

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-ae0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Физическая химия**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

Направленность (профиль): **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                    | 28        | 28    | часов   |
| 2 | Практические занятия      | 20        | 20    | часов   |
| 3 | Лабораторные занятия      | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий  | 64        | 64    | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа    | 44        | 44    | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)      | 108       | 108   | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость        | 108       | 108   | часов   |
|   |                           | 3.0       | 3.0   | 3.Е     |

Зачет: 2 семестр

Томск 2016

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 2015-11-12 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.

КИПР

\_\_\_\_\_ Озеркин Д. В.

Эксперты:

доцент каф. РЭТЭМ

\_\_\_\_\_ Екимова И. А.

доцент каф. РЭТЭМ

\_\_\_\_\_ Несмелова Н. Н.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

изучение физико-химических процессов и явлений, необходимых для описания свойств материалов в процессе эксплуатации, изучения технологии их производства, а также процессов, лежащих в основе современных методов исследования качества материалов.

### 1.2. Задачи дисциплины

- теоретических основ химической термодинамики, химической кинетики, электрохимии, гомогенного и фазового равновесий;
- поверхностных явлений, термодинамических и кинетических закономерностей протекания физико-химических процессов;
- критериев термодинамического равновесия и устойчивости разных физико-химических систем и получение практических навыков их исследования;

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физическая химия» (Б1.В.ДВ.8.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика 1, Физика, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Безопасность жизнедеятельности, Материалы и компоненты электронных средств, Экология.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основные понятия физической химии; взаимосвязь физических и химических явлений и процессов; термодинамические и кинетические закономерности физико-химических процессов; модели и характеристики разных физико-химических систем и их состояния; теоретические основы поверхностных явлений на границе раздела фаз; критерии термодинамического равновесия и устойчивости разных физико-химических систем.

- **уметь** применить знания свойств химических систем и протекающих в них физико-химических процессов для решения конкретных практических задач в охватываемых данным направлением областях науки и техники, инновационных технологий.

- **владеть** практическими навыками использования теоретических закономерностей физической химии при решении профессиональных задач по разработке технологий производства и эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                    | 28        | 28    | часов   |
| 2 | Практические занятия      | 20        | 20    | часов   |
| 3 | Лабораторные занятия      | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий  | 64        | 64    | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа    | 44        | 44    | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)      | 108       | 108   | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость        | 108       | 108   | часов   |
|   |                           | 3.0       | 3.0   | 3.Е     |

## 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<br>(без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Физико-химические системы. Твердые вещества. Дисперсные системы | 4      | 4                    | 0                   | 6                      | 14                            | ОПК-1                   |
| 2 | Энергетика химических реакций. Основы термодинамики растворов   | 6      | 4                    | 0                   | 6                      | 16                            | ОПК-1                   |
| 3 | Химическая кинетика   | 2      | 2                    | 4                   | 8                      | 16                            | ОПК-1                   |
| 4 | Химическое и фазовое равновесие                                 | 4      | 2                    | 4                   | 8                      | 18                            | ОПК-1                   |
| 5 | Основы учения о поверхностных явлениях                          | 6      | 4                    | 4                   | 8                      | 22                            | ОПК-1                   |
| 6 | Электрохимия: электролиты. Химические источники тока (ХИТы)     | 6      | 4                    | 4                   | 8                      | 22                            | ОПК-1                   |
|   | Итого   | 28     | 20                   | 16                  | 44                     | 108                           |                         |

### 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 |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр   |   |                 |                         |
| 1 Физико-химические системы. Твердые вещества. Дисперсные системы | Классификации физико-химических систем. Кристаллическое и аморфное состояния твердых веществ. Свойства, внутреннее строение, симметрия, виды симметрии и кристаллических решеток. Дисперсные системы (ДС). Истинные и коллоидные растворы, их свойства. Гели, студни; микрогетерогенные системы: суспензии, пасты, эмульсии, пены, порошки, аэрозоли). Методы получения ДС и определения размеров дисперсных частиц | 4               | ОПК-1                   |
|   | Итого   | 4               |                         |

