

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Н.К. Кондрашева

Проректор по образовательной
деятельности доцент
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПОДГОТОВКА И ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль):	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	Доцент Георгиева Э.Ю.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Подготовка и переработка углеводородных газов» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки РФ № 922 от 07 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана подготовки бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Составитель: _____ доцент каф. ХТПЭ Георгиева Э.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15 февраля 2021г., протокол № 19.

Заведующий кафедрой ХТПЭ _____ Н.К. Кондрашева

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ к.т.н. А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Подготовка и переработка углеводородных газов» является ознакомление будущих специалистов в области нефтяной и нефтегазовой технологии с основами методов подготовки и переработки отходящих газов и методами расчета оборудования для подготовки и переработки отходящих газов, связанных с решением профессиональных задач.

Задачами дисциплины являются:

- изучение теоретических основ и основных понятий о современных методах подготовки и переработки отходящих газов;
- овладения методами расчета аппаратов для подготовки и переработки отходящих газов;
- формирование представлений о составе отходящих газов;
- приобретение навыков практического применения полученных знаний; способностей для самостоятельной работы;
- умение самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

В соответствии с учебным планом, дисциплина «Подготовка и переработка углеводородных газов» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», направленность (профиль) «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и изучается в 5 семестре.

При этом процесс изучения дисциплины «Подготовка и переработка углеводородных газов» направлен на формирование у студентов третьего курса основ их предстоящей профессиональной деятельности.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Подготовка и переработка углеводородных газов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1	ОПК-1.1. Знает: теоретические основы общих закономерностей протекания химических реакций; основы химической термодинамики и кинетики; основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; закономерности строения органических соединений; строение вещества, природу химической связи в различных классах химических соединений; механизмы протекания химических реакций; природу межмолекулярного взаимодействия.
		ОПК-1.2. Умеет: анализировать химические элементы и их соединения; использовать методы расчета химико-технологических процессов; определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ, использовать основные химические законы,

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
		термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач; применить методы идентификации органического соединения, провести качественный и количественный анализ органического соединения; оценивать свойства простых веществ и их соединений, реакционную способность веществ на основе сведений об атомно-молекулярном строении, природе и свойствах химической связи.
		ОПК-1.3. Владеет: навыками применения в практической деятельности законов естественнонаучных дисциплин; навыками расчета основных показателей процессов, протекающих в химических агрегатах, навыками установления структуры органических соединений; методами вычисления тепловых эффектов и констант равновесия химических реакций при заданной температуре и определения констант скорости реакций по результатам эксперимента.
Способен принимать конкретные технические решения для совершенствования технологических процессов с учетом экологических последствий их применения	ПКС-2	ПКС-2.1 Знает: основные технологические схемы нефтепереработки;
		ПКС-2.2 Умеет: проводить работы по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов;
		ПКС-2.3. Владеет: навыками анализа и систематизации научно-технической документации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
Аудиторные занятия, в том числе:	51	51
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	57	57
Проработка конспекта лекций	8	8
Подготовка к практическим занятиям	8	8
Выполнение заданий поисково-	9	9

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
исследовательского характера		
Реферат	10	10
Подготовка к контрольной работе	14	14
Подготовка к экзамену	-	-
Подготовка к диф. зачету	8	8
Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Подготовка и очистка углеводородных газов	56	9	9	9	29
Раздел 2. Переработка углеводородных газов	52	8	8	8	28
Итого:	108	17	17	17	57

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Подготовка и очистка углеводородных газов	Введение. Состояние и перспективы развития газоперерабатывающей промышленности России. Сырьевая база и основные направления развития газоперерабатывающей промышленности. Основные направления химической переработки природных газов. Состав природных газов и газоконденсатов. Газоконденсаты. Поточные схемы газоперерабатывающих заводов, основные продукты первичной переработки природных газов. Требования к качеству товарного природного газа и продуктов газопереработки. Требования к качеству товарных газов. Показатели качества ШФЛУ. Очистка газов от механических примесей. Источники и негативные последствия присутствия в газах нежелательных примесей. Методы очистки газов от механических примесей. Устройства для механической очистки газов от твердых	9

