внутренние нужды предприятия или подвергаться более тщательной очистки.

Экстракция. Используют для удаления со сточных вод органики, которую впоследствии перерабатывают: жирные кислоты, фенолы. Здесь работает физико-химический закон распределения: при активном перемешивании двух нерастворимых жидкостей всякое вещество, растворенное в одной из них, начнет распределяться согласно своей растворимости. После выделения первой жидкости из второй, одна из них будет частично очищена. Когда примеси начинают скапливаться в экстракционном слое, покидая воду, экстракт удаляется. Для эффективности очистки сточную воду подвергают экстракционной очистки несколько раз.

Ионный обмен. Иониты твердой фазы и ионы в растворе происходит обмен. Благодаря этому можно забирать из сточных вод нужные радиоактивные вещества и примеси: фосфор, мышьяк, ртуть, свинец и др. Особо результативен ионный обмен при высокой токсичности воды.

Диализ. В процессе диализа полупроницаемая мембрана освобождает коллоидные растворы и низкомолекулярные соединения из высокомолекулярных веществ. Низкомолекулярные вещества способны пройти через мембрану. Главный недостаток диализа – долгий период очистки. Для ускорения процесса прибегают к увеличению активной площади и повышают температуру. Диализ объединяет в себе осмос и диффузию.

Кристаллизация. Удаление кристаллов примесей. Применяется в водоемах и прудах выпариванием. Возможно только при высоком содержании примесей.

Биологический метод очистки воды.

Биологические пруды. Такая очистка требует наличие открытых искусственных водоемов. В них происходят самоочистка сточных вод. Такой способ позволяет добиться наилучшего результата, чем при использовании искусственных методов. Наиболее эффективно биологическая очистка работает в теплое время года. В зимнее время очистка не происходит, так как микроорганизмы не способны питаться при минусовой температуре окружающей среды.

Аэротенки. При биологической методике происходит за счет взаимодействия активного ила и механически очищенных сточных вод. Активный ил содержит множество аэробных микроорганизмов. Если им создать благоприятные условия, то в процессе своей жизнедеятельности микроорганизмы будут выводить из сточных вод различные загрязнители, и тем самым будет происходить очистка. Биологическое очищение происходит непрерывно, главное, чтобы регулярно поступал свежий воздух. Когда уровень биохимического потребления кислорода (БПК) снижается, вода поступает в следующие секции. В них начинают работать еще одни микроорганизмы — бактерии-нитрификаторы. Часть этих бактерий перерабатывает азот аммонийных солей, в результате получают нитриты. Далее активный ил превращается в осадок, а очищенная вода поступает в водоемы.

Биофильтры. Наиболее распространенной, особенно среди владельцев индивидуальных застроек, является очистка с помощью биофильтра. Биологиче-

ская методика очистки происходит с помощью все тех же микроорганизмов, находящихся в биофилтре в виде активной пленки. Производительность биофильтров, имеющих капельную фильтрацию, весьма низкая. Но именно они, обеспечивая наибольшую степень очистки сточных вод. Двухступенчатые биофильтры обладают высокой производительностью, при этом качество не сильно отличается от капельной фильтрации. Принцип работы биофилтра схож с процессом очистки с помощью аэротенки. Вначале с помощью механических фильтров и отстойника сточные воды избавляются от взвеси и крупных частиц. Затем вода поступает в тело биофилтра, где и происходит очистка. Бактерии, находящиеся на активной пленке, получают с водой питательные вещества. В процессе поедания органики, бактерии размножаются. В результате разросшаяся колония микроорганизмов очищает сточные воды от всей органики.

Реагентный метод очистки воды.

В воду добавляется реагент, который связывает растворенные в воде загрязнения и переводит их в осадок. Метод применяется для удаления из сточных вод растворенных неорганических веществ ионного типа (соли, кислоты, основания), растворенных органических веществ (ПАВ), с переводом последних в нерастворимые комплексы. Эффект очистки достигает 97–98%.