|   |   |   |       |
|---|---|---|-------|
| 2 Энергетика химических реакций. Основы термодинамики растворов | Экстенсивные и интенсивные свойства термодинамических систем. Приложение первого начала термодинамики к разным процессам. Зависимости теплового эффекта реакции и теплоемкости веществ от температуры. Уравнение Кирхгоффа. Теплоемкость термодинамической системы в разных агрегатных состояниях. Понятие и мера термодинамического сродства по Гиббсу и Гельмгольцу. Третье начало термодинамики и его следствие. Постулат Планка. Термодинамическая классификация растворов, законы и свойства идеальных и неидеальных растворов. Избыточные термодинамические функции   | 6 | ОПК-1 |
|   | Итого   | 6 |       |
| 3 Химическая кинетика   | Основные кинетические теории. Методы исследования механизма химических реакций: определения их порядка, числа и скорости стадий реакции. Кинетика сложных реакций   | 2 | ОПК-1 |
|   | Итого   | 2 |       |
| 4 Химическое и фазовое равновесие                               | Основы термодинамической теории равновесия: понятия, определения; принцип равновесия Гиббса. Виды состояний равновесия термодинамической системы. Принцип смещения равновесия. Дифференциальное уравнение Ван-дер-Ваа-льса. Законы Гиббса - Коновалова. Химическое равновесие. Уравнение изотермы химической реакции. Стандартное сродство. Уравнение изобары и изохоры Вант-Гоффа. Зависимость химического сродства от температуры и давления. Фазовые равновесия. Зависимость изобарно-изотермического потенциала от температуры, давления и концентрации. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Трехфазное равновесие в двухкомпонентной системе | 4 | ОПК-1 |
|   | Итого   | 4 |       |
| 5 Основы учения о поверхностных явлениях                        | Особенности строения поверхности раздела фаз. Адсорбция. Изотермы   | 6 | ОПК-1 |

|   |   |    |       |
|---|---|----|-------|
|   | адсорбции газов. Полимолекулярная адсорбция паров. Термодинамическое равновесие поверхностного слоя с объемными фазами. Изменение свободной энергии при адсорбции. Энтропия и теплота адсорбции. Монослойные пленки. Поверхностное давление и уравнение состояния монослоя.   |    |       |
|   | Итого   | 6  |       |
| 6 Электрохимия: электролиты. Химические источники тока (ХИТы) | Основы учения об электролитах. Электрическая проводимость растворов электролитов. Оценка степени диссоциации. Аномалии в сильных электролитах. Теория активностей Льюиса. Закон ионной силы. Теории сильных электролитов, электрической проводимости растворов электролитов. Эффект Вина. Термодинамическая теория ЭДС. Типы электрохимических цепей. Химические источники тока (ХИТы): типы, устройство, устойчивость, перспективы | 6  | ОПК-1 |
|   | Итого   | 6  |       |
| Итого за семестр  |   | 28 |       |

### 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 1                               | +   | + | + | + | + | + |
| 2                         | Физика                                     | +   | + | + | + | + | + |
| 3                         | Химия                                      | +   | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины    |  |   |   |   |   |   |   |
| 1                         | Безопасность жизнедеятельности             | +   | + | + | + | + | + |
| 2                         | Материалы и компоненты электронных средств | +   | + | + | + | + | + |
| 3                         | Экология                                   | +   | + | + | + | + | + |

### 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 |  |
| ОПК-1       | +            | +                    | +                    | +                      | Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Реферат |

### 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 |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр   |   |                 |                         |
| 3 Химическая кинетика   | Скорость химических реакций.<br>Химическое равновесие | 4               | ОПК-1                   |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 4 Химическое и фазовое равновесие                             | Диаграмма плавкости<br>двухкомпонентной системы       | 4               | ОПК-1                   |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 5 Основы учения о поверхностных явлениях                      | Адсорбция   | 4               | ОПК-1                   |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 6 Электрохимия: электролиты. Химические источники тока (ХИТы) | Электролиз. Коррозия                                  | 4               | ОПК-1                   |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 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,<br>ч | Формируемые компетенции |
|---|--|--------------------|-------------------------|
| 2 семестр   |  |                    |                         |
| 1 Физико-химические системы. Твердые вещества. Дисперсные системы | Твердые тела, аморфные и кристаллические: структура, свойства. Дисперсные системы. Истинные и коллоидные растворы: свойства. Золи, гели, студни; суспензии, пасты, эмульсии, пены, аэрозоли, порошки.  | 4                  | ОПК-1                   |
|   | Итого  | 4                  |                         |
| 2 Энергетика химических реакций. Основы термодинамики растворов   | Законы термодинамики. Теплоемкость. Зависимость теплового эффекта реакции, теплоемкости веществ от температуры. Уравнение Кирхгоффа. Теплоемкость для разных агрегатных состояний термодинамической системы. Законы и свойства растворов, идеальных и неидеальных. | 4                  | ОПК-1                   |
|   | Итого  | 4                  |                         |
| 3 Химическая кинетика   | Расчет скорости гомогенных, гетерогенных реакций. Определение порядка реакции.   | 2                  | ОПК-1                   |
|   | Итого  | 2                  |                         |
| 4 Химическое и фазовое равновесие                                 | Термический анализ и построение диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Правило фаз Гиббса. Правило рычага.  | 2                  | ОПК-1                   |
|   | Итого  | 2                  |                         |
| 5 Основы учения о поверхностных явлениях                          | Изменение свободной энергии при адсорбции. Энтропия и теплота адсорбции. Изотермы адсорбции газов. Монослойные пленки. Поверхностное давление и уравнение состояния монослоя.  | 4                  | ОПК-1                   |
|   | Итого  | 4                  |                         |
| 6 Электрохимия: электролиты. Химические источники тока (ХИТы)     | Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Определение типа ОВР, составление уравнений. Расчеты ЭДС. Уравнение Нернста. Теория активностей Льюиса. Закон ионной силы. Законы Фарадея.   | 4                  | ОПК-1                   |
|   | Итого  | 4                  |                         |
| Итого за семестр  |  | 20                 |                         |



## 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   |
|---|---|----------------|-------------------------|--|
| 2 семестр   |   |                |                         |  |
| 1 Физико-химические системы. Твердые вещества. Дисперсные системы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2              | ОПК-1                   | Отчет по индивидуальному заданию, Контрольная работа, Выступление (доклад) на занятии, Реферат, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях                               |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 2              |                         |  |
|   | Проработка лекционного материала                                  | 2              |                         |  |
|   | Итого   | 6              |                         |  |
| 2 Энергетика химических реакций. Основы термодинамики растворов   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2              | ОПК-1                   | Отчет по индивидуальному заданию, Контрольная работа, Выступление (доклад) на занятии, Реферат, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях                               |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 2              |                         |  |
|   | Проработка лекционного материала                                  | 2              |                         |  |
|   | Итого   | 6              |                         |  |
| 3 Химическая кинетика   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2              | ОПК-1                   | Отчет по индивидуальному заданию, Контрольная работа, Выступление (доклад) на занятии, Реферат, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 2              |                         |  |
|   | Проработка лекционного материала                                  | 2              |                         |  |
|   | Подготовка к лабораторным работам                                 | 2              |                         |  |
|   | Итого   | 8              |                         |  |
| 4 Химическое и фазовое равновесие                                 | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2              | ОПК-1                   | Отчет по индивидуальному заданию, Контрольная работа, Выступление (доклад) на занятии,   |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов)                           | 2              |                         |  |

|   |   |    |       |  |
|---|---|----|-------|--|
|   | теоретической части курса   |    |       | Реферат, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе  |
|   | Проработка лекционного материала                                  | 2  |       |  |
|   | Подготовка к лабораторным работам                                 | 2  |       |  |
|   | Итого   | 8  |       |  |
| 5 Основы учения о поверхностных явлениях                      | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2  | ОПК-1 | Отчет по индивидуальному заданию, Контрольная работа, Выступление (доклад) на занятии, Реферат, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 2  |       |  |
|   | Проработка лекционного материала                                  | 2  |       |  |
|   | Подготовка к лабораторным работам                                 | 2  |       |  |
|   | Итого   | 8  |       |  |
| 6 Электрохимия: электролиты. Химические источники тока (ХИТы) | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2  | ОПК-1 | Отчет по индивидуальному заданию, Контрольная работа, Выступление (доклад) на занятии, Реферат, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 2  |       |  |
|   | Проработка лекционного материала                                  | 2  |       |  |
|   | Подготовка к лабораторным работам                                 | 2  |       |  |
|   | Итого   | 8  |       |  |
| Итого за семестр  |   | 44 |       |  |
| Итого   |   | 44 |       |  |

### 9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Кристаллическое и аморфное состояния вещества. Свойства, внутреннее строение, симметрия, виды симметрии и типы кристаллических решеток.
2. Металлы, полупроводники, диэлектрики: свойства. Зонная теория кристаллов.

### 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 |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
|-------------------------------|--|---|---|------------------|

| 2 семестр                        |    |    |     |     |
|----------------------------------|----|----|-----|-----|
| Выступление (доклад) на занятии  | 10 | 5  | 5   | 20  |
| Конспект самоподготовки          | 2  | 2  | 1   | 5   |
| Контрольная работа               | 10 | 5  | 5   | 20  |
| Опрос на занятиях                | 7  | 5  | 5   | 17  |
| Отчет по индивидуальному заданию | 4  | 4  | 3   | 11  |
| Отчет по лабораторной работе     | 2  | 2  | 4   | 8   |
| Реферат                          | 7  | 6  | 6   | 19  |
| Нарастающим итогом               | 42 | 71 | 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. 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.

2. 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.)

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Николаев Н.А. Физическая химия : учебник для вузов / Л. А. Николаев, В. А. Тулупов. - 2-е изд. - М. : Высшая школа, 1967. - 464[4] с. : ил., табл. - Предм. указ.: с. 460-465. - Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

2. Стромберг А.Г. Физическая химия [Текст]: учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; ред. А. Г. Стромберг. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 496 с. : ил. - Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

3. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия : Учебник для вузов / Р. А. Хмельницкий. - М. : Высшая школа, 1988. - 399[1] с. : рис. - Библиогр.: с. 380. - Предм. указ.: с. 385-394. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

### **12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. 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.

2. Чикин Е.В. Лабораторные работы по химии [Текст]: учебно-методическое пособие / Е. В. Чикин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга. - Томск : ТУСУР, 2012. - 77 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 73. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

3. 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. Лабораторные работы по химии: Учебно-методическое пособие / Чикин Е. В. - 2012. 78 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3020>, свободный.

5. 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.

### **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

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

химическая посуда и химические реактивы, компьютер, мультимедийный проектор, плазменный экран.

### **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**

**Физическая химия**

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

Профиль: **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**

Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

– старший преподаватель каф. РЭТЭМ Тихонова М. В.

Зачет: 2 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   |
|-------|--|--|
| ОПК-1 | способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | Должен знать основные понятия физической химии; взаимосвязь физических и химических явлений и процессов; термодинамические и кинетические закономерности физико-химических процессов; модели и характеристики разных физико-химических систем и их состояния; теоретические основы поверхностных явлений на границе раздела фаз; критерии термодинамического равновесия и устойчивости разных физико-химических систем.; Должен уметь применить знания свойств химических систем и протекающих в них физико-химических процессов для решения конкретных практических задач в охватываемых данным направлением областях науки и техники, инновационных технологий.; Должен владеть практическими навыками использования теоретических закономерностей физической химии при решении профессиональных задач по разработке технологий производства и эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры. ; |

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                       | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое |

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

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

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 понятия физической химии; взаимосвязь физических и химических явлений и процессов; термодинамические и кинетические закономерности физико-химических процессов; модели и характеристики разных физико-химических систем и их состояния; теоретические основы поверхностных явлений на границе раздела фаз; критерии термодинамического равновесия и устойчивости разных физико-химических систем | применить знания свойств химических систем и протекающих в них физико-химических процессов для решения конкретных практических задач в охватываемых данным направлением областях науки и техники, инновационных технологий | практическими навыками использования теоретических закономерностей физической химии при решении профессиональных задач по разработке технологий производства и эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>  |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по индивидуальному</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по индивидуальному</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> </ul>  |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | заданию;<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Реферат;</li> <li>Зачет;</li> </ul> | заданию;<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Реферат;</li> <li>Зачет;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>Реферат;</li> <li>Зачет;</li> </ul> |
|--|--|--|--|

