

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



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

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
доцент Мардашов Д.В.

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ХИМИЯ, ЧАСТЬ 2**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	21.03.01 Нефтегазовое дело
<b>Направленность (профиль):</b>	Эксплуатация и обслуживание объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ
<b>Квалификация выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	профессор Черемисина О.В.

**Рабочая программа дисциплины «Химия, часть 2» разработана:**

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «21.03.01 Нефтегазовое дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 96 от 09 февраля 2018 г.;

– на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «21.03.01 Нефтегазовое дело», направленность (профиль) «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ».

Составитель: \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Черемисина О.В.

**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. О.В. Черемисина

**Рабочая программа согласована:**

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины «Химия, часть 2»:

- приобретение базовых теоретических знаний в области физико-химического описания и моделирования химико-технологических процессов при эксплуатации и обслуживании объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ;
- 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 технологических процессов нефтегазового комплекса.

### Основные задачи дисциплины:

- получение базовых теоретических основ в области физической химии (включая дисперсные системы), общих законов и закономерностей химических превращений, выполнения расчетов материальных и тепловых балансов химических реакций, исследования состава и свойств веществ;
- формирование представлений в области термодинамических расчетов и прогнозирования протекания химических процессов, их кинетики и продуктов при формировании комплекса мероприятий по добыче, транспортировке, переработке и хранению нефти газа и продуктов их переработки;
- приобретение навыков обращения со специальной литературой, поиска сведений и данных в библиотечных и информационно-коммуникационных электронных ресурсах практического применения полученных знаний;
- развитие способностей для самостоятельной работы, мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Химия, часть 2» входит в состав обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки «21.03.01 Нефтегазовое дело», направленность (профиль) «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ» и изучается в 4-м семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Химия, часть 2» являются «Химия, часть 1», «Геология нефти и газа».

Дисциплина «Химия, часть 2», является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Химия нефти и газа, Термодинамика и теплопередача, Экология, Безопасность жизнедеятельности.

Особенностью дисциплины является приобретение теоретических знаний, связанных с современными методами и подходами физической химии. Получение умений и навыков в области практического применения методов моделирования, математического анализа для решения задач эксплуатации и обслуживания объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ и решения задач междисциплинарного характера.

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

Процесс изучения дисциплины «Химия, часть 2» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1	ОПК-1.1. Умеет использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля ОПК-1.4. Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4	ОПК-4.1. Знает технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве ОПК-4.2. Умеет обрабатывать результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часа.

Виды учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
Подготовка к лабораторным работам	24	24
Составление отчетов по лабораторным работам	30	30
Вид промежуточной аттестации – экзамен	<b>36</b>	<b>36 (Э)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	-	-
<b>ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

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

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Основы химической термодинамики	14	4	-	2	8
Раздел 2. Химическое равновесие	16	4	-	4	8
Раздел 3. Фазовые равновесия	17	6	-	2	9
Раздел 4. Химическая кинетика	19	6	-	4	9
Раздел 5. Коллоидная химия	42	16	-	6	20
<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>54</b>
Подготовка к экзамену	<b>36</b>				
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>				

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Грудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Предмет и задачи термодинамики. Первое начало. Тепловой эффект изохорного и изобарного процессов, понятие об энтальпии. Теплоемкость, ее использование для расчетов тепловых эффектов процессов. Расчет тепловых эффектов химических реакций. Закон Гесса. Стандартные энтальпии образования соединений. Тепловые эффекты реакций в растворах. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры, закон Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии. Закономерности изменения энтропии. Вычисление энтропии. Учение о химическом средстве. Термодинамические потенциалы Гельмгольца и Гиббса, их вычисление. Определение направления протекания химических реакций. Третье начало термодинамики.	4
2	Раздел 2	Парциальные молярные величины, их определение по экспериментальным данным и путем интегрирования уравнения Гиббса-Дюгема. Химический потенциал, его значение для компонента идеального газа, идеального раствора, предельно разбавленного раствора и для реальных систем. Понятие об активности и фугитивности. Химическое равновесие. Константа равновесия. Уравнение изотермы реакции. Расчет равновесного состава реакционной смеси. Влияние внешних условий на равновесие. Принцип Ле-Шателье. Выбор оптимальных условий для проведения реакции. Вычисление константы равновесия при различных температурах по уравнению изобары реакции, по приведенным энергиям Гиббса и по методу Темкина-	4

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Шварцмана.	
3	Раздел 3	Основные понятия: фаза, составляющее вещество и компонент системы, термодинамические степени свободы. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса, его использование для расчета фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Растворимость газов, законы Генри и Сивертса. Термодинамические свойства растворов. Диаграммы состояния неконденсированных двухкомпонентных систем. Типовые диаграммы состояния трехкомпонентных и водно-солевых систем.	6
4	Раздел 4	Формальная кинетика. Порядок реакции и способы его определения. Уравнения формальной кинетики. Зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации, её определение. Кинетика гетерогенных процессов, модель Нернста, закон действующих поверхностей (для реакций, осложненных процессом адсорбции)	6
5	Раздел 5	Классификация дисперсных систем. Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем. Поверхностное натяжение, его измерение и зависимость от температуры. Смачивание. Краевой угол. Уравнения Дюпре и Юнга. Капиллярные явления. Уравнения Лапласа и Томсона (Кельвина). Изотермическая перегонка и созревание осадков. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Адсорбция на поверхности раздела фаз жидкость-газ. Изотерма адсорбции Гиббса. Поверхностная активность веществ. Строение поверхностного слоя. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ, уравнение Шишковского. Адсорбция газов. Адсорбция ионов. Образование и строение двойного электрического слоя. Ионообменная адсорбция. Электрокинетический потенциал, его зависимость от ионной силы раствора. Электрокинетические явления. Устойчивость дисперсных систем, коагуляция и флокуляция. Мицеллообразование. Структурообразование в коллоидных системах.	16
<b>ИТОГО:</b>			<b>36</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

*Практические занятия не предусмотрены*

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Определение теплоты нейтрализации	2
2.	Раздел 2.	Определение константы диссоциации	2
		Определение константы нестойкости	2

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
3.	Раздел 3.	Определение теплоты фазового перехода (гидратации)	2
4.	Раздел 4.	Кинетика окисления иодида калия	2
		Кинетика сорбции	2
5.	Раздел 5.	Молекулярная адсорбция	2
		Ионная сорбция	2
		Порог коагуляции	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>18</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы

*Курсовые работы не предусмотрены*

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

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

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Лабораторные занятия** составляют основу практической подготовки обучающихся.

Цели лабораторных занятий:

- развить навыки самостоятельной работы и применения теоретических знаний для решения практических задач;
- приобрести навыки обработки различных видов информации в том числе с использованием компьютерной техники;
- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

**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.

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

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

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

#### 6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

##### Раздел 1. 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. Что такое катод и анод?
5. Как вычисляется ЭДС гальванического элемента?
6. Как связаны ЭДС и энергия Гиббса?
7. Какой закон лежит в основе вычисления изменения энтропии химической реакции?
8. Как изменяется энергия Гиббса при самопроизвольном протекании процесса?
9. Какое уравнение связывает изменение энергии Гиббса и константу равновесия?
10. Какой закон позволяет вычислить изменение энтальпии при заданной температуре?

## **Раздел 2. Химическое равновесие**

1. Какую математическую функцию называют «химический потенциал»?
2. Каким образом функцию «химический потенциал» применяют для вывода уравнения закона действующих масс?
3. Какое уравнение связывает понятия «изменение энергии Гиббса» и «константа равновесия»?
4. Какое уравнение описывает зависимость константы равновесия от температуры?
5. Как будет изменяться величина константы равновесия при увеличении температуры при протекании эндотермического процесса?
6. Какое уравнение описывает зависимость изменения энергии Гиббса процесса от произведения концентраций реагирующих веществ и продуктов реакции?
7. Каким образом изменится выход реакции при увеличении концентрации продуктов реакции?
8. Какое уравнение связывает константу равновесия реакции, протекающей в газовой фазе, выраженную через парциальные давления компонентов и через мольные доли компонентов?
9. Какова зависимость химического потенциала от температуры?
10. Каковы признаки равновесного состояния системы?

## **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. 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?

## **Раздел 5. Коллоидная химия**

1. Что такое поверхностное натяжение?
2. Что такое поверхностная активность?
3. Как называются вещества, снижающие поверхностное натяжение?
4. Как влияет концентрация ПАВ в растворе на величину поверхностного натяжения?
5. Каково строение молекулы ПАВ?
6. Какие ПАВ называются ионогенными?



7. Чем объясняется резкое снижение величины поверхностного натяжения при увеличении концентрации ПАВ в растворе?
8. Что называют процессом сорбции?
9. Какими процессами определяется сорбционное равновесие?
10. Какими способами можно выразить величину адсорбции?

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

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов к экзамену:**

1. Какое состояние системы называют равновесным?
2. От каких параметров системы зависит величина константы равновесия?
3. На значение какой величины оказывают влияние катализаторы?
4. Какой вид имеет математическое выражение второго закона термодинамики?
5. Какую парциальную молярную величину называют химическим потенциалом?
6. Как изменяется величина коэффициента летучести газа с ростом давления?
7. Какую величину называют «коэффициент фугитивности»?
8. Каким выражением активность компонента связана с концентрацией?
9. Как влияет повышение температуры на смещение равновесия?
10. Какая математическая формула является уравнением изобары?
11. Какая математическая формула является уравнением Шредера?
12. Как увеличение концентрации раствора влияет на температуру его кипения?
13. Как запишется уравнение правила фаз Гиббса для диаграммы состояния ж=г?
14. Какая математическая формула описывает закон Рауля?
15. Каким компонентом обогащен пар согласно первому закону Коновалова?
16. Скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагентов в степенях, равных чему?
17. Какой параметр влияет на величину константы скорости реакции?
18. Какова формулировка правила Вант-Гоффа?
19. Какова математическая формула правила Вант-Гоффа?
20. От какого параметра зависит величина внутреннего давления?
21. Какая математическая запись является уравнением Дюпре?
22. Какая величина описывает интенсивность смачивания?
23. Над поверхностью какой формы давление пара жидкости выше?
24. Каким уравнением определяется абсолютная величина адсорбции?
25. В какой концентрационной области справедлива изотерма адсорбции Генри?
26. Как влияет рост температуры процесса на величину адсорбции?
27. От каких параметров молекулы зависит величина предельной адсорбции?
28. Какая математическая запись является уравнением Шишковского?
29. Полная динамическая обменная емкость - это что?
30. Какую функциональную группу содержит катионит средней силы?
31. Чему равен заряд поверхности при изоэлектрической точке?
32. Каким уравнением определяется скорость движения частицы при седиментации?
33. Какова математическая запись условия седиментационной устойчивости системы?
34. По какой формуле вычисляют величину порога коагуляции?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
<b>Вариант 1</b>		
1.	Калория по первоначальному определению	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. теплоемкость 1 г воды при 20°C</li> <li>2. 0,239 Дж</li> <li>3. 4,18 Дж</li> <li>4. 4,18 Па·м<sup>3</sup></li> </ol>
2.	Энтальпия – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>U + pV</math></li> <li>2. <math>U - TS</math></li> <li>3. <math>H - TS</math></li> <li>4. <math>C_p \cdot \Delta T</math></li> </ol>
3.	Тепловой эффект изохорного процесса равен	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменению энергии Гиббса системы</li> <li>2. изменению Энтальпии системы</li> <li>3. изменению внутренней энергии системы</li> <li>4. изменению энтальпии системы</li> </ol>
4.	Изменение энтропии процесса возгонки 720 г льда при $P = 1$ атм и $\Delta_r H = 46,7$ кДж/моль равно	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0 Дж/мольК</li> <li>2. 6,84 Дж/мольК</li> <li>3. -6,84 Дж/мольК</li> <li>4. 5 Дж/мольК</li> </ol>
5.	Энергия Гельмгольца выведена для	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>pE = \text{const}</math></li> <li>2. <math>pT = \text{const}</math></li> <li>3. <math>pV = \text{const}</math></li> <li>4. <math>VT = \text{const}</math></li> </ol>
6.	Уравнение изотермы химической реакции	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta_r G = (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)</math></li> <li>2. <math>\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i + \ln K^0)</math></li> <li>3. <math>\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)</math></li> <li>4. <math>\Delta_r G = RT \ln \prod \tilde{P}_i</math></li> </ol>
7.	Условие равновесия в гетерогенной системе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\mu_1 = \mu_2</math></li> <li>2. <math>\mu_1 &gt; \mu_2</math></li> <li>3. <math>\mu_1 = -\mu_2</math></li> <li>4. <math>\mu_1 \neq \mu_2</math></li> </ol>
8.	По температуре замерзания раствора нельзя определить	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. теплоту плавления растворителя</li> <li>2. степень диссоциации электролита</li> <li>3. концентрацию раствора</li> <li>4. теплоту плавления растворенного вещества</li> </ol>
9.	Легколетучий компонент кипит при	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. более высокой температуре</li> <li>2. более низкой температуре</li> <li>3. пониженной температуре системы</li> <li>4. постоянной температуре системы</li> </ol>
10.	На скорость химической реакции не влияет	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. природа вещества</li> <li>2. концентрация вещества</li> <li>3. присутствие катализатора</li> <li>4. изменение энтальпии</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при увеличении температуры системы на 20°, если температурный коэффициент равен 2?	1. 2 2. 4 3. 8 4. 16
12.	С увеличением дисперсности удельная поверхность	1. уменьшается пропорционально 2. увеличивается в геометрической зависимости 3. не изменяется 4. уменьшается, т.к. уменьшается размер частиц
13.	Для неполярных жидкостей зависимость поверхностного натяжения от температуры описывается формулой	1. $\sigma = \gamma\Delta T$ 2. $\sigma = \sigma_0\Delta T$ 3. $\sigma = \sigma_0\gamma T$ 4. $\sigma = \sigma_0 - \gamma\Delta T$
14.	Лучше смачивает та жидкость, у которой	1. меньше поверхностное натяжение 2. меньше поверхностная активность 3. больше полярность 4. есть водородные связи
15.	Предельная адсорбция для данного гомологического ряда не зависит от	1. поверхностной активности 2. поверхностного натяжения 3. длины углеводородного радикала 4. строения функциональной группы
16.	Ионообменную очистку газа от SO <sub>2</sub> проводят с помощью	1. анионита в OH-форме 2. анионита в Cl-форме 3. сильнокислотного катионита 4. катионита в Na-форме
17.	Удалить из водного сильнокислого раствора сульфат цинка можно, используя	1. сильный катионит+сильный анионит 2. сильный катионит+активированный уголь 3. активированный уголь+силикагель 4. силикагель+слабый анионит
18.	Уравнение Нернста служит для расчета	1. сопротивления 2. силы тока 3. теплового эффекта 4. потенциала электрода
19.	К механизмам образования ДЭС не относится	1. обменный механизм 2. специфическая адсорбция 3. появление контактного потенциала 4. адсорбция неполярных молекул
20.	Электродный потенциал цинка в 0,01 М растворе ZnSO <sub>4</sub> равен: ( $\varphi^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76\text{В}$ )	1. -0,82 В 2. 0,82 В 3. -0,68 В 4. -0,65 В
<b>Вариант 2</b>		
1.	Парциальным называют давление, которое оказывает газ на стенки сосуда, если он	1. давление постоянно 2. система изолирована 3. занимает объем всей системы 4. система гетерогенная

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2.	При изотермических условиях работа является	1. постоянной величиной 2. функцией состояния 3. химическим потенциалом 4. электрохимическим потенциалом
3.	Зависимость теплоемкости от температуры для неорганических веществ выражается уравнением	1. $a + bT - c'T^{-2}$ 2. $a - bT + c'T^{-2}$ 3. $a - bT - c'T^{-2}$ 4. $a + bT \cdot c'T^{-2}$
4.	Химический потенциал компонента реального газа равен	1. $\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln p_i$ 2. $\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln x_i$ 3. $\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln f_i$ 4. $\mu_i = \mu_i^0 - RT \ln x_i$
5.	Какой параметр следует подставлять вместо концентрации в выражение для хим. потенциала компонента реального раствора?	1. концентрацию газа 2. летучесть 3. температуру 4. активность
6.	Экспериментально коэффициент активности нельзя определить по	1. давлению насыщенного пара 2. температуре замерзания 3. уравнению Гиббса-Дюгема, если нет данных для $\gamma_1$ 4. коэффициенту распределения
7.	Относительное давление численно равно давлению, выраженному в	1. атм. 2. Па 3. мм. рт. ст. 4. кгс/см <sup>2</sup>
8.	Температура замерзания раствора	1. равна температуре замерзания чистого растворителя 2. меньше температуры замерзания чистого растворителя 3. равна температуре замерзания чистого растворенного вещества 4. равна 273 К
9.	Правило фаз Гиббса для изотермической диаграммы состояния системы	1. $F = K - \Phi + 2$ 2. $F = K - \Phi + 1$ 3. $F = \Phi - K + 1$ 4. $F = K + \Phi - 2$
10.	Гетерогенные процессы – это когда	1. реакция происходит в одной фазе 2. реакция идет на поверхности раздела фаз 3. все компоненты – в одной фазе 4. все компоненты в разных фазах
11.	Диффузия – это процесс перемещения молекул вещества в неподвижной среде под влиянием	1. температуры 2. силы тяжести 3. градиента концентрации 4. градиента плотности

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	Коэффициент диффузии возрастает при	1. повышении вязкости раствора 2. понижении температуры 3. увеличении заряда диффундирующего иона 4. увеличении радиуса диффундирующего иона по Стоксу
13.	Давление пара жидкости выше	1. над выпуклой поверхностью 2. над ровной поверхностью 3. над вогнутой поверхностью 4. над сферической поверхностью
14.	Закон Генри	1. $\Gamma = -K_{\Gamma}C$ 2. $\Gamma = -\frac{C}{RT}g$ 3. $\Gamma = K_{\Gamma}C$ 4. $\Gamma = K_{\Gamma}+C$
15.	Аниониты средней силы в качестве функциональных групп содержат	1. силанольную группу 2. третичную аминогруппу 3. катион четвертичного «ониевого» основания 4. сульфогруппу
16.	Разделить катионы металлов можно путем их предварительной адсорбции на	1. анионите 2. цеолите 3. силикагеле 4. катионите
17.	Ионообменную адсорбцию используют для извлечения	1. ионов металлов из водных растворов 2. смеси органических веществ 3. органических компонентов из грунтов 4. смеси изомеров
18.	Коллоидный раствор, в отличие от истинного раствора	1. мутный в проходящем свете 2. опалесцирует в рассеянном свете 3. опалесцирует в проходящем свете 4. устойчив во времени
19.	Потенциал стандартного водородного электрода равен	1. -1 2. 0 3. 1 4. -0,5
20.	Направление протекания электрохимического процесса определяется уравнением	1. $\Delta G = +zFE$ 2. $\Delta G = -zF + E$ 3. $\Delta G = -z + FE$ 4. $\Delta G = -zFE$
<b>Вариант 3</b>		
1.	Теплота эндотермического процесса в адиабатических условиях	1. положительная 2. нулевая 3. отрицательная 4. не зависит от температуры

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
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
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 = 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 $\text{Zn} + 2\text{HCl}_{(g)} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ 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 $\text{NaNO}_3 - \text{CaCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$ равно:	1. 3 2. 4 3. 2,5 4. 5
9.	Для идеальной системы ж↔г справедлив закон	1. Ньютона 2. Коновалова 3. Клапейрона 4. Рауля
10.	Значение COE	1. меньше полной обменной емкости 2. больше полной обменной емкости 3. равна полной обменной емкости 4. равна $6,02 \cdot 10^{23}$
11.	Реакции второго порядка соответствует линейная зависимость в координатах:	1. $\frac{1}{c} = f(\tau)$ 2. $c = f(\tau)$ 3. $\ln c = f(\tau)$ 4. $\frac{1}{c^2} = f(\tau)$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	К признакам дисперсной системы не относится	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. составляющие находятся в разных фазах</li> <li>2. коллоидные растворы опалесцируют</li> <li>3. одна из фаз диспергирована в другой, сплошной, фазе</li> <li>4. дисперсионная фаза обязательно твердое вещество</li> </ol>
13.	Коллоидные системы имеют размер частиц дисперсной фазы:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. меньше <math>10^{-9}</math> м</li> <li>2. больше <math>10^{-6}</math> м</li> <li>3. от <math>10^{-3}</math> до <math>10^{-5}</math> см</li> <li>4. от 0,1 до <math>10^{-3}</math> мкм</li> </ol>
14.	К свойствам поверхностно не активных веществ не относится	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. с ростом концентрации поверхностное натяжение растёт</li> <li>2. с ростом концентрации поверхностное натяжение падает</li> <li>3. не способны к молекулярной адсорбции</li> <li>4. <math>\partial\sigma/\partial C &gt; 0</math></li> </ol>
15.	Отклонения от закона Генри – из-за	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. взаимодействия молекул друг с другом и поверхностью сорбента</li> <li>2. только взаимодействия молекул друг с другом</li> <li>3. увеличения концентрации</li> <li>4. увеличения поверхностного натяжения</li> </ol>
16.	Сильнокислотный катионит содержит следующую функциональную группу	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гидроксильную</li> <li>2. сульфогруппу</li> <li>3. силанольную</li> <li>4. аминогруппу</li> </ol>
17.	У катионитов активной группой не является	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>-\text{SO}_3\text{H}</math></li> <li>2. <math>-\text{COOH}</math></li> <li>3. <math>-\text{OH}</math></li> <li>4. <math>-\text{NH}_2</math></li> </ol>
18.	Процесс пойдет в прямом направлении, если	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta G = 0</math></li> <li>2. <math>\Delta G &lt; 100</math></li> <li>3. <math>\Delta G &lt; 0</math></li> <li>4. <math>\Delta G &gt; 100</math></li> </ol>
19.	При добавлении избытка неиндифферентного электролита, содержащего потенциалопределяющие ионы противоположного знака происходит	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. рост электрокинетического потенциала</li> <li>2. перезарядка поверхности</li> <li>3. ничего не происходит</li> <li>4. исчезновение ДЭС</li> </ol>
20.	Уравнение седиментационного равновесия лежит в основе определения:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. размера частиц</li> <li>2. предельной адсорбции</li> <li>3. рядов Гедройца</li> <li>4. коагулирующей способности</li> </ol>

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

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

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

#### Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

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

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г. Физическая и коллоидная химия: учебник и практикум для прикладного бакалавриата. 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: «Юрайт». 2017. 379 с.

<https://biblio-online.ru/viewer/2DA78425-E69E-4850-91ED-390A7527473F/fizicheskaya-i-kolloidnaya-himiya#page/1>

2. Дерябин В.А., Фарафонтова Е.П. Физическая химия дисперсных систем. Учебное пособие для вузов. Под науч. ред. Е.А. Кулешова. М.: «Юрайт». 2018. 86 с. <https://biblio-online.ru/viewer/3CCF11B9-5D0A-46F2-97AC-CF4B2DE5B86B/fizicheskaya-himiya-dispersnyh-sistem#page/1>

#### 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. Гельфман М.И. Коллоидная химия. Учебник / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. СПб.: «Лань». 2017. 336 с. <https://e.lanbook.com/book/91307>



3. Зимон А.Д. Физическая химия. Учебник для вузов. М.: «Агар». 2006. 320 с.  
[http://www.studmed.ru/zimon-ad-fizicheskaya-himiya-uchebnik-dlya-vuzov\\_261fe4210a0.html](http://www.studmed.ru/zimon-ad-fizicheskaya-himiya-uchebnik-dlya-vuzov_261fe4210a0.html)

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Черемисина О.В., Литвинова Т.Е. Специальные главы химии. Фазовые равновесия. Кинетика химических реакций. Расчёты в коллоидной химии. Методические указания для самостоятельной работы студентов. СПб. – Горный университет. 2016. 54 с.  
<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-212.pdf>

2. Черемисина О.В., Литвинова Т.Е. Специальные главы химии. Химическая термодинамика. Методические указания для самостоятельной работы студентов. СПб. – Горный университет. 2016. 56 с.  
<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-213.pdf>

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>
4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
15. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
17. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>
18. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.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 и практических занятий**

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

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

##### **Оснащенность помещений для лабораторных работ**

1) 15 посадочных мест

Стенды информационные – 10 шт.

Мебель лабораторная и учебная:

табурет лабораторный - 16 шт., шкаф для посуды и приборов – 14 шт., шкаф для хранения реактивов - 2 шт., шкаф вытяжной стандартный без воды - 1 шт., стол-мойка с сушилкой - 1 шт., доска аудиторная под фломастер - 1 шт.

Оборудование и приборы:

центрифуга лабораторная ЦЛМН-Р10-01-«Элекон», учебно-аналитический комплекс - 1 шт., в том числе баня комбинированная лабораторная - 1 шт., колбонагреватель - 1 шт., перемешивающее устройство с верхним приводом - 1 шт., перемешивающее устройство - шейкер лабораторный – 1 шт., рН-метр лабораторный переносной – 1 шт., кондуктометр АНИОН 7001 - 1 шт., штатив лабораторный металлический - 16 шт., фотоэлектроколориметр UNICO – 1 шт.

Компьютерная техника: системный блок Intel Pentium, монитор ЖК 16", принтер лазерный Samsung ML2160

2) 15 посадочных мест

Стенды информационные – 12 шт.

Мебель лабораторная и учебная:

доска аудиторная под фломастер – 2 шт., полка для посуды - 24 шт., приставка технологическая - 8 шт., стол лабораторный - 16 шт., стол учебный - 10 шт., стол-мойка с сушилкой - 1 шт., стул «ИСО» - 10 шт., табурет лабораторный – 16 шт., шкаф вытяжной стандартный без воды - 1 шт., шкаф для посуды и приборов - 1 шт.

Оборудование и приборы:

баня комбинированная лабораторная – 1 шт., колбонагреватель - 1 шт., перемешивающее устройство с верхним приводом - 1 шт., перемешивающее устройство - шейкер лабораторный – 1 шт., рН-метр лабораторный переносной – 1 шт., кондуктометр АНИОН 7001 – 1 шт., штатив лабораторный металлический - 16 шт., фотоэлектроколориметр UNICO – 1 шт.

Компьютерная техника: системный блок Intel Pentium, монитор ЖК 16", принтер лазерный Samsung ML2160

## **8.2. Помещение 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.

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).

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Windows XP 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).

### **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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 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).

#### **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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional, 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).

#### **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.

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).

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

1. Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Open.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus.