


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

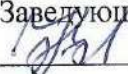
СОГЛАСОВАНО

Директор института
магистратуры и аспирантуры
 О.А. Бодров
« » 2020 г.



УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД
/ А.В. Корячко
« » 2020 г.

Заведующий кафедрой ХТ
 В.В. Коваленко

«25» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.07 «КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ В НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ
И НЕФТЕХИМИИ»**

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль) подготовки

«Химическая технология органических веществ»

Уровень подготовки

магистратура

Квалификация выпускника – магистр


Форма обучения – очная

Рязань 2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ


Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология» (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1494.

Разработчик Е.В.Воробьева к.т.н., доцент кафедры Химической технологии


подпись (Е.В. Воробьева)
(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Химической технологии
«22» мая 2020 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой Химической технологии


(подпись) (Коваленко В.В.)
(Ф.И.О.)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы магистратуры

Целью освоения дисциплины является формирование у будущих специалистов твердых теоретических знаний и практических навыков, связанных с особенностями кинетического анализа процессов в нефтехимии и нефтепереработке, оценке кинетических параметров элементарных и не элементарных химических реакций, математических моделей реакции, прикладных задач кинетического анализа, а также с физико-химическими основами формирования текстуры пористых тел и научными основами приготовления катализаторов.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

1. получение системы знаний о кинетике и катализе в нефтепереработке и нефтехимии как одной из функций нефтехимического цикла
2. подготовка и представление кинетических расчетов каталитических реакций
3. систематизация и закрепление практических навыков и умений по молекулярному дизайну и теоретическому анализу результатов экспериментальных исследований в области современного катализа, методам планирования экспериментов и обработки их результатов

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<u>ПК-2</u>	Готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	<u>Знать:</u> основные источники научно-технической информации в области нефтепереработки и нефтехимии <u>Уметь:</u> анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования <u>Владеть:</u> навыками поиска научно-технической информации в современных интернет-базах данных
<u>ПК-3</u>	Способность использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	<u>Знать:</u> основные методы исследований в области современных технологий нефтепереработки, органического и нефтехимического синтеза <u>Уметь:</u> использовать современные приборы и методики проведения экспериментов в области технологий нефтепереработки, органического и нефтехимического синтеза. <u>Владеть:</u> навыками организации проведения экспериментов, обработки и анализа полученных результатов при изучении технологий нефтепереработки, органического и нефтехимического синтеза

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Кинетика и катализ в нефтепереработке и нефтехимии» является обязательной, относится к вариативной части блока № 1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) профилю подготовки "Химическая технология органических веществ" направления 18.04.01 «Химическая технология».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 1 курсе в 1 семестре.

Пререквизиты дисциплины: кинетика и катализ в химической технологии (программа бакалавриата), технологии катализаторов нефтепереработки (программа бакалавриата).

Для освоения дисциплины обучающийся должен **знать:**

- математические модели, используемые для описания кинетических закономерностей процессов получения органических веществ и нефтепереработки и используемые для расчета эффективности работы катализаторов;
- физико-химические основы формирования катализаторов;
- научные основы приготовления катализаторов;
- принципы работы основных аналитических приборов, применяемых в химическом эксперименте;
- методы обработки результатов эксперимента;
- основные источники научно-технической информации в области нефтепереработки и нефтехимии.

уметь: использовать математические методы для расчета кинетических характеристик процессов нефтехимии и нефтепереработки;

- использовать математические методы для расчета эффективности катализаторов;
- организовать проведение экспериментального исследования в области химической технологии;

— анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;
владеть: методиками проведения экспериментальных определений кинетических закономерностей и определения каталитической активности;

- методиками обработки полученных экспериментальных данных;
- навыками работы с современными аналитическими приборами;
- навыками поиска научно-технической информации в современных интернет-базах данных..

Постреквизиты дисциплины: преддипломная практика, выпускная квалификационная работа.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), 108 часов.

Вид учебной работы	Семестр 1
Лекции	8
Лабораторные	8
Практические	8
Иная контактная работа	8,75
Консультирование перед зачетом	0,25
Итого ауд.	33
Контактная работа	24,25
Сам. работа	75
Часы на контроль	50,75

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов занятий.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Раздел 1. Кинетический анализ процессов

Тема 1.1 Теоретические аспекты кинетического анализа Теоретический аспект кинетического анализа: обоснование механизмов реакций; способы управления селективностью процессов с использованием данных о реакционной способности реагирующих веществ.

Тема 1.2 Назначение и структура кинетического анализа. Назначение и структура кинетического анализа. Источники информации об основных кинетических характеристиках газофазных и жидкофазных реакций. Основные законы, принципы и соотношения, используемые при выполнении кинетического анализа

Раздел 2. Кинетика элементарных и неэлементарных химических реакций.

Тема 2.1 Элементарные и неэлементарные химические реакции Реакции элементарные; неэлементарные и их основные характеристики: принцип стационарности Боденштейна.

Тема 2.2 Кажущиеся, эффективные и наблюдаемые кинетические константы. Понятие кажущихся, эффективных и наблюдаемых кинетических констант. Понятие аналитических концентраций.

Раздел 3. Скорость реакции

Тема 3.1 Скорости реакции первого и второго порядка Общие типы реакций: Простая реакция первого порядка; Простая реакция второго порядка.

Тема 3.2 Скорости параллельных и последовательных реакций Две параллельные реакции первого порядка. Последовательность двух реакций первого порядка

Тема 3.3 Скорость обратимой реакции первого порядка Обратимая реакция первого порядка.

Раздел 4. Последовательность кинетического анализа.

Тема 4.1 Предварительные эксперименты. Выбор условий.

Тема 4.2 Методы анализа кинетических зависимостей. Дифференциальный метод, интегральный метод, метод трансформации.

Тема 4.3 Обработка экспериментальных данных.

Раздел 5 Вывод математической модели процесса

Тема 5.1 Вывод математической модели процесса Математическая модель реакции. Зависимость скорости реакции от условий проведения процесса: температуры, давления, растворителя.

Раздел 6. Прикладные задачи кинетического анализа

Тема 6.1 Прикладные задачи кинетического анализа. Практический аспект: моделирование и оптимизация процессов, расчёт химических реакторов; выбор типа реакционного узла;

Тема 6.2 Выбор условий ведения процесса. Расчёт оптимальной температуры; определение начальных концентраций или парциальных давлений; соотношения реагентов; степени превращения при заданной селективности; подбор рецептуры и т. д.

Раздел 7. Физико-химические основы формирования текстуры пористых тел

Тема 7.1 Введение в физическую химию формирования текстуры адсорбентов, носителей и катализаторов Молекулярная структура и текстура адсорбентов, носителей и катализаторов. Размеры текстурных объектов. Влияние текстуры на эффективность использования промышленного гетерогенного катализатора.

Тема 7.2 Обобщенные физико-химические механизмы формирования текстуры. Иерархия уровней геометрического строения пористых материалов. Моделирование структуры молекулярного уровня. Упаковка кристаллов. Морфология молекул и первичные структурные группы.

Тема 7.3 Механизмы формирования упорядоченных структур. Проблема самоорганизации. Общие механизмы нуклеации при фазовых превращениях. Гомогенное зародышеобразование. Гетерогенное зародышеобразование.

Тема 7.4 Влияние гидротермальной обработки на структуру и текстуру Механизмы процессов, протекающих при гидротермальной обработке. Законы поверхностно-капиллярных явлений. Стадия сушки в приготовлении адсорбентов, носителей и катализаторов.

Тема 7.5 Некоторые механизмы формирования текстуры систем, получаемых осаждением

Приготовление катализаторов по золь-гель технологии. Стадия осаждения. Старение золь и гелей некристаллизующихся систем. Влияние pH среды и возраста гидрогеля на структуру получаемых пористых тел.

Тема 7.6 Роль интермицеллярной жидкости в формировании пористой структуры Влияние природы интермицеллярной жидкости. Влияние полярности интермицеллярной жидкости.

Тема 7.7 Поверхностно-активные и высокомолекулярные вещества как формователи структуры пористых тел Влияние катионоактивных веществ на формирование пористой структуры. Влияние анионоактивных веществ и некоторых спиртов на формирование структуры гелеобразных адсорбентов. Влияние неионогенных ПАВ на структуру пористых тел. Влияние структуры и природы ПАВ на пористость получаемых адсорбентов. Влияние полимерных веществ на формирование структуры глобулярных пористых тел.

Раздел 8. Научные основы приготовления катализаторов.

Тема 8.1. Цели и задачи научных основ приготовления катализаторов. Исторические предпосылки научных основ приготовления катализаторов. Основные характеристики катализаторов и их зависимость от условий приготовления. Классификация катализаторов. Определение научных основ приготовления катализаторов. Основные этапы и методы приготовления катализаторов.

Тема 8.2 Физико-химические основы получения катализаторов методами осаждения. Основные параметры и факторы осаждения. Стадийная схема формирования гидроксидов при коллоидно-химическом осаждении. Приготовление катализаторов по золь-гель технологии.

Тема 8.3 Физико-химические основы получения катализаторов методами нанесения. Роль носителей в катализаторах. Требования к носителям катализаторов. Способы нанесения. Механизм закрепления предшественника на поверхности носителя. Основы электростатической теории сорбции из водных растворов электролитов.

Тема 8.4 Нанесенные металлические катализаторы. Реакции с участием нанесенных катализаторов. Факторы, определяющие каталитические свойства металлических частиц. Активность различных металлов в каталитических реакциях. Дисперсность металлов. Правило Борескова. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные реакции. Биметаллические катализаторы. Геометрические и электронные факторы. Взаимодействие металла с носителем. Процесс миграции металла по поверхности. Бифункциональные катализаторы.

Тема 8.5 Нанесенные и не нанесенные сульфидные катализаторы. Морфология активной фазы катализаторов гидроочистки. Активные центры катализаторов гидроочистки. Механизмы реакции гидрогенолиза серосодержащих соединений. Механизмы реакций гидрогенолиза азот- и кислородсодержащих соединений. Механизмы реакций гидрирования ароматических углеводородов. Синтез катализаторов гидроочистки типа Co(Ni)-Mo(W)/ γ -Al₂O₃. Модифицирующие добавки в нанесенные Co(Ni)-Mo катализаторы. Использование гетерополисоединений Mo и W для синтеза катализаторов гидроочистки.

Тема 8.6 Деактивация катализаторов нефтепереработки. Общие вопросы деактивации катализаторов. Отравление металлических катализаторов. Отравление неметаллических катализаторов. Отравление бифункциональных катализаторов. Образование кокса по схеме консекутивных реакций. Образование кокса по

механизму карбидного цикла. Состав и морфологические характеристики кокса. Дезактивация катализаторов при их закоксовывании. Методы регулирования процессов закоксовывания катализаторов.

Тема 8.7 Регенерация и реактивация сульфидных катализаторов глубокой гидроочистки нефтяного сырья. Обоснование актуальности исследований в области разработки технологии регенерации и реактивации сульфидных катализаторов глубокой переработки нефтяного сырья. Окислительная регенерация. Реактивация (восстановление активности) катализаторов. Восстановление активности с помощью микроорганизмов. Утилизация отработанных катализаторов

4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СР
			всего	лекции	практ	Лаб. раб.	ИКР	
1	Раздел 1. Кинетический анализ процессов	12	3	1	1	1		9
2	Раздел 2. Кинетика элементарных и неэлементарных химических реакций.	12	3	1	1	1		9
3	Раздел 3. Скорость реакции	12	3	1	1	1		9
4	Раздел 4. Последовательность кинетического анализа.	12	3	1	1	1		9
5	Раздел 5. Вывод математической модели процесса.	12	3	1	1	1		9
6	Раздел 6. Прикладные задачи кинетического анализа.	13	3	1	1	1		10
7	Раздел 7. Физико-химические основы формирования текстуры пористых тел	13	3	1	1	1		10
8	Раздел 8. Научные основы приготовления катализаторов	13	3	1	1	1		10
10	Зачет	9	0,25				0,25	8,75
	Всего:	108	24,25	8	8	8	0,25	83,75

4.3. План лабораторных занятий

№	Наименование занятия	Задания для самостоятельной работы
1	Приготовление носителей катализаторов гидроочистки по золь-гель технологии. Проведение пептизации массы гидроксида алюминия, регулирование его пластических свойств путем добавления разного количества воды и HNO_3 . Формовка массы методом экструзии. Сушка, прокаливание.	Подготовка к лабораторным занятиям, подготовка к сдаче зачета
2	Построение интегральных и дифференциальных кривых распределения пор по радиусам для синтезированных носителей.	Подготовка к лабораторным занятиям, подготовка к сдаче зачета
3	Влияние количества введенной интермицеллярной жидкости на пористую структуру. Приготовление носителей катализаторов гидроочистки по золь-гель технологии. Проведение пептизации массы гидроксида алюминия, регулирование его пористой структуры путем добавления разного количества триэтиленгликоля (ТЭГ). Формовка массы методом экструзии. Сушка, прокаливание.	Подготовка к лабораторным занятиям, подготовка к сдаче зачета
4	Расчет количества предшественников активных компонентов, исходя из состава и навески катализатора. Расчет состава раствора, исходя из объема пор носителя. Пропитка носителя раствором предшественников активных компонентов.	Подготовка к лабораторным занятиям, подготовка к сдаче зачета
5	Прокаливание катализатора гидроочистки. Растворение навески катализатора. Определение содержания активных компонентов с помощью рентгенофлуоресцентного катализатора.	Подготовка к лабораторным занятиям, подготовка к сдаче зачета

4.4. План практических занятий

№	Наименование практического занятия	Задания для самостоятельной работы
1	Кинетика горения твердого углерода. Адсорбционно-химический акт.	Подготовка к практическим занятиям, выполнение реферата, подготовка к сдаче зачета

2	Цепные реакции. Зарождение цепей, продолжение цепей, обрыв цепей. Длина цепи, разветвляющиеся цепи. Кинетика цепных реакций.	Подготовка к практическим занятиям, выполнение реферата, подготовка к сдаче зачета
3	Сопряженные реакции. Актор, акцептор, индуктор.	Подготовка к практическим занятиям, выполнение реферата, подготовка к сдаче зачета
4	Фотохимические реакции. Фотокаталитические реакции, фотосинтез. Закон фотохимической эквивалентности, квантовый выход.	Подготовка к практическим занятиям, выполнение реферата, подготовка к сдаче зачета
5	Автокатализ. Механизм автокаталитических реакций, индукционный период, ингибирование.	Подготовка к практическим занятиям, выполнение реферата, подготовка к сдаче зачета
6	Электронно-химическая теория катализа	Подготовка к практическим занятиям, выполнение реферата, подготовка к сдаче зачета
7	Ферментативный катализ. Ферменты и их роль в процессах жизнедеятельности организмов. Схема ферментативного катализа	Подготовка к практическим занятиям, выполнение реферата, подготовка к сдаче зачета
8	Применение в промышленности гомогенного и гетерогенного катализа.	Подготовка к практическим занятиям, выполнение реферата, подготовка к сдаче зачета

5. Перечень методического обеспечения самостоятельной работы:

- 1) Брянский Б.Я. Лекции по химической кинетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Я. Брянский. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2017. — 101 с. — 978-5-4487-0040-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66633.html>
- 2) Черепанов В.А. Химическая кинетика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Черепанов, Т.В. Аксенова. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 132 с. — 978-5-7996-1745-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66615.html>
- 3) Холохонова Л.И. Кинетика химических реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Холохонова, Е.В. Короткая. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. — 80 с. — 5-89289-407-Х. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14367.html>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная учебная литература:

- 1) Брянский Б.Я. Лекции по химической кинетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Я. Брянский. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2017. — 101 с. — 978-5-4487-0040-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66633.html>
- 2) Черепанов В.А. Химическая кинетика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Черепанов, Т.В. Аксенова. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 132 с. — 978-5-7996-1745-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66615.html>
- 3) Холохонова Л.И. Кинетика химических реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Холохонова, Е.В. Короткая. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. — 80 с. — 5-89289-407-Х. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14367.html>

Дополнительная учебная литература:

- 1) Воробьев А.Х. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Х. Воробьев, В.Л. Иванов, Л.В. Китаев. — Электрон. текстовые

данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2006. — 592 с. — 5-211-05233-1.—Режим доступа:<http://www.iprbookshop.ru/13107.html>

2) Виноградова Т.В. Кинетика простых гомогенных реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.В. Виноградова. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 75 с. — 978-5-7996-1103-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66160.html>

3) Гончаренко Е.Е. Химическая кинетика и катализ [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / Е.Е. Гончаренко, Ф.З. Бадаев, А.М. Голубев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 52 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31319.html>

8. Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>

2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

9.1 Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции 10-15 минут. Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией - 10-15 минут. Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту 1 час в неделю.

9.2 Описание последовательности действий обучающегося («сценарий изучения дисциплины»).

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции, не применялся на практическом и лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2). При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (1 час) для работы с литературой в библиотеке.

9.3 Рекомендации по работе с литературой.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по кинетике и катализу. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему.

9.4 Рекомендации по подготовке к зачету.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником по курсу. Кроме «заучивания» материала зачета, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы или графики.

При подготовке к зачету нужно изучить теорию: определения всех понятий до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задач из каждой темы.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

1.Операционная система Windows XP (по программе DreamSpark Membership ID 700565236),

2. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018 по 05.03.2019,
3. MS Office Professional Plus 2010 МАК (Open License № 63829947 с 15.07.2014 - бессрочно)
4. Лицензия на ПО MS Office Professional Plus 2010 МАК (Open License № 63829947 с 15.07.2014 - бессрочно).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, №321: 44 места, проектор Optima EW775, экран, маркерная доска, место для преподавателя, оснащенное компьютером

2. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, помещение для хранения учебного оборудования, №315. 12 рабочих мест. Место для преподавателя, оснащенное компьютером (), интерактивная доска SMART, вытяжные шкафы – 5шт, снабженные освещением и электропроводкой во взрывобезопасном исполнении, водопроводом и канализацией, набор лабораторной посуды для индивидуальной работы, реактивы, необходимые для выполнения работ.

Основные приборы:

- шкаф сушильный SNOL-58/350,
- лабораторные весы Ohaus Traveler PA214 - 2шт, Ohaus Traveler PA413;
- колбонагреватели Экрос ES-4100 – 5 шт, Экрос ES-4120;
- фены BOSCH GHG 660 LCD, Makita HG651C;
- УФ-лампа VL 6LC;
- мембранные насосы KNF – 2шт;
- вакуумный насос Vakuubrand RZ-6;
- ротационный испаритель IKA RV-10 digital;
- центрифуга CM-12;
- рефрактометр ИРФ 454Б2М;
- магнитные мешалки с подогревом и датчиком температуры IKA C-MAG HS7 – 6шт;
- дозаторы одноканальные BIONIT – 3шт;
- учебно-лабораторный комплекс «Химия» (УЛК) (универсальный контроллер, центральный контроллер, модуль «Термостат», датчик для кондуктометрических измерений, датчик температуры, мешалка);
- поляриметр круговой CM-3,
- поляриметр полуавтоматический Atago POLAX 2L;