Окисление. К сильным окислителям относятся озон, фтор, кислород, хлор и другие вещества, обладающие большими значениями окислительно-восстановительных потенциалов E . Методы окисления используют для доочистки сточных вод в основном от органических веществ (фенолы, органические кислоты, ПАВ и пр.). При этом продукты окисления – это нетоксичные компоненты: CO_2 ; H_2O ; NH_3 и осколки органических веществ различного строения. При правильном выборе режима окисления и четкого контроля за ним эффект очистки достигает 99%.

Нейтрализация. Реакция обмена между кислотой и основанием, при которой оба соединения теряют свои характерные свойства и происходит образование солей. Реагенты вводятся в виде порошков (известь, кальцинированная сода), водных растворов (NaOH , гашеная известь и др.), газов, активных загру-

зок фильтров (дробленый мрамор, известняк, доломит). Если на промышленных предприятиях образуются кислые и щелочные стоки, представляется возможной их взаимная нейтрализация путем смешения в регулируемом режиме. Процесс осуществляется в нейтрализаторах (емкости снабжены перемешивающим устройством и дозатором реагентов), чаще с последующим осветлением.

Экстракция. Метод очистки, альтернативный сорбции, применяющийся для удаления молекулярных примесей в основном органического характера. В качестве экстрагентов применяются плохо растворимые в воде органические жидкости: сложные эфиры, спирты, ароматические соединения, кетоны.

Мембранный метод очистки воды.

Мембраны, как и другие фильтрующие материалы, можно рассматривать как полупроницаемые среды: они пропускают воду, но не пропускают, точнее, хуже пропускают некоторые примеси. Однако если обычное фильтрование применяют для удаления из воды относительно крупных образований – дисперсных и крупных коллоидных примесей, то мембранные технологии – для извлечения мелких коллоидных частиц, а также растворенных соединений. Для этого мембраны должны иметь поры очень малого размера.

Основное отличие мембран от обычных фильтрующих сред состоит в том, что они тонкие, и удаляемые примеси задерживаются не в объеме, а только на поверхности мембраны. Грязеемкость поверхности, очевидно, гораздо меньше, чем у объема. Казалось бы, мембрана должна из-за этого очень быстро засориться и перестать пропускать воду.

Так бы оно и было, если бы в мембранном фильтре не происходило постоянного самоочищения мембраны. Для этого применяется так называемая «тангенциальная» схема движения воды в аппарате, при которой собирают воду с обеих сторон мембраны: одна часть потока проходит через мембрану и образует фильтрат (или пермеат), то есть очищенную воду, а другую направляют вдоль поверхности мембраны, чтобы смывать задержанные примеси и удалять их из зоны фильтрации. Эта часть потока называется концентратом или ретентатом, и обычно ее либо сбрасывают в дренаж, либо (например, при очистке

гальванических стоков) отводят для дальнейшей обработки и выделения нужных компонентов.

Таким образом, узел мембранной фильтрации имеет один вход и два выхода, и часть воды постоянно расходуется на очистку мембраны. (В двухступенчатых мембранных установках концентрат второй ступени может быть значительно чище, чем исходная вода, поэтому его можно использовать, подавая снова на вход установки. Таким способом добиваются снижения расхода воды).

2 ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ ЛАБОРАТОРНОЙ «МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ БЖ8»

Назначение установки лабораторной «Методы очистки воды БЖ8».

Лабораторная установка «Методы очистки воды БЖ8» предназначена для проведения лабораторных работ по курсам «Безопасность жизнедеятельности» и «Промышленная экология».

Установка обеспечивает изучение различных систем очистки питьевой воды от примесей и методов оценки качества питьевой воды.

Установка эксплуатируется в помещении при температуре от + 10 °С до + 35 °С, относительной влажности воздуха до 80 % при 25 °С.

