

**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**  
**с.н.с. О.М. Прищепа**

---

**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>	Геология месторождений нефти и газа
<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 ВПО – специалитет по специальности 21.05.02 «Прикладная геология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 953 от 12.08.2020.;

– на основании учебного плана специалитета по специальности 21.05.02 «Прикладная геология», специализация «Геология месторождений нефти и газа».

Составитель:

\_\_\_\_\_

к.х.н.

И.Т. Жадовский

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физической химии**

от 04.02.2021 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

д.т.н., проф.

О.В. Черемисина

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования,  
аккредитации и контроля качества  
образования

\_\_\_\_\_

Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического  
обеспечения учебного процесса

\_\_\_\_\_

А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель изучения дисциплины

*приобретение базовых теоретических знаний* в области термодинамического описания углеводородных систем и вмещающих их пород, сопутствующих им вод согласно теории растворов, форм залегания в недрах земли, расчетов равновесий в системах сложного ионно-минералогического состава, кинетики химических процессов и особенностей химии дисперсных систем нефти и газа, условий формирования и разрушения размещения залежей и месторождений нефти и газа, их генезиса.

*обеспечение подготовки студентов к изучению смежных и специальных дисциплин; формирование практических навыков* применения законов и методов физической химии при решении профессиональных задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы.

### Основные задачи дисциплины:

получение базовых теоретических основ, общих законов и закономерностей химических превращений в углеводородных системах и вмещающих их пород, процессов межфазного массопереноса, методов расчета материальных и тепловых балансов физико-химических процессов углеводородных систем;

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

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 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 Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.02 «Прикладная геология» и изучается в **4-ом** семестре.

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

Дисциплина «Термодинамика и кинетика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Экология, Безопасность жизнедеятельности, Физическая химия геологических процессов.

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 комплексной переработки минерального сырья.

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

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

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
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. Знать методы изучения и анализа вещественного состава горных пород и руд, основные геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых ОПК-13.2. Уметь решать задачи по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы ОПК-13.3. Владеть: - 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 трудоемкость дисциплины «Термодинамика и кинетика» составляет **3** зачетных единиц, 108 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 работам	40	40
<b>Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (ДЗ)</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>ак. час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</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 «Применение термодинамических функций состояния системы в геологических процессах и углеводородных системах»	28	8	–	10	10
2.	Раздел 2 «Кинетические параметры химических процессов в геологических и углеводородных системах»	22	8	–	4	10
3.	Раздел 3 «Описания фазовых равновесий геологических и углеводородных систем»	28	8	–	10	10
4.	Раздел 4 «Основные химические характеристики геологических и нефтегазовых дисперсных систем»	30	10	–	10	10
<b>Итого:</b>		<b>108</b>	<b>34</b>	<b>–</b>	<b>34</b>	<b>40</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Система, понятие Энергии и Работа. Первое начало термодинамики. Понятие Энтальпии Законы Гесса и Кирхгофа. Термохимические уравнения. Стандартная энтальпия образования вещества Вычисление теплового эффекта. Второе начало термодинамики. Описание понятие об самопроизвольности процесса, энтропии и других термодинамических функций состояния системы. Способы их вычисления для различных процессов. Определение направления протекания самопроизвольных процессов в геологических и углеводородных системах при различных условиях. Основные законы химического равновесия и их практическое применение в геологических и углеводородных системах. Управление химическими процессами	8
2.	Раздел 2	Скорость, порядок и механизм химических процессов. Кинетические уравнения для реакций различных порядков. Гетерогенные реакции и их роль в процессах образования минералов, горных пород и нефтегазовых месторождений. Катализ	8
3.	Раздел 3	Диаграммы фазового равновесия. Основные понятия и определения: фазы, индивидуальные вещества, компоненты системы, число степеней свободы системы. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Клаузиуса, его использование для расчета фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Термодинамические свойства растворов, пород и углеводородных систем. Принципы построения и чтения типовых диаграмм состояния двух- и трехкомпонентных систем.	
4.	Раздел 4	Классификация и основные характеристики дисперсных систем. Определение углеводородной системы как дисперсной системы сложного состава. Термодинамика поверхностных явлений с точки зрения углеводородных систем. Самопроизвольные процессы на границе раздела фаз. Адсорбция, ее практическое значение. Применение ионообменных материалов. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидно-дисперсных систем, коагуляция.	10
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические (семинарские) занятия

Практические (семинарские) 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
		Определение интегральной теплоты растворения и гидратации соли	2
		Определение константы диссоциации слабого электролита кондуктометрическим методом	2
		Моделирование направление протекания процесса и выхода реакции	4
2	Раздел 2.	Кинетика окисления тиосульфата натрия	2
		Кинетика гетерогенного процесса	2
3	Раздел 3.	Унарные диаграммы состояния	2
		Диаграммы состояния неконденсированных систем	2
		Диаграммы жидкость-твердая фаза	4
		Водно-солевые системы	2
4	Раздел 4.	Исследование молекулярной адсорбции растворенного вещества на активированном угле	2
		Исследование обменной адсорбции ионов	2
		Получение лиофобного золя	2
		Определение порога коагуляции	2
		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 текущего контроля успеваемости

##### 6.1.1. Тематика для самостоятельной подготовки

**Раздел 1. Применение термодинамических функций состояния системы в геологических процессах и углеводородных системах**

1. Какой закон позволяет вычислить изменение энтальпии при заданной температуре?
2. От каких параметров системы зависит теплоемкость?
3. Второй закон термодинамики говорит о чем?
4. Как изменяется энергия Гиббса при самопроизвольном протекании процесса?
5. По какому уравнению можно оценить количество тепловой энергии необходимой для нагрева тела до заданной температуры?

6. Какой закон лежит в основе вычисления изменения энтропии химической реакции
7. Что описывает константа равновесия?
8. Как будет изменяться величина константы равновесия при увеличении температуры при протекании эндотермического процесса?
9. Куда сместится равновесие системы при повышении давления исходных компонентов?
10. Какое уравнение описывает зависимость изменения энергии Гиббса процесса от произведения концентраций реагирующих веществ и продуктов реакции?
11. Каким образом изменится выход реакции при увеличении концентрации продуктов реакции?

## **Раздел 2. Кинетические параметры химических процессов в геологических и углеводородных системах**

1. Что такое скорость реакции?
2. Какое уравнение описывает скорость гомогенного процесса?
3. Какое уравнение описывает скорость гетерогенного процесса?
4. Каким уравнением описывается зависимость скорости процесса от концентрации реагирующих веществ?
5. Правило Вант-Гоффа гласит?
6. Что показывает константа скорости реакции и от чего зависит ее величина?
7. Что такое порядок реакции?
8. Какой величину позволяет оценить уравнение Аррениуса ?

## **3. Описания фазовых равновесий геологических и углеводородных систем**

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

## **Раздел 4. Основные химические характеристики геологических и нефтегазовых дисперсных систем**

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 проведения промежуточной аттестации (дифф. зачет)**