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"> <li>Свободно формулирует основные понятия и законы физической химии ;</li> <li>Воспроизводит теоретический материал без использования учебного пособия;</li> <li>Свободно излагает материал в устной форме;</li> <li>Анализирует и воспроизводит взаимосвязь химических и физических явлений и процессов;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Решает разноплановые практические задачи с использованием теоретических знаний;</li> <li>Умеет применить полученные знания для интерпретации результатов эксперимента, самостоятельно сформулировать выводы;</li> <li>Самостоятельно анализирует сходимость полученных результатов эксперимента с теоретическими предпосылками;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Свободно оперирует методическими указаниями к выполнению эксперимента и организует работу в команде;</li> <li>Строит графические зависимости и обрабатывает результаты эксперимента;</li> <li>Самостоятельно организует дополнительный этап постановки эксперимента для получения удовлетворительного результата;</li> <li>Самостоятельно обрабатывает экспериментальные данные и составляет отчет в течение планируемого занятия;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Формулирует основные понятия и законы физической химии;</li> <li>Воспроизводит теоретический материал с использованием теоретических знаний или учебного пособия;</li> <li>Частично излагает материал в устной форме Воспроизводит взаимосвязь</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Решает практические задачи базового уровня с использованием теоретических знаний или учебного пособия;</li> <li>Умеет применить полученные знания для интерпретации результатов эксперимента, сформулировать выводы с использованием учебного пособия;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Оперировать методическими указаниями к выполнению эксперимента с помощью руководителя команды или преподавателя, организует работу в команде;</li> <li>Строит графические зависимости и обрабатывает результаты</li> </ul>  |



|                                       |  |   |   |
|---------------------------------------|--|---|---|
|                                       | химических и физических явлений и процессов ;  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Анализирует сходимость полученных результатов эксперимента с теоретическими предпосылками с помощью руководителя команды или преподавателя;</li> </ul>   | <p>эксперимента;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Организует дополнительный этап постановки эксперимента для получения удовлетворительного результата с помощью руководителя команды или преподавателя;</li> <li>Обрабатывает экспериментальные данные и составляет отчет частично в течение планируемого занятия, самостоятельно или при помощи руководителя команды или преподавателя;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Частично формулирует основные понятия и законы физической химии;</li> <li>Воспроизводит теоретический материал с использованием учебного пособия;</li> <li>Частично устанавливает взаимосвязь физических и химических явлений;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Решает практические задачи базового уровня с использованием учебного пособия;</li> <li>Интерпретирует результаты эксперимента с помощью учебного пособия или, руководителя команды и преподавателя;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Выполняет эксперимент с помощью руководителя команды или преподавателя;</li> <li>Строит графические зависимости и обрабатывает результаты эксперимента;</li> <li>Составляет отчет по результатам эксперимента частично в течение планируемого занятия или в неаудиторное время при помощи руководителя команды или преподавателя;</li> </ul>                           |

### 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

– 1. Кристаллическое и аморфное состояния вещества. Свойства, внутреннее строение, симметрия, виды симметрии и типы кристаллических решеток. 2. Металлы, полупроводники, диэлектрики: свойства. Зонная теория кристаллов. 3. Основные каталитические вещества и системы, применяемые в современных технологиях: химических, электрохимических, металлургических, микро- и радиоэлектронных. 4. Типы и устройство индикаторных электродов и электродов сравнения, используемых в электрохимических методах анализа чистоты полупроводниковых веществ. 5. Современные химические источники тока (ХИТы): типы,

устройство, принципы работы. 6. Современные теории адсорбции разных видов. 7. Электролиты: сильные, слабые, средние. Свойства электролитов: растворов, расплавов. 8. Свойства коллоидных растворов: молекулярно-кинетические, оптические, электрические. 9. Растворы полимеров: свойства, устойчивость, применение. 10. Микрогетерогенные дисперсные системы.

### 3.2 Темы рефератов

– 1. Кристаллическое и аморфное состояния вещества. Свойства, внутреннее строение, симметрия, виды симметрии и типы кристаллических решеток. 2. Металлы, полупроводники, диэлектрики: свойства. Зонная теория кристаллов. 3. Основные каталитические вещества и системы, применяемые в современных технологиях: химических, электрохимических, металлургических, микро- и радиоэлектронных. 4. Типы и устройство индикаторных электродов и электродов сравнения, используемых в электрохимических методах анализа чистоты полупроводниковых веществ. 5. Современные химические источники тока (ХИТы): типы, устройство, принципы работы. 6. Современные теории адсорбции разных видов. 7. Электролиты: сильные, слабые, средние. Свойства электролитов: растворов, расплавов. 8. Свойства коллоидных растворов: молекулярно-кинетические, оптические, электрические. 9. Растворы полимеров: свойства, устойчивость, применение. 10. Микрогетерогенные дисперсные системы.

### 3.3 Темы индивидуальных заданий

– 1. Теплоемкость. Закон Кирхгофа. 2. Физико-химические свойства растворов. 3. Скорость химических реакций. 4. Диаграмма плавкости. 5. Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы

### 3.4 Темы опросов на занятиях

– Классификации физико-химических систем. Кристаллическое и аморфное состояния твердых веществ. Свойства, внутреннее строение, симметрия, виды симметрии и кристаллических решеток. Дисперсные системы (ДС). Истинные и коллоидные растворы, их свойства. Гели, студни; микрогетерогенные системы: суспензии, пасты, эмульсии, пены, порошки, аэрозоли). Методы получения ДС и определения размеров дисперсных частиц

– Экстенсивные и интенсивные свойства термодинамических систем. Приложение первого начала термодинамики к разным процессам. Зависимости теплового эффекта реакции и теплоемкости веществ от температуры. Уравнение Кирхгофа. Теплоемкость термодинамической системы в разных агрегатных состояниях. Понятие и мера термодинамического сродства по Гиббсу и Гельмгольцу. Третье начало термодинамики и его следствие. Постулат Планка. Термодинамическая классификация растворов, законы и свойства идеальных и неидеальных растворов. Избыточные термодинамические функции

– Основные кинетические теории. Методы исследования механизма химических реакций: определения их порядка, числа и скорости стадий реакции. Кинетика сложных реакций

– Основы термодинамической теории равновесия: понятия, определения; принцип равновесия Гиббса. Виды состояний равновесия термодинамической системы. Принцип смещения равновесия. Дифференциальное уравнение Ван-дер-Ваальса. Законы Гиббса - Коновалова. Химическое равновесие. Уравнение изотермы химической реакции. Стандартное сродство. Уравнение изобары и изохоры Вант-Гоффа. Зависимость химического сродства от температуры и давления. Фазовые равновесия. Зависимость изобарно-изотермического потенциала от температуры, давления и концентрации. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Трехфазное равновесие в двухкомпонентной системе

– Особенности строения поверхности раздела фаз. Адсорбция. Изотермы адсорбции газов. Полимолекулярная адсорбция паров. Термодинамическое равновесие поверхностного слоя с объемными фазами. Изменение свободной энергии при адсорбции. Энтропия и теплота адсорбции. Монослойные пленки. Поверхностное давление и уравнение состояния монослоя.

– Основы учения об электролитах. Электрическая проводимость растворов электролитов. Оценка степени диссоциации. Аномалии в сильных электролитах. Теория активностей Льюиса. Закон ионной силы. Теории сильных электролитов, электрической проводимости растворов электролитов. Эффект Вина. Термодинамическая теория ЭДС. Типы электрохимических цепей.

Химические источники тока (ХИТы): типы, устройство, устойчивость, перспективы

### 3.5 Темы докладов

- 1. Кристаллическое и аморфное состояния вещества. Свойства, внутреннее строение, симметрия, виды симметрии и типы кристаллических решеток.
- 2. Металлы, полупроводники, диэлектрики: свойства. Зонная теория кристаллов.

### 3.6 Темы контрольных работ

- 1. Дисперсные системы. 2. Основные законы термодинамики. 3. Основные кинетические теории. 4. Фазовые равновесия в одно- и многокомпонентных системах 5. Поверхностные явления. 6. Электролиты. Электропроводность растворов электролитов.

### 3.7 Темы лабораторных работ

- Скорость химических реакций. Химическое равновесие
- Диаграмма плавкости двухкомпонентной системы
- Адсорбция
- Электролиз. Коррозия

### 3.8 Зачёт

- 1. Классификации физико-химических систем. Кристаллическое и аморфное состояния твердых веществ. 2. Свойства, внутреннее строение, симметрия, виды симметрии и кристаллических решеток. Дисперсные системы (ДС). 3. Истинные и коллоидные растворы, их свойства. 4. Гели, студни; микрогетерогенные системы: суспензии, пасты, эмульсии, пены, порошки, аэрозоли). 5. Методы получения ДС и определения размеров дисперсных частиц. 6. Экстенсивные и интенсивные свойства термодинамических систем. Приложение первого начала термодинамики к разным процессам. 7. Зависимости теплового эффекта реакции и теплоемкости веществ от температуры. Уравнение Кирхгофа. Теплоемкость термодинамической системы в разных агрегатных состояниях. 8. Понятие и мера термодинамического сродства по Гиббсу и Гельмгольцу. Третье начало термодинамики и его следствие. Постулат Планка. 9. Термодинамическая классификация растворов, законы и свойства идеальных и неидеальных растворов. Избыточные термодинамические функции. 10. Основные кинетические теории. 11. Методы исследования механизма химических реакций: определения их порядка, числа и скорости стадий реакции. 12. Кинетика сложных реакций. 13. Основы термодинамической теории равновесия: понятия, определения; принцип равновесия Гиббса. 14. Виды состояний равновесия термодинамической системы. Принцип смещения равновесия. Дифференциальное уравнение Ван-дер-Ваа-льса. Законы Гиббса - Коновалова. 15. Химическое равновесие. Уравнение изотермы химической реакции. Стандартное сродство. Уравнение изобары и изохоры Вант-Гоффа. 16. Зависимость химического сродства от температуры и давления. Фазовые равновесия. Зависимость изобарно-изотермического потенциала от температуры, давления и концентрации. 17. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Трехфазное равновесие в двухкомпонентной системе. 18. Особенности строения поверхности раздела фаз. Адсорбция. Изотермы адсорбции газов. Полимолекулярная адсорбция паров. 19. Термодинамическое равновесие поверхностного слоя с объемными фазами. Изменение свободной энергии при адсорбции. Энтропия и теплота адсорбции. 20. Монослойные пленки. Поверхностное давление и уравнение состояния монослоя. 21. Основы учения об электролитах. Электрическая проводимость растворов электролитов. Оценка степени диссоциации. Аномалии в сильных электролитах. 22. Теория активностей Льюиса. Закон ионной силы. 23. Теории сильных электролитов, электрической проводимости растворов электролитов. Эффект Вина. 24. Термодинамическая теория ЭДС. Типы электрохимических цепей. 25. Химические источники тока (ХИТы): типы, устройство, устойчивость, перспективы.

### 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. 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.
2. 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.)

#### 4.2. Дополнительная литература

1. Николаев Н.А. Физическая химия : учебник для вузов / Л. А. Николаев, В. А. Тулупов. - 2-е изд. - М. : Высшая школа, 1967. - 464[4] с. : ил., табл. - Предм. указ.: с. 460-465. - Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)
2. Стромберг А.Г. Физическая химия [Текст]: учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; ред. А. Г. Стромберг. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 496 с. : ил. - Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)
3. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия : Учебник для вузов / Р. А. Хмельницкий. - М. : Высшая школа, 1988. - 399[1] с. : рис. - Библиогр.: с. 380. - Предм. указ.: с. 385-394. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

#### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. 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.
2. Чикин Е.В. Лабораторные работы по химии [Текст]: учебно-методическое пособие / Е. В. Чикин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга. - Томск : ТУСУР, 2012. - 77 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 73. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)
3. 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. Лабораторные работы по химии: Учебно-методическое пособие / Чикин Е. В. - 2012. 78 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3020>, свободный.
5. 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.

#### 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