

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор строительного-технологического  
института



Власов В.В.

«12» 05 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Физика и химия поверхности»

Направление подготовки 040302 Химия, физика и механика материалов

Квалификация (степень) выпускника бакалавр материаловедения

Нормативный срок обучения 4 года

Форма обучения очная

Автор программы - к.х.н., доцент кафедры химии Вострикова Г.Ю.,

Программа обсуждена на заседании кафедры химии

«13» апреля 2015 года. Протокол № 9

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Рудаков О.Б.

Воронеж 2015

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Физика и химия поверхности объединяет разделы физики и химии, посвященные изучению физических и химических свойств поверхности конденсированных сред.

Цель дисциплины – изучение структуры и состава поверхности, а также физических и химических явлений, происходящих на ней.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачами дисциплины являются:

- изучение строения и основных свойств межфазных поверхностей;
- рассмотрение основных физических и химических процессов на поверхности конденсированных сред;
- получение представлений о современных экспериментальных методах исследования поверхности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Физика и химия поверхности» относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла учебного плана и является дисциплиной по выбору студента.

Требования к «входным» знаниям и умениям студента, необходимым для изучения дисциплины «Физика и химия поверхности»:

- владение базовыми знаниями в области физики, химии, математики;
- умение использовать теоретические знания для решения экспериментально-практических задач.

Изучение дисциплины «Физика и химия поверхности» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: общая физика, общая химия, современная физическая химия, математика, информатика.

Дисциплина «Физика и химия поверхности» является предшествующей для следующих дисциплин:

- химико-технологические процессы получения полимерных композиционных материалов,
- стойкость и долговечность конструкционных, функциональных и специальных строительных материалов,
- физико-химия дисперсных систем и наноматериалов,
- современные методы синтеза твердофазных материалов.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Физика и химия поверхности» направлен на формирование следующих компетенций:

- общекультурные (ОК-7);
- общепрофессиональные (ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6);
- профессиональные (ПК-3; ПК-4).

В результате изучения дисциплины студент должен

#### **Знать:**

- строение поверхности твердых тел, понимать особенности в расположении атомов на поверхности по сравнению с расположением в объеме твердого тела;
- основные физические и химические процессы на поверхности конденсированных сред;
- основные современные экспериментальные методы изучения поверхности.

#### **Уметь:**

- использовать знания, умения и навыки в области физики и химии поверхности для прогноза свойств материалов и их реакционной способности.

#### **Владеть:**

- профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физики и химии поверхности.

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физика и химия поверхности» составляет **2** зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	42	42
В том числе:		
Лекции	28	28
Практические занятия (ПЗ)	14	14
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	30	30
В том числе:		
Курсовой проект	-	-
Контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зачет	зачет
Общая трудоемкость час	72	72

зач. ед.	2	2
----------	---	---

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	СРС	Всего час.
1.	Основные свойства поверхности	6	4	6	16
2.	Физические методы исследования структуры и свойств поверхности твердых тел и межфазных границ	4	2	6	12
3.	Физические явления на поверхности	4	2	6	12
4.	Физико-химические явления на поверхности	12	6	6	24
5.	Химическое модифицирование поверхности твердых тел	2	-	6	8

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не планируются.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная - ПК)	Форма контроля	семестр
1	ОК-7. Способностью к самоорганизации и к самообразованию	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7
2	ОПК-2. Способностью использовать практические навыки экспериментальной работы в областях неорганической, аналитической, органической и физической химии; химии и физики высокомолекулярных соединений; структурной химии и кристаллохимии; общей физики; физики конденсированного состояния и механики материалов, позволяющие эффективно работать в различ-	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7

	ных экспериментальных областях наук		
3	ОПК-3. Способностью комплексного использования базовых методов анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающих при их получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7
4	ОПК-6. Способностью использовать современные достижения материаловедения и физическими принципами способностью использовать современные достижения материаловедения и физическими принципами работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7
5	ПК-3. Способность использовать в познавательной и в профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7
6	ПК-4. Способностью к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет	7

**7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля		
		КЛ	Т	Зачет
Знает	строение поверхности твердых тел, понимать особенности в расположении атомов на поверхности по сравнению с расположением в объеме твердого тела; основные физические и химические процессы на поверхности конденсированных сред; основные современные экспериментальные методы изучения поверхности	+	+	+

	(ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)			
Умеет	самостоятельно использовать знания, умения и навыки в области физики и химии поверхности для прогноза свойств материалов и их реакционной способности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)	+	+	+
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физики и химии поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)	+	+	+

### 7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	строение поверхности твердых тел, понимать особенности в расположении атомов на поверхности по сравнению с расположением в объеме твердого тела; основные физические и химические процессы на поверхности конденсированных сред; основные современные экспериментальные методы изучения поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные КЛ, Т на оценки «отлично».
Умеет	самостоятельно использовать знания, умения и навыки в области физики и химии поверхности для прогноза свойств материалов		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	и их реакционной способности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)		
Владеет	первичными навыками и основными профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физики и химии поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)		
Знает	строение поверхности твердых тел, понимать особенности в расположении атомов на поверхности по сравнению с расположением в объеме твердого тела; основные физические и химические процессы на поверхности конденсированных сред; основные современные экспериментальные методы изучения поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные КЛ, Т на оценки «хорошо».
Умеет	самостоятельно использовать знания, умения и навыки в области физики и химии поверхности для прогноза свойств материалов и их реакционной способности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)		
Владеет	первичными навыками и основными профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физики и химии поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)		
Знает	строение поверхности твердых тел, понимать особенности в расположении атомов на поверхности по сравнению с расположением в объеме твердого тела; основные физические и химические процессы на поверхности конденса-	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительные выполненные, КЛ, Т.

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	<p>рованных сред; основные современные экспериментальные методы изучения поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)</p>		
Умеет	<p>самостоятельно использовать знания, умения и навыки в области физики и химии поверхности для прогноза свойств материалов и их реакционной способности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)</p>		
Владеет	<p>первичными навыками и основными профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физики и химии поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)</p>		
Знает	<p>строение поверхности твердых тел, понимать особенности в расположении атомов на поверхности по сравнению с расположением в объеме твердого тела; основные физические и химические процессы на поверхности конденсированных сред; основные современные экспериментальные методы изучения поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)</p>		
Умеет	<p>самостоятельно использовать знания, умения и навыки в области физики и химии поверхности для прогноза свойств материалов и их реакционной способности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)</p>	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные КЛ, Т.
Владеет	<p>первичными навыками и основными профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физики и хи-</p>		



Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)		
Знает	строение поверхности твердых тел, понимать особенности в расположении атомов на поверхности по сравнению с расположением в объеме твердого тела; основные физические и химические процессы на поверхности конденсированных сред; основные современные экспериментальные методы изучения поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные КЛ, Т.
Умеет	самостоятельно использовать знания, умения и навыки в области физики и химии поверхности для прогноза свойств материалов и их реакционной способности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)		
Владеет	первичными навыками и основными профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физики и химии поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)		

### 7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

В седьмом семестрах результаты промежуточного контроля знаний (зачет) оцениваются по двухбалльной шкале с оценками:

- «зачтено»;
- «не зачтено».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	строение поверхности твер-	зачтено	1. Студент демонст-

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	<p>дых тел, понимать особенности в расположении атомов на поверхности по сравнению с расположением в объеме твердого тела; основные физические и химические процессы на поверхности конденсированных сред; основные современные экспериментальные методы изучения поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)</p>		<p>рирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.</p> <p>2. Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.</p> <p>3. Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.</p>
Умеет	<p>самостоятельно использовать знания, умения и навыки в области физики и химии поверхности для прогноза свойств материалов и их реакционной способности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)</p>		
Владеет	<p>первичными навыками и основными профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физики и химии поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)</p>		
Знает	<p>строение поверхности твердых тел, понимать особенности в расположении атомов на поверхности по сравнению с расположением в объеме твердого тела; основные физические и химические процессы на поверхности конденсированных сред; основные современные экспериментальные методы изучения поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)</p>	не зачтено	<p>1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.</p> <p>2. Студент демонстрирует непонимание заданий.</p> <p>3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.</p>
Умеет	самостоятельно использовать		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	вать знания, умения и навыки в области физики и химии поверхности для прогноза свойств материалов и их реакционной способности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)		
Владеет	первичными навыками и основными профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физики и химии поверхности (ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4)		

Внимание: За выполнение всех требований предусмотренных учебным планом студент может получить «ЗАЧЕТ» автоматически.

### **7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

#### **7.3.1. Примерная тематика РГР**

Не предусмотрено.

#### **7.3.2. Примерная тематика и содержание КР**

Не предусмотрено.

#### **7.3.3. Вопросы для коллоквиумов (по двум темам)**

##### **Тема 1: «Свойства поверхности раздела фаз и поверхностные явления»**

1. Определение и классификация дисперсных систем.
2. Причины возникновения избыточной свободной энергии на поверхности раздела фаз.
3. Поверхностное натяжение как характеристика избытка свободной энергии в поверхностном слое. Поверхностная энергия и энергия взаимодействия молекул (атомов, ионов) в конденсированной фазе.

4. Энергия (работа) когезии как характеристика молекулярных взаимодействий в объеме конденсированной фазы. Связь работы когезии и поверхностного натяжения. Полярные и неполярные фазы.
5. Поверхность раздела между конденсированными фазами. Работа адгезии, как характеристика взаимодействия между молекулами граничащих фаз. Межфазное натяжение, как характеристика разности полярностей граничащих фаз.
6. Понятие о смачивании и несмачивании твердых тел. Краевой угол, как характеристика смачивания. Смачивание водой и углеводородами полярных и неполярных поверхностей. Термодинамические условия смачивания, растекания и несмачивания: сопоставление работ адгезии и когезии. Работа растекания.
7. Избирательное смачивание. Количественные характеристики гидрофильности и гидрофобности поверхностей.
8. Капиллярные явления: капиллярное давление, капиллярное поднятие, стягивание частиц менисками. Зависимость подъема жидкостей в капиллярах и стягивающей силы менисков от поверхностного натяжения жидкости, радиуса капилляра, краевого угла смачивания, размера частиц.
9. Зависимость давления насыщенного пара и растворимости от кривизны поверхности (размеров частиц дисперсной фазы). Закон Томсона (Кельвина) как основа описания самопроизвольных процессов изотермической перегонки, собирательной рекристаллизации, капиллярной конденсации.

## **Тема 2: «Адсорбция»**

1. Адсорбция как самопроизвольное сгущение на поверхности раздела фаз массы компонентов. Величина адсорбции, ее размерность.
2. Адсорбционное уравнение Гиббса. Положительная и отрицательная адсорбция.
3. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации этих веществ.
4. Предельные значения поверхностного и межфазного натяжения, достигаемые при введении веществ с дифильным строением молекул в водную и углеводородную фазу. Вода как поверхностно-активное вещество.
5. Представление о расположении молекул ПАВ в разреженных и плотных адсорбционных слоях. Правило уравнивания полярностей.
6. Ориентация молекул ПАВ при их химической адсорбции из водной среды на твердых гидрофильных поверхностях.

### ***Типовой вариант задач на тему «Адсорбция»***

1. По экспериментальным данным адсорбции  $\text{CO}_2$  на активированном угле графически определите константы в уравнении Лэнгмюра, пользуясь которыми, постройте изотерму адсорбции Лэнгмюра.

$p \cdot 10^{-2}$ , Н/м <sup>2</sup>	10	100	250	452
$A \cdot 10^3$ , кг/кг	32,3	96,2	145,0	177,0

2. Вычислите постоянную  $B$  уравнения Шишковского и величину предельной адсорбции на границе раздела фаз раствора масляной кислоты – воздух при 17°C, если площадь, занимаемая одной молекулой кислоты на поверхности раздела равна  $20,5 \cdot 10^{-20}$  м<sup>2</sup>.

**Типовой вариант задач  
на тему «Методы определения поверхностного натяжения»**

1. По изотерме адсорбции азота при 77 К рассчитайте удельную поверхность адсорбента, если площадь, занимаемая одной молекулой азота  $S_0 = 0,162$  нм<sup>2</sup>.

$p/p_s$	0,03	0,05	0,11	0,14	0,20
$A$ , моль/кг	2,16	2,39	2,86	3,02	3,33

2. Вычислите поверхностное натяжение ацетона при 283 К, если методом наибольшего давления пузырька газа получены следующие данные: давление пузырька при проскакивании его в воду равно  $14,1 \cdot 10^2$  Н/м<sup>2</sup>, а в ацетон составляет  $4,75 \cdot 10^2$  Н/м<sup>2</sup>. Поверхностное натяжение воды при 10°C равно  $74,22 \cdot 10^{-3}$  Н/м

### 7.3.4. Задания для тестирования

*Примерный вариант зачетного тестирования*

1. Повышение давления приводит к уплотнению структуры кристалла. (При уменьшении размера частиц увеличивается удельная поверхность и, следовательно, доля энергии, необходимая для изменения кристаллической решетки)

а. для нанокристаллов этот эффект наступает при больших прикладываемых давлениях

б. эффект наступает при меньших прикладываемых давлениях

в. эффект исчезает

г. повышение давления приводит к уплотнению структуры кристалла.

2. При одном и том же давлении насыщенного пара его относительная влажность при понижении температуры...

а. уменьшается;

б. увеличивается;

в. не изменяется;

г. среди ответов нет верного.

3. Какая величина не входит в уравнение Гиббса-Томсона?
- температура плавления
  - свободная поверхностная энергия
  - изменение теплосодержания
  - вязкость кристаллита
4. В каком случае пар находится в динамическом равновесии со своей жидкостью?
- если процесс испарения преобладает над испарением;
  - если процесс конденсации преобладает над испарением;
  - если процесс конденсации и испарения происходят с одинаковой скоростью;
  - среди ответов нет верного.
5. Отжиг порошков как правило ведет к:
- кристаллизации аморфной фазы и формированию кристаллитов
  - приводит к формированию аморфной фазы
  - размагничиванию магнитных нанопорошков
  - образованию изотропного материала
6. Метод Г.Глейтера:
- пиролиз углеводов
  - золь-гель метод
  - гидролиз алкоксидов
  - газофазное осаждение и компактирование
7. Как влияет высокоэнергетическое измельчение на структуру и свойства магнитных порошков? Оно приводит к:
- кристаллизации аморфной фазы и формированию кристаллитов
  - приводит к формированию неравновесного состояния и, как предельный случай, аморфной фазы
  - размагничиванию магнитных нанопорошков
  - образованию изотропного материала
8. Какое свойство сильно отличается у нанопузырей в объеме воды и на гидрофобной поверхности в воде?
- величина адсорбции ПАВ на поверхности пузырей
  - скорость адсорбции на поверхности пузырей
  - аномальная устойчивость к процессам Оствальдова созревания
  - составы приповерхностного слоя на границе воздух-вода
9. Как изменяются амплитуда и частота колебаний атомов на поверхности кластера, по сравнению с атомами в объеме?
- колебания атомов на поверхности происходит с меньшей амплитудой и большей частотой

б. колебания атомов на поверхности происходит с большей амплитудой и большей частотой

в. колебания атомов на поверхности происходит с меньшей амплитудой и меньшей частотой

г. колебания атомов на поверхности происходит с большей амплитудой и меньшей частотой

10. Со свободной поверхности жидкости происходит испарение. Что можно сказать о температуре жидкости?

а. она не изменяется;

б. она уменьшается;

в. она повышается;

г. среди ответов нет верного.

### 7.3.5. Вопросы для подготовки к зачету

1. Термодинамика поверхности. Уравнение Гиббса. Равновесная форма поверхности кристалла и жидкости.

2. Электронные свойства поверхности. Особенности электронной структуры поверхности. Поверхностные электронные состояния. Особенности поверхности полупроводников и металлов.

3. Природа атомарно-чистых поверхностей твердого тела. Релаксация и реконструкция поверхности. Поверхностные дефекты. Природа реальных поверхностей и межфазных границ.

4. Современные методы исследования поверхности: электронная микроскопия и дифракция электронов, сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия, атомно-силовая микроскопия, масс-спектроскопия вторичных ионов, спектроскопия поглощения рентгеновского излучения, спектроскопия фотоэлектронов.

5. Физические явления на поверхности. Адсорбция-десорбция. Химическая и физическая адсорбция. Поверхностная диффузия. Поверхностное плавление. Упругие волны на поверхности. Поверхностная электропроводность. Эффект поля. Фотоэффекты на поверхности полупроводников.

6. Физико-химические явления на поверхности. Изотермы поверхностного натяжения водных растворов. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность ПАВ. Правило Траубе – Дюкло.

7. Адгезия, аутогезия и когезия. Уравнение Дюпре.

8. Смачивание и растекание жидкости. Закон Юнга. Смачивание реальных твердых тел. Гидрофильность и гидрофобность твердых тел.

9. Капиллярные явления. Капиллярное давление, закон Лапласа. Зависимость давления пара и растворимости от кривизны поверхности; законы Кельвина и Гиббса–Оствальда.

10. Адсорбция на границе раствор-газ. Уравнение Гиббса. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Адсорбция на поверхности твердого тела.

11. Виды адсорбции и способы ее выражения. Мономолекулярная адсорбция. Теория Ленгмюра. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра –

Эммета – Теллера. Потенциальная теория адсорбции Поляни. Капиллярная конденсация. Теория объемного заполнения микропор. Молекулярная адсорбция из растворов. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Адсорбция ионов из растворов электролитов на твердой поверхности. Ионообменная адсорбция.

12. Катализ. Поверхностные центры в гетерогенном катализе. Закономерности гетерогенного катализа.

### 7.3.6. Вопросы для экзамена

Не предусмотрено.

### 7.3.7. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные свойства поверхности	ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4	Тестирование (Т) Зачет
2	Физические методы исследования структуры и свойств поверхности твердых тел и межфазных границ	ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4	Тестирование (Т) Зачет
3	Физические явления на поверхности	ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет
4	Физико-химические явления на поверхности	ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Зачет
5	Химическое модифицирование поверхности твердых тел	ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-3; ПК-4	Тестирование (Т) Зачет

### 7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи КР, КЛ и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться вычислительной техникой.



**8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»**

№ п/п	Наименование издания	Вид издания	Автор(ы)	Год издания	Кол-во экземпляров
1	Сканирующая зондовая микроскопия	метод. указания к выполнению лаборат. работ	О. Б. Рудаков, С. М. Усачев, О. Б. Кукина, О. В. Черноусова	2010	Библиотека – 100 экз.

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»**

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение и решение задач.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

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

### **10.1. Основная литература:**

- 1 Гельфман, Марк Иосифович, Ковалевич, Ольга Викторовна, Юстратов, Владимир Петрович Коллоидная химия. - 5-е изд., стер.. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 -332 с.
- 2 Фридрихсберг, Дмитрий Александрович Курс коллоидной химии: учебник. - 4-е изд., испр. и доп.. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 -410 с.
- 3 Ландау, Лев Давидович. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. : учеб. пособие : рек. МО РФ. Т. 7 : Теория упругости / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского / Ландау, Лев Давидович, Лифшиц, Евгений Михайлович. - 5-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2007 (Вологда : ПФ "Полиграфист", 2007). - 259
- 4 Физика твердого тела [Текст] : учеб. пособие / Епифанов, Георгий Иванович. - 3-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2010 (Архангельск : ОАО "ИПП "Правда Севера", 2010). - 288 с. : ил. - Библиогр.: с. 282-283 (44 назв.).
- 5 Ролдугин, Вячеслав Иванович Физикохимия поверхности. - 2-е изд., испр.. - Долгопрудный : ИД Интеллект, 2011 -565, [2] с.
- 6 Матухин, Вадим Леонидович. Физика твердого тела [Текст] : учеб. пособие / Матухин, Вадим Леонидович, Ермаков, Владимир Львович. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 (Архангельск : ОАО "ИПП "Правда Севера", 2009). - 218 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Физика твердого тела. Часть 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки (2011, Разумовская И.В., Прометей. МПГУ) .- ЭБС IPRbooks
2. Физико-химическая эволюция твердого вещества. Учебное пособие (2012, Мелихов И.В., БИНОМ. Лаборатория знаний) .- ЭБС IPRbooks

**10.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Физика и химия поверхности», включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:**

Чтение лекций осуществляется с использованием презентаций в программе «Microsoft PowerPoint».

**10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины «Химия»:**

1. Химический каталог. Общая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>
2. Химический каталог. Неорганическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>
3. Химический каталог. Органическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>
4. Химический каталог. Высокомолекулярные соединения. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>
5. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>
6. Справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>
7. Книги, энциклопедии, словари <http://www.kniga-free.ru>
8. Электронная книга технической литературы [www.oglibrary.ru](http://www.oglibrary.ru)
9. Универсальный поиск книг [www.universal-p.ru](http://www.universal-p.ru)
10. Электронная библиотека [www.by-chgu.ru](http://www.by-chgu.ru)

**11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА:**

**Технические средства обучения**

1. Атомно-силовой микроскоп «NanoEducator» фирмы NT-MDT
2. Ноутбук (отдел инновационных образовательных программ)
3. Медиапроектор (отдел инновационных образовательных программ)
4. Установка по определению краевого угла смачивания и энергетических характеристик твердой поверхности.

## **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)**

Для преподавания и изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии.

1. Дидактически обоснованная структура дисциплины «Физика и химия поверхности».

Содержательная часть дисциплины должна быть обоснована с точки зрения химии и требований к результатам освоения ООП бакалавриата, выраженных в виде определённых компетенций.

2. Точное следование рабочей программе дисциплины. На вводной лекции студенты знакомятся со структурой УМКД «Физика и химия поверхности», получают разъяснение о роли каждой составляющей в учебном процессе, а также где и как получить доступ ко всем составляющим учебно-методического обеспечения.

3. Планирование времени и методическое обеспечение внеаудиторной самостоятельной работы (ВСР). Для успешного освоения дисциплины студент должен самостоятельно работать столько же времени, сколько в аудитории под руководством преподавателя. Все студенты имеют доступ к полному методическому обеспечению ВСР.

4. Сопровождение занятий демонстрацией схем, таблиц, рисунков и презентациями в программе «Microsoft PowerPoint».

5. Подготовка тематики докладов, сообщений, презентаций для самостоятельной работы студентов.

6. Регулярное проведение консультаций.

7. Осуществление текущего контроля знаний студентов с помощью бланкового тестирования.

8. Методические рекомендации по подготовке к зачету.

Зачет студент может получить автоматически при условии выполнения учебного плана:

- посещение лекций;
- посещение практических работ;
- выполнение индивидуальных заданий для самостоятельной работы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ПрОПОП ВО по направлению подготовки 04.03.02 Химия, физика и механика материалов.

**Руководитель основной образовательной программы**

Доцент кафедры химии,  
к.х.н., доцент  
(занимаемая должность, ученая степень и звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

О.В. Артамонова  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительно-технологического факультета \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Председатель д.т.н., проф. \_\_\_\_\_ Г.С. Славчева  
учёная степень и звание, подпись инициалы, фамилия

**Эксперт**

\_\_\_\_\_  
(место работы)

\_\_\_\_\_  
(занимаемая должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

М П  
Организации

**ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ,  
РАЗРАБОТАННЫХ НА КАФЕДРЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»**

п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Сканирующая зондовая микроскопия	метод. указания к выполнению лаборат. работ	О. Б. Рудаков, С. М. Усачев, О. Б. Кукина, О. В. Черноусова	2010	Библиотека – 100 экз.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

## ТОЛКОВЫЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ (ГЛОССАРИЙ)

### ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»

Автор (ы): Глазков С.С., Вострикова Г.Ю.

Кафедра «Химии»

Термины	Толкование
Адсорбция	Увеличение концентрации вещества на границе раздела фаз. Это разновидность сорбции, т.е. поглощения одного вещества сорбтива, адсорбтива) другим веществом (сорбентом, адсорбентом)
Активации энергия	см. <b>Энергия активации</b>
Активность	Для характеристики реальных свойств растворов электролитов, связанных с различными взаимодействиями между частицами растворённого вещества, Активность ( $a$ ) связана с концентрацией ( $c$ ) соотношением: $a = f \cdot c,$ где $f$ – коэффициент активности, учитывающий отклонения свойств реальных растворов от идеальных —
Акцептор	см. <b>Химическая связь, донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи</b>
Атомно-силовая микроскопия	<i>сокр.</i> , АСМ (англ. <u>atomic force microscopy</u> или <u>scanning force microscopy</u> <i>сокр.</i> , AFM; SFM) — один из методов зондовой сканирующей микроскопии, применяемый для исследования локальных свойств поверхности, в котором анализируют силу взаимодействия иглы кантилевера (зонда) с поверхностью исследуемого образца в процессе сканирования. АСМ также используется для направленного модифицирования поверхности вещества (материала) на уровне отдельных атомов.
Волновая функция	Вероятность нахождения электрона в определенной области пространства описывается волновой функцией $\psi$ , которая характеризует амплитуду волны, как функцию координат электрона. В наиболее простом случае эта функция зависит от трех пространственных координат и называется <b>орбиталью</b>

Восстановители	Вещества, содержащие в своём составе элементы, которые в ходе <b>окислительно-восстановительного процесса</b> повышают свою <b>степень окисления</b> . Например, металлы в свободном состоянии являются восстановителями: $Me^0 - ne^- \rightarrow Me^{n+}$
Граница раздела (англ. <u>interface</u> )	Переходный слой между двумя фазами или поверхность касания двух <u>зерен</u> в поликристаллических материалах.
Давление осмотическое	см. Осмос
Двойной электрический слой <i>иначе</i> double layer	Тонкий поверхностный слой из пространственно разделенных электрических зарядов противоположного знака.
Десорбция (англ. <u>desorption</u> )	Уменьшение концентрации компонента в поверхностном слое вещества (на <u>границе раздела фаз</u> ) по сравнению с ее значением в каждой объемной фазе. Процесс, обратный <u>адсорбции</u> .
Дипольный момент	
· химической связи	Произведение абсолютного значения заряда электрона $q$ на расстояние $l$ между центрами положительного и отрицательного зарядов: $\mu = q \cdot l$
· молекулы	Дипольный момент химической связи – векторная величина. Для симметричных молекул с ковалентной полярной связью $\mu_{\text{мол.}} = 0$ , например: $CO_2$ , $BF_3$ , $CH_4$ , $SiH_4$ . Несимметричные молекулы, например: $NH_3$ , $H_2O$ , имеют $\mu \neq 0$
Диэлектрик (англ. <u>dielectric</u> )	Термин, введенный М. Фарадеем и используемый для обозначения сред, в которые проникает электростатическое поле (в отличие от металлов, экранирующих это поле).
Диэлектрики	Материалы, у которых зоны не перекрываются и расстояние между ними составляет более 3 эВ (для того, чтобы перевести электрон из валентной зоны в зону проводимости требуется значительная энергия, поэтому диэлектрики ток практически не <u>проводят</u> )
Диффузия (англ. <u>diffusion</u> )	— (лат. <i>diffusio</i> — распространение, растекание, рассеивание) — процесс переноса материи, обусловленный хаотическим движением молекул, атомов или <u>ионов</u> в одно- или многокомпонентной систем.
Дифракция медленных электронов	<i>сокр.</i> , ДМЭ, ДЭНЭ <i>иначе</i> дифракция электронов низкой энергии (англ. <u>low-energy electron diffraction</u> <i>сокр.</i> , LEED) — метод исследования структуры поверхности <u>твердых тел</u> , основанный на анализе картин дифракции низкоэнергетических электронов с энергией 30–200 эВ, упруго рассеянных от исследуемой <u>поверхности</u> .
Дифракция быстрых электронов	<i>сокр.</i> , ДБЭ (англ. <u>reflection high-energy electron diffraction</u> <i>сокр.</i> , RHEED) — метод исследования структуры поверхности <u>твердых тел</u> , основанный на анализе картин дифракции электронов с энергией 5–100 кэВ, упруго рассеянных от исследуемой <u>поверхности</u> под скользящими углами.
Зонд (англ. <u>probe</u> )	В широком смысле — датчик, сенсор; первичный преобразователь, элемент измерительного, сигнального, регулирующего или управляющего устройства системы, преобразующий контролируруемую величину в удобный для использования сигнал.
Зонная теория	Один из основных разделов квантовой теории <u>твердого тела</u> , описываю-



(англ. <u>energy band theory</u> или <u>band theory</u> )	щий движение электронов в кристаллах, и являющийся основой современной теории металлов, <u>полупроводников</u> и <u>диэлектриков</u> .
Иммобилизация <i>иначе</i> фиксация (англ. <u>immobilization</u> )	Процесс фиксации соединения на <u>поверхности</u> носителя.
Квантовая проволока <i>иначе</i> квантовая нить (англ. <u>quantum wire</u> )	Объект нитеобразной формы с поперечными размерами, удовлетворяющими условию размерного квантования. Потенциальная энергия электрона в таком объекте ниже, чем за его пределами, и за счет малых поперечных размеров (обычно 1–10 нм) движение электрона ограничено в двух измерениях. Движение вдоль оси нити остается свободным, в то время как движение в других направлениях квантуется, и его энергия может принимать лишь дискретные значения.
Квантовая точка <i>сокр.</i> , КТ (англ. <u>quantum dot</u> или <u>nanodot</u> <i>сокр.</i> , QD; ND)	Частица материала с размером, близким к длине волны электрона в этом материале (обычно размером 1–10 нм), внутри которой потенциальная энергия электрона ниже, чем за его пределами, таким образом, движение электрона ограничено во всех трех измерениях.
Квантовая яма (англ. <u>quantum well</u> )	Тонкий плоский слой полупроводникового материала (обычно толщиной 1–10 нм) внутри которого потенциальная энергия электрона ниже чем за его пределами, таким образом, движение электрона ограничено в одном измерении. Движение в направлении, перпендикулярном плоскости квантовой ямы, квантуется, и его энергия может принимать лишь некоторые дискретные значения.
Кластер (англ. <u>cluster</u> )	- (от англ. <i>cluster</i> — рой, скопление) — компактная обособленная группа связанных друг с другом атомов, молекул или <u>ионов</u> , которая обладает свойствами, в той или иной степени отличными от свойств составляющих ее элементов.
Коллоидная химия (англ. <u>colloid chemistry</u> или <u>colloidal chemistry</u> )	Раздел химии, изучающий дисперсные системы ( <u>коллоидные растворы</u> ) и поверхностные явления, возникающие на <u>границе раздела фаз</u> .
Микроскопия (англ. <u>microscopy</u> )	Наука и техника применения <u>микроскопов</u> для получения увеличенных изображений малых объектов.
Микроскопия, зондовая сканирующая <i>сокр.</i> , СЗМ (англ. <u>scanning probe microscopy</u> <i>сокр.</i> , SPM)	Область <u>микроскопии</u> , в которой изображение <u>поверхности</u> объекта формируется с помощью <u>зонда</u> , сканирующего его поверхность. Изображение получается путем механического перемещения зонда по траектории в виде раstra (строка за строкой) и регистрации взаимодействия между зондом и поверхностью как функции его положения (координат).
Микроскопия, сканирующая	Один из методов <u>зондовой сканирующей микроскопии</u> , в котором анализируют плотность состояний атомов <u>поверхности</u> с помощью измерения

<p>туннельная <i>сокр.</i>, СТМ (англ. <u>scanning tunneling microscopy</u> <i>сокр.</i>, STM)</p>	<p>туннельного тока. Предназначен для исследования поверхности проводящих веществ и материалов на атомном уровне и для формирования трехмерного изображения поверхности. Метод является также одной из технологий, позволяющих создавать на поверхности вещества (материала) искусственные наноструктуры путем перемещения отдельных атомов.</p>
<p>Морфология (англ. <u>morphology</u>) — (от греч. <u>μορφή</u> «форма» + греч. <u>λογία</u> "наука")</p>	<p>В широком понимании — наука о формах и строении. Применительно к нанотехнологии — строение или структура формы объекта или системы, организованная в соответствии с его функцией, материалом и способом изготовления (формирования).</p>
<p>Наночастица (англ. <u>nanoparticle</u>)</p>	<p>Изолированный твердофазный объект, имеющий отчетливо выраженную границу с окружающей средой, размеры которого во всех трех измерениях составляют от 1 до 100 нм.</p>
<p>Нанотрубка <i>иначе</i> тубулярные наноструктуры; нанотрубки (англ. <u>nanotube</u>)</p>	<p>Топологическая форма <u>наночастиц</u> в виде полого <u>наностержня</u>.</p>
<p>Нанотрубка, углеродная <i>сокр.</i>, УНТ (англ. <u>carbon nanotube</u> <i>сокр.</i>, CNT; SWNT; MWNT)</p>	<p>Полая цилиндрическая структура диаметром от десятых до нескольких десятков нм и длиной от одного до нескольких сотен микрометров и более, образованная атомами углерода и представляющая собой свернутую в цилиндр <u>графеновую</u> плоскость.</p>
<p>Нанотрубка, неорганическая <i>иначе</i> неуглеродная нанотрубка (англ. <u>inorganic nanotube</u>)</p>	<p>Полая квазиодномерная структура диаметром от 5 до 100 нм на основе неорганических веществ и материалов.</p>
<p>Осаждение пленок и покрытий на подложку (англ. <u>film and coating deposition on a substrate</u>)</p>	<p>Способ получения непрерывных слоев материала в виде пленок или покрытий на холодной или подогретой <u>поверхности подложки</u> путем их осаждения из паров (газовой фазы), плазмы или <u>коллоидного раствора</u>.</p>
<p>Осмоз</p>	<p>Диффузия вещества через полупроницаемую мембрану, через которую проходит растворитель, но не проходят растворённые вещества. Внешнее давление, которое нужно приложить, чтобы осмос прекратился, называется осмотическим и обозначается <math>\pi</math>. Экспериментально было найдено, что осмотическое давление пропорционально молярной концентрации раствора (<math>c_m</math>) и температуре (<math>T, K</math>)</p> $\pi = c_m R T,$ <p>где <math>R</math> — универсальная газовая постоянная. Это уравнение называют законом Вант-Гоффа. В таком виде оно применимо только к растворам не-</p>

	электролитов
Полярные молекулы	Имеют <b>дипольный момент молекулы</b> ( $\mu_{\text{мол.}}$ ) отличный от нуля, например: $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{NH}_3$ , $\text{BF}_3$
Поверхность (англ. <u>surface</u> )	Граница раздела двух фаз (твердого тела, жидкости, газа).
Поверхностные состояния (англ. <u>surface states</u> )	Электронные состояния, пространственно локализованные вблизи <u>поверхности твердого тела</u> .
Поверхностная релаксация (англ. <u>surface relaxation</u> )	Модификация (перестройка) приповерхностного слоя кристалла, при которой атомная структура верхнего слоя остается той же, что и у соответствующих атомных плоскостей в объеме, но расстояние между первым и вторым слоем или их взаимное положение отличаются от таковых в объеме.
Поверхностная реконструкция (англ. <u>surface reconstruction</u> )	Процесс модификации (перестройки) поверхностного слоя кристалла, в результате которой его атомная структура существенным образом отличается от структуры соответствующих атомных плоскостей в объеме кристалла. Термин «реконструкция» используется также для обозначения самой реконструированной <u>поверхности</u> .
Проводники	Материалы, у которых зона проводимости и валентная зона перекрываются (нет энергетического зазора), образуя одну зону, называемую зоной проводимости (таким образом, электрон может свободно перемещаться между ними, получив любую допустимо малую энергию);
Полупроводники	Материалы, у которых зоны не перекрываются и расстояние между ними (ширина запрещенной зоны) лежит в интервале 0,1–3 эВ (для того, чтобы перевести электрон из валентной зоны в зону проводимости требуется энергия меньшая, чем для диэлектрика, поэтому чистые полупроводники слабо пропускают ток).
Подложка (англ. <u>substrate</u> или <u>wafer</u> )	Образец со специально подготовленной поверхностью для наращивания на ней пленок и <u>наноструктурили</u> проведения исследований поверхностных процессов ( <u>адсорбции</u> , <u>десорбции</u> , <u>кластерообразования</u> , <u>поверхностной диффузии</u> и т.д.).
Поверхностная диффузия (англ. <u>surface diffusion</u> )	Процесс, связанный (как и в случае объемной <u>диффузии</u> ) с перемещением частиц (атомов, молекул или <u>кластеров</u> ), происходящий на <u>поверхности</u> конденсированного тела в пределах первого поверхностного слоя атомов (молекул) или поверх этого слоя.
Поверхностная электромиграция (англ. <u>surface electromigration</u> )	Направленное движение частиц (атомов) на <u>поверхности</u> образца, происходящее при пропускании через него электрического тока.
Покрытие поверхности адсорбатов (англ. <u>coverage</u> )	Доля адсорбционных мест на поверхности <u>твердого тела</u> занятых адсорбатов (адсорбированным веществом).

Сорбент <i>иначе</i> абсорбент; адсорбент (англ. <u>sorbent</u> или <u>absorbent</u> , <u>adsorbent</u> )	<u>Твердое тело</u> или жидкость, избирательно поглощающие (сорбирующие) из окружающей среды газы, пары или растворенные вещества.
Суперструктура поверхности (англ. <u>surface superstructure</u> )	Термин, используемый для обозначения специфической структуры верхнего атомного слоя (или нескольких слоев) кристалла.
Сурфактант (англ. <u>surfactant</u> )	В тонкопленочной технологии — активная примесь, нанесение которой на поверхность <u>подложки</u> , обычно в количестве монослоя или долей монослоя, изменяет <u>механизм роста пленки</u> на ней в нужном направлении (как правило, меняет островковый рост на послойный). Необходимо отметить, что в других областях знаний данный термин употребляется в значении « <u>поверхностно-активное вещество</u> ».
Твердое тело (англ. <u>solid state</u> <i>иначе</i> solids)	Одно из четырех агрегатных состояний вещества, отличающееся от других агрегатных состояний (жидкости, газов, плазмы) стабильностью формы и характером теплового движения атомов, совершающих малые колебания около положений равновесия.
Тонкие пленки (англ. <u>thin films</u> )	Тонкие слои материала, толщина которых находится в диапазоне от долей нанометра (моноатомного слоя) до нескольких микрон.
Фаза	Часть системы, отделённая от других её частей поверхностью раздела, при переходе через которую свойства изменяются скачком
Физическая адсорбция <i>иначе</i> физосорбция; physical adsorption (англ. <u>physisorption</u> )	<u>Адсорбция</u> , характеризующаяся слабым взаимодействием между <u>адсорбентом</u> и адсорбатом, обусловленным действием <u>сил Ван-дер Ваальса</u> .
Функции состояния системы (характеристические)	Состояние и свойства системы можно характеризовать с помощью термодинамических параметров состояния: $T$ — температура, $p$ — давление, $V$ — объём, $c$ — концентрация. Функциями термодинамических параметров состояния являются: $U$ — внутренняя энергия, $S$ — энтропия, $H$ — энтальпия, $G$ — энергия Гиббса, $F$ — энергия Гельмгольца
Хемосорбция <i>иначе</i> химическая адсорбция (англ. <u>chemisorption</u> )	<u>Адсорбция</u> , при которой между адсорбентом и адсорбатом в монослое на <u>поверхности</u> происходит образование химической связи.
Химическая связь	Явление взаимодействия атомов, обусловленное перекрыванием электронных облаков связывающих частиц, которое сопровождается уменьшением полной энергии образовавшейся системы (молекулы, кристалла, комплекса и т.п.). Различают три основных вида химической связи: <b>ковалентная, ионная, металлическая</b>

	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>Распределение электронной плотности в основных типах химической связи</b> </div> 
· ионная	<p>При очень большой разности ЭО у взаимодействующих атомов электронное облако химической связи максимально смещается в сторону атома с бóльшей ЭО. Электрон почти полностью переходит от одного атома к другому, в результате чего атомы превращаются в ионы. Ионная связь – результат электростатического взаимодействия противоположно заряженных ионов, она является предельным случаем ковалентной полярной связи</p>
· ковалентная	<p>Согласно методу валентных связей (ВС) образуется двумя атомами за счёт двух электронов с антипараллельными спинами, т.е. она локализована между двумя атомами</p>
- неполярная	<p>Область перекрывания электронных облаков расположена симметрично относительно ядер атомов и принадлежит им в равной степени, то такая связь называется ковалентной неполярной. Этот вид связи наблюдается, обычно, в молекулах, образованных атомами с одинаковой электроотрицательностью. Например, <math>H_2</math>, <math>Cl_2</math>, <math>F_2</math>, <math>N_2</math>, <math>O_2</math> и т.д.</p>
- полярная	<p>В молекулах, атомы которых различаются по электроотрицательности, общая электронная пара (область перекрывания электронных облаков) смещена к атому с бóльшей электроотрицательностью</p>
· металлическая	<p>Многоцентровая химическая связь с дефицитом электронов в твердом или жидком веществе, основанная на обобществлении внешних электронов атомов. Согласно теории свободных электронов в узлах решетки металла находятся положительно заряженные ионы, которые погружены в электронный «газ», распределенный по всему металлу</p>
· механизм образования ковалентной связи	
- обменный	<p>Общая электронная пара образуется в результате взаимодействия двух атомов, имеющих непарные электроны с антипараллельными спинами</p>
- донорно-акцепторный	<p>Общая электронная пара образуется в результате взаимодействия одного атома, имеющего неподелённую электронную пару (донор) и другого атома, имеющего свободную атомную орбиталь (акцептор). Например, <math>NH_4Cl</math>.</p>
Энергия	