Установка обеспечивает возможность:

- изучения принципов работы различных типов фильтров и очистительных установок;
- подачи воды к фильтрам и очистительным установкам от магистрали водоснабжения;
- исследования качества питьевой воды по концентрации солей твердых растворенных веществ в ней до и после очистки при помощи карманного измерителя TDS;
- оценки эффективности очистки водопроводной воды от солей твердых растворенных веществ при помощи различных типов фильтров и очистительных установок. Эффективность очистки не менее 20%.

Технические характеристики лабораторной установки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики лабораторной установки «Методы очистки воды БЖ8»

Количество различных типов водяных фильтров, шт.	4
Производительность, л/ч:	
фильтра бытового "Аквафор В300"	18
фильтра бытового "Гейзер-М"	30
установки очистительной "Изумруд"	50
фильтра бытового "Родник-3М"	60

Электропитание установки очистительной "Изумруд":	
Напряжение сети переменного тока, В	220 ± 22
Частота, Гц	50 ± 0,4
Подача воды к фильтрам	от магистрали водоснабжения
Габаритные размеры установки, мм	
длина	1210
ширина	610
высота	1500
Масса установки, кг, не более	100
Средняя наработка до отказа, ч, не менее	500
Средний срок службы до списания, лет, не менее	5

Комплектация лабораторной установки «Методы очистки воды БЖ8» представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Комплектация лабораторной установки «Методы очистки воды БЖ8»

Наименование и условное обозначение	Количество
Установка лабораторная "Методы очистки воды БЖ 8"	1 шт.
Стакан В-1-250 ТС ГОСТ 25336-82	5 шт.
Фильтр-водоочиститель "Аквафор В300" ТУ 3697-011-11139511-95	1 шт.
Фильтр бытовой "Гейзер-М" ТУ 3697-007-35455872-97	1 шт.
Установка очистительная "Изумруд" сертификат N Росс.RU001.B00129	1 шт.
Фильтр бытовой "Родник-3М"	1 шт.
Карманный измеритель TDS	1 шт.

3 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ «МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ БЖ8»

Установка представляет собой стол лабораторный 1 оригинальной конструкции (рисунок 1), выполненный в виде металлического сварного каркаса, на котором устанавливается столешница 2 и вертикальная панель 3.

На столешнице 2 установлена раковина сливная 4, которая соединяется с существующей системой канализации. На столешнице также размещены мерные стаканы 5 и карманный измеритель TDS 6.

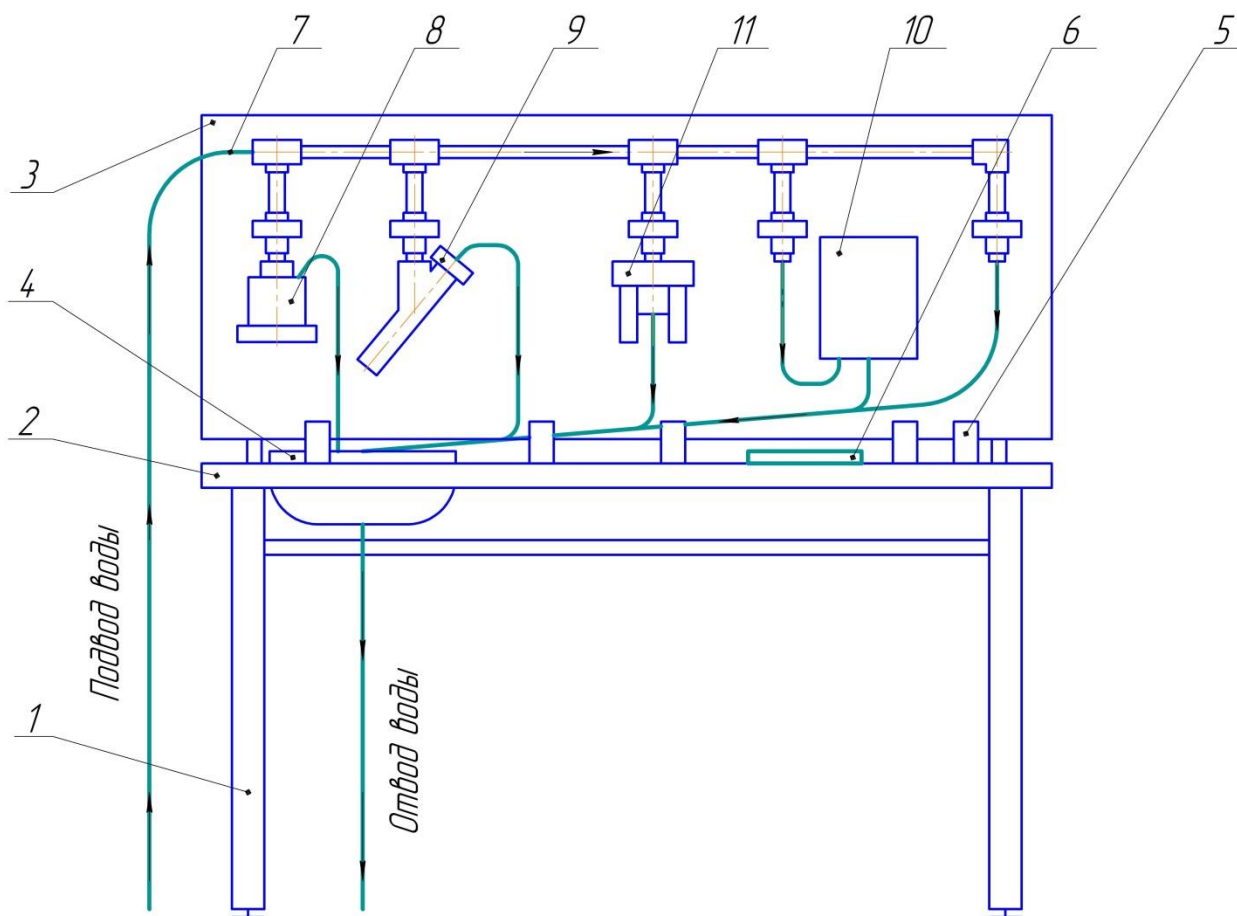


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки "Методы очистки воды БЖ 8"

На вертикальной панели 3 закреплены гидросистема 7 для подвода воды, фильтры "Аквафор В300" (8), "Гейзер-М" (9) и установки очистительные "Изумруд" (10), "Родник-3М" (11).

Гидросистема 7 имеет основную водную магистраль и пять отводных каналов подвода воды. На каждом из отводных каналов установлены шаровые краны. Фильтры и установки очистительные подсоединены к четырем каналам подвода воды, а пятый канал предназначен для отбора проб неочищенной водопроводной воды.

Подвод воды к гидросистеме 7 осуществляется от системы водопровода холодной (питьевой) воды.

Принцип работы фильтра "Аквафор В300" основан на использовании свойств активированного углеродного волокна АКВАЛЕН обеспечивать глубокую очистку воды.

Принцип работы фильтра "Гейзер-М" основан на использовании уникального ионообменного материала. Очистка воды осуществляется в три стадии:

- удаление из воды грязи и ржавчины;
- химическим связыванием удаляются соли тяжелых металлов;
- микробиологическая очистка.

Принцип работы установки очистительной "Изумруд" основан на применении диафрагменных электрохимического и каталитического реакторов с вихревой реакционной камерой.

Работа фильтра бытового "Родник-ЗМ" основана на принципе обратного осмоса. Фильтр снаряжен высококачественным активным углем, часть которого импрегнирована серебром, благодаря чему фильтр обладает бактерицидными свойствами.

Для оценки качества питьевой воды используется карманный измеритель TDS 6.

4 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К РАБОТЕ И ПОРЯДОК ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ

Подсоединить напорный шланг гидросистемы к системе водопровода холодной воды, а шланг сливной раковины к системе канализации помещения. Установить стаканы для отбора проб воды под выходные гибкие трубки фильтров и установок очистительных.

Поставить под гибкую трубку пятого свободного отводного канала стакан вместимостью 0,25 л. Открыть полностью шаровой кран на этом канале. С помощью вентиля на водопроводе установить подачу воды 0,5 л/мин. Подача воды определяется следующим образом: с помощью секундомера засечь время, за которое в стакан вытечет 0,2 л. Время заполнения стакана должно быть 24 секунды. Положить конец гибкой трубки этого канала в сливную раковину.

Произвести отбор 150 мл неочищенной водопроводной воды в стакан вместимостью 0,25 л.

Полностью открыть шаровой кран на отводном канале, соединенном с фильтром "Аквафор В300", закрыть кран на свободном канале и произвести отбор 150 мл очищенной воды в стакан 0,25 л. Закрыть кран на канале с фильтром и открыть кран на свободном канале.

С помощью карманного измерителя TDS провести измерение содержания солей твердых веществ сначала в пробе очищенной воды, а затем в пробе неочищенной воды.

Определить эффективность очистки водопроводной воды по формуле:

$$\varepsilon = \frac{(M - n)}{M} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где M – концентрация солей твердых веществ в неочищенной воде, ppm;

n – концентрация солей твердых веществ в очищенной воде, ppm.

Полностью открыть шаровой кран на отводном канале, соединенном с фильтром "Гейзер-М", закрыть кран на свободном канале и произвести отбор 150 мл очищенной воды в стакан 0,25 л. Закрыть кран на канале с фильтром и открыть кран на свободном канале.

Провести измерение содержания солей твердых веществ в пробе воды.

Определить эффективность очистки водопроводной воды по формуле (1).

Полностью открыть шаровой кран на отводном канале, соединенном с фильтром "Родник-3М", закрыть кран на свободном канале и произвести отбор 150 мл очищенной воды в стакан 0,25 л. Закрыть кран на канале с фильтром и открыть кран на свободном канале.

Провести измерение содержания солей твердых веществ в пробе воды.

Определить эффективность очистки водопроводной воды по формуле (1).

Установить подачу воды 1 л/мин, что соответствует заполнению стакана до отметки 0,2 л за 12 секунд. Полностью открыть шаровой кран на отводном канале, соединенном с установкой очистительной "Изумруд", и закрыть кран на свободном канале. Включить выключатель на установке (загорится контрольная лампа). Произвести отбор 150 мл очищенной воды в стакан 0,25 л. Выключить

чить установку, закрыть кран на канале с установкой и открыть кран на свободном канале.

Провести измерение содержания солей твердых веществ в пробе воды.

Определить эффективность очистки водопроводной воды по формуле (1).

После проведения лабораторной работы закрыть вентиль на водопроводе и все шаровые краны. Отключить установку очистительную "Изумруд" от сети переменного тока. Все пробы воды слить из стаканов в раковину.

5 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с установкой допускаются лица, ознакомленные с ее устройством, принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе.

При очистке воды конкретным фильтром или установкой запрещается устанавливать расход воды, превышающий значение, указанное в паспорте этого фильтра или установки.

Запрещается включать напряжение на установке очистительной "Изумруд" без предварительной подачи воды.

При появлении протечек в гидросистеме следует прекратить проведение лабораторной работы до устранения неисправности.

6 ТРЕБОВАНИЕ К ОФОРМЛЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ (ЛАБОРАТОРНОЙ) РАБОТЫ

Практическую (лабораторной) работу выполняют на листах формата А4. Первый лист должен содержать сведения об исполнителе. Отчет оформляется по специально заданной структуре и предоставляется для оценивания преподавателю в недельный срок со дня выполнения работы.

Структура отчета практической (лабораторной) работы (приложение 1).

- титульный лист (Приложение 2);
- цель работы;

- оснащение;
- краткие теоретические сведения;
- описание экспериментальной установки и методики эксперимента;
- порядок выполнения работы;
- экспериментальные результаты;
- анализ результатов работы;
- выводы.

Дополнительными элементами являются:

- приложения;
- список использованной литературы, интернет-ресурс.

Оформление практической (лабораторной) работы необходимо выполнять в соответствии с ГОСТ 2.105 -95 Общие требования к текстовым документам.

Текст печатается шрифтом Times New Roman (14 пт.) с межстрочным интервалом – 1,5, отступ «первой строки» – 1,25 см.

Таблицы выполняются табличными ячейками Word. Математические символы и формулы должны быть набраны в редакторе формул, прилагаемом к MSWord. Слева в скобках — нумерация формул. Графики строятся с использованием Excel (файл обязательно должен содержать исходные численные данные). Рисунки и схемы, выполненные в Word, сгруппировываются внутри единого объекта, допуская возможность перемещений в тексте и изменений размеров. Название – под рисунком. Размер шрифта внутри рисунков – 10. Размер таблиц и рисунков по ширине не должен превышать 11. Поля: левое - 2,5 см, правое - 1 см, верхнее – 1,5 см, нижнее 3 см.

Список литературных источников оформить в соответствии с ГОСТР 7.0.5-2008 Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

Обработка результатов, выводы.

В процессе работы студенты проводят соответствующие измерения, заполняют указанные таблицы, проводят расчеты, составляют графики, проводят анализ полученных результатов, формируют выводы по конечным результатам каждого этапа исследования. Результаты исследования оформляются в виде отчета каждым студентом с методикой работы, необходимыми расчетами, графиками и выводами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Назовите методы очистки воды.
2. Опишите механический метод очистки воды.
3. Опишите физико-химический метод очистки воды.
4. Опишите биологический метод очистки воды.
5. Опишите реагентный метод очистки воды.
6. Опишите мембранный метод очистки воды.
7. Каким образом определяется эффективность очистки водопроводной воды?

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; под общ. ред. С.В. Белова. М.: Высшая школа, 2014. 616 с.
2. Баранов Д.А., Кутепов А.М. Процессы и аппараты. М.: Издательский центр «Академия», 2014.
3. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник. 4-е изд., доп. и перераб. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 702 с.
4. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е, Мелехова О.П. Экология: учебник. 9-е изд. М.: Инфра-М, 2018. 615 с.
5. Очистка сточных вод от взвешенных веществ и неорганических примесей. М.: НИЦ "Глобус", 2007. Т.1. 81 с.
6. Попов А.М., Румянцев И.С. Природоохранные сооружения. М.: Колос, 2005. 520 с.
7. Установка лабораторная «Методы очистки воды БЖ 8». Паспорт БЖ 8 ПС. М.: Росучприбор, 1999.
8. Установка для доочистки, обеззараживания и кондиционирования питьевой воды «Изумруд» Тип: УОВ-С (САПФИР). Научно-производственное предприятие «Изумруд». СПб., 2012.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Структура практической (лабораторной) работы

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № _____

Цель работы _____

Оснащение _____

Краткие теоретические сведения. _____

Описание экспериментальной установки и методики эксперимента. _____

Порядок выполнения работы: _____

Экспериментальные результаты _____

Анализ результатов работы _____

Выводы. _____

Оценка: _____

(«зачтено», «незачтено») или («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»)

Приложение 2 – Титульный лист отчета студента по практической (лабораторной) работе

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-технологический институт
Кафедра безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии

ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ (ЛАБОРАТОРНОЙ) РАБОТЕ

студента _____

группы _____

направление _____

код направления его наименование

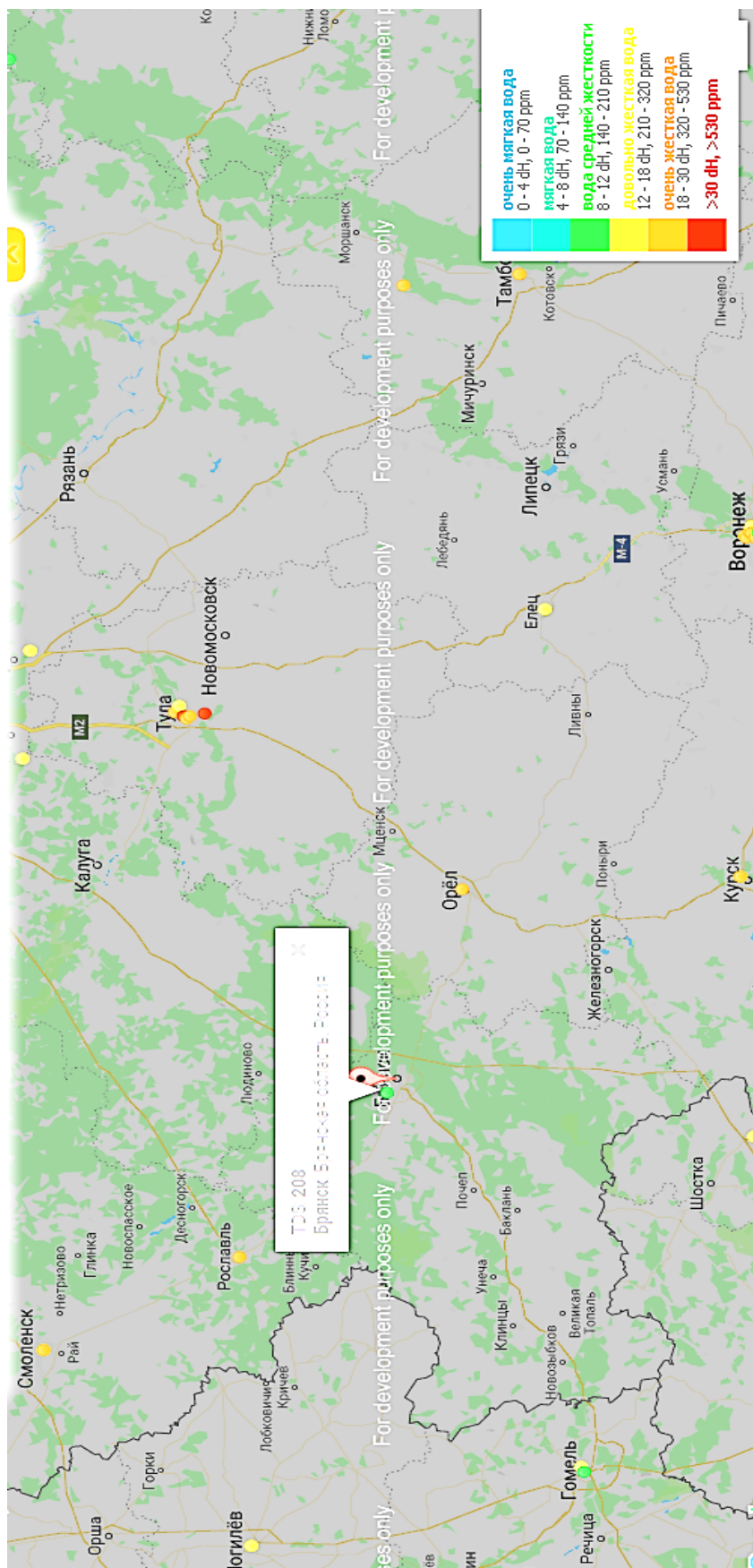
профиль _____

наименование профиля

Брянская область

20__

Приложение 3 – TDS-карта



Учебное издание

Панова Татьяна Васильевна

Адылин Иван Петрович

Промышленная экология

Учебное пособие

для выполнения лабораторных работ
на установке лабораторной «Методы очистки воды БЖ 8»
для студентов всех направлений подготовки (бакалавриат)

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 17.04.2019 г. Формат 60x84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,39. Тираж 100 экз. Изд. №6364.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