

**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 Д.Л. Устюгов

---

**Проректор по образовательной  
деятельности**  
доцент Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.02 Прикладная геология
<b>Специализация:</b>	Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
<b>Квалификация выпускника:</b>	Горный инженер-геолог
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент И.Т. Жадовский

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Термодинамика и кинетика» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности 21.05.02 «Прикладная геология», утвержденного приказом Минобрнауки России № 953 от 12.08.2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности 21.05.02 «Прикладная геология» специализация «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания».

Составитель \_\_\_\_\_ к.х.н., доцент И.Т. Жадовский

**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 изучения дисциплины**

*приобретение базовых теоретических знаний* в области термодинамического описания химических систем гидрогеологических структур, условий формирования подземных вод в соответствии с теорией растворов, расчетов равновесий в сложных ионно-минеральных системах при условиях формирования и изменения состава подземных вод, а так же термодинамических и кинетических закономерностях формирования состава, строения и свойств природных и техногенных, дисперсных, скальных и мерзлых грунтов, кинетики химических процессов и особенностей химии дисперсных систем; *обеспечение подготовки студентов к изучению смежных и специальных дисциплин; формирование практических навыков* применения законов и методов физической химии при решении профессиональных задач.

### **Основные задачи дисциплины:**

получение базовых теоретических основ термодинамики и кинетики химических систем гидрогеологических структур, общих законов и закономерностей химических превращений в системах формирования и изменения состава подземных вод, процессов межфазного массопереноса, методов расчета материальных и тепловых балансов физико-химических процессов;

формирование: представлений в области описания химических явлений, протекающих в экзогенных геологических и гидрогеологических системах с помощью законов физики, термодинамических расчетов и прогнозирования протекания химических процессов, их кинетики при формировании технических решений, направленных на разделение смеси минеральных веществ природного или техногенного происхождения, анализ и моделирования процессов;

приобретение навыков обращения со специальной литературой, поиска сведений и данных в библиотечных и информационно-коммуникационных электронных ресурсах; навыков практического применения полученных знаний;

развитие способностей для самостоятельной работы; мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области прогнозирования, поиска, разведки, эксплуатации твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых, инженерно-геологических изысканий для удовлетворения потребностей водной, топливной, металлургической, химической промышленности, нужд сельского хозяйства, строительства, оценки экологического состояния территорий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Термодинамика и кинетика» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.02 «Прикладная геология» и изучается в 4 семестре.

Предшествующими курсами на которых непосредственно базируется дисциплина «Термодинамика и кинетика» является «Химия элементов и их соединений».

Дисциплина «Термодинамика и кинетика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Общая геохимия, Экология, Петрография, Литология.

Особенностью дисциплины является *приобретение теоретических знаний*, связанных с современными методами и подходами физико-химического моделирования процессов и явлений гидрогеологических структур, составляющих основу разработки новых и модернизации существующих технологий, связанных с поиском и разведкой подземных вод и инженерно-геологических изысканий и решения задач междисциплинарного характера. Получение умений и навыков в области практического применения приёмов и методов физико-химического моделирования процессов для решения задач прикладной геологии, а также в области решения вопросов междисциплинарного характера.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Термодинамика и кинетика» направлен на формирование следующих компетенций.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	ОПК-13	ОПК-13.1. Знает методы изучения и анализа вещественного состава горных пород и руд, основные геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых ОПК-13.2. Умеет решать задачи по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы. ОПК-13.3. Владеет навыками изучения и анализа вещественного состава и физико-механических свойств горных пород и руд.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции (Л)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Подготовка к лабораторным занятиям	34	34
Подготовка к лекциям	6	6
<b>Промежуточная аттестация – экзамен(Э)</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>
		<b>108</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

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Раздел 1 «Термодинамическое моделирование процессов и явлений гидрогеологических структур»	28	8	–	10	10
2.	Раздел 2 «Кинетические характеристики процессов и явлений гидрогеологических структур»	22	8	–	4	10
3.	Раздел 3 «Фазовое равновесие гидрогеологической системы»	28	8	–	10	10
4.	Раздел 4 «Дисперсные системы гидрогеологических структур»	30	10	–	10	10
<b>Итого:</b>		<b>108</b>	<b>34</b>	<b>–</b>	<b>34</b>	<b>40</b>
Подготовка к экзамену		<b>36</b>				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>144</b>				

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Термодинамическое моделирование процессов и явлений гидрогеологических структур	Понятия энергия и работа. Первое начало термодинамики. Описание процессов с помощью законов Гесса и Кирхгофа. Вычисление теплового эффекта для процессов гидрогеологических структур. Второе начало термодинамики. Понятие о самопроизвольных и не самопроизвольных, обратимых и необратимых процессах, энтропия и другие термодинамические функции состояния системы. Способы их вычисления для различных процессов. Направления протекания самопроизвольных процессов в гидрогеологических системах при различных условиях. Химическое равновесие в системе, основные законы и их практическое применение. Принцип Ле Шателье — Брауна. Управление химическими процессами	8
2	Кинетические характеристики процессов и явлений	Понятие реакции, скорость, порядок и механизм химических процессов. Кинетические уравнения для реакций различных порядков. Гетерогенные	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	гидрогеологических структур	реакции и их роль в процессах образования гидрогеологических структур, минералов и горных пород. Катализ	
3	Фазовое равновесие гидрогеологической системы	Фазовое равновесие гидрогеологической системы, фазы, индивидуальные вещества, компоненты системы, основные понятия и определения, число степеней свободы системы. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса, его использование для расчета фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Термодинамические свойства растворов. Принципы построения и чтения типовых диаграмм состояния двух- и трехкомпонентных систем. Применение в геологических и гидрогеологических структурах.	8
4	Дисперсные системы гидрогеологических структур.	Дисперсные системы: классификация и основные характеристики. Термодинамика поверхностных явлений гидрогеологических структур. Самопроизвольные процессы на границе раздела фаз. Адсорбция, ее практическое значение в геологических и гидрогеологических системах. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидно-дисперсных систем, коагуляция.	10
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</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 диссоциации слабого электролита	2
2.		Определение интегральной теплоты растворения и гидратации соли	2
3.		Определение константы диссоциации слабого электролита кондуктометрическим методом	2
4.		Моделирование направление протекания процесса и выхода реакции	4
5.	Раздел 2.	Кинетика окисления тиосульфата натрия	2
6.		Кинетика гетерогенного процесса	2
7.	Раздел 3.	Унарные диаграммы состояния	2
8.		Диаграммы состояния неконденсированных систем	2
9.		Диаграммы жидкость-твердая фаза	4
10.		Водно-солевые системы	2
11.	Раздел 4.	Исследование молекулярной адсорбции растворенного вещества на активированном угле	2
12.		Исследование обменной адсорбции ионов	2
13.		Получение лиофобного золя	2

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
14.		Определение порога коагуляции	2
15.		Критическая концентрация мицеллообразования	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</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.

**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** являются 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.

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 самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

**Раздел 1. Термодинамическое моделирования процессов и явлений гидрогеологических структур**

1. От чего зависит тепловой эффект реакции?
2. От чего зависит обратимость процесса?
3. Как изменяется энтропия при повышении температуры протекания процесса?
4. Какой термодинамический параметр системы позволяет определить направление протекания процесса?
5. Какой закон позволяет вычислить изменение энтальпии при заданной температуре?

6. Как будет изменяться величина константы равновесия при увеличении температуры при протекании экзотермического процесса?

7. Какое уравнение описывает зависимость изменения энергии Гиббса процесса от произведения концентраций реагирующих веществ и продуктов реакции?

8. В какую сторону сместится равновесие системы при увеличении концентрации продуктов реакции?

9. Каким уравнением описывается химический потенциал вещества?

## **Раздел 2. Кинетические характеристики процессов и явлений гидрогеологических структур**

1. Какое уравнение описывает скорость химического процесса?

2. Что такое константа скорости реакции?

3. Как определяется энергия активации процесса?

4. От чего зависит скорость реакции?

5. Каким уравнением описывается зависимость скорости процесса от концентрации реагирующих веществ?

6. От чего зависит величина константа скорости реакции?

7. Что такое порядок реакции?

8. Что такое лимитирующая стадия процесса

9. Какими способами можно определить порядок и константу скорости реакции?

## **Раздел 3. Фазовое равновесие гидрогеологической системы**

1. Что описывает правило фаз Гиббса?

2. Что влияет на свойства гетерогенной однокомпонентной системы?

3. Что показывают линии ликвидуса и солидуса

4. В каких координатах изображают диаграммы состояния гетерогенных однокомпонентных систем?

5. Что описывает уравнения Клаузиуса-Клапейрона?

6. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания переходов между конденсированными фазами?

7. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания процесса испарения?

8. Азеотропная смесь компонентов это?

9. Возможно ли разделение компонентов азеотропной смеси методом простой перегонки?

10. Как при помощи диаграммы состояния определить состав равновесных фаз?

## **Раздел 4. Дисперсные системы гидрогеологических структур.**

1. Что такое поверхностное натяжение?

2. Что такое поверхностная активность?

3. Что представляет собой мицелла?

4. Как влияет концентрация ПАВ в растворе на величину поверхностного натяжения?

5. На что влияет достижение критической концентрации мицеллообразования?

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 проведения промежуточной аттестации (экзамена)

### 6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену

1. Как изменяется величина энергии Гиббса для самопроизвольного процесса?
2. Какое уравнение описывает первое начало термодинамики?
3. По какому математическому уравнению рассчитывают тепловой эффект реакции в стандартных условиях?
4. Какое уравнение описывает зависимость теплоемкости от температуры веществ?
5. Как изменяется величина коэффициента фиктивности газа с ростом давления?
6. Каким уравнением с величиной стандартной энергии Гиббса связана константа равновесия?
7. Каким образом система, находящаяся в равновесии реагирует на внешние воздействия?
8. Как влияет повышение давления на смещение равновесия?
9. Какое уравнение определяет количество теплоты в **изобарном** процессе?
10. Уравнение скорости химической реакции?
11. Какое уравнение описывает скорости гомогенной химической реакции?
12. Какая формула соответствует дифференциальному уравнению скорости гетерогенной химической реакции?
13. Во сколько стадий идет элементарная реакция?
14. Как изменится скорость прямой элементарной газофазной реакции  $A + 2B = D$  при увеличении давления в 2 раза?
15. Скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагентов в степенях, равных чему?
16. Каким уравнением определяется скорость обратной реакции (если считать ее элементарной)  $H_2 + I_2 = 2HI$ ?
17. Какие параметры влияют на величину константы скорости реакции?
18. При реакции первого порядка зависимость концентрации от времени имеет вид?
19. При реакции второго порядка зависимость концентрации от времени имеет вид?
20. При реакции третьего порядка зависимость концентрации от времени имеет вид?
21. Правила Вант-Гоффа гласит что?
22. Какова математическая формула правила Вант-Гоффа?
23. Что позволяет определить уравнением Аррениуса?
24. Какая математическая формула является дифференциальным уравнением Клаузиуса-Клапейрона?
25. Как запишется уравнение правила фаз Гиббса для диаграммы состояния ж-г?
26. Какое уравнение описывает закон Рауля?
27. Каким компонентом обогащен пар согласно первому закону Коновалова?
28. В точке азеотропа согласно второму закону Коновалова состав пара и жидкости соотносятся как?
29. Какое соединение называют инконгруэнтно плавящимся?
30. Величина внутреннего давления зависит от параметра?
31. Как определяется толщина поверхностного слоя по методу Гиббса?
32. Что включают в себя понятие «поверхностный слой»?
33. В методе избыточных величин Гиббса описывается?
34. Где сосредоточена поверхностная энергия в методе избыточных величин Гиббса?
35. Как зависит величина поверхностного натяжения от роста температуры?
36. Какая математическая формула является уравнением Этвеша?
37. Какое математическое уравнение является условием самопроизвольности адсорбции?
38. По какой формуле вычисляют величину работы когезии?
39. Что называют явлением когезии?
40. Что называют явлением адгезии?
41. Какая величина описывает интенсивность смачивания?

42. Какая математическая формула является уравнением Юнга?
43. Как влияет рост температуры процесса на величину адсорбции?
44. От каких параметров зависит величина предельной адсорбции?
45. Правило Дюкло-Траубе описывает?
46. Какое математическое уравнение описывает изотерму адсорбции Ленгмюра?
47. Какое математическое уравнение описывает изотерму адсорбции Фрейндлиха?
48. Какой вид взаимодействия находится в основе ионной (химической) адсорбции?
49. Обычно концентрацию проскока принимают равной чему?
50. Какой ионит следует выбрать для ионообменной очистки газа от SO<sub>2</sub>?
51. Каким уравнением связаны произведение растворимости и величина ИЭТ?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
<b>Вариант 1</b>		
1.	Парциальным называют давление, которое оказывает газ на стенки сосуда, если он	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. давление постоянно</li> <li>2. система изолирована</li> <li>3. занимает объем всей системы</li> <li>4. система гетерогенная</li> </ol>
2.	Первый закон термодинамики – 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>U - pV</math></li> </ol>
3.	Какое из выражений правильно описывает тепловой эффект реакции в изобарно-изотермических условиях?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. разность энтальпий образования конечных и исходных веществ</li> <li>2. разность энтальпий сгорания конечных и исходных веществ</li> <li>3. разность энтальпий растворения исходных и конечных веществ</li> <li>4. сумма энергии кристаллической решетки и энтальпии растворения</li> </ol>
4.	Если $K^0 = \prod \tilde{P}_i$ , то равновесие смещается в сторону	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. реакции с уменьшением объема</li> <li>2. прямой реакции</li> <li>3. реакции с увеличением газовых молей</li> <li>4. то это состояние равновесия</li> </ol>
5.	В зависимости от каких параметров энергия Гельмгольца становится характеристической функцией?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. T, p</li> <li>2. T, V</li> <li>3. S, p</li> <li>4. S, V</li> </ol>
6.	Энтропия равна нулю при	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0 К (идеальный кристалл)</li> <li>2. 298 К</li> <li>3. 1 атм</li> <li>4. постоянном давлении</li> </ol>
7.	Для реакции $Zn + 2HCl_{(г)} = ZnCl_2 + H_2$ при повышении давления равновесие сместится в сторону	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. прямой реакции</li> <li>2. обратной реакции</li> <li>3. не изменится</li> <li>4. образования</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
8.	По температуре замерзания раствора нельзя определить	1. теплоту плавления растворителя 2. степень диссоциации электролита 3. концентрацию раствора 4. теплоту плавления растворенного вещества
9.	Легколетучий компонент кипит при	1. более высокой температуре 2. более низкой температуре 3. пониженной температуре системы 4. постоянной температуре системы
10.	На скорость химической реакции не влияет	1. природа вещества 2. концентрация вещества 3. присутствие катализатора 4. изменение энтальпии
11.	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
12.	Константа скорости реакции зависит	1. от концентраций реагентов 2. от парциальных давлений реагентов 3. от температуры 4. от количеств реагентов
13.	Согласно правилу Вант-Гоффа, при повышении температуры на $10^\circ$ скорость химической реакции	1. увеличивается в 2-4 раза 2. уменьшается в 2-4 раза 3. увеличивается в 5-6 раз 4. уменьшается в 10 раз
14.	С увеличением дисперсности удельная поверхность	1. уменьшается пропорционально 2. увеличивается пропорционально 3. увеличивается в геометрической зависимости 4. уменьшается, т.к. уменьшается размер частиц
15.	Условие самопроизвольности адсорбции	1. $\sigma ds_{1,2} - s_{1,2}d\sigma < 0$ 2. $d\sigma < 0$ 3. $\sigma ds_{1,2} + d\sigma < 0$ 4. $\sigma + s_{1,2}d\sigma < 0$
16.	Лучше смачивает та жидкость, у которой	1. меньше поверхностное натяжение 2. меньше поверхностная активность 3. больше внутреннее давление 4. есть водородные связи
17.	Предельная адсорбция для данного гомологического ряда не зависит от	1. поверхностной активности 2. поверхностного натяжения 3. длины углеводородного радикала 4. строения функциональной группы
18.	Константа Лэнгмюра меньше единицы при адсорбции на угле	1. бензола 2. катионов металлов 3. мыла 4. ацетилацетонатов металлов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	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
20.	Уравнение седиментационного равновесия лежит в основе определения	1. размера частиц 2. предельной адсорбции 3. константы Ленгмюра 4. коагулирующей способности
<b>Вариант 2</b>		
1.	Тепловой эффект изохорного процесса	1. $\Delta U$ 2. $\Delta H$ 3. $V\Delta p$ 4. $C\Delta T$
2.	При изотермическом расширении газа теплота равна:	1. 0 2. $\ln V_2/V_1$ 3. $RT \ln P_2/P_1$ 4. $P\Delta V$
3.	Какая из формул является математическим выражением закона Гесса применительно к химической реакции?	1. $\Delta_r H_T^\circ = \sum \nu_k \Delta_f H_{T,k}^\circ + \sum \nu_i \Delta_f H_{T,i}^\circ$ 2. $\Delta_r H_T^\circ = \sum \nu_k \Delta_f H_{T,k}^\circ$ 3. $\Delta_r H_T^\circ = \sum \nu_k \Delta_f H_{T,k}^\circ - \sum \nu_i \Delta_f H_{T,i}^\circ$ 4. $\Delta_r H_T^\circ = \sum \nu_k \Delta_f H_{T,k}^\circ / \sum \nu_i \Delta_f H_{T,i}^\circ$
4.	Разность $C_p$ и $C_v$ для газов равна, Дж/моль·К	1. 8,31 2. 1 3. 0,5 4. 22,4
5.	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. $a + bT \cdot c'T^{-2}$
6.	Энтропия возрастает в процессе	1. уменьшения газа 2. повышения давления 3. повышения температуры 4. конденсации
7.	Изменение энергии Гельмгольца вычисляется по формуле	1. $\Delta A = \Delta U - \Delta T \Delta S$ 2. $\Delta A = \Delta U + \Delta T \Delta S$ 3. $\Delta A = \Delta U - P \Delta V$ 4. $\Delta A = \Delta H + T \Delta S$
8.	Уравнение изотермы химической реакции	1. $\Delta_r G = (RT \ln \prod \tilde{P}_i - RT \ln K^0)$ 2. $\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i + RT \ln K^0)$ 3. $\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i - RT \ln K^0)$ 4. $\Delta_r G = -RT \ln K$
9.	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. $P_i = C_i \cdot P_\Sigma$ 4. $P_i = x_i \cdot P_\Sigma$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	Правило фаз Гиббса для изотермической диаграммы состояния системы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>F = K - \Phi + 2</math></li> <li>2. <math>F = K - \Phi + 1</math></li> <li>3. <math>F = \Phi - K + 1</math></li> <li>4. <math>F = K + \Phi - 2</math></li> </ol>
11.	К появлению азеотропных смесей приводят	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отклонения положительные</li> <li>2. отклонения отрицательные</li> <li>3. отклонения любые</li> <li>4. отклонения идеальные</li> </ol>
12.	Температура замерзания раствора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. равна температуре замерзания чистого растворителя</li> <li>2. меньше температуры замерзания чистого растворителя</li> <li>3. равна температуре замерзания чистого растворенного вещества</li> <li>4. равна 273 К</li> </ol>
13.	Реакции второго порядка соответствует линейная зависимость в координатах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{1}{c} = f(\tau)</math></li> <li>2. <math>c = f(\tau)</math></li> <li>3. <math>\ln c = f(\tau)</math></li> <li>4. <math>c = f(\ln \tau)</math></li> </ol>
14.	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?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5</li> <li>2. 25</li> <li>3. 15</li> <li>4. 35</li> </ol>
15.	Дисперсную систему жидкость – жидкость называют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. золь</li> <li>2. гель</li> <li>3. взвесь</li> <li>4. эмульсия</li> </ol>
16.	Катализаторы не влияют на	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. скорость прямой реакции</li> <li>2. скорость обратной реакции</li> <li>3. положение химического равновесия</li> <li>4. скорость реакции в целом</li> </ol>
17.	Скорость химической реакции – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\omega = \frac{1}{\nu_i} + \frac{dn_i}{d\tau}</math></li> <li>2. <math>\omega = \frac{1}{\nu_i} - \frac{dn_i}{d\tau}</math></li> <li>3. <math>\omega = \frac{1}{\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}</math></li> <li>4. <math>\omega = -\frac{dn_i}{d\tau}</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
18.	Понижение поверхностного натяжения с ростом концентрации ПАВ усиливается	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при уменьшении константы Лэнгмюра</li> <li>2. при понижении температуры</li> <li>3. при повышении предельной адсорбции</li> <li>4. с увеличением длины углеводородного радикала</li> </ol>
19.	Какое из уравнений реакции следует применять для составления уравнения расчета теплового эффекта реакции, протекающей в водном растворе при $pT = \text{const}$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. молекулярное</li> <li>2. полное ионное</li> <li>3. сокращенное ионное</li> <li>4. любой из перечисленных вариантов</li> </ol>
20.	Закон Генри	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Gamma = -K\Gamma C</math></li> <li>2. <math>\Gamma = -\frac{C}{RT} g</math></li> <li>3. <math>\Gamma = K\Gamma C</math></li> <li>4. <math>\Gamma = K\Gamma + C</math></li> </ol>
<b>Вариант 3</b>		
1.	Какие из перечисленных вариантов справочных данных следует выбрать для характеристики иона при расчете теплового эффекта реакции, протекающей в водном растворе при $pT = \text{const}$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. энтальпия образования в водном растворе</li> <li>2. энтальпия образования</li> <li>3. энтальпия образования в жидком аммиаке</li> <li>4. энтальпия разложения в водном растворе</li> </ol>
2.	Математическое выражение второго закона термодинамики имеет вид	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>dS \leq \frac{\delta Q}{T}</math></li> <li>2. <math>S \leq \frac{\delta Q}{T}</math></li> <li>3. <math>dS \geq \frac{\delta Q}{T}</math></li> <li>4. <math>dS \leq \frac{\delta G}{T}</math></li> </ol>
3.	Энтальпия – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. расширенная внутренняя энергия системы</li> <li>2. расширенная работа системы</li> <li>3. расширенная теплоемкость системы</li> <li>4. расширенная масса системы</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
4.	Какая из приведенных формул является уравнением Кирхгофа для расчета теплового эффекта химической реакции при $T > 298\text{K}$ , $p = \text{const}$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} C_p dT</math></li> <li><math>\Delta H_T = \Delta H_{298} + \int_{298}^T C_p dT</math></li> <li><math>\Delta_r H_T = \Delta_r H_{298} + \int_{298}^T \Delta_r C_p dT</math></li> <li><math>\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} - \int_{T_1}^{T_2} C_p dT</math></li> </ol>
5.	В соответствии с принципом Ле-Шателье – Брауна система реагирует на внешние воздействия следующим образом	<ol style="list-style-type: none"> <li>не реагирует</li> <li>сжимается</li> <li>расширяется</li> <li>старается уменьшить это воздействие</li> </ol>
6.	Изменение энергии Гиббса процесса равно	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\Delta G = H - TS</math></li> <li><math>\Delta G = \Delta U - T\Delta S</math></li> <li><math>\Delta G = c_p \Delta T</math></li> <li><math>\Delta G = \Delta H - T\Delta S</math></li> </ol>
7.	Для реакции $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ изменение энтропии	<ol style="list-style-type: none"> <li>=0</li> <li>=1</li> <li>&gt;0</li> <li>&lt;0</li> </ol>
8.	Какая тенденция изменения энтропии правильно описывает процесс перехода агрегатного состояния вещества от твердого состояния к жидкости и далее к газу ( $\text{т} \rightarrow \text{ж} \rightarrow \text{г}$ )?	<ol style="list-style-type: none"> <li>уменьшение</li> <li>наличие минимума</li> <li>наличие максимума</li> <li>увеличение</li> </ol>
9.	При перегонке жидкость обогащена	<ol style="list-style-type: none"> <li>низкокипящим компонентом</li> <li>труднолетучим компонентом</li> <li>растворенным веществом</li> <li>всего поровну</li> </ol>
10.	Для идеальной системы $\text{ж} \leftrightarrow \text{г}$ справедлив закон	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ньютона</li> <li>Коновалова</li> <li>Клапейрона</li> <li>Рауля</li> </ol>
11.	Число компонентов в системе $\text{NaNO}_3 - \text{CaCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$ равно:	<ol style="list-style-type: none"> <li>3</li> <li>4</li> <li>2,5</li> <li>5</li> </ol>
12.	Молекулярность реакции $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ , считая ее элементарной	<ol style="list-style-type: none"> <li>1</li> <li>2</li> <li>3</li> <li>5</li> </ol>
13.	Как изменится скорость газовой реакции $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ при увеличении концентрации $\text{H}_2\text{O}$ в 5 раз?	<ol style="list-style-type: none"> <li>увеличится в 5 раз</li> <li>увеличится в 10 раз</li> <li>увеличится в 25 раз</li> <li>не изменится</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	К признакам дисперсной системы <b>не</b> 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>
15.	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>
16.	Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при увеличении температуры системы на $20^\circ$ , если температурный коэффициент равен 2?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2</li> <li>2. 4</li> <li>3. 6</li> <li>4. 16</li> </ol>
17.	Наибольшее поверхностное натяжение имеет следующая жидкость:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вода</li> <li>2. ацетон</li> <li>3. бензол</li> <li>4. ртуть</li> </ol>
18.	Коллоидный раствор в отличие от истинного раствора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. мутный в проходящем свете</li> <li>2. опалесцирует в рассеянном свете</li> <li>3. опалесцирует в проходящем свете</li> <li>4. содержит частицы крупностью более микрона</li> </ol>
19.	Косинус краевого угла – это (уравнение Юнга)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\cos \theta = \frac{\sigma_{m/z} - \sigma_{ж/z}}{\sigma_{m/ж}}</math></li> <li>2. <math>\cos \theta = \frac{\sigma_{m/z} - \sigma_{m/ж}}{\sigma_{ж/z}}</math></li> <li>3. <math>\cos \theta = \frac{\sigma_{m/z} + \sigma_{ж/z}}{\sigma_{m/ж}}</math></li> <li>4. <math>\cos \theta = \frac{\sigma_{m/z}}{\sigma_{m/ж}}</math></li> </ol>
20.	К свойствам поверхностно не активных веществ не относится	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. с ростом концентрации поверхностное натяжение растет</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>

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



### 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	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«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

### 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. 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. 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. 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.htm](http://www.studmed.ru/zimon-ad-fizicheskaya-himiya-uchebnik-dlya-vuzov_261fe4210a0.htm)

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

1. Термодинамика и кинетика. Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Т.Е. Литвинова, И.Т. Жадовский. СПб.: 2018. 57с.
2. Термодинамика и кинетика. Расчеты термодинамических параметров. Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Т.Е. Литвинова, И.Т. Жадовский. СПб.: 2018. 42с.
3. Термодинамика и кинетика. Фазовые диаграммы. Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Т.Е. Литвинова, И.Т. Жадовский. СПб.: 2019. 64с.

### **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 «Znanium.com»; <http://znanium.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**

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

Основная лекционная аудитория включает 36 посадочных мест и имеет:

Мебель:

Стол аудиторный – 18 шт., стол преподавательский – 1 шт., стул – 40 шт., трибуна – 1 шт., шкаф преподавателя ArtM – 1 шт.

Компьютерная техника:

Видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт., доска интерактивная Polyvision eno 2610A – 1 шт., источник бесперебойного питания Poverware 5115 750i – 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 – 1 шт., компьютер Comprim – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», масштабатор Kramer VP-720xl – 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 – 1 шт., монитор ЖК «17» Dell – 2 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST – 1 шт., пульт управления презентацией Interlink Remote Point Global Presenter – 1 шт., рекордер DVDLGHDR899 – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln – 1 шт., устройство светозащитное – 3 шт., крепление SMS Projector – 1 шт.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по строительной физике и климатологии.

#### **Аудитории для проведения лабораторных работ.**

24 посадочных мест:

Мебель лабораторная:

Стол аудиторный – 1 шт., стол для компьютера ЛАБ-1200 – 1 шт., стол лабораторный рабочий – 10 шт., стол преподавательский 160×80×75 – 5 шт., стол – 6 шт., стол 140×80 – 1 шт., стул – 22 шт., кресло для преподавателя – 13 шт., шкаф книжный 80×45×191,9 – 1 шт., шкаф преподавателя ArtM 1 шт., принтер HP LJ 2300 – 1 шт., устройство светозащитное – 1 шт., доска интерактивная Polyvision eno 2610A 1 – шт.

Компьютерная техника:

Системный блок R-Style Proxima MC730IC – 11 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», монитор ЖК17// Dell E177FP – 11 шт., компьютер CompuMir – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», источник бесперебойного питания Poverware 5115 750i – 1 шт., видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST – 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 – 1 шт., принтер HP LJ 2300 – 1 шт., рекордер DVD LG HDR899 – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln – 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 512 – 1 шт., масштабатор Kramer VP-720x1 – 1 шт., монитор ЖК 17" Dell – 1 шт., пульт управления презентацией Interlink RemotePoint Global Presenter – 1 шт., крепление SMS Projector – 1 шт., источник бесперебойного питания APC by Schneider Electric Back-UPS ES 700VA – 1 шт., плакат в рамке – 11 шт.

### **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.
2. Microsoft Office 2007 Standard.
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus.