

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



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

**СОГЛАСОВАНО**

\_\_\_\_\_  
**Руководитель ОПОП ВО**  
**доцент В.Ю. Бажин**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
<b>Направленность (профиль):</b>	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Берлинский И.В.

**Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 730 от 09.08.2021 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке».

Составитель: \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. И.В. Берлинский

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры общей и физической химии от 07.02.2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Черемисина О.В.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины

Приобретение базовых теоретических знаний в области физико-химического описания и моделирования химико-технологических процессов нефтегазопереработки; обеспечение подготовки студентов к изучению смежных и специальных дисциплин; формирование практических навыков применения законов и методов физической химии при решении профессиональных задач, связанных с выполнением инженерно-химических расчетов и математическим моделированием технологических процессов.

### Основные задачи дисциплины

- получение базовых теоретических основ химической термодинамики, гетерогенных фазовых равновесий и неравновесных и равновесных электрохимических процессов;

- формирование представлений и навыков практического применения термодинамического анализа процессов превращения веществ, фазовых и электрохимических равновесий, а также использованием приобретённых знаний в металлургическом и нефтехимическом производстве для разработки систем автоматического управления;

- развитие мотивации к самостоятельному повышению профессиональных знаний и стремления применять эти знания для решения практических задач; способностей для самостоятельной работы; повышению уровня профессиональных навыков в области автоматизации технологических процессов и производств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физическая химия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке» и изучается в 5 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физическая химия», являются: математика, физика, химия.

Дисциплина «Физическая химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Экология, Моделирование систем и процессов.

Особенностью дисциплины является владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физической химии в объеме, необходимом для усвоения основ математического описания физических и химических явлений, технологических процессов; разработки и применения технологий рационального природопользования.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Физическая химия» направлен на формирование следующих компетенций.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен определять круг	УК-2	УК-2.2. Уметь: проводить анализ

задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений		поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности
Способен собирать и подготавливать информацию для составления технического задания на АСУТП	ПКС-2	ПКС-2.2. Знает принципы работы технологического и вспомогательного оборудования металлургической промышленности ПКС-2.4. Умеет рассчитывать технико-экономические показатели основных и вспомогательных технологических процессов нефтегазопереработке ПКС-2.5. Умеет выделять особенности металлургических процессов и оборудования как объектов автоматизации для составления технического задания на АСУТП

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет **4** зачетные единицы, **144** ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
Подготовка к практическим занятиям	28	28
Подготовка к лабораторным работам	29	29
<b>Вид промежуточной аттестации - экзамен</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоемкость</b>		
	<b>ак. час. 144</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед. 4</b>	<b>4</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

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

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Раздел 1. «Основы химической термодинамики»	21	5	2	4	10
2.	Раздел 2. «Химическое равновесие»	22	4	4	4	10
3.	Раздел 3. «Фазовые равновесия»	30	2	9	2	17
4.	Раздел 4. «Основы электрохимии»	16	2	–	4	10
5.	Раздел 5. «Химическая кинетика»	19	4	2	3	10
<b>Итого:</b>		<b>108</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>57</b>
<b>Подготовка к экзамену:</b>		<b>36</b>				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>144</b>				

#### 4.2.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Основы химической термодинамики	Первое начало термодинамики. Понятие об энтальпии. Теплоемкость. Расчет тепловых эффектов химических реакций. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры, закон Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии. Закономерности изменения энтропии. Учение о химическом сродстве. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса. Определение направления протекания химических реакций. Третье начало термодинамики.	5
2	Химическое равновесие	Парциальные молярные величины, их определение. Химический потенциал, его значение для компонента идеального газа, идеального раствора, предельно разбавленного раствора и для реальных систем. Понятие об активности и фугитивности. Уравнение изотермы реакции. Константа равновесия. Расчет равновесного состава реакционной смеси. Влияние внешних условий на равновесие. Принцип Ле-Шателье.	4
3	Фазовые равновесия	Основные понятия: фаза, составляющее вещество и компонент системы, термодинамические степени свободы. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.	2
4	Основы электрохимии	Электродный потенциал, типы электродов. Гальванические элементы. ЭДС.	2
5	Химическая кинетика	Формальная кинетика. Порядок реакции и способы его определения. Уравнения	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		формальной кинетики. Зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации	
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Расчет энергии Гиббса и константы равновесия при заданной температуре	2
2	Раздел 2.	Расчет равновесного состава системы	2
3	Раздел 2.	Диаграммы состояния унарных систем	2
4	Раздел 3.	Двухкомпонентные диаграммы состояния «жидкость-газ»	2
5	Раздел 3.	Двухкомпонентные диаграммы состояния «жидкость-твердое»	2
6	Раздел 3	Построение диаграммы состояния	1
7	Раздел 3.	Трехкомпонентные диаграммы состояния «жидкость-твердое»	2
8	Раздел 3.	Водно-солевые системы	2
9	Раздел 5.	Расчет константы скорости реакции	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Определение теплоты диссоциации	2
2	Раздел 1.	Определение теплоты растворения соли	2
3	Раздел 2.	Определение константы нестойкости	2
4	Раздел 2.	Определение константы диссоциации	2
5	Раздел 3.	Давление насыщенного пара	2
6	Раздел 4.	Определение чисел переноса	2
7	Раздел 4.	Определение электродных потенциалов	2
8	Раздел 5.	Кинетика окисления иодида калия	3
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции** являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

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

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

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

Целью практических занятий является совершенствование умений и навыков решения практических задач.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

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

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

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

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

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

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

### **6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Основы химической термодинамики**

1. От каких параметров системы зависит тепловой эффект реакции и теплоемкость?
2. На каком законе термодинамики основано измерение теплового эффекта реакции?
3. Какие величины надо знать или экспериментально определить для установления теплового эффекта реакции?
4. Какова формулировка закона Гесса?
5. Каков алгоритм расчета теплового эффекта реакции, протекающей в водном растворе?
6. Какая формула отображает уравнение Кирхгофа в дифференциальной форме?

#### **Раздел 2. Химическое равновесие**

1. Каким признакам должна отвечать система, находящаяся в состоянии равновесия?
2. Какая формула отображает уравнение изобары химической реакции?
3. Какую зависимость называют уравнением изотермы химической реакции?
4. Какова формулировка правила Ле-Шателье?
5. Какова формула химического потенциала неидеального раствора?

#### **Раздел 3. Фазовые равновесия**

1. На чем основан метод физико-химического анализа гетерогенных систем?

2. Какие параметры влияют на свойства гетерогенной однокомпонентной системы?
3. В каких координатах изображают диаграммы состояния гетерогенных однокомпонентных систем?
4. Как выглядит дифференциальная форма уравнения Клаузиуса-Клапейрона?
5. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания переходов между конденсированными фазами?
6. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания процесса испарения?
7. Как изменяется теплота испарения при повышении температуры?
8. Что показывают линии ликвидуса и солидуса?
9. Возможно ли разделение компонентов азеотропной смеси методом простой перегонки?
10. Как при помощи диаграммы состояния определить состав равновесных фаз?

#### **Раздел 4. Основы электрохимии**

1. Какое математическое уравнение связывает величины удельной и эквивалентной электропроводностей?
2. Какова зависимость величины удельной электропроводности от концентрации раствора электролита?
3. Какова зависимость величины эквивалентной электропроводности от концентрации слабого электролита?
4. Какова формулировка закона Кольрауша?
5. Какое математическое уравнение соответствует уравнению Нернста для электрода первого рода?
6. Какое математическое уравнение описывает потенциал электрода второго рода?
7. Какое математическое уравнение описывает величину потенциала катода под током?
8. Какое математическое уравнение связывает энергию Гиббса и величину э.д.с. электрохимической цепи?
9. Какое математическое уравнение описывает объединенный закон Фарадея?

#### **Раздел 5. Химическая кинетика**

1. Что изучает наука кинетика?
2. Что такое скорость реакции?
3. Какое уравнение описывает скорость гомогенного процесса?
4. Какое уравнение описывает скорость гетерогенного процесса?
5. Каким уравнением описывается зависимость скорости процесса от концентрации реагирующих веществ?
6. Что показывает константа скорости реакции и от чего зависит ее величина?
7. Что такое порядок реакции?
8. Какими способами можно определить порядок и константу скорости реакции?

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену**

1. Изменением какой термодинамической величины определяется тепловой эффект изобарного процесса без совершения другой работы, кроме работы расширения?
2. От чего не зависит значение функции состояния?



3. Какое математическое уравнение описывает теплоту процесса при изотермическом расширении газа?
4. Какое математическое дифференциальное уравнение описывает истинную теплоемкость изобарного процесса?
5. Какое математическое уравнение описывает взаимосвязь истинной и средней теплоемкостей?
6. Какой величине равна разность  $C_p - C_v$  для газов?
7. Разности каких термодинамических величин равен тепловой эффект реакции в изобарно-изотермических условиях согласно закону Гесса?
8. Какое математическое уравнение описывает зависимость теплоемкости от температуры для органических веществ?
9. Какой вид имеет математическое выражение второго закона термодинамики?
10. Как изменяется энтропия при смене агрегатного состояния т-ж-г?
11. Какой формулой определяется изменение энтропии при фазовом переходе?
12. По какому закону вычисляют изменение энтропии при протекании химической реакции?
13. Как изменяется величина энергии Гиббса для самопроизвольного процесса?
14. Какая функция является термодинамическим потенциалом в изохорно-изотермических условиях?
15. Какая математическая формула является уравнением Гиббса-Гельмгольца для изобарного процесса?
16. Какую парциальную молярную величину называют химическим потенциалом?
17. Какое математическое уравнение является формулой для химического потенциала компонента идеального газа?
18. Как изменяется величина коэффициента летучести газа с ростом давления?
19. Какую величину называют «коэффициент фугитивности»?
20. Пропорционально какой величине возрастает химический потенциал компонента идеального раствора?
21. Каким выражением активность компонента связана с концентрацией?
22. От какого параметра не зависит величина константы равновесия?
23. Какой термодинамической величиной однозначно определяется величина константы равновесия при данной температуре и давлении?
24. Каким уравнением с величиной стандартной энергии Гиббса связана константа равновесия?
25. Каким образом в соответствии с принципом Ле-Шателье – Брауна система реагирует на внешние воздействия?
26. Как влияет повышение температуры на смещение равновесия?
27. Как влияет повышение давления на смещение равновесия?
28. Как влияет разбавление газовой смеси инертными газами на смещение равновесия?
29. В какую сторону в результате разбавления газовой реакционной смеси инертным газом смещается равновесие?
30. Какая математическая формула является уравнением изобары?
31. Константу равновесия реакции при заданной температуре вычисляют по уравнению

32. Какая математическая формула является дифференциальным уравнением Клаузиуса-Клапейрона?

33. По какой формуле вычисляют давление пара в процессе сублимации чистого вещества?

34. Как запишется уравнение правила фаз Гиббса для диаграммы состояния ж=г?

35. Какая математическая формула описывает закон Рауля?

36. Каким компонентом обогащен пар согласно первому закону Коновалова?

37. Как соотносятся состав пара и жидкости в точке азеотропа согласно второму закону Коновалова?

38. Какая формула соответствует дифференциальному уравнению скорости химической реакции по исходным веществам?

39. Какая формула соответствует дифференциальному уравнению скорости гетерогенной химической реакции?

40. Элементарная реакция идет во сколько стадий?

41. Скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагентов в степенях, равных чему?

42. Каким уравнением определяется скорость прямого процесса для реакции  $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$  (считая ее элементарной)?

43. Какой параметр влияет на величину константы скорости реакции?

44. Каким уравнением описывается зависимость концентрации от времени в реакции первого порядка?

45. Каким уравнением описывается зависимость концентрации от времени в реакции второго порядка?

46. Каким уравнением описывается зависимость концентрации от времени в реакции третьего порядка?

47. Каково уравнение константы скорости реакции первого порядка?

48. Какова формулировка правила Вант-Гоффа?

49. Какова математическая формула правила Вант-Гоффа?

