

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химические методы анализа

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль): **Техносферная безопасность**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 24 | 24 | часов |
| 2 | Практические занятия | 28 | 28 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 68 | 68 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 76 | 76 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е |

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного 2016-03-21 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

старший преподаватель каф.

РЭТЭМ

_____ Тихонова М. В.

Заведующий обеспечивающей каф.

РЭТЭМ

_____ Туев В. И.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ

_____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф.

РЭТЭМ

_____ Туев В. И.

Эксперты:

доцент каф. РЭТЭМ

_____ Екимова И. А.

доцент каф. РЭТЭМ

_____ Несмелова Н. Н.

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование представлений об этапах и методах физико-химического анализа, позволяющих критически осмысливать условия состояния окружающей среды и применять полученные знания для решения нестандартных профессиональных задач

1.2. Задачи дисциплины

- Формирование представлений об основных этапах и методах физико-химического анализа
- Изучение теоретических основ методов физико-химического анализа
- Изучение основных методов качественного и количественного анализа веществ
- Обзор области применения методов физико-химического анализа для анализа технических объектов, продукции и состояния окружающей среды

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» (Б1.Б.18) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Физика-1, Физика-2, Физико-химические процессы в техносфере, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Безопасность жизнедеятельности, Безопасность труда, Инструментальный контроль параметров среды обитания, Источники загрязнения и мониторинг среды обитания.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-11 способностью к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления её возможностей и ресурсов, способностью к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** Основные этапы и методы физико-химического анализа; теоретические основы методов физико-химического анализа; методы качественного и количественного анализа веществ; области применения методов физико-химического анализа для анализа технических объектов, продукции и состояния окружающей среды

- **уметь** Применять теоретические знания в целях исследования окружающей среды, для выявления ее возможностей и ресурсов; применять теоретические знания для решения профессиональных задач

- **владеть** Способностью к критическому мышлению, позволяющему оценить возможности и ресурсы окружающей среды; способностью разрешать проблемные ситуации; способностью принимать стандартные и нестандартные решения; навыками выполнения химических экспериментов, методами обработки результатов анализа

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|----------------------------|-------------|-----------|
| | | 3 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 68 | 68 |
| Лекции | 24 | 24 |
| Практические занятия | 28 | 28 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |

| | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Самостоятельная работа (всего) | 76 | 76 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | 12 |
| Проработка лекционного материала | 9 | 9 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 15 | 15 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 40 | 40 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Общая трудоемкость час | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 4.0 | 4.0 |

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 | Основы аналитической химии. Классификация методов анализа. | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | ОК-11 |
| 2 | Основные этапы анализа. Математическая точность результатов анализа и оценка их качества. | 2 | 4 | 4 | 9 | 19 | ОК-11 |
| 3 | Физико-химические методы анализа и их классификация. Общие методы количественного определения веществ. | 2 | 0 | 4 | 5 | 11 | ОК-11 |
| 4 | Спектральные методы анализа. | 6 | 8 | 0 | 18 | 32 | ОК-11 |
| 5 | Хроматографические методы анализа | 6 | 8 | 8 | 22 | 44 | ОК-11 |
| 6 | Электрохимические методы анализа | 6 | 8 | 0 | 21 | 35 | ОК-11 |
| | Итого | 24 | 28 | 16 | 76 | 144 | |

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|-------------------|-------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|
| <p>1 Основы аналитической химии. Классификация методов анализа.</p> | <p>Предмет аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Классификация методов анализа: химические, физические, физико-химические методы. Характеристики методов анализа: предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, основа, примесь. Аналитический сигнал. Интенсивность и разрешающая способность аналитического сигнала. Селективность, специфичность и экспрессность методов анализа. Направления развития аналитической химии.</p> | <p>2</p> | <p>ОК-11</p> |
| | <p>Итого</p> | <p>2</p> | |
| <p>2 Основные этапы анализа. Математическая точность результатов анализа и оценка их качества.</p> | <p>Отбор, усреднение пробы и взятие навески. Разложение (вскрытие) пробы. Разложение, выделение определяемого компонента и его концентрирование химическими, физическими и физико-химическими методами. Регистрация и измерение величины аналитического сигнала. Фон (шум). Расчет результатов анализа. Уравнение связи. Градуировочный график. Коэффициент чувствительности. Точность анализа. Абсолютная и относительная погрешность анализа. Параметры качества анализа: правильность, точность, воспроизводимость и надежность. Классификация погрешностей: случайные, грубые, систематические. Стандартное отклонение.</p> | <p>2</p> | <p>ОК-11</p> |
| | <p>Итого</p> | <p>2</p> | |
| <p>3 Физико-химические методы анализа и их классификация. Общие методы количественного определения веществ.</p> | <p>Физико-химические методы анализа и их преимущества. Классификация физико-химических методов анализа. Прямые и косвенные ФХМА. Эталонные и безэталонные ФХМА. Основные методы количественного определения: метод градуировочной функции (стандартной серии), метод стандартов, метод стандартных добавок</p> | <p>2</p> | <p>ОК-11</p> |
| | <p>Итого</p> | <p>2</p> | |
| <p>4 Спектральные методы анализа.</p> | <p>Спектры и их характеристики. Спектральные методы анализа: эмиссионные, рефракционные, абсорбционные, методы рассеяния.</p> | <p>6</p> | <p>ОК-11</p> |

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|
| | <p>Оптические методы анализа. Возбужденное состояние атомов. Спектральные линии. Спектры испускания и поглощения. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Монохроматизация излучения. Методы регистрации спектров. Количественный и качественный анализ в АЭС. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Оптическая плотность. Количественный анализ в ААС. Методы молекулярно-абсорбционного анализа. Колориметрия. Коэффициент пропускания. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Методы количественного анализа в фотоколориметри</p> | | |
| | Итого | 6 | |
| 5 Хроматографические методы анализа | <p>Хроматография. Абсорбция, адсорбция. Подвижная и неподвижная фаза. Хроматографическая колонка. Классификация хроматографических методов анализа. Способы проведения хроматографии: фронтальный, вытеснительный, проявительный. Газо-жидкостная хроматография. Устройство и принцип работы газового хроматографа. Детектирование в хроматографии. Качественный хроматографический анализ. Хроматографические пики. Хроматограмма. Время и объем удерживания вещества. Методы количественного анализа в ГЖХ. Бумажная распределительная хроматография: восходящая, нисходящая, радиально-распределительная. Коэффициенты подвижности. Качественный и количественный анализ в бумажной хроматографии.</p> | 6 | ОК-11 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Электрохимические методы анализа | <p>Классификация электродов: первого рода, второго рода, редокс-электроды, мембранные (ионселективные) электроды. Индикаторные электроды, электроды сравнения, вспомогательные электроды. Электродные процессы в растворах. Электрическое сопротивление раствора. Удельная и эквивалентная электропроводность. Прямая и</p> | 6 | ОК-11 |

| | | | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|
| | косвенная кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Определение водородного показателя с помощью потенциометрии. Кулонометрия. | | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 24 | |

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| № | Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 | Математика | + | + | + | + | + | + |
| 2 | Физика-1 | + | + | + | + | + | + |
| 3 | Физика-2 | + | + | + | + | + | + |
| 4 | Физико-химические процессы в техносфере | + | + | + | + | + | + |
| 5 | Химия | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 | Безопасность жизнедеятельности | + | + | + | + | + | + |
| 2 | Безопасность труда | + | + | + | + | + | + |
| 3 | Инструментальный контроль параметров среды обитания | + | + | + | + | + | + |
| 4 | Источники загрязнения и мониторинг среды обитания | + | + | + | + | + | + |

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|-------|---|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-11 | + | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Дифференцированный зачет |
|-------|---|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов | Содержание лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 2 Основные этапы анализа. Математическая точность результатов анализа и оценка их качества. | Растворы | 4 | ОК-11 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Физико-химические методы анализа и их классификация. Общие методы количественного определения веществ. | Диаграмма плавкости двухкомпонентной системы | 4 | ОК-11 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Хроматографические методы анализа | Адсорбция | 8 | ОК-11 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 2 Основные этапы анализа. Математическая точность результатов анализа и оценка их качества. | Приготовление растворов из стандартных веществ | 4 | ОК-11 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Спектральные методы анализа. | Фотоколориметрия | 4 | ОК-11 |
| | ИК-спектроскопия. Рентгеновская | 4 | |

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----|-------|
| | спектроскопия. УФ-спектроскопия. | | |
| | Итого | 8 | |
| 5 Хроматографические методы анализа | Газожидкостная и бумажная хроматография | 4 | ОК-11 |
| | Тонкослойная хроматография. Ионообменная хроматография. | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 6 Электрохимические методы анализа | Электропроводность. Кондуктометрия. Потенциометрия. Кулонометрия. | 4 | ОК-11 |
| | Электрогравиметрия. Амперометрия. Вольтамперометрия. | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 28 | |

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Основы аналитической химии. Классификация методов анализа. | Проработка лекционного материала | 1 | ОК-11 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен |
| | Итого | 1 | | |
| 2 Основные этапы анализа. Математическая точность результатов анализа и оценка их качества. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-11 | Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 9 | | |
| 3 Физико-химические методы анализа и их классификация. Общие методы количественного определения веществ. | Проработка лекционного материала | 1 | ОК-11 | Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 4 Спектральные методы анализа. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОК-11 | Выступление (доклад) на занятии, Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |

| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | | индивидуальному заданию |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 18 | | |
| 5 Хроматографические методы анализа | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОК-11 | Выступление (доклад) на занятии, Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 22 | | |
| | 6 Электрохимические методы анализа | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | | |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | | 4 | | |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | | 7 | | |
| Проработка лекционного материала | | 2 | | |
| Итого | | 21 | | |
| Итого за семестр | | 76 | | |
| Итого | 76 | | | |

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Электрогравиметрия.
2. Амперометрия.
3. Вольтамперометрия.
4. Тонкослойная хроматография. Ионообменная хроматография
5. ИК-спектроскопия.
6. Рентгеновская спектроскопия.
7. УФ-спектроскопия.

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|----------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| 3 семестр | | | | |
| Дифференцированный зачет | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Конспект самоподготовки | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Опрос на занятиях | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по индивидуальному заданию | 5 | 10 | 10 | 25 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Итого максимум за период | 30 | 35 | 35 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 65 | 100 | 100 |

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|-------------------------------------------------------|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 65 - 69 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 - 64 | E (посредственно) |

| | | |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Коровин Н.В. Общая химия : учебник для вузов / Н. В. Коровин. - 7-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2006. - 556[4] с. : ил., табл. - (Победитель конкурса учебников). - Библиогр.: с. 546. -Предм. указ.: с. 547-558. (наличие в библиотеке ТУСУР - 220 экз.)
2. Основы общей и физической химии: Учебное пособие / Тихонова М. В., Екимова И. А. - 2015. 200 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5136>, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Домаскин Б.Б. Электрохимия : Учебное пособие для вузов / Б. Б. Домаскин, О. А. Петрий. - М. : Высшая школа, 1987. - 295[1] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 287-293. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)
2. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия : учебник для вузов / Л. И. Антропов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1969. - 509[3] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 497-498. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
3. Стромберг А.Г. Физическая химия : Учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; ред. А. Г. Стромберг. - 4-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2001. - 526[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 511-515. -Предм. указ.: с. 516-522. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Сборник задач и упражнений по общей химии: Сборник задач и упражнений по общей химии / Чикин Е. В. - 2012. 220 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/642>, свободный.
2. Лабораторные работы по химии: Учебно-методическое пособие / Чикин Е. В. - 2012. 78 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3020>, свободный.
3. Химия: Методические указания для проведения практических занятий, лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Химия» / Тихонова М. В. - 2015. 26 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5137>, свободный.
4. Чикин Е.В. Сборник задач по общей химии [Текст] : учебно-методическое пособие / Е. В. Чикин; рец. канд. хим. наук А. И. Галанов; рец. С. Я. Александрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 296 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. <http://edu.tusur.ru> – научно-образовательный портал
2. <http://www.chemistry.narod.ru>, <http://www.xumuk.ru> – информационно-справочные ресурсы
3. <http://elibrary.ru> – научная электронная библиотека
4. <http://www.twirpx.com> – электронные книги по химии
5. <http://mv-tihonova.ucoz.ru> - информационный сайт для студентов ТУСУРа

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Химическая посуда и реактивы, фотоэлектрический фотометр, иономер, химическая лаборатория, вытяжной шкаф, мультимедийное оборудование.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Физико-химические методы анализа

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль): **Техносферная безопасность**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

– старший преподаватель каф. РЭТЭМ Тихонова М. В.

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2016

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-11 | способностью к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления её возможностей и ресурсов, способностью к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций | <p>Должен знать Основные этапы и методы физико-химического анализа; теоретические основы методов физико-химического анализа; методы качественного и количественного анализа веществ; области применения методов физико-химического анализа для анализа технических объектов, продукции и состояния окружающей среды;</p> <p>Должен уметь Применять теоретические знания в целях исследования окружающей среды, для выявления ее возможностей и ресурсов; применять теоретические знания для решения профессиональных задач;</p> <p>Должен владеть Способностью к критическому мышлению, позволяющему оценить возможности и ресурсы окружающей среды; способностью разрешать проблемные ситуации; способностью принимать стандартные и нестандартные решения; навыками выполнения химических экспериментов, методами обработки результатов анализа;</p> |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к |

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОК-11

ОК-11: способностью к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления её возможностей и ресурсов, способностью к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание этапов | Основные этапы и методы физико-химического анализа; теоретические основы методов физико-химического анализа; методы качественного и количественного анализа веществ; области применения методов физико-химического анализа для анализа технических объектов, продукции и состояния окружающей среды | Применять теоретические знания в целях исследования окружающей среды, для выявления ее возможностей и ресурсов; применять теоретические знания для решения профессиональных задач | Способностью к критическому мышлению, позволяющему оценить возможности и ресурсы окружающей среды; способностью разрешать проблемные ситуации; способностью принимать стандартные и нестандартные решения; навыками выполнения химических экспериментов, методами обработки результатов анализа |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен; • Выступление (доклад) на занятии; • Дифференцированный зачет; • Дифференцированны |

| | | | |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Дифференцированы й зачет; • Дифференцированы й зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Дифференцированы й зачет; • Дифференцированы й зачет; | й зачет; |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Знает основные этапы и методы физико-химического анализа; теоретические основы методов физико-химического анализа; методы качественного и количественного анализа веществ; области применения методов физико-химического анализа для анализа технических объектов, продукции и состояния окружающей среды; • Воспроизводит теоретический материал без использования учебного пособия; • Свободно излагает материал в устной форме; | <ul style="list-style-type: none"> • Успешно применяет теоретические знания в целях исследования окружающей среды, для выявления ее возможностей и ресурсов; • Применяет теоретические знания для решения комплексных и нестандартных профессиональных задач; | <ul style="list-style-type: none"> • Владеет критическим мышлением, позволяющим разрешать стандартные и нестандартные проблемные ситуации, связанные с выполнением профессиональных задач; • Самостоятельно выполняет химические эксперименты, обрабатывает экспериментальные данные и составляет отчет в течение планируемого занятия; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Знает основные этапы и методы физико-химического анализа; теоретические основы методов физико-химического анализа; методы качественного и количественного анализа веществ; области применения методов физико-химического анализа для анализа технических объектов, продукции и состояния окружающей среды; • Воспроизводит теоретический | <ul style="list-style-type: none"> • Применяет теоретические знания в целях исследования окружающей среды, для выявления ее возможностей и ресурсов; • Применяет теоретические знания для решения стандартных профессиональных задач; | <ul style="list-style-type: none"> • Владеет критическим мышлением, позволяющим разрешать стандартные проблемные ситуации, связанные с выполнением профессиональных задач; • Самостоятельно или с помощью преподавателя выполняет химические эксперименты, обрабатывает экспериментальные данные и составляет отчет частично в течение планируемого |

| | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>материал с использованием теоретических знаний или учебного пособия;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Частично излагает материал в устной форме; | | занятия; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Основные этапы и методы физико-химического анализа; теоретические основы методов физико-химического анализа; методы качественного и количественного анализа веществ; области применения методов физико-химического анализа для анализа технических объектов, продукции и состояния окружающей среды; • Воспроизводит теоретический материал с использованием учебного пособия; | <ul style="list-style-type: none"> • Применяет теоретические знания в целях исследования окружающей среды, для выявления ее возможностей и ресурсов; • Применяет теоретические знания для решения базовых профессиональных задач; | <ul style="list-style-type: none"> • Владеет критическим мышлением, позволяющим разрешать стандартные проблемные ситуации, связанные с выполнением профессиональных задач; • Выполняет химический эксперимент с помощью преподавателя, обрабатывает экспериментальные данные и составляет отчет частично в течение планируемого занятия или в неаудиторное время; |

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Электрогравиметрия. Амперометрия. Вольтамперометрия. Тонкослойная хроматография. Ионообменная хроматография ИК-спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия. УФ-спектроскопия.

3.2 Темы индивидуальных заданий

- Приготовление растворов из стандартных веществ
- Фотоколориметрия
- Газожидкостная и бумажная хроматография
- Электропроводность. Кондуктометрия. Потенциометрия. Кулонометрия.

3.3 Темы опросов на занятиях

– Предмет аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Классификация методов анализа: химические, физические, физико-химические методы. Характеристики методов анализа: предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, основа, примесь. Аналитический сигнал. Интенсивность и разрешающая способность аналитического сигнала. Селективность, специфичность и экспрессность методов анализа. Направления развития аналитической химии.

- Отбор, усреднение пробы и взятие навески. Разложение (вскрытие) пробы. Разложение,

выделение определяемого компонента и его концентрирование химическими, физическими и физико-химическими методами. Регистрация и измерение величины аналитического сигнала. Фон (шум). Расчет результатов анализа. Уравнение связи. Градуировочный график. Коэффициент чувствительности. Точность анализа. Абсолютная и относительная погрешность анализа. Параметры качества анализа: правильность, точность, воспроизводимость и надежность. Классификация погрешностей: случайные, грубые, систематические. Стандартное отклонение.

– Физико-химические методы анализа и их преимущества. Классификация физико-химических методов анализа. Прямые и косвенные ФХМА. Эталонные и безэталонные ФХМА. Основные методы количественного определения: метод градуировочной функции (стандартной серии), метод стандартов, метод стандартных добавок

– Спектры и их характеристики. Спектральные методы анализа: эмиссионные, рефракционные, абсорбционные, методы рассеяния. Оптические методы анализа. Возбужденное состояние атомов. Спектральные линии. Спектры испускания и поглощения. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Монохроматизация излучения. Методы регистрации спектров. Количественный и качественный анализ в АЭС. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Оптическая плотность. Количественный анализ в ААС. Методы молекулярно-абсорбционного анализа. Колориметрия. Коэффициент пропускания. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Методы количественного анализа в фотоколориметри

– Хроматография. Абсорбция, адсорбция. Подвижная и неподвижная фаза. Хроматографическая колонка. Классификация хроматографических методов анализа. Способы проведения хроматографии: фронтальный, вытеснительный, проявительный. Газо-жидкостная хроматография. Устройство и принцип работы газового хроматографа. Детектирование в хроматографии. Качественный хроматографический анализ. Хроматографические пики. Хроматограмма. Время и объем удерживания вещества. Методы количественного анализа в ГЖХ. Бумажная распределительная хроматография: восходящая, нисходящая, радиально-распределительная. Коэффициенты подвижности. Качественный и количественный анализ в бумажной хроматографии.

– Классификация электродов: первого рода, второго рода, редокс-электроды, мембранные (ионселективные) электроды. Индикаторные электроды, электроды сравнения, вспомогательные электроды. Электродные процессы в растворах. Электрическое сопротивление раствора. Удельная и эквивалентная электропроводность. Прямая и косвенная кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Определение водородного показателя с помощью потенциометрии. Кулонометрия.

3.4 Темы докладов

- Электрогравиметрия.
- Амперометрия.
- Вольтамперометрия.
- Тонкослойная хроматография. Ионообменная хроматография
- ИК-спектроскопия.
- Рентгеновская спектроскопия.
- УФ-спектроскопия.

3.5 Экзаменационные вопросы

– 1. Предмет аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Классификация методов анализа: химические, физические, физико-химические методы. 2. Характеристики методов анализа: предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, основа, примесь. 3. Аналитический сигнал. Интенсивность и разрешающая способность аналитического сигнала. Селективность, специфичность и экспрессность методов анализа. Направления развития аналитической химии. 4. Отбор, усреднение пробы и взятие навески. Разложение (вскрытие) пробы. Разложение, выделение определяемого компонента и его концентрирование химическими, физическими и физико-химическими методами. 5. Регистрация и измерение величины аналитического сигнала. Фон (шум). Расчет результатов анализа. 6. Уравнение связи. Градуировочный график. Коэффициент чувствительности. 7. Точность анализа. Абсолютная и относительная погрешность анализа. Параметры качества анализа: правильность, точность, воспроизводимость и надежность. 8. Классификация погрешностей: случайные, грубые,

систематические. Стандартное отклонение. 9. Физико-химические методы анализа и их преимущества. Классификация физико-химических методов анализа. Прямые и косвенные ФХМА. Эталонные и безэталонные ФХМА. 10. Основные методы количественного определения: метод градуировочной функции (стандартной серии), метод стандартов, метод стандартных добавок 11.Спектры и их характеристики. Спектральные методы анализа: эмиссионные, рефракционные, абсорбционные, методы рассеяния. 12.Оптические методы анализа. Возбужденное состояние атомов. Спектральные линии. Спектры испускания и поглощения. 13.Атомно-эмиссионная спектроскопия. Монохроматизация излучения. Методы регистрации спектров. 14.Количественный и качественный анализ в АЭС. 15. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Оптическая плотность. Количественный анализ в ААС. 16. Методы молекулярно-абсорбционного анализа. Колориметрия. Коэффициент пропускания. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. 17. Методы количественного анализа в фотоколориметрии 18. ИК-спектроскопия. 19.Рентгеновская спектроскопия. 20.УФ-спектроскопия. 21.Хроматография. Абсорбция, адсорбция. Подвижная и неподвижная фаза. Хроматографическая колонка. Классификация хроматографических методов анализа. 22.Способы проведения хроматографии: фронтальный, вытеснительный, проявительный. 23.Газо-жидкостная хроматография. Устройство и принцип работы газового хроматографа. Детектирование в хроматографии. 24. Качественный хроматографический анализ. Хроматографические пики. Хроматограмма. Время и объем удерживания вещества. 25.Методы количественного анализа в ГЖХ. 25.Бумажная распределительная хроматография: восходящая, нисходящая, радиально-распределительная. 26.Коэффициенты подвижности. Качественный и количественный анализ в бумажной хроматографии. 27.Тонкослойная хроматография. 28.Ионообменная хроматография 29.Классификация электродов: первого рода, второго рода, редокс-электроды, мембранные (ионселективные) электроды. 30.Индикаторные электроды, электроды сравнения, вспомогательные электроды. Электродные процессы в растворах. 31. Электрическое сопротивление раствора. Удельная и эквивалентная электропроводность. 32.Прямая и косвенная кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. 33.Определение водородного показателя с помощью потенциометрии. 34.Кулонометрия. 35. Электрогравиметрия. 36. Амперометрия. 37. Вольтамперометрия

3.6 Вопросы дифференцированного зачета

- Электрогравиметрия.
- Амперометрия.
- Вольтамперометрия.
- Тонкослойная хроматография. Ионообменная хроматография
- ИК-спектроскопия.
- Рентгеновская спектроскопия.
- УФ-спектроскопия.

3.7 Темы лабораторных работ

- Растворы
- Адсорбция
- Диаграмма плавкости двухкомпонентной системы

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Коровин Н.В. Общая химия : учебник для вузов / Н. В. Коровин. - 7-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2006. - 556[4] с. : ил., табл. - (Победитель конкурса учебников). - Библиогр.: с. 546. -Предм. указ.: с. 547-558. (наличие в библиотеке ТУСУР - 220 экз.)
2. Основы общей и физической химии: Учебное пособие / Тихонова М. В., Екимова И. А. - 2015. 200 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5136>,

свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Домаскин Б.Б. Электрохимия : Учебное пособие для вузов / Б. Б. Домаскин, О. А. Петрий. - М. : Высшая школа, 1987. - 295[1] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 287-293. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)
2. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия : учебник для вузов / Л. И. Антропов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1969. - 509[3] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 497-498. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
3. Стромберг А.Г. Физическая химия : Учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; ред. А. Г. Стромберг. - 4-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2001. - 526[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 511-515. -Предм. указ.: с. 516-522. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Сборник задач и упражнений по общей химии: Сборник задач и упражнений по общей химии / Чикин Е. В. - 2012. 220 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/642>, свободный.
2. Лабораторные работы по химии: Учебно-методическое пособие / Чикин Е. В. - 2012. 78 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3020>, свободный.
3. Химия: Методические указания для проведения практических занятий, лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Химия» / Тихонова М. В. - 2015. 26 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5137>, свободный.
4. Чикин Е.В. Сборник задач по общей химии [Текст] : учебно-методическое пособие / Е. В. Чикин; рец. канд. хим. наук А. И. Галанов; рец. С. Я. Александрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 296 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. <http://edu.tusur.ru> – научно-образовательный портал
2. <http://www.chemistry.narod.ru>, <http://www.xumuk.ru> – информационно-справочные ресурсы
3. <http://elibrary.ru> – научная электронная библиотека
4. <http://www.twirpx.com> – электронные книги по химии
5. <http://mv-tihonova.ucoz.ru> - информационный сайт для студентов ТУСУРа