**6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к дифф. зачету по дисциплине «Термодинамика и кинетика»**

1. Как изменяется величина энергии Гиббса для самопроизвольного процесса?
2. По какому закону описывается изобарно-изотермический потенциал системы?
3. Какое дифференциальное математическое уравнение описывает первое начало термодинамики?
4. Какое дифференциальное математическое уравнение описывает второе начало термодинамики?
5. Какое математическое уравнение описывает зависимость теплоемкости от температуры для органических веществ?
6. По какому математическому уравнению рассчитывают количество теплоты, затраченное на нагревание некоторого количества вещества в изобарном процессе?
7. Чему равна разность тепловых эффектов одной и той же реакции, проведенной при постоянном давлении и при постоянном объеме?
8. Какая тенденция изменения энтропии описывает процесс перехода агрегатного состояния вещества от твердого состояния к жидкости и далее к газу ( $t \rightarrow ж \rightarrow г$ )?
9. Каким образом в соответствии с принципом Ле-Шателье – Брауна система реагирует на внешние воздействия?
10. Каким уравнением с величиной стандартной энергии Гиббса связана константа равновесия?
11. Как влияет повышение давления на смещение равновесия?
12. Какая математическая формула является уравнением изобары?
13. Какая формула соответствует дифференциальному уравнению скорости химической реакции по исходным веществам?
14. Какая формула соответствует дифференциальному уравнению скорости гомогенной химической реакции?
15. Как меняется скорость прямой элементарной газофазной реакции при увеличении давления?
16. Скорости гетерогенной химической реакции имеет математическую форму?
17. Элементарная реакция идет во сколько стадий?
18. Скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагентов в степенях, равных чему?
19. Каким уравнением определяется скорость прямого процесса для реакции (считая ее элементарной)  $N_2 + I_2 = 2HI$ ?
20. От какого параметра зависит величина константы скорости реакции?
21. Каким уравнением описывается скорость процесса реакции первого порядка?
22. Каким уравнением описывается скорость процесса в реакции второго порядка?
23. Каким уравнением описывается скорость процесса в реакции третьего порядка?
24. Какова формулировка правила Вант-Гоффа?

25. Как формулируется третье начало термодинамики?
26. Уравнения Аррениуса гласит?
27. Какая математическая формула является дифференциальным уравнением Клаузиуса-Клапейрона?
28. Что описывает уравнением Клаузиуса-Клапейрона?
29. Как запишется уравнение правила фаз Гиббса для диаграммы состояния ж=г?
30. Формулировка закона Рауля?
31. Согласно первому закону Коновалова каким компонентом обогащен пар?
32. Как соотносятся состав пара и жидкости в точке азеотропа согласно второму закону Коновалова?
33. Какое соединение называют инконгруэнтно плавящимся?
34. От какого параметра зависит величина внутреннего давления?
35. Как определяется толщина поверхностного слоя по методу Гиббса?
36. Что включают в себя понятие «поверхностный слой»?
37. Где сосредоточена поверхностная энергия в методе слоя конечной толщины
38. Где сосредоточена поверхностная энергия в методе избыточных величин Гиббса?
39. Как изменится величина поверхностного натяжения с ростом температуры?
40. Какая математическая формула является уравнением Этвеша?
41. Какое математическое уравнение является условием самопроизвольности адсорбции?
42. По какой формуле вычисляют величину работы когезии?
43. Что называют явлением когезии?
44. Что называют явлением адгезии?
45. Какая величина описывает интенсивность смачивания?
46. Какая математическая формула является уравнением Юнга?
47. От чего зависит величина адсорбции?
48. От каких параметров молекулы зависит величина предельной адсорбции?
49. Что подразумевается под удельной площадью поверхности материала?
50. Какова формулировка правила Дюкло-Траубе?
51. Обычно концентрацию проскока принимают равной чему?
52. Какое математическое уравнение описывает изотерму адсорбции Ленгмюра?
53. Какое математическое уравнение описывает изотерму адсорбции Фрейндлиха?
54. Какой вид взаимодействия находится в основе ионной (химической) адсорбции?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
<b>Вариант 1</b>		
1.	Какая функция является потенциалом в изохорно-изотермических условиях:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. энергия Гиббса <math>G</math></li> <li>2. энергия Гельмгольца <math>F</math></li> <li>3. внутренняя энергия <math>U</math></li> <li>4. энтальпия <math>H</math></li> </ol>
2.	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>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	От какого из параметров <b>не зависит</b> величина функции состояния?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. температуры</li> <li>2. давления</li> <li>3. пути процесса</li> <li>4. конечных условий состояния системы</li> </ol>
4.	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>U - pV</math></li> </ol>
5.	Тепловой эффект изобарного процесса без совершения другой работы, кроме работы расширения, равен:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta U</math></li> <li>2. <math>\Delta H</math></li> <li>3. <math>V\Delta p</math></li> <li>4. <math>C\Delta T</math></li> </ol>
6.	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>
7.	В зависимости от каких параметров энергия Гельмгольца $A$ становится характеристической функцией:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>T, p</math></li> <li>2. <math>T, V</math></li> <li>3. <math>S, p</math></li> <li>4. <math>S, V</math></li> </ol>
8.	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>
9.	По какому из уравнений следует выполнять расчет теплового эффекта реакции $4\text{HCl}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} + 2\text{Cl}_{2(г)}$ при $pT = \text{const}$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta_r H_{298}^0 = 4\Delta_f H_{298}^0(\text{HCl}) + \Delta_f H_{298}^0(\text{O}_2) - 2\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - 2\Delta_f H_{298}^0(\text{Cl}_2)</math></li> <li>2. <math>\Delta_r H_{298}^0 = [4\Delta_f H_{298}^0(\text{HCl}) - \Delta_f H_{298}^0(\text{O}_2)] + [2\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - 2\Delta_f H_{298}^0(\text{Cl}_2)]</math></li> <li>3. <math>\Delta_r H_{298}^0 = [2\Delta_f H_{298}^0(\text{Cl}_2) + 2\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O})] - [4\Delta_f H_{298}^0(\text{HCl}) - \Delta_f H_{298}^0(\text{O}_2)]</math></li> <li>4. <math>\Delta_r H_{298}^0 = [\Delta_f H_{298}^0(\text{Cl}_2) + \Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta_f H_{298}^0(\text{HCl}) - \Delta_f H_{298}^0(\text{O}_2)]</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	Химический потенциал это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. парциальная молярная энергия Гиббса</li> <li>2. парциальная молярная энтальпия</li> <li>3. изобарно-изохорный потенциал системы</li> <li>4. изменение потенциальной энергии в ходе реакции</li> </ol>
11.	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>
12.	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>
13.	Константа равновесия реакции $2\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$ в ситуации идеального газа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>K = \frac{p_{\text{NH}_3}^2}{p_{\text{H}_2}^2 \cdot p_{\text{N}_2}}</math></li> <li>2. <math>K = \frac{f_{\text{NH}_3}^2}{f_{\text{H}_2}^2 \cdot f_{\text{N}_2}}</math></li> <li>3. <math>K = \frac{p_{\text{NH}_3}}{p_{\text{H}_2} \cdot p_{\text{N}_2}}</math></li> <li>4. <math>K = \frac{f_{\text{NH}_3}^2}{f_{\text{H}_2}^2}</math></li> </ol>
14.	Константа скорости реакции зависит:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. от концентраций реагентов</li> <li>2. от парциальных давлений реагентов</li> <li>3. от температуры</li> <li>4. от количеств реагентов</li> </ol>
15.	при повышении температуры на 50С скорость химической реакции (согласно правилу Вант-Гоффа):	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. увеличивается в 2-4 раза</li> <li>2. уменьшается в 2-4 раза</li> <li>3. увеличивается в 10-20 раз</li> <li>4. уменьшается в 10-20 раз</li> </ol>
16.	С увеличением дисперсности удельная поверхность	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшается пропорционально</li> <li>2. увеличивается пропорционально</li> <li>3. увеличивается в геометрической зависимости</li> <li>4. уменьшается, т.к. уменьшается размер частиц</li> </ol>
17.	Условие самопроизвольности адсорбции	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\sigma_{\text{ds}1,2} - s_{1,2}d\sigma &lt; 0</math></li> <li>2. <math>d\sigma &lt; 0</math></li> <li>3. <math>\sigma_{\text{ds}1,2} + d\sigma &lt; 0</math></li> <li>4. <math>\sigma + s_{1,2}d\sigma &lt; 0</math></li> </ol>
18.	Лучше смачивает та жидкость, у которой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. меньше поверхностное натяжение</li> <li>2. меньше поверхностная активность</li> <li>3. больше внутреннее давление</li> <li>4. есть водородные связи</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	Предельная адсорбция для данного гомологического ряда не зависит от...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. поверхностной активности</li> <li>2. поверхностного натяжения</li> <li>3. длины углеводородного радикала</li> <li>4. строения функциональной группы</li> </ol>
20.	Константа Лэнгмюра меньше единицы при адсорбции на угле:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. бензола</li> <li>2. катионов металлов</li> <li>3. мыла</li> <li>4. ацетилацетонатов металлов</li> </ol>
<b>Вариант 2</b>		
1.	Повышение температуры:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сдвигает равновесие в сторону эндотермического процесса</li> <li>2. сдвигает равновесие в сторону экзотермического процесса</li> <li>3. сдвигает равновесие в сторону образования газообразных веществ</li> <li>4. сдвигает равновесие в сторону поглощения газообразных веществ</li> </ol>
2.	Разность $C_P - C_V$ для газов равна, Дж/моль·К	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 8,31</li> <li>2. 1</li> <li>3. 0,5</li> <li>4. 22,4</li> </ol>
3.	Энтропия возрастает в процессе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшения газа</li> <li>2. повышения давления</li> <li>3. повышения температуры</li> <li>4. конденсации</li> </ol>
4.	При изотермическом расширении газа теплота равна:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0</li> <li>2. <math>\ln V_2/V_1</math></li> <li>3. <math>RT \ln p_2/p_1</math></li> <li>4. <math>p\Delta V</math></li> </ol>
5.	При изотермических условиях работа является	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. постоянной величиной</li> <li>2. термодинамическим потенциалом</li> <li>3. функцией состояния</li> <li>4. электрохимическим потенциалом</li> </ol>
6.	Какая из формул соответствует математическому выражению первого закона термодинамики в дифференциальной форме?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>dS = \delta Q/T</math></li> <li>2. <math>dU = \delta Q + \delta W</math></li> <li>3. <math>dG = dH - TdS</math></li> <li>4. <math>dH = dU + PdV</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
7.	<p>Чему равен тепловой эффект реакции <math>2\text{NaOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{aq})} = \text{Na}_2\text{SO}_4_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}</math> при обычных условиях, если теплоты образования веществ следующие:</p> <p><math>\Delta_f H_{298}^\circ (\text{NaOH}_{(\text{тв.})}) = -426</math> кДж/моль</p> <p><math>\Delta_f H_{298}^\circ (\text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{ж.})}) = -814</math> кДж/моль</p> <p><math>\Delta_f H_{298}^\circ (\text{Na}_2\text{SO}_4_{(\text{тв.})}) = -1387</math> кДж/моль</p> <p><math>\Delta_f H_{298}^\circ (\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж.})}) = -286</math> кДж/моль</p> <p><math>\Delta_f H_{298}^\circ (\text{H}^+_{(\text{aq})}) = 0</math> кДж/моль</p> <p><math>\Delta_f H_{298}^\circ (\text{OH}^-_{(\text{aq})}) = -230</math> кДж/моль</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 27,71 кДж/моль</li> <li>2. 124 кДж/моль</li> <li>3. -124 кДж/моль</li> <li>4. 56 кДж/моль</li> </ol>
8.	<p>По какой из формул следует выполнять расчет изменения энтропии при изобарном нагревании вещества?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta S_T = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT</math></li> <li>2. <math>\Delta S_T = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}</math></li> <li>3. <math>\Delta S_T = T \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT</math></li> <li>4. <math>\Delta S_T = \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT</math></li> </ol>
9.	<p>Изменение энергии Гельмгольца вычисляется по формуле</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta A = \Delta U - \Delta T \Delta S</math></li> <li>2. <math>\Delta A = \Delta U + \Delta T \Delta S</math></li> <li>3. <math>\Delta A = \Delta U - P \Delta V</math></li> <li>4. <math>\Delta A = \Delta H + T \Delta S</math></li> </ol>
10.	<p>Уравнение изотермы химической реакции</p>	<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 K</math></li> </ol>
11.	<p>Парциальное давление компонента газовой смеси рассчитывается по формуле</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>P_i = m_i P \Sigma</math></li> <li>2. <math>P_i = G_i P \Sigma</math></li> <li>3. <math>P_i = C_i P \Sigma</math></li> <li>4. <math>P_i = x_i P \Sigma</math></li> </ol>
12.	<p>Температура замерзания раствора</p>	<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>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
13.	К появлению азеотропных смесей приводят	1. отклонения положительные 2. отклонения отрицательные 3. отклонения любые 4. отклонения идеальные
14.	Правило фаз Гиббса для изотермической диаграммы состояния системы	1. $F = K - \Phi + 2$ 2. $F = K - \Phi + 1$ 3. $F = \Phi - K + 1$ 4. $F = K + \Phi - 2$
15.	Во сколько раз уменьшится скорость реакции: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{S}$ . при разбавлении реагирующей смеси в 5 раз?	1. 5 2. 25 3. 15 4. 35
16.	Скорость химической реакции – это	1. $\omega = \frac{1}{\nu_i} + \frac{dn_i}{d\tau}$ 2. $\omega = \frac{1}{\nu_i} - \frac{dn_i}{d\tau}$ 3. $\omega = \frac{1}{\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}$ 4. $\omega = -\frac{dn_i}{d\tau}$
17.	Реакции второго порядка соответствует линейная зависимость в координатах:	1. $\frac{1}{c} = f(\tau)$ 2. $c = f(\tau)$ 3. $\ln c = f(\tau)$ 4. $c = f(\ln \tau)$
18.	Катализаторы не влияют на	1. скорость прямой реакции 2. скорость обратной реакции 3. положение химического равновесия 4. скорость реакции в целом
19.	Дисперсную систему жидкость – жидкость называют:	1. золь 2. гель 3. взвесь 4. эмульсия
20.	Закон Генри	1. $\Gamma = -K\Gamma C$ 2. $\Gamma = -\frac{C}{RT} g$ 3. $\Gamma = K\Gamma C$ 4. $\Gamma = K\Gamma + C$
<b>Вариант 3</b>		
1.	Первое начало термодинамики гласит что Энтальпия – это...	1. расширенная внутренняя энергия системы 2. расширенная работа системы 3. расширенная теплоемкость системы 4. расширенная масса системы

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2.	Уравнение Гиббса-Гельмгольца для изобарного процесса	1. $dG = dH - \left(\frac{dG}{dP}\right)_T$ 2. $dG = dH + \left(\frac{dG}{dT}\right)_P$ 3. $dA = dU + \left(\frac{dA}{dP}\right)_T$ 4. $dG = dH + \left(\frac{dG}{dP}\right)_T$
3.	Какое из выражений соответствует тепловому эффекту <b>изохорного</b> процесса?	1. $\Delta U$ 2. $\Delta H$ 3. $p\Delta V$ 4. $V\Delta p$
4.	Математическое выражение второго закона термодинамики имеет вид	1. $dS \leq \frac{\delta Q}{T}$ 2. $S \leq \frac{\delta Q}{T}$ 3. $dS \geq \frac{\delta Q}{T}$ 4. $dS \leq \frac{\delta G}{T}$
5.	Какая из формул является математическим выражением закона Гесса применительно к химической реакции?	1. $\Delta_r H_T^0 = \sum \nu_k \Delta_f H_{T,k}^0 + \sum \nu_i \Delta_f H_{T,i}^0$ 2. $\Delta_r H_T^0 = \sum \nu_k \Delta_f H_{T,k}^0$ 3. $\Delta_r H_T^0 = \sum \nu_k \Delta_f H_{T,k}^0 - \sum \nu_i \Delta_f H_{T,i}^0$ 4. $\Delta_r H_T^0 = \sum \nu_k \Delta_f H_{T,k}^0 / \sum \nu_i \Delta_f H_{T,i}^0$
6.	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. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
7.	В соответствии с принципом Ле-Шателье – Брауна система реагирует на внешние воздействия следующим образом:	1. не реагирует 2. сжимается 3. расширяется 4. старается уменьшить это воздействие
8.	Давление паров воды над разбавленным раствором неэлектролита равно:	1. $p_1 = x_2 p_1^0$ 2. $\frac{p_1^0 - p_1}{p_1} = x_2$ 3. $p_1 = a_2 p_1^0$ 4. $\frac{p_1^0 - p_1}{p_1} = ix_2$



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9.	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
10.	При перегонке жидкость обогащена	1. низкокипящим компонентом 2. труднолетучим компонентом 3. растворенным веществом 4. всего поровну
11.	Для идеальной системы ж $\leftrightarrow$ г справедлив закон	1. Ньютона 2. Коновалова 3. Клапейрона 4. Рауля
12.	Молекулярность реакции $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ , считая ее элементарной	1. 1 2. 2 3. 3 4. 5
13.	Разбавление газовой смеси инертными газами	1. сдвигает равновесие в сторону эндотермического процесса 2. не влияет на равновесие 3. сдвигает равновесие в сторону образования газообразных веществ 4. сдвигает равновесие в сторону поглощения газообразных веществ
14.	Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при увеличении температуры системы на 200, если температурный коэффициент равен 2?	1. 2 2. 4 3. 6 4. 16
15.	К признакам дисперсной системы не относятся	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
16.	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
17.	Наибольшее поверхностное натяжение имеет следующая жидкость:	1. вода 2. ацетон 3. бензол 4. ртуть
18.	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. $\frac{\partial \sigma}{\partial C} > 0$

№ 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

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных занятий	Посещение не менее 60 % лекционных занятий	Посещение не менее 70 % лекционных занятий	Посещение не менее 85 % лекционных занятий
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. Белов Г.В. Термодинамика. В 2 частях. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата. 3-издание, исправленное и дополненное. М.: Юрайт 2017. 264 с. <https://www.biblio-online.ru/viewer/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC#page/2>

2. Белов Г.В. Термодинамика. В 2 частях. Часть 2: учебник и практикум для академического бакалавриата. 3-издание, исправленное и дополненное. М.: Юрайт 2017. 248 с. <https://www.biblio-online.ru/viewer/60B89B1A-294F-438C-A343-07469F39205F#page/2>

3. Еремин В.В. Основы физической химии. Теория. Учебник в двух частях / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская М.: «Лаборатория знаний». 2021. 620 с. <https://my-shop.ru/shop/product/3503051.html>

4. 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». 2009. 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/>

3. Термодинамика и кинетика. Учебное пособие/Сост. Жадовский И.Т., Сергеев В.В. СПб: Изд-во Инфо-да, 2020. 108 с.

#### 7.1.3 Учебно-методическое обеспечение

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.

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

1. Материалы открытого доступа портала: syl.ru
2. Материалы открытого доступа портала: meteoinfo.ru
3. Материалы открытого доступа портала: spravochnick.ru/
4. Материалы открытого доступа портала: protrud.com
5. Материалы открытого доступа портала: helpiks.org
6. Материалы открытого доступа портала: gosthelp.ru

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

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

#### **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.

#### **8.2. Помещение для проведения самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 24 посадочных места. Кресло 7875 A25 оранжевое – 25 шт., стол аудиторный для студентов – 25 шт., моноблок Dell OptiPlex 7470 AIO CTO23.8" – 25 шт., лазерный принтер Xerox Phaser 3610DN – 1 шт, шкафчик для раздевалки Экспресс 5 – 4 шт., доска аудиторная под фламастер – 1 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).

#### **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.