50. Какая математическая формула является уравнением Аррениуса?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
<b>Вариант 1</b>		
1.	В задачи термодинамики не входит	1. расчет тепловых эффектов и теплового баланса системы 2. расчет возможности протекания процесса 3. расчет энергии активации 4. расчет оптимальных условий проведения процесса
2.	При изотермическом расширении газа теплота равна	1. 0 2. $\ln(V_2/V_1)$ 3. $RT\ln(P_2/P_1)$ 4. $P\Delta V$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	При изотермических условиях работа является	1. постоянной величиной 2. функцией состояния 3. химическим потенциалом 4. электрохимическим потенциалом
4.	Тепловой эффект процесса при заданной температуре вычисляют по уравнению	1. Кольрауша 2. Гесса 3. Кирхгофа 4. Клапейрона
5.	Энтропия равна нулю при	1. 0 К (идеальный кристалл) 2. 298 К 3. 1 атм. 4. постоянном давлении
6.	Энергия Гиббса является	1. изохорно-изотермическим потенциалом 2. изоэнтропийно-изобарным потенциалом 3. изобарно-изотермическим потенциалом 4. изобарно-изохорным потенциалом
7.	Самопроизвольный процесс протекает в направлении	1. увеличения химического потенциала 2. уменьшения химического потенциала 3. нулевого химического потенциала 4. неравенства химического потенциала
8.	Какой параметр следует подставлять вместо давления в выражение для хим. потенциала реального газа?	1. концентрацию газа 2. летучесть 3. температуру 4. коэффициент активности
9.	Коэффициент фугитивности – это	1. поправка на не идеальность газовой смеси 2. поправка к статье конституции 3. поправка на не идеальность раствора 4. поправка на не идеальность поверхности
10.	Активность компонента связана с концентрацией выражением	1. $a = \gamma + C$ 2. $a = \gamma - C$ 3. $a = C^\gamma$ 4. $a = \gamma \cdot C$
11.	Уравнение изотермы химической реакции	1. $\Delta_r G = (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)$ 2. $\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)$ 3. $\Delta_r G = RT \ln \prod \tilde{P}_i$ 4. $\Delta_r G = -RT \ln K$
12.	В результате разбавления газовой реакционной смеси инертным газом равновесие смещается в сторону	1. реакции с уменьшением объема 2. прямой реакции 3. реакции с увеличением числа газовых молей 4. экзотермической реакции

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
13.	Условие самопроизвольного перехода вещества из фазы 1 в фазу 2	1. $\mu_1 = \mu_2$ 2. $\mu_1 > \mu_2$ 3. $\mu_1 < \mu_2$ 4. $\mu_1 \neq \mu_2$
14.	Температурная остановка на кривой охлаждения сплавов тройной системы соответствует	1. ликвидусу 2. двойной эвтектике 3. тройной эвтектике 4. солидусу
15.	Во сколько раз возрастет скорость прямой газофазной реакции $A + 2B = D$ при увеличении давления в 2 раза?	1. 2 2. 8 3. 16 4. 32
16.	Константа скорости реакции зависит	1. от концентраций реагентов 2. от парциальных давлений реагентов 3. от времени 4. от температуры
17.	Реакции третьего порядка соответствует линейная зависимость в координатах	1. $\frac{1}{c} = f(\tau)$ 2. $c = f(\tau)$ 3. $\ln c = f(\tau)$ 4. $\frac{1}{c^2} = f(\tau)$
18.	Угловой коэффициент зависимости $\ln k = f\left(\frac{1}{T}\right)$ ниже при протекании гетерогенной реакции в следующем режиме	1. диффузионном 2. кинетическом 3. диффузионно-кинетическом 4. стационарном
19.	Электродом первого рода является следующий электрод	1. никелевый 2. хлорсеребряный 3. каломельный 4. ионоселективный
20.	При уменьшении концентрации катионов цинка в 10 раз потенциал цинкового электрода понизится на ( $\varphi^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ В}$ ):	1. 0,059 В 2. 0,0295 В 3. 0,118 В 4. 0,033 В
<b>Вариант 2</b>		
1.	Внутренняя энергия постоянна	1. в изобарных условиях 2. в изохорных условиях 3. при постоянной температуре 4. в адиабатических условиях
2.	Функцией состояния системы не является	1. работа 2. теплоемкость 3. внутренняя энергия 4. поверхностное натяжение

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	Энтальпия – это	1. расширенная внутренняя энергия системы 2. расширенная работа системы 3. составляющая энтропии 4. расширенная масса системы
4.	Изохорная теплоемкость H <sub>2</sub> O равна	1. 1,5 R 2. 45 R 3. 2,5 R 4. 6 R
5.	Зависимость теплоемкости от температуры описывается при помощи рядов	1. Келли 2. Кирхгофа 3. Фролова 4. Стромберга
6.	Энтропия возрастает в процессе	1. уменьшения газа 2. повышения давления 3. повышения температуры 4. кристаллизации
7.	Первое уравнение Гиббса-Дюгема	1. $g_{\Sigma} = \sum \bar{g}_i$ 2. $g_{\Sigma} = \sum (\bar{g}_i x_i)$ 3. $g_{\Sigma} = \bar{g}_i x_i$ 4. $g_{\Sigma} = \bar{g}_i x_{\Sigma}$
8.	Энергия Гиббса системы может быть вычислена как	1. $\Delta G_{\Sigma} = \sum (\mu_i \cdot x_i)$ 2. $\Delta G_{\Sigma} = -\sum (\mu_i \cdot x_i)$ 3. $\Delta G_{\Sigma} = \sum (\mu_i \cdot C_i)$ 4. $\Delta G_{\Sigma} = \sum (\mu_i \cdot P_i)$
9.	$\mu^0$ – это	1. стандартный химический потенциал 2. нулевой химический потенциал 3. химический потенциал при 298 К 4. химический потенциал в нулевой степени
10.	Химический потенциал компонента идеального раствора равен	1. $\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln p_i$ 2. $\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln a_i$ 3. $\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln x_i$ 4. $\mu_i = \mu_i^0 - RT \ln a_i$
11.	Величина константы равновесия при данной температуре и давлении определяется однозначно	1. энтальпией 2. энтропией 3. внутренней энергией 4. стандартной энергией Гиббса
12.	Парциальное давление компонента газовой смеси рассчитывается по формуле	1. $P_i = m_i \cdot P_{\Sigma}$ 2. $P_i = G_i \cdot P_{\Sigma}$ 3. $P_i = x_i + P_{\Sigma}$ 4. $P_i = x_i \cdot P_{\Sigma}$
13.	Для реакции $Zn + 2HCl_{(g)} = ZnCl_2 + H_2$ при повышении давления равновесие сместится в сторону	1. прямой реакции 2. обратной реакции 3. поглощения водорода 4. образования хлористого водорода

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Число фаз в эвтонической точке на изобарно-изотермическом сечении системы $\text{KNO}_3\text{--KCl--H}_2\text{O}$ равно	1. 1 2. 3 3. 4 4. 5
15.	Во сколько раз уменьшится скорость реакции: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{S}$ . при разбавлении реагирующей смеси в 5 раз?	1. 5 2. 25 3. 15 4. 10
16.	Зависимость концентрации от времени в реакции третьего порядка описывается уравнением	1. $\ln c = \ln c_0 + kt$ 2. $\frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} - kt$ 3. $\frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} + kt$ 4. $\frac{1}{c^2} = \frac{1}{c_0^2} + 2kt$
17.	Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при увеличении температуры системы на $30^\circ$ , если температурный коэффициент равен 2?	1. 2 2. 6 3. 8 4. 16
18.	В уравнении Нернста $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{x F} \ln \frac{a_{M^{z+}}}{a_{M^{(z-x)+}}}$ , $\varphi^0$ – это	1. измеряемый потенциал электрохимической системы 2. стандартный электродный потенциал 3. электродный потенциал, измеренный при $25^\circ\text{C}$ 4. потенциал электрода сравнения
19.	Анодом является электрод	1. положительный 2. на котором происходит окисление 3. на котором происходит восстановление 4. на котором выделяется металл
20.	$\varphi^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ В}$ . ЭДС гальванического элемента при $25^\circ\text{C}$ $\text{Zn} \text{Zn}^{2+}(0,1\text{m})  \text{Zn}^{2+}(0,01\text{m}) \text{Zn}$ равен, В	1. 0,3 2. 0,03 3. -0,03 4. 0,05
<b>Вариант 3</b>		
1.	Теплота эндотермического процесса в адиабатических условиях	1. положительная 2. нулевая 3. отрицательная 4. не зависит от температуры
2.	Изобарная теплоемкость аргона равна	1. 1,5 R 2. 26 Дж/моль·К 3. 2,5 R 4. 3 R
3.	Для газовой реакции $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ изменение энтропии	1. =0 2. =1 3. >0 4. <0

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
4.	Изменение энергии Гиббса в процессе равно	1. $\Delta G = H - TS$ 2. $\Delta G = \Delta U - T\Delta S$ 3. $\Delta G = c_p \Delta T$ 4. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
5.	Для $S, P = \text{const}$ критерием самопроизвольного процесса является	1. энергия Гиббса 2. энергия Гельмгольца 3. энтальпия 4. внутренняя энергия
6.	Понятие «фугитивность» введено	1. Люисом 2. Девисом 3. Чюрленисом 4. Стромбергом
7.	Для реакции $Zn + 2HCl_{(g)} = ZnCl_2 + H_2$ при повышении давления равновесие сместится в сторону	1. прямой реакции 2. обратной реакции 3. не изменится 4. образования хлористого водорода
8.	Число компонентов в системе $NaNO_3 - CaCl_2 - H_2O$ равно	1. 3 2. 4 3. 2,5 4. 5
9.	Для идеальной системы ж $\leftrightarrow$ г справедлив закон	1. Ньютона 2. Коновалова 3. Клапейрона 4. Рауля
10.	Реакции второго порядка соответствует линейная зависимость в координатах	1. $\frac{1}{c} = f(\tau)$ 2. $c = f(\tau)$ 3. $\ln c = f(\tau)$ 4. $\frac{1}{c^2} = f(\tau)$
11.	К признакам дисперсной системы не относится	1. составляющие находятся в разных фазах 2. коллоидные растворы опалесцируют 3. одна из фаз диспергирована в другой, сплошной, фазе 4. дисперсионная фаза обязательно твердое вещество
12.	Коллоидные системы имеют размер частиц дисперсной фазы	1. меньше $10^{-9}$ м 2. больше $10^{-6}$ м 3. от $10^{-3}$ до $10^{-5}$ см 4. от 0,1 до $10^{-3}$ мкм
13.	К свойствам поверхностно не активных веществ не относится	1. с ростом концентрации поверхностное натяжение растет 2. с ростом концентрации поверхностное натяжение падает 3. не способны к молекулярной адсорбции 4. $\partial\sigma/\partial C > 0$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Отклонения от закона Генри возникают из-за	1. взаимодействия молекул друг с другом и поверхностью сорбента 2. только взаимодействия молекул друг с другом 3. увеличения концентрации 4. увеличения поверхностного натяжения
15.	Значение COE	1. меньше полной обменной емкости 2. больше полной обменной емкости 3. равна полной обменной емкости 4. равна $6,02 \cdot 10^{23}$
16.	Сильнокислотный катионит содержит следующую функциональную группу	1. гидроксильную 2. сульфогруппу 3. силанольную 4. аминогруппу
17.	У катионитов активной группой не является	1. $-\text{SO}_3\text{H}$ 2. $-\text{COOH}$ 3. $-\text{OH}$ 4. $-\text{NH}_2$
18.	При добавлении избытка неиндифферентного электролита, содержащего потенциалопределяющие ионы противоположного знака происходит	1. рост электрокинетического потенциала 2. перезарядка поверхности 3. ничего не происходит 4. исчезновение ДЭС
19.	Уравнение седиментационного равновесия лежит в основе определения:	1. размера частиц 2. предельной адсорбции 3. рядов Гедройца 4. коагулирующей способности
20.	Процесс пойдет в прямом направлении, если	1. $\Delta G = 0$ 2. $\Delta G < 100$ 3. $\Delta G < 0$ 4. $\Delta G > 100$

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)



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

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
49-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Еремин В.В. Основы физической химии. Теория. В двух частях. Учебное пособие / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко. М.: «Лаборатория знаний». 2015. 589 с. <https://e.lanbook.com/book/84118>

2. Горшков В.И., Кузнецов И.А. Основы физической химии. Учебник. М.: «Лаборатория знаний». 2017. 410 с. <https://e.lanbook.com/book/97412>

3. Салем Р.Р. Физическая химия. Термодинамика. Учебное пособие. М.: «Физматлит». 2004. 352 с. <https://e.lanbook.com/book/59271>

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. Учебник. 4 издание, исправленное. М.: «Высшая школа». 2001. 527 с. [http://www.studmed.ru/stromberg-ag-semchenko-dp-fizicheskaya-himiya\\_0216af111e9.html](http://www.studmed.ru/stromberg-ag-semchenko-dp-fizicheskaya-himiya_0216af111e9.html)

2. Древинг В.П., Калашников Я.А. Правило фаз с изложением основ термодинамики. Издание 2, переработанное и дополненное. М., Изд-во Московского ун-та. 1964. 456 с. <https://www.twirpx.com/file/1287874/>

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Физическая химия: Сборник задач/ Сост.: О.В. Черемисина, И.В. Берлинский. Д.С. Луцкий – СПб.: Изд-во Инфо-да, 2018. – 112 с.

2. Физическая химия. Учебно-методические указания для практических занятий. Сост.: В.В. Сергеев, Д.С. Луцкий СПб.: Изд-во Инфо-да, 2019. 66 с.

3. Физическая химия. Техника безопасности: Методические указания для лабораторных работ. Сост.: М.А. Пономарева, В.В. Сергеев, В.Н. Сагдиев СПб: Изд-во Инфо-да. 2019, 24 с.

4. Физическая химия: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы/ Сост.: И.В. Берлинский. Д.С. Луцкий – СПб.: Изд-во Инфо-да, 2018. – 96 с.

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

1. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»; [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

2. Справочно-поисковая система Консультант Плюс; [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)

3. Электронно-библиотечная система «Лань»; <https://e.lanbook.com/books>

4. Электронно-библиотечная система «Znaniium.com»; <http://znaniium.com>

5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»; <http://biblioclub.ru>

6. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор»; <http://www.bibliocomplectator.ru>

7. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

8. Термические константы веществ. Электронная база данных. <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

9. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

10. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

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

#### **8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий**

*128 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийная установка с акустической системой – 1 шт. (в т.ч. мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., монитор – 1 шт., компьютер – 1 шт.), возможность доступа к сети «Интернет», стул для студентов – 128 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 65 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 2 шт., плакат в рамке настенный – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *64 посадочных места*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 64 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 33 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 4 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *60 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 60 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 31 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., доска под мел – 1 шт., плакат в рамке настенный – 3 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *56 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 56 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 29 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation

Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *52 посадочных места*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 52 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 26 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **8.1.2. Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий**

#### *1) 16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол лабораторный с перегородкой (1,8 м) – 4 шт., стол лабораторный для преподавателя – 1 шт., шкаф лабораторный – 4 шт., доска магнитно-маркерная передвижная – 1 шт., компьютерное кресло на роликах – 18 шт., рамка с плакатом – 4 шт., перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire 7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная) – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 RuntimeEnvironment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *2) 16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол лабораторный с перегородкой (1,8 м) – 3 шт., стол лабораторный с перегородкой (0,9 м) – 2 шт., стол лабораторный для преподавателя – 1 шт., шкаф вытяжной - 2 шт., шкаф лабораторный – 1 шт., доска магнитно-маркерная передвижная – 1 шт., компьютерное кресло на роликах – 18 шт., стол-мойка – 1 шт., рамка с плакатом – 4 шт., аквадистиллятор АЭ-25МО – 1 шт., штатив лабораторный металлический - 7 шт., учебно-аналитический комплекс – 1 шт., перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная) – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### *3) 16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол лабораторный с перегородкой (1,8 м) – 4 шт., стол лабораторный для преподавателя – 1 шт., шкаф вытяжной – 3 шт., шкаф лабораторный – 4 шт., доска магнитно-маркерная передвижная – 1 шт., компьютерное кресло на роликах – 18 шт., стол-мойка - 1 шт., рамка с плакатом – 4 шт., штатив лабораторный металлический - 7 шт., учебно-аналитический комплекс – 1 шт., перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire 7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD 600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная) – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager(свободно распространяемое ПО).

### *4) 16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол лабораторный с перегородкой (1,8 м) – 4 шт., стол лабораторный для преподавателя – 1 шт., шкаф вытяжной – 2 шт., шкаф лабораторный – 4 шт., доска магнитно-маркерная передвижная – 1 шт., компьютерное кресло на роликах – 18 шт., стол-мойка - 1 шт., рамка с плакатом – 4 шт., штатив лабораторный металлический - 7 шт., учебно-аналитический комплекс – 1 шт., перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная) – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### *5) 16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол лабораторный с перегородкой (1,8 м) – 4 шт., стол лабораторный для преподавателя – 1 шт., шкаф вытяжной – 3 шт., шкаф лабораторный – 4 шт., доска магнитно-маркерная передвижная – 1 шт., компьютерное кресло на роликах – 18 шт., стол-мойка – 1 шт., рамка с плакатом – 2 шт., штатив лабораторный металлический - 7 шт., учебно-аналитический комплекс – 1 шт., перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная) – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы**

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

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

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

## **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение**

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

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

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).