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>частиц. Пылеосадительные камеры. Инерционные пылеуловители. Центробежные обеспыливающие устройства (циклоны). Промывные башни. Скоростные газопромыватели. Барботажные аппараты. Фильтры. Тканевые фильтры. Зернистые фильтры. Электрофильтры. Осушка природных углеводородных газов. Методы осушки природных газов. Осушка охлаждения. Абсорбционная осушка. Осушка газа впрыском гликоля. Факторы, влияющие на процесс абсорбционной осушки. Адсорбционная осушка. Очистка газов от химических примесей. Характеристика химических примесей. Методы очистки газов от кислых компонентов. Абсорбционные методы. Адсорбционные методы. Каталитические методы. Очистка газов от диоксида углерода. Процессы очистки растворами солей щелочных металлов. Процессы очистки газов физической абсорбцией. Очистка газов от меркаптанов.</p>	
2	Раздел 2. Переработка углеводородных газов	<p>Производство серы из сероводородсодержащих газов. Химия и технология процесса Клауса. Доочистка отходящих газов процесса Клауса. Товарные формы, области применения серы. Извлечение жидких углеводородных компонентов из природных газов. Низкотемпературная сепарация (НТС). Промышленная реализация процесса НТС. Низкотемпературная ректификация. Низкотемпературная адсорбция. Мембранные методы концентрирования и разделения газов. Методы получения гелия из природных газов. Стабилизация и переработка газовых конденсатов. Стабилизация газового бензина. Стабилизация сырого газового конденсата, выносимого газом из скважины. Переработка газовых конденсатов в товарные топлива. Производство реактивных топлив из газоконденсатов. Производство дизельных топлив из газоконденсатов.</p>	8
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Расчет циклона	2
2		Очистка газов в мокрых инерционных пылеуловителях	2
3		Расчет мокрого центробежного циклона	2
4		Расчет тканевого рукавного фильтра	2
5		Расчет электрофильтра	2
6		Аппараты физико-химической очистки газов. Расчет процессов и аппаратов адсорбции газов	2
7		Расчет насадочного абсорбера	3
8		Расчет пористых металлических фильтров для очистки выбросов от пыли.	2
Итого:			17

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоёмкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Очистка и осушка газов	6
		Аппараты сухой механической очистки запыленных газов (выбросов). Расчет циклонов	2
		Аппараты мокрой очистки запыленных газов. Расчет скруббера и форсунки	6
		Расчет времени фильтрации тканевого фильтра	3
Итого:			17

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне дифф.зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний,

полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Подготовка и очистка углеводородных газов

1. Состояние и перспективы развития газоперерабатывающей промышленности России.
2. Сырьевая база и основные направления развития газоперерабатывающей промышленности.
3. Основные направления химической переработки природных газов.
4. Состав природных газов и газоконденсатов.
5. Газоконденсаты.
6. Поточные схемы газоперерабатывающих заводов, основные продукты первичной переработки природных газов.
7. Требования к качеству товарного природного газа и продуктов газопереработки.
8. Требования к качеству товарных газов.
9. Показатели качества ШФЛУ.
10. Очистка газов от механических примесей.
11. Источники и негативные последствия присутствия в газах нежелательных примесей.
12. Методы очистки газов от механических примесей.
13. Устройства для механической очистки газов от твердых частиц.
14. Пылеосадительные камеры.
15. Инерционные пылеуловители.
16. Центробежные обеспыливающие устройства (циклоны).
17. Промывные башни.
18. Скоростные газопромыватели.
19. Барботажные аппараты.
20. Фильтры.
21. Тканевые фильтры.
22. Зернистые фильтры.
23. Электрофильтры.
24. Осушка природных углеводородных газов.
25. Методы осушки природных газов.
26. Осушка охлаждения.
27. Абсорбционная осушка.
28. Осушка газа впрыском гликоля.
29. Факторы, влияющие на процесс абсорбционной осушки.
30. Адсорбционная осушка.
31. Очистка газов от химических примесей.
32. Методы очистки газов от кислых компонентов.
33. Абсорбционные методы.
34. Адсорбционные методы.
35. Каталитические методы.
36. Очистка газов от диоксида углерода.
37. Процессы очистки растворами солей щелочных металлов.
38. Процессы очистки газов физической абсорбцией.
39. Очистка газов от меркаптанов.

Раздел 2. Переработка углеводородных газов

1. Производство серы из сероводород-содержащих газов.

- 2.Химия и технология процесса Клауса.
- 3.Доочистка отходящих газов процесса Клауса.
- 4.Товарные формы, области применения серы.
- 5.Извлечение жидких углеводородных компонентов из природных газов.
- 6.Низкотемпературная сепарация (НТС).
- 7.Промышленная реализация процесса НТС.
- 8.Низкотемпературная ректификация.
- 9.Низкотемпературная адсорбция.
- 10.Мембранные методы концентрирования и разделения газов.
- 11.Методы получения гелия из природных газов.
- 12.Стабилизация и переработка газовых конденсатов.
- 13.Стабилизация газового бензина.
- 14.Стабилизация сырого газового конденсата, выносимого газом из скважины.
15. Переработка газовых конденсатов в товарные топлива.
- 16.Производство реактивных топлив из газоконденсатов.
- 17.Производство дизельных топлив из газоконденсатов.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий:

1. Состояние и перспективы развития газоперерабатывающей промышленности России.
2. Сырьевая база и основные направления развития газоперерабатывающей промышленности.
3. Назовите основные направления химической переработки природных газов.
4. Назовите состав природных газов и газоконденсатов.
5. Назовите характеристики газоконденсатов.
6. Назовите основные поточные схемы газоперерабатывающих заводов, основные продукты первичной переработки природных газов.
7. Перечислите требования к качеству товарного природного газа и продуктов газопереработки.
8. Назовите требования к качеству товарных газов.
9. Назовите показатели качества ШФЛУ.
10. Как осуществляется очистка газов от механических примесей.
11. Назовите источники и негативные последствия присутствия в газах нежелательных примесей.
12. Перечислите основные методы очистки газов от механических примесей.
13. Какие устройства применяются для механической очистки газов от твердых частиц.
14. В чем заключается принцип очистки газов в пылеосадительных камерах.
15. Для очистки каких по составу газов применяются инерционные пылеуловители.
16. Назовите из чего состоит конструкция центробежных обеспыливающих устройств. (циклонов).
17. Промывные башни. Скоростные газопромыватели.
18. В чем заключается особенность барботажных аппаратов.
19. Для очистки каких газов по составу применяются фильтры. Тканевые фильтры.
20. Зернистые фильтры. Электрофильтры.
21. Как осуществляется осушка природных углеводородных газов.
22. Назовите методы осушки природных газов.
23. В каких случаях применяется осушка охлаждением.
24. В каких случаях применяется абсорбционная осушка.
25. Для каких газов применяется осушка газа впрыском гликоля.
26. Какие факторы, влияют на процесс абсорбционной осушки?
27. Адсорбционная осушка.
- 28.Очистка газов от химических примесей.
29. Методы очистки газов от кислых компонентов.

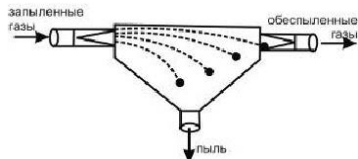
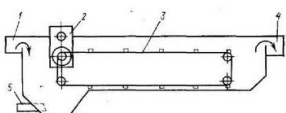
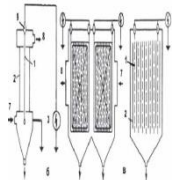
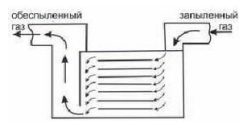
30. Абсорбционные методы.
 31. Адсорбционные методы.
 32. Каталитические методы.
 33. Очистка газов от диоксида углерода.
 34. Процессы очистки растворами солей щелочных металлов.
 35. Процессы очистки газов физической абсорбцией.
 36. Как осуществляется очистка газов от меркаптанов?
 37. Производство серы из сероводород-содержащих газов.
 38. Как выполняется доочистка отходящих газов процесса Клауса?
 39. Как осуществляется извлечение жидких углеводородных компонентов из природных газов.
40. В чем сущность процесса низкотемпературной сепарации (НТС).
 41. Как осуществляется промышленная реализация процесса НТС.
 42. В чем особенность процесса низкотемпературной ректификации.
 43. В каком случае применяется низкотемпературная адсорбция.
 44. В чем сущность мембранных методов концентрирования и разделения газов.
 45. Назовите методы получения гелия из природных газов.
 46. В чем особенность процесса стабилизации и переработки газовых конденсатов?
 47. Как осуществляется стабилизация газового бензина.
 48. Стабилизация сырого газового конденсата, выносимого газом из скважины.
 49. Переработка газовых конденсатов в товарные топлива.

6.2.2. Примерные тестовые задания

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Для очистки от каких размеров частиц применяют фильтры тонкой очистки?	1. применяют для улавливания субмикронных частиц из промышленных газов с концентрацией пыли <math><1 \text{ мг/м}^3</math>; 2. применяют для очистки промышленных газов с концентрацией пыли до <math>60 \text{="" math>;<br="" г="" м}^3<=""></math>60> 3. применяют в системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха с концентрацией пыли <math><50 \text{ мг/м}^3</math>; 4. применяют для очистки промышленных газов с концентрацией пыли до <math>60 \text{="" math><="" td="" г="" м}^3<=""> </math>60>
2.	Что применяют для очистки газов от диоксида серы адсорбционным методом?	1. воду, известковые растворы, гидроксид магния, карбонат натрия аммиачная вода, расплавленные соли; 2. вода, растворы щелочей и солей, селективные сорбенты; 3. медно-аммиачные растворы, медь-алюминий-хлоридные растворы, жидкий азот 4. растворы органических растворителей
3.	Для чего применяют адсорбцию?	1. для удаления из сточных вод нерастворимых диспергированных примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются; 2. для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ; 3. для извлечения из сточных вод металлов, а также соединений мышьяка, фосфора,

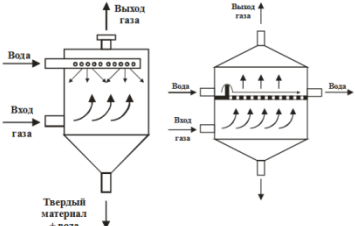
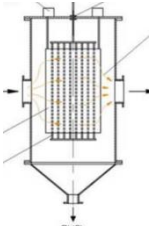
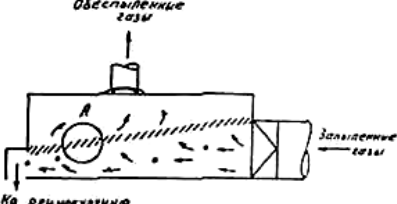
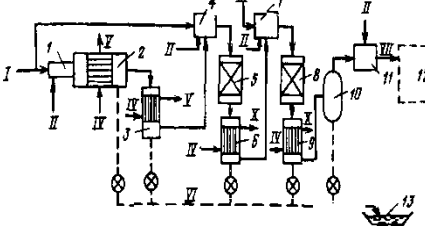

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		цианистых соединений и радиоактивных веществ. 4. для удаления кислых газов
4.	Очистка выбросов в атмосферу не предусматривает:	1. рассеяние химических соединений в атмосфере; 2. физическое (механическое) улавливание; 3. химическую очистку; 4. биологическую очистку.
5.	Какое месторождение природного газа является крупным в Западной Сибири?	1. Оренбургское 2. Медвежье 3. Шебелиновское 4. Газлинское
6.	Содержание тяжелых углеводородов (C ₃ и выше) в "тощих" попутных нефтяных газах составляет...	1. менее 50 г/м ³ 2. 50 г/м ³ 3. более 70 г/м ³ 4. 70 г/м ³
7.	Какой вред от кислых газов для технологического оборудования?	1. проявляют высокое коррозионное действие, отравляют катализаторы 2. образуют газодисперсные гидраты 3. при сгорании ядовиты 4. способны забивать трубы
8.	Метод очистки и тип аппарата выбирают с учетом...	1. степени запыленности газа 2. измельченности частиц 3. требований к очистке газа 4. все вышеперечисленные ответы верны
9.	Пылеосадительные камеры предназначены для предварительной очистки газов с улавливанием грубодисперсных частиц размером...	1. от 10 до 50 мкм 2. от 50 до 500 мкм 3. от 600 до 1000 мкм 4. от 1100 до 1500 мкм
10.	Скорость газового потока в циклонах равна...	1. от 1 до 5 м/с 2. от 5 до 20 м/с 3. от 25 до 30 м/с 4. от 30 до 35 м/с
11.	В каких условиях могут работать зернистые фильтры?	1. при очень высоких температурах и в агрессивных средах 2. способны выдерживать большие механические нагрузки 3. способны выдерживать резкие перепады давления и температуры 4. все вышеперечисленные ответы верны
12.	Эффективность очистки газов электрофильтром составляет...	1. 88 % 2. 90 % 3. 95 % 4. 99%
13.	Депрессия точки росы..	1. это разность точек росы влажного и осушенного газа. 2. это температура, при которой из газа начинает выделяться жидкая фаза. 3. характеризует конденсацию углеводородов из газа 4. это температура при данном давлении, при которой пары воды приходят в состояние насыщения, т.е. это наивысшая

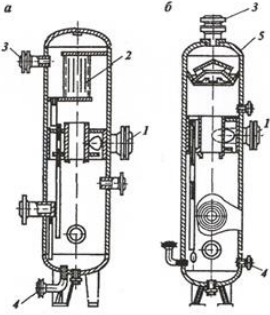
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		температура, при которой при данном давлении и составе газа могут конденсироваться капли влаги
14.	<p>Введите название аппарата пылеочистки</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1.скруббер 2. абсорбер 3. адсорбер 4. циклон
15.	<p>Как называется аппарат для механической очистки сточных вод:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. песколовка 2. нефтеловушка 3. отстойник 4. биофильтр
16.	К кислым газам относятся:	<ol style="list-style-type: none"> 1. оксид углерода; 2. диоксид углерода; 3. оксида азота; 4. оксиды серы.
17.	Предельно допустимый выброс (ПДВ) это допустимое количество выбрасываемых в атмосферу веществ, при котором ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. обеспечивается соблюдение гигиенических нормативов в воздухе населенных мест при неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях; 2. обеспечивается не превышение ПДК_{мр} на границе санитарно-защитной зоны; 3. выброс считается нормативным; 4. загрязнения не выбрасываются.
18.	<p>Как называется данный аппарат</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. циклон 2. скруббер 3. фильтр 4. абсорбер
19.	Адсорбция это -...	<ol style="list-style-type: none"> 1. растворение в адсорбенте; 2. реагирование с адсорбентом; 3. заполнение пор адсорбента; 4. оседание загрязняющих веществ на поверхности адсорбента.
20.	<p>Как называется данный аппарат пылеочистки</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. объектом исследования 2. актуальностью исследования 3. предметом исследования 4. гипотезой исследования

Вариант № 2

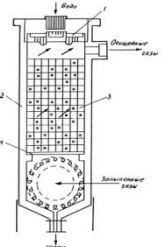
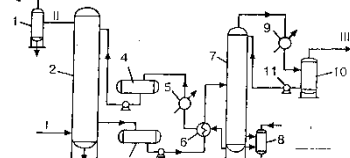
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	К механическим методам очистки	1. процеживание;

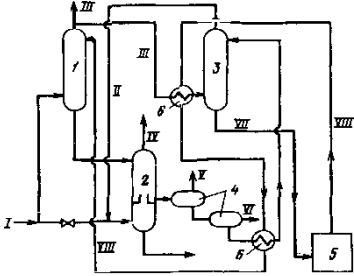
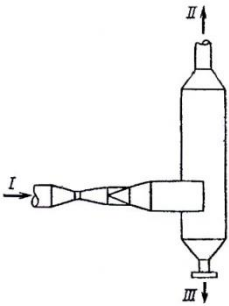
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	относятся	2. флотация; 3. экстракция; 4. отстаивание.
2.	К физико-химическим методам очистки не относится:	1. ультрафильтрация; 2. центрифугирование; 3. адсорбция; 4. флотация
3.	Адсорбция это ...	1. замена токсичных ионов, содержащихся в воде на менее токсичные; 2. оседание под действием силы тяжести; 3. поглощение загрязнений твердыми веществами; 4. фильтрация через полупроницаемые мембраны.
4.	Какой метод очистки можно применить для пыли с размером частиц 500 мкм?	1. электростатический 2. гравитационный 3. инерционный 4. центробежный и фильтрование
5.	Какой из аппаратов предназначен для очистки воздуха от вредных газов путем поглощения их пористыми твердыми телами?	1. адсорбер 2. абсорбер 3. фильтр 4. реактор
6.	Какой материал чаще всего используется в качестве адсорбента?	1. активированный уголь, алюмогель, силикагель, цеолиты 2. доломит, полиакриламид, активированный уголь 3. кокс, гравий, песок 4. силикагель, полевой шпат, песок, активированный уголь
7.	Биосорбция – это:	1. Адсорбция на биопленке 2. Адсорбция на активном иле 3. Адсорбция клетками бактерий 4. Адсорбция на активированном угле при доочистке сточных вод с последующей его саморегенерацией
8.	Самые крупные поры адсорбентов называются....	1. мезопоры 2. макропоры 3. микропоры 4. переходные поры
9.	Как называется данный аппарат? 	1. адсорбер 2. кольцевой абсорбер 3. отстойник 4. фильтр
10.	Какой материал может использоваться в качестве адсорбента?	1. активированный уголь, алюмогель, силикагель, цеолиты 2. доломит, полиакриламид, активированный уголь 3. кокс, гравий, песок 4. силикагель, полевой шпат, песок, активированный уголь

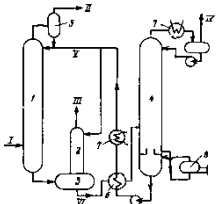
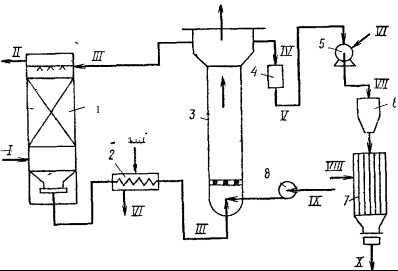
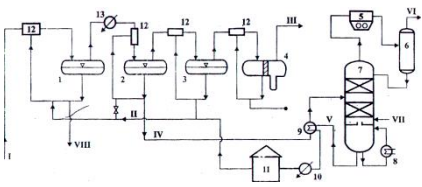
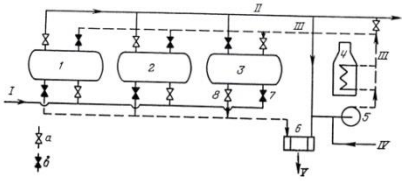
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
11.	<p>Как называются данные аппараты?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. скрубберы 2. абсорберы 3. адсорберы 4. жалюзийные пылеуловители
12.	<p>Как называется данный аппарат?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. скруббер 2. электрофильтр 3. адсорбер 4. абсорбер
13.	<p>Как называется данный аппарат?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. скруббер 2. электрофильтр 3. адсорбер 4. жалюзийный пылеуловитель
14.	<p>Схема какого процесса представлена на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальная схема процесса осушки газа 2. Принципиальная схема процесса Клауса 3. Принципиальная схема процесса получения гелия 5. Принципиальная схема процесса получения топлив
15.	<p>При какой температуре осуществляется процесс низкотемпературной сепарации?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. от -5 до -10⁰ С 2. от -10 до -25⁰С 3. от -25 до -30⁰ С 4. от - 30 до -35⁰С
16.	<p>Принципиальная схема какого процесса представлена на схеме</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальная схема процесса осушки газа 2. Принципиальная схема процесса Клауса 3. Принципиальная схема процесса получения гелия 5. Принципиальная схема процесса высокотемпературной сепарации газа

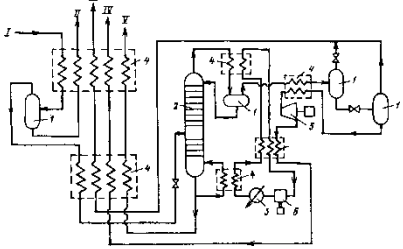
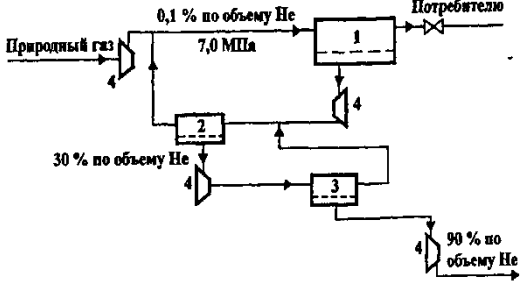
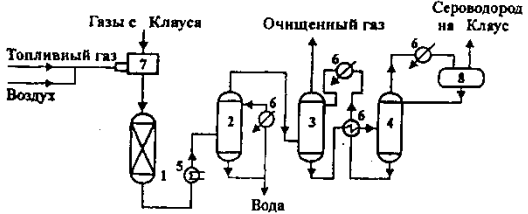
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
17.	Какая степень улавливания инерционными сепараторами насадочного типа?	1. 90 % 2. 95 % 3. 99% 4. 100 %
18.	Как называются данные аппараты? 	1. абсорберы 2. адсорберы 3. жалюзийные сепараторы 4. скрубберы
19.	Предельно-допустимая концентрация сероводорода его в воздухе рабочих помещений составляет...	1. 0,01 мг/л. 2. 0,1 мг/л. 3. 0,02 мг/л. 4. 0,05 мг/л.
20.	Как происходит очистка газа от кислых компонентов с помощью физической абсорбции?	1. извлечение кислых компонентов происходит за счет их растворимости в органическом абсорбенте. 2. на химическом взаимодействии сероводорода и диоксида углерода с активной частью абсорбента. 3. происходит на основе смеси физического абсорбента с химическим. 4. происходит в ходе реакций каталитического окисления.

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Как называется данный аппарат? 	1. Промывная башня 2. жалюзийный пылеуловитель 3. абсорбер 4. адсорбер
2.	Схема какой установки представлена на рисунке? 	1. Схема установки очистки газов от CO2 раствором моноэтаноламина 2. Принципиальная схема процесса Клауса 3. Принципиальная схема процесса получения гелия 4. Принципиальная схема процесса высокотемпературной сепарации газа

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
3.	Что является достоинством моноэтаноламиновой очистки газа?	<ol style="list-style-type: none"> 1. высокая скорость поглощения кислых газов 2. низкая стоимость реагентов 3. легкость регенерации и низкая растворимость углеводородов 4. все вышеперечисленные ответы верны
4.	Назовите недостаток процесса моноэтаноламиновой (МЭА) очистки газа?	<ol style="list-style-type: none"> 1. необратимо образование химических соединений МЭА с COS, CS₂ и O₂; 2. большие потери от испарения и низкая эффективность по меркаптанам 3. неселективность к H₂S в присутствии CO₂ и вспениваемость в присутствии жидких углеводородов, ингибиторов коррозии и механических примесей 4. Все вышеперечисленные ответы верны
5.	<p>Как называется данная схема?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальная схема очистки и осушки газа раствором ДЭГ 2. Принципиальная схема процесса получения гелия 3. Принципиальная схема процесса получения топлив 4. Принципиальная схема установки очистки газов от CO₂ раствором моноэтаноламина
6.	 <p>Как называется данный аппарат?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. промывная башня 2. жалюзийный пылеуловитель 3. скруббер Вентури 4. адсорбер
7.	Какой фирмой разработан процесс "Сульфинол"?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Шелл Ойл Компани 2. Лукойл 3. Газпром 4. ВР
8.	В каких случаях применяют Щелочно-гидрохиноновый метод?	<ol style="list-style-type: none"> 1. для очистки больших объемов газа (до 1 млн м³/ч) при сравнительно невысокой начальной концентрации сероводорода (1-1,5 г/м³) 2. для очистки малых объемов газа (до 100000 м³/ч) при сравнительно невысокой начальной концентрации сероводорода (1-1,5 г/м³) 3. для очистки малых объемов газа (до 100000 м³/ч) при высокой начальной концентрации сероводорода (5-10 г/м³)

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. для очистки очень маленьких объемов газа (до 1000 м ³ /ч) при сравнительно невысокой начальной концентрации сероводорода (1-1,5 г/м ³)
9.	<p>Схема какого процесса представлена на данном рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальная схема очистки газа в процессе «Сульфинол» 2. Принципиальная схема очистки и осушки газа раствором ДЭГ 2. Принципиальная схема процесса получения гелия 3. Принципиальная схема процесса получения топлив
10.	В каком году была построена первая установка, работающая по технологии «Сульфолин»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1960 2. 1970 3. 1980 4. 1985
11.	<p>Схема какой установки представлена на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема установки мышьяково-содовой очистки газов 2. Схема абсорбционной очистки газа 3. Принципиальная схема очистки газа в процессе «Сульфинол» 4. Принципиальная схема процесса получения гелия
12.	<p>Схема какой установки представлена на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема очистки пропан-бутановой фракции (ПБФ) от меркаптанов 2. Схема абсорбционной очистки газа 3. Схема установки мышьяково-содовой очистки газов 4. Принципиальная схема очистки газа в процессе «Сульфинол»
13.	При какой температуре в процессе Клауса достигается наиболее высокая конверсия (до 99,8%)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 80-90°С 2. 90-100°С 3. 100-110°С 4. 110-120°С
14.	<p>Схема какого процесса приведена на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальная схема процесса «Салфрин» 2. Принципиальная схема очистки газа в процессе «Сульфинол» 3. Схема абсорбционной очистки газа 4. Схема установки мышьяково-содовой очистки газов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
15.	При какой температуре в промышленности осуществляется очистка гелия от азота?	1.- 175-200°С 2.- 100-175 °С 3.- 50-100 °С 4. - 10-40 °С
16.	Как называется данная схема? 	1. Принципиальная схема процесса «Салфрин» 2. Принципиальная схема очистки газа в процессе «Сульфинол» 3. Схема абсорбционной очистки газа 4. Принципиальная схема получения гелиевого концентрата
17.	Как называется данная схема? 	1. Принципиальная схема мембранной трехступенчатой установки получения гелиевого концентрата из природного газа 2. Принципиальная схема процесса «Салфрин» 3. Принципиальная схема очистки газа в процессе «Сульфинол» 4. Схема абсорбционной очистки газа
18.	Глубокую очистку гелиевого концентрата ведут с использованием...	1. более глубокого охлаждения, чем при его извлечении и сопровождается удалением из концентрата 2. небольшого охлаждения и сопровождается удалением из концентрата примесей 3. небольшого нагревания и сопровождается удалением из концентрата примесей 4. наибольшего нагревания, чем при его извлечении и сопровождается удалением из концентрата
19.	Как называется данная схема? 	1. Принципиальная схема процесса «Салфрин» 2. Принципиальная схема очистки газа в процессе «Сульфинол» 3. Принципиальная технологическая схема процесса СКОТ 4. Схема установки мышьяково-содовой очистки газов
20.	Какой концентрации получают гелий?	1. 99,98 (% об.) 2. 95,0 (% об.) 3. 96,5 (% об.) 4. 100 (% об.)

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Климентова, Г.Ю. Общезаводское хозяйство химических предприятий : учебное пособие / Г.Ю. Климентова, Т.Н. Качалова, И.В. Цивунина ; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань : КГТУ, 2010. - 120 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1215-9, Электронный ресурс: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258852>

2. Ветошкин, А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - 2-е изд. испр. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 456 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9729-0124-1, Электронный ресурс: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444182>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Ветошкин, А.Г. Нормативное и техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности : учебно-практическое пособие : в 2 ч. / А.Г. Ветошкин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - Ч. 2. Инженерно-техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности. - 653 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0163-0, Электронный ресурс: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466498>

2. Лебедева, Е.А. Охрана воздушного бассейна от вредных технологических и вентиляционных выбросов : учебное пособие / Е.А. Лебедева ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». - Нижний Новгород : ННГАСУ, 2010. - 197 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 189-193, Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427307>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>

3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>

4.Словари и энциклопедии на «Академик»: <http://dic.academic.ru/>

5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>

6.Электронная библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru/>

7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

<http://www.rsl.ru/>

8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Оснащенность: стол- 19 шт., стул-38 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD – экран iiyama ProLite PL8603U.

Аудитории для проведения практических занятий.

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8” FHD DDR4 16 GB – 16 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)

4. MySQL Workbench v. 6.3.9 (лицензия свободная GNU GPL)

5. PHP 7.1.7 (лицензия на свободное программное обеспечение, под которой выпущен язык программирования PHP, одобрена OSI)

6. Apache 2.4.27 (свободный кроссплатформенный Web-сервер, лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation).

7. Python (свободное распространяемое ПО)