· активации	Минимально избыточная по сравнению со средней энергия, которой должны обладать молекулы, чтобы их столкновение могло привести к образованию нового вещества, выражается в кДж/моль. Основная причина <b>влияния температуры на скорость реакции</b> заключается в увеличении числа активных частиц с увеличением температуры
· Гиббса	Изобарно-изотермический потенциал $\Delta_r G$ химического процесса, характеризует направление его самопроизвольного протекания при заданных условиях, если $\Delta_r G < 0$
· ионизации	Энергия, которую нужно затратить, чтобы моль нейтральных атомов превратить в моль положительно заряженных ионов, выражается в кДж/моль
Энтропия	Физическая величина, характеризующая степень неупорядоченности систем, состоящих из большого числа частиц, находящихся в тепловом движении. В изолированной системе самопроизвольные процессы протекают в сторону увеличения энтропии: $\Delta_r S > 0$

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

### СПИСОК ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»

Автор: Вострикова Г.Ю.  
Кафедра «Химии»

#### Технические средства обучения

1. Атомно-силовой микроскоп «NanoEducator» фирмы NT-MDT
2. Ноутбук (отдел инновационных образовательных программ)
3. Медиапроектор (отдел инновационных образовательных программ)

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

## **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕ- ЧЕНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

### **ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»**

Автор: Вострикова Г.Ю.  
Кафедра «Химии»

Ноутбук - отдел инновационных образовательных  
Медиапроектор программ

### **ИНТЕРАКТИВНЫЕ ССЫЛКИ НА ЛИТЕРАТУРУ ПО ФИЗИКЕ И ХИМИИ ПОВЕРХНОСТИ**

1. Химический каталог. <http://www.ximicat.com>
2. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ. <http://www.chem.msu.ru/rus>
3. [www.kniga-free.ru](http://www.kniga-free.ru)
4. [www.chemistry.nglib.ru](http://www.chemistry.nglib.ru)

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 10**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

### **ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ) ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»**

Автор: Вострикова Г.Ю.  
Кафедра «Химии»

Не планируется.

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 11**

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»**

Автор: Вострикова Г.Ю.  
Кафедра «Химии»

1. Термодинамика поверхности. Уравнение Гиббса. Равновесная форма поверхности кристалла и жидкости.
2. Электронные свойства поверхности. Особенности электронной структуры поверхности. Поверхностные электронные состояния. Особенности поверхности полупроводников и металлов.
3. Природа атомарно-чистых поверхностей твердого тела. Релаксация и реконструкция поверхности. Поверхностные дефекты. Природа реальных поверхностей и межфазных границ.
4. Современные методы исследования поверхности: электронная микроскопия и дифракция электронов, сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия, атомно-силовая микроскопия, масс-спектроскопия вторичных ионов, спектроскопия поглощения рентгеновского излучения, спектроскопия фотоэлектронов.
5. Физические явления на поверхности. Адсорбция-десорбция. Химическая и физическая адсорбция. Поверхностная диффузия. Поверхностное плавление. Упругие волны на поверхности. Поверхностная электропроводность. Эффект поля. Фотоэффекты на поверхности полупроводников.
6. Физико-химические явления на поверхности. Изотермы поверхностного натяжения водных растворов. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность ПАВ. Правило Траубе – Дюкло.
7. Адгезия, аутогезия и когезия. Уравнение Дюпре.
8. Смачивание и растекание жидкости. Закон Юнга. Смачивание реальных твердых тел. Гидрофильность и гидрофобность твердых тел.
9. Капиллярные явления. Капиллярное давление, закон Лапласа. Зависимость давления пара и растворимости от кривизны поверхности; законы Кельвина и Гиббса–Оствальда.
10. Адсорбция на границе раствор-газ. Уравнение Гиббса. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Адсорбция на поверхности твердого тела.
11. Виды адсорбции и способы ее выражения. Мономолекулярная адсорбция. Теория Лэнгмюра. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра – Эммета – Теллера. Потенциальная теория адсорбции Поляни. Капиллярная конденсация. Теория объемного заполнения микропор. Молекулярная адсорбция из растворов. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Адсорбция



ионов из растворов электролитов на твердой поверхности. Ионообменная адсорбция.

12. Катализ. Поверхностные центры в гетерогенном катализе. Закономерности гетерогенного катализа.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

### ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»

Автор: Вострикова Г.Ю.  
Кафедра «Химии»

1. Влияние поверхности на работу полупроводниковых приборов.
2. Природа поверхностных электронных состояний.
3. Магнитные тонкие пленки.
4. Поверхностное натяжение жидкости. Капиллярные явления.
5. Этапы развития физики поверхности.
6. Рентгеновская дифракция при скользящем падении лучей.
7. Теоретические расчеты кристаллографии поверхности.
8. Оптические свойства поверхности.
9. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
10. Поверхностная сегрегация.
11. Поверхностные свойства: контактный потенциал и работа выхода.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 13

## ТЕМАТИКА ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»

Автор: Вострикова Г.Ю.  
Кафедра «Химии»

1. Термодинамика поверхностных явлений.
2. Атомная структура чистых поверхностей. Электронные свойства поверхности твердого тела.
3. Современные физические методы исследования поверхности. Сканирующая зондовая микроскопия.
4. Адсорбция. Кинетика адсорбции. Уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра.
5. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ.
6. Расчет гиббсовской адсорбции с использованием изотермы поверхностного натяжения. Определение молекулярных констант ПАВ.
7. Катализ. Закономерности гетерогенного катализа.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

#### *Типовой вариант контрольной работы на тему «Адсорбция»*

1. По экспериментальным данным адсорбции  $\text{CO}_2$  на активированном угле графически определите константы в уравнении Лэнгмюра, пользуясь которыми, постройте изотерму адсорбции Лэнгмюра.

$p \cdot 10^{-2}$ , Н/м <sup>2</sup>	10	100	250	452
$A \cdot 10^3$ , кг/кг	32,3	96,2	145,0	177,0

2. Вычислите постоянную  $B$  уравнения Шишковского и величину предельной адсорбции на границе раздела фаз раствора масляной кислоты – воздух при 17°C, если площадь, занимаемая одной молекулой кислоты на поверхности раздела равна  $20,5 \cdot 10^{-20}$  м<sup>2</sup>.

#### *Типовой вариант контрольной работы*

**на тему «Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ.  
Методы определения поверхностного натяжения»**

1. По изотерме адсорбции азота при 77 К рассчитайте удельную поверхность адсорбента, если площадь, занимаемая одной молекулой азота  $S_0 = 0,162 \text{ нм}^2$ .

$p/p_s$	0,03	0,05	0,11	0,14	0,20
A, моль/кг	2,16	2,39	2,86	3,02	3,33

2. Вычислите поверхностное натяжение ацетона при 283 К, если методом наибольшего давления пузырька газа получены следующие данные: давление пузырька при проскакивании его в воду равно  $14,1 \cdot 10^2 \text{ Н/м}^2$ , а в ацетон составляет  $4,75 \cdot 10^2 \text{ Н/м}^2$ . Поверхностное натяжение воды при  $10^\circ\text{C}$  равно  $74,22 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$

**ТЕКСТЫ ЗАДАЧ С ПРИМЕРАМИ РЕШЕНИЙ**

**Задача 1.** Определите энергию Гиббса  $G_S$  поверхности капель водяного тумана массой  $m = 4 \text{ г}$  при 293 К, если плотность воды  $\rho = 0,998 \text{ г/см}^3$ , поверхностное натяжение воды  $\sigma = 72,75 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$ , дисперсность частиц  $D = 50 \text{ мкм}^{-1}$ .

**Решение:**

1. Энергия Гиббса поверхности определяется по уравнению:

$$G_S = \sigma \cdot S$$

2. Полная поверхность капель тумана равна произведению удельной поверхности на общий объем капель:  $S = S_{уд} \cdot V$ .

3. Для сферических частиц:  $S_{уд} = 6 D$ .

4. С другой стороны:  $V = m / \rho$ . Тогда:  $S = 6 D \cdot m / \rho$ .

5. Энергия Гиббса поверхности равна:  $G_S = \sigma \cdot 6 D \cdot m / \rho$ .

$$G_S = 72,75 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2 \cdot 6 \cdot 50 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1} \cdot (4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / 0,998 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 87,47 \text{ Дж.}$$

**Задача 2.** Вычислите коэффициент растекания и определите, будет ли гексан растекаться по поверхности воды, если работа когезии ( $W_K$ ) для гексана равна  $0,0328 \text{ Дж/м}^2$ , а работа адгезии ( $W_A$ ) гексана к воде равна  $0,0401 \text{ Дж/м}^2$ ?

**Решение:**

Вычислим коэффициент растекания по правилу Гаркинса:

$\phi = W_A - W_K = 0,0401 - 0,0328 = 0,0073 \text{ Дж/м}^2 > 0$ , следовательно гексан будет растекаться по поверхности воды.

**Задача 3.** При адсорбции углекислого газа на активированном угле были получены следующие данные:

$p \cdot 10^{-2}, \text{ Н/м}^2$	9,9	49,7	99,8	200
----------------------------------	-----	------	------	-----

$A \cdot 10^3$ , кг/кг	32,0	70,0	91,0	102,0
------------------------	------	------	------	-------

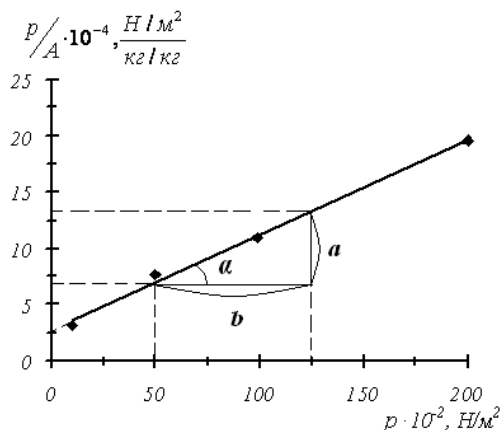
Графически определите константы в уравнении Лэнгмюра, пользуясь которыми, постройте изотерму Лэнгмюра.

**Решение:**

1. Для построения изотермы Лэнгмюра в линейных координатах рассчитаем значения  $p/A$  для каждого значения  $p$ :

$p \cdot 10^{-2}$ , Н/м <sup>2</sup>	$A \cdot 10^3$ , кг/кг	$p/A$ , (Н/м <sup>2</sup> )/(кг/кг)
9,9	32,0	$3,1 \cdot 10^4$
49,7	70,0	$7,1 \cdot 10^4$
99,8	91,0	$10,9 \cdot 10^4$
200	102,0	$19,6 \cdot 10^4$

2. По полученным значениям строим изотерму адсорбции в координатах линейной формы уравнения Лэнгмюра:



3. Графически рассчитываем константы уравнения Лэнгмюра:

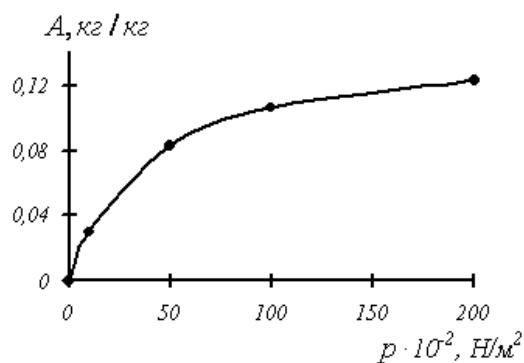
$$\operatorname{tg} \alpha = 1/A_{\infty}, \quad A_{\infty} = \operatorname{ctg} \alpha = b/a = (125-51) \cdot 10^2 / (13-7) \cdot 10^4 = 0,146 \text{ кг/кг}$$

$$1/A_{\infty} K = 2,5 \cdot 10^4 \text{ (Н/м}^2\text{)}, \quad K = 1/2,5 \cdot 10^4 \cdot 0,152 = 2,63 \cdot 10^{-4} \text{ (м}^2\text{/Н)}.$$

4. Рассчитываем величину адсорбции по уравнению:  $A = A_{\infty}(K_p/1+K_p)$ , где  $K_p$  – константа адсорбционного равновесия.

$p \cdot 10^{-2}$ , Н/м <sup>2</sup>	$A$ , кг / кг
9,9	$A = 0,146 \cdot (2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 9,9 \cdot 10^2 / 1 + 2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 9,9 \cdot 10^2) = 0,03$
49,7	$A = 0,146 \cdot (2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 49,7 \cdot 10^2 / 1 + 2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 49,7 \cdot 10^2) = 0,083$
99,8	$A = 0,146 \cdot (2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 99,8 \cdot 10^2 / 1 + 2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 99,8 \cdot 10^2) = 0,106$
200	$A = 0,146 \cdot (2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 200 \cdot 10^2 / 1 + 2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 200 \cdot 10^2) = 0,123$

Строим изотерму адсорбции Лэнгмюра:



**Задача 4.** При изучении адсорбции паров этанола на активированном угле были получены следующие данные:

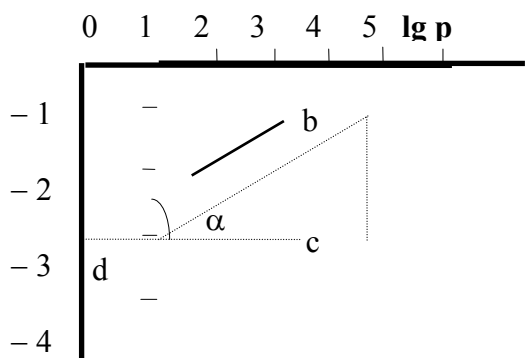
$p \times 10^{-2}$ , Па	5,33	9,87	17,33	23,06	45,53
$A \times 10^3$ , м <sup>3</sup> /кг	14,9	19,1	24,2	27,3	36,8

( $p$  – равновесное давление пара,  $A$  – величина адсорбции). Графически определите константы уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра. Рассчитайте величину адсорбции при  $p = 3000$  Па. Используя оба уравнения, вычислите, сколько этанола адсорбируется на 5 кг угля.

**Решение:**

Для нахождения констант уравнения Фрейндлиха строят график зависимости  $\lg A = f(\lg p)$ . Для этого надо логарифмировать исходные данные:

$\lg A$	-1,83	-1,72	-1,62	-1,56	-1,43
$\lg p$	2,72	2,99	3,24	3,36	3,66



и построить по ним график:

Он отсекает от оси ординат отрезок, равный  $\lg a = -3,02$ ; отсюда  $a = 9,55 \times 10^{-4}$ . По угловому коэффициенту графика находим второй коэффициент:  $1/n = \operatorname{tg} \alpha = bc/dc = 0,4/0,94 = 0,43$ . Теперь по уравнению Фрейндлиха  $A = a p^{1/n}$  рассчитываем величину адсорбции:

$$A = x/m = 9,55 \times 10^{-4} \times 3000^{0,43} = 2,99 \times 10^{-2} \text{ м}^3/\text{кг}.$$

На 5 кг угля при этом адсорбируется

$$x = mA = 5 \times 2,99 \times 10^{-2} = 0,149 \text{ м}^3 \text{ этанола}.$$

Для нахождения констант уравнения Ленгмюра строят график зависимости  $1/A = f(1/p)$ . Для этого надо найти обратные значения:

1/p	0,00188	0,00101	0,00058	0,00043	0,00022
1/A	67,11	52,36	41,32	36,63	27,17

Строим по этим данным график и экстраполируем его на ось ординат.

По графику определяем отрезки:

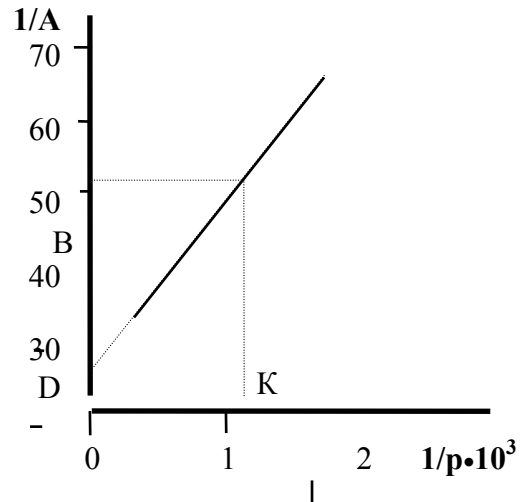
$OD = 1/A_\infty = 26$ ;  $OB = 2/A_\infty = 52 \text{ кг/м}^3$ ;  $OK = 1/b = 0,0011 \text{ Па}^{-1}$ .

Отсюда находим константы  $A_\infty$  и  $b$ :

$A_\infty = 1/26 = 0,0385 \text{ м}^3/\text{кг}$ ;

$b = 1/0,0011 = 909 \text{ Па}$ .

Зная константы, рассчитаем величину адсорбции по уравнению Ленгмюра:



$$A = A_\infty \frac{p}{b + p} = 0,0385 \frac{3000}{909 + 3000} = 29,5 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Значит, на 5 кг угля адсорбируется  $5 \times 29,5 \times 10^{-3} = 0,148 \text{ м}^3$  этанола.

**Задача 5.** С помощью нефелометра сравнивались мутности двух гидрозолей – стандартного и исследуемого. Мутности стали одинаковыми при высоте освещенной части стандартного золя  $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ , исследуемого золя –  $19 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ . Средний радиус частиц стандартного золя  $120 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ . Рассчитайте радиус частиц второго золя.

**Решение:**

Расчет радиуса частиц исследуемого с помощью нефелометра золя проводят по формуле:

$$r_x = r_{ст} \sqrt{\frac{h_{ст}}{h_x}}, \text{ где}$$

$r_{ст}$  - радиус частиц стандартного золя;

$h_{ст}$  и  $h_x$  - высота освещенной части стандартного и исследуемого золей

$$r_x = 120 \cdot 10^{-9} \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-3}}{19 \cdot 10^{-3}}} = 76,9 \cdot 10^{-9} \text{ м}.$$

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

## КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ЛИТЕРАТУРОЙ

### ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»

Автор: Вострикова Г.Ю.  
 Кафедра «Химии»

№ п/п	Наименование дисциплины	Кол-во обучающихся, изучающих дисциплину	Полное библиографическое описание издания	Кол-во экземпляров
<b>Основная литература</b>				
1	Физика и химия поверхности	50	Щукин, Е.Д. Коллоидная химия: учеб. для университетов и химико-технолог. вузов / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – М.: Высш.шк., 2007. - 444 с.	3
2	Физика и химия поверхности	50	Кругляков, П.М. Физическая и коллоидная химия: учеб. пособие / П.М. Кругляков, Т.Н. Хаскова. – М.: Высш. шк., 2005.— 319 с.	56
3	Физика и химия поверхности	50	Ролдугин, В. И. Физикохимия поверхности [Текст] . - 2-е изд., испр. - Долгопрудный : ИД Интеллект, 2011 – с. 565.	5
<b>Дополнительная литература</b>				
1	Физика и химия поверхности	50	Епифанов, Г.И. Физика твердого тела : учеб. пособие / Г.И. Епифанов. — СПб. : Лань, 2010.— 288 с.	2
2	Физика и химия поверхности	50	Физико-химические методы анализа [Текст] : практ. руководство: учеб. пособие / под ред. В. Б. Алесковского. - Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1988. - 372.	10

3	Физика и химия поверхности	50	Вест, А. Химия твердого тела: Теория и приложения: в 2 ч. Ч. 1 / Антони Р. Вест. Пер. с англ. А. Р. Кауля, И. Б. Куценка под ред. Ю. Д. Третьякова. – М.: Мир, 1988. – 555 с.	1
4	Физика и химия поверхности	50	Вест, А. Химия твердого тела: Теория и приложения: в 2 ч. Ч. 2 / Антони Р. Вест. Пер. с англ. А. Р. Кауля, И. Б. Куценка под ред. Ю. Д. Третьякова. – М.: Мир, 1988. – 334 с.	1
5	Физика и химия поверхности	50	Кнотько, А. В. Химия твердого тела: учеб. пособие для вузов / А.В. Кнотько.— М.: Academia, 2006. — 301 с.	13
6	Физика и химия поверхности	50	Сумм, Б.Д. Основы коллоидной химии: учеб. пособие для вузов.— М.: Academia, 2006.— 238 с.	5
7	Физика и химия поверхности	50	Белик, В.В. Физическая и коллоидная химия / В.В. Белик, К.И. Киенская. – М.: Academia, 2004. – 288 с.	5
8	Физика и химия поверхности	50	Пул, Ч. П. Нанотехнологии: учеб. пособие / Чарльз П. Пул. Пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. — М. : Техносфера, 2005.— 327 с.	1
9	Физика и химия поверхности	50	Практикум по физической химии [Текст]: учебное пособие: допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР / под ред. В. В. Буданова, Н. К. Воробьева. - 5-е изд., испр. - Москва : Химия, 1986. - с. 347.	5
10	Физика и химия поверхности	50	Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии [Текст] : учебник. - 4-е изд., испр. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010.- с. 537-68.	2
11	Физика и химия поверхности	50	Гельфман, М. И. Коллоидная химия [Текст]. - 5-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар: Лань, 2010. – с. 436-92.	2



12	Физика и химия поверхности	50	Основы аналитической электронной микроскопии / под ред. Дж. Дж. Грена, Дж. И. Гольдштейна, Д. К. Джоя, А. Д. Ромига ; пер. с англ. под ред. М. П. Усикова.— М.: Металлургия, 1990.— 583 с.	100
11	Физика и химия поверхности		Сканирующая зондовая микроскопия: метод. указания к выполнению лаборат. работ / сост. : О. Б. Рудаков, С. М. Усачев, О. Б. Кукина, О. В. Черноусова ; Воронеж гос. архит.-строит. ун-т .— Воронеж, 2010. — 27 с.	100

## ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР

#### ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»

Автор: Вострикова Г.Ю.  
 Кафедра «Химии»

ВСР - внеаудиторная самостоятельная работа;  
 ООП – общеобразовательная программа;  
 СРС - самостоятельная работа студентов;  
 УМКД – учебно-методический комплекс дисциплины.

## **Методические рекомендации по изучению дисциплины «ФИЗИКА И ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ»**

Для преподавания и изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии.

1. Дидактически обоснованная структура дисциплины «Физика и химия поверхности».

Содержательная часть дисциплины должна быть обоснована с точки зрения физики и химии поверхности и требований к результатам освоения ООП бакалавриата, выраженных в виде определённых компетенций.

2. Точное следование рабочей программе дисциплины.

На вводной лекции студенты знакомятся со структурой УМКД «Физика и химия поверхности», получают разъяснение о роли каждой составляющей в учебном процессе, а также где и как получить доступ ко всем составляющим учебно-методического обеспечения.

3. Планирование времени и методическое обеспечение внеаудиторной самостоятельной работы (ВСР).

Для успешного освоения дисциплины студент должен самостоятельно работать столько же времени, сколько в аудитории под руководством преподавателя. Все студенты имеют доступ к полному методическому обеспечению ВСР.

4. Сопровождение занятий демонстрацией схем, таблиц, рисунков и презентациями в программе «Microsoft PowerPoint».

5. Подготовка тематики докладов, сообщений, презентаций для самостоятельной работы студентов.

6. Регулярное проведение консультаций.

7. Осуществление текущего контроля знаний студентов с помощью бланкового тестирования.

8. Методические рекомендации по подготовке к зачету.

Зачет студент получает автоматически при условии выполнения учебного плана:

- посещение лекций;
- посещение практических занятий;
- выполнение индивидуальных заданий для самостоятельной работы.

### **Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины «Физика и химия поверхности»**

Для более глубокого усвоения студентом дисциплины «Физика и химия поверхности», можно порекомендовать следующее: работа с учебниками и дополнительной литературой. При работе с литературой следует вести запись основных положений (конспектировать отдельные разделы, выписывать новые термины и раскрывать их содержание).

Наряду с чтением лекций профессорско-преподавательским составом ка-

федры химии, изучением базовых учебников по курсу, учебных пособий студентам (очной и заочной форм обучения) рекомендуется проведение самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является неотъемлемым элементом учебного процесса, одним из основных методов освоения учебных дисциплин и овладения навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности. При самостоятельной работе достигается конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для современной подготовки бакалавра.

При этом специфика заочной формы обучения является сложной проблемой в организации учебного процесса студента-заочника. Это вызвано очень малым количеством аудиторных занятий по сравнению с очной формой обучения. Преподаватель имеет возможность дать лишь необходимый лекционный материал, поэтому изучение дисциплины обязательно должно быть дополнено самостоятельной работой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов приносит результаты лишь тогда, если она является целенаправленной, систематической и планомерной.

### **Виды и формы самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов (СРС) предполагает многообразные виды индивидуальной и коллективной деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в специально отведенное для этого аудиторное и внеаудиторное время. Самостоятельная работа – это особая форма обучения по заданию преподавателя, выполнение которой требует творческого подхода и умения получать знания самостоятельно.

Структурно самостоятельную работу студента можно разделить на две части:

- 1) организуемая преподавателем и четкоописываемая в учебно-методическом комплексе;
- 2) самостоятельная работа, которую студент организует по своему усмотрению, без непосредственного контроля со стороны преподавателя.

Методологической основой самостоятельной работы студентов является деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать не только типовые, но и нетиповые задачи, когда студент должен проявить творческую активность, инициативу, знания, умения и навыки, полученные при изучении конкретной дисциплины.

Методическое обеспечение самостоятельной работы предусматривает: перечень тематики самостоятельного изучения, наличие учебной, научной и справочной литературы по данным темам, формулировку задач и целей самостоятельной работы, наличие инструкций и методических указаний по работе с данной тематикой. Задания должны соответствовать задачам изучения курса и целям формирования профессионала.

### *Формы самостоятельной работы студентов*

1. Конспектирование.
2. Реферирование литературы.
3. Аннотирование книг, статей.
4. Выполнение заданий поисково-исследовательского характера.
5. Углубленный анализ научно-методической литературы.
6. Работа с лекционным материалом: проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами, дополнение конспекта материалами из рекомендованной литературы.
7. Участие в работе семинара: подготовка сообщений, докладов, заданий.
8. Контрольная работа в письменном виде.
9. Выполнение заданий по сбору материала во время практики.

Виды самостоятельной работы:

- познавательная деятельность во время основных аудиторных занятий;
- самостоятельная работа в компьютерных классах под контролем преподавателя в форме плановых консультаций;
- внеаудиторная самостоятельная работа студентов по выполнению домашних заданий учебного и творческого характера (в том числе с электронными ресурсами);
- самостоятельное овладение студентами конкретных учебных модулей, предложенных для самостоятельного изучения;
- самостоятельная работа студентов по поиску материала, который может быть использован для написания рефератов, курсовых и квалификационных работ;
- учебно-исследовательская работа;
- научно-исследовательская работа.

### **Виды и формы организации самостоятельной работы студентов**

<b>Виды самостоятельной работы</b>	<b>Руководство преподавателю</b>
1. Конспектирование	Выборочная проверка
2. Реферирование литературы	Разработка тем и проверка
3. Выполнение заданий поискового характера	Разработка заданий, создание поисковых ситуаций, спецсеминар, составление картотеки.
4. Аннотирование книг, статей	Образцы аннотаций, проверка

5. Углубленный анализ научно-методической литературы	Собеседование по проработанной литературе, составление планов работы, разработка методики получения информации
6. Дополнение конспекта лекций рекомендованной литературой	Предложение составить свой план в заключении лекции
7. Участие в работе семинаров	Подготовка выступлений на семинаре, рефератов, проверка знаний
8. Практические занятия: в соответствии с инструкциями и методическими указаниями	Составление алгоритма действий, показателей уровня достижения результата
9. Контрольная работа	Разработка тематики контрольных работ, проверка выполнения

### **Рекомендации по организации самостоятельной работы студент**

Самостоятельная работа студентов за весь учебный год регламентируется общим графиком учебной работы по семестрам, предусматривающим выполнение индивидуальных заданий, рефератов.

Организация самостоятельной работы студентов по дисциплине (курсу) планируется и организуется преподавателем и описывается в соответствующем разделе учебно-методического комплекса. УМК по дисциплине включает обязательный раздел «Руководство самостоятельной работой студентов», в котором подробно описывается предлагаемое содержание СРС, конкретные задания, сроки их выполнения, справочный материал, формы отчетности и способы контроля с критериями оценки.

Студенту при работе по этому разделу УМК следует:

1. Внимательно изучить материалы, характеризующие курс и тематику самостоятельного изучения, что изложено в учебно-методическом комплексе по дисциплине. Это позволит четко представить как круг, изучаемых тем, так и глубину их постижения.

2. Составить подборку литературы, достаточную для изучения предлагаемых тем. В учебно-методическом комплексе представлены основной и дополнительный списки литературы. Они носят рекомендательный характер, это означает, что всегда есть литература, которая может не входить в данный список, но является необходимой для освоения темы. При этом следует иметь в виду, что нужна литература различных видов:

- учебники, учебные и учебно-методические пособия;
- первоисточники. К ним относятся оригинальные работы теоретиков, разрабатывающих проблемы. Первоисточники изучаются при чтении как полных текстов, так и хрестоматий, в которых работы классиков со-

держатся не полностью, а в виде избранных мест, подобранных тематически;

- монографии, сборники научных статей, публикации в журналах, любой эмпирический материал;

- справочная литература – энциклопедии, словари;

3. Основное содержание той или иной проблемы следует уяснить, изучая учебную литературу. При этом важно понимать, что вопросы в истории любой науки трактовались многообразно. С одной стороны подобное многообразие объясняется различиями в мировоззренческих позициях, на которых стояли авторы; с другой свидетельствует об их сложности, позволяет выделить наиболее значимый аспект в данный исторический период. Кроме того, работа с учебником требует постоянного уточнения сущности и содержания категорий посредством обращения к энциклопедическим словарям и справочникам.

4. Абсолютное большинство проблем носит не только теоретический, умозрительный характер, но самым непосредственным образом выходят на жизнь, они тесно связаны с практикой социального развития, преодоления противоречий и сложностей в обществе. Это предполагает наличие у студентов не только знания категорий и понятий, но и умения использовать их в качестве инструмента для анализа социальных проблем. Иными словами студент должен совершать собственные интеллектуальные усилия, а не только механически заучивать понятия и положения.

5. Соотнесение изученных закономерностей с жизнью, умение достигать аналитического знания предполагает у студента мировоззренческой культуры. Формулирование выводов осуществляется прежде всего в процессе творческой дискуссии, протекающей с соблюдением методологических требований к научному познанию.

Методические пособия по организации СРС выполняют направляющую роль. Они должны указывать в какой, последовательности следует изучать материал дисциплины, обращать внимание на особенности изучения отдельных тем и разделов.

### **Контроль самостоятельной работы студентов**

Технология организации контроля самостоятельной работы студентов включает тщательный отбор средств контроля, определение его этапов, разработку индивидуальных форм контроля.

Оценка успешности студента может вестись в традиционной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо по рейтинговой системе, основываясь на сумме набранных им в ходе самостоятельной работы баллов, за все виды СРС, включая итоговые аттестационные процедуры.

Эффективными формами контроля и активизации СРС в течении всего учебного семестра являются:

1. использование бально-рейтинговой оценки;
2. использование межсессионного контроля за качеством учебной работы студента;
3. зачетное тестирование.

Тесты позволяют оценить уровень знания студентов в баллах. Оцениваемые тесты могут использоваться преподавателями как формы промежуточного и итогового контроля.

Рекомендуемые формы контроля самостоятельной работы студентов:

- выборочная проверка во время аудиторных занятий;
- составление аннотаций на прочитанный материал;
- составление схем, таблиц по прочитанному материалу;
- обзор литературы;
- реферирование литературы, представление рефератов;
- подготовка конспекта;
- включение вопросов на контрольных работах, зачете.

Планирование времени и методическое обеспечение внеаудиторной самостоятельной работы (ВСП).

Для успешного освоения дисциплины студент должен самостоятельно работать столько же времени, сколько в аудитории под руководством преподавателя. Все студенты имеют доступ к полному методическому обеспечению ВСП.

Организация самостоятельной работы студентов очной формы обучения заключается в планировании времени и методическое обеспечение внеаудиторной самостоятельной работы.

### **Технология организации самостоятельной работы студентов с электронными ресурсами:**

- организация работы студентов с электронными каталогизированными учебно-методическими материалами;
- анализ свободного компьютерного фонда и составление плана-графика ресурсного обеспечения СРС в компьютерных классах;
- доведение информации о свободных ресурсах компьютерных классов до студентов;
- предварительная запись студентов на удобное для них время для работы с компьютерными ресурсами ИНЭК;
- обеспечение доступа студентов в компьютерные классы и контроль за их работой;
- организация групповых занятий по заданию преподавателя, организация доступа в компьютерные классы.

В аудиториях для самостоятельных компьютерных занятий с помощью обучающих программ, студенты могут, как дополнить свои занятия, полученные на лекциях и семинарах, так и проверить свой уровень подготовки и сдать зачет.

## **Описание последовательности действий студента**

Изучение дисциплины должно завершиться овладением необходимыми профессиональными знаниями, умениями и навыками. Этот результат может быть достигнут только после весьма значительных усилий. При этом важными окажутся не только старание и способности, но и хорошо продуманная организация труда студента. В первую очередь это правильная организация времени.

При изучении дисциплины наименьшие затраты времени обеспечит следующая последовательность действий. Прежде всего, необходимо своевременно, выяснить, какой объем информации следует усвоить, какие умения приобрести для успешного освоения дисциплины, какие задания выполнить для того, чтобы получить достойную оценку. Сведения об этом, то есть списки литературы, темы практических работ, контрольных работ и вопросы к ним, а также другие необходимые материалы имеются в разработанном учебно-методическом комплексе.

Регулярное посещение лекций и практических работ не только способствует успешному овладению профессиональными знаниями, но и помогает наилучшим образом организовать время, т.к. все виды занятий распределены в семестре планомерно, с учетом необходимых временных затрат.

Важнейшей частью работы студента является изучение физики и химии. Учебники, при всей их важности для процесса изучения дисциплин, как правило, содержат лишь минимум необходимых теоретических сведений. Университетское образование предполагает более глубокое знание предметов. Кроме того, оно предполагает не только усвоение информации, но и формирование навыков исследовательской работы. Для этого необходимо изучать и самостоятельно анализировать статьи периодических изданий и Интернет-ресурсы, посвященные проблемам физики и химии, в частности физики и химии поверхности.

Работу по конспектированию следует выполнять, предварительно изучив планы практической работы и темы контрольных работ. В этом случае ничего не будет упущено и студенту не придется конспектировать источник повторно, тратя на это драгоценное время. Правильная организация работы, чему должны способствовать данные выше рекомендации, позволит студенту своевременно выполнить все задания, получить достойную оценку и избежать, таким образом, необходимости тратить время на переподготовку и передачу предмета.

### **Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса**

При работе с настоящим учебно-методическим комплексом особое внимание необходимо обратить на то, что дисциплина «Физика и химия поверхности» тесно связана с некоторыми другими курсами, поэтому возможно дублирование некоторых изучаемых вопросов, источников и литературы.



Учебно-методический комплекс (УМК) призван помочь студенту понять специфику изучаемого материала, а в конечном итоге – максимально полно и качественно его освоить. Студент внимательно читает и осмысливает тот раздел, задания которого ему необходимо выполнить. Выполнение всех заданий, определяемых содержанием курса, предполагает работу с дополнительными источниками: монографиями, статьями периодических изданий и Интернет-ресурсов. Прежде чем осуществить этот шаг, студенту следует обратиться к основной учебной литературе, ознакомление с материалом которой позволит ему сформировать общее представление о существе интересующего вопроса.

В первую очередь студент должен осознать предназначение комплекса: его структуру, цели и задачи. Для этого он знакомится с преамбулой, оглавлением УМК, говоря иначе, осуществляет первичное знакомство с ним.

В разделе, посвященном методическим рекомендациям по изучению дисциплины, приводятся советы по планированию и организации необходимого для изучения дисциплины времени, описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»), рекомендации по работе с литературой, советы по подготовке к зачету и разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса и над домашними заданиями. В целом данные методические рекомендации способны облегчить изучение студентами курса «Физика и химия поверхности» и помочь успешно сдать зачет.

В разделе, содержащем учебно-методические материалы курса, представлен опорный конспект лекций, содержание практических занятий по дисциплине (со списком литературы по каждой теме), словарь основных терминов курса, а также примерные темы рефератов, контрольные вопросы по каждой теме и тесты, при решении которых студенты могут проверить уровень своих знаний по дисциплине.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Работа с литературой является основным методом самостоятельного овладения знаниями. Это сложный процесс, требующий выработки определенных навыков, поэтому студенту нужно обязательно научиться работать с книгой.

Осмысление литературы требует системного подхода к освоению материала. В работе с литературой системный подход предусматривает не только тщательное (при необходимости – многократное) чтение текста и изучение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента, поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно «распознавать», а затем самостоятельно оперировать теоретическими категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода работа с литературой обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к лабораторным занятиям, выполнение контрольной работы и т.д.).

Выбор литературы для изучения делается обычно по предварительному списку литературы, который выдал преподаватель, либо путем самостоятельно-

го отбора материалов. После этого непосредственно начинается изучение материала, изложенного в книге.

Прежде чем приступить к чтению, необходимо запомнить или записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания, название интересующих глав. Предисловие или введение книги поможет установить, на кого рассчитана данная публикация, какие задачи ставил перед собой автор. Это помогает составить представление о степени достоверности или научности данной книги. Содержание (оглавление) дает представление о системе изложения ключевых положений всей публикации и помогает найти нужные сведения. Если в книге есть главы или отдельные параграфы, которые соответствуют исследуемой теме дисциплины, то после этого необходимо ознакомиться с введением.

Во введении или предисловии разъясняются цели издания, его значение, содержится краткая информация о содержании глав работы. Иногда полезно после этого посмотреть послесловие или заключение. Особенно это важно, если это не учебник, а монография, потому что в заключении объясняется то, что может оказаться непонятным при изучении материала. В целом, это поможет правильнее структурировать полученные знания. При изучении материалов глав и параграфов необходимо обращать особое внимание на комментарии и примечания, которыми сопровождается текст. Они разъясняют отдельные места текста, дополняют изложенный материал, указывают ссылки на цитируемые источники, исторические сведения о лицах, фактах, объясняют малоизвестные или иностранные слова. После просмотра книги целиком или отдельной главы, которая была необходима для изучения определенной темы курса, нужно сделать записи в виде краткого резюме источника. В таком резюме следует отразить основную мысль изученного материала, приведенные в ее подтверждение автором аргументы, ценность данных аргументов и т.п. Данные аргументы помогут сформировать собственную оценку изучаемого вопроса.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и составлять рабочие записи прочитанного. Такие записи удлиняют процесс проработки, изучения книги, но способствуют ее лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал. В идеале каждая подобная запись должна быть сделана в виде самостоятельных ответов на вопросы, которые задаются в конце параграфов и глав изучаемой книги. Однако такие записи могут быть сделаны и в виде простого и развернутого плана, цитирования, тезисов, резюме, аннотации, конспекта.

Наиболее надежный способ собрать нужный материал – составить конспект. Конспекты позволяют восстановить в памяти ранее прочитанное без дополнительного обращения к самой книге.

Конспект – это краткое изложение своими словами содержания книги. Он включает запись основных положений и выводов основных аргументов, сути полемики автора с оппонентами с сохранением последовательности изложения материала.

Большое значение имеет внешняя сторона записей. При составлении конспектов следует пользоваться различными приемами выделения отдельных

частей текста, ключевых выражений, терминов, основных понятий (выделение абзацев, подчеркивание, написание жирным шрифтом, курсивом, использование цветных чернил и т.п.). Желательно оставлять поля для внесения дополнений, поправок или фиксации собственных мыслей по данной записи, возможно несовпадающих с авторской точкой зрения.

При изучении литературы особое внимание следует обращать на новые термины и понятия. Понимание сущности и значения терминов способствует формированию способности логического мышления, приучает мыслить абстракциями, что важно при усвоении дисциплины. Поэтому при изучении темы курса студенту следует активно использовать универсальные и специализированные энциклопедии, словари, иную справочную литературу. Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые документы, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

### **Советы по подготовке к зачету**

Зачет - это заключительный этап изучения дисциплины, имеющий целью проверить теоретические знания студента, его навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. Зачет проводится в объеме учебной программы по дисциплине в письменной и устной форме.

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором студенты получают общую установку преподавателя и перечень основных требований к текущей и итоговой отчетности. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь, прежде всего перечнем вопросов к зачету, конспектировать важные для решения учебных задач источники. В течение семестра происходят пополнение, систематизация и корректировка студенческих наработок, освоение нового и закрепление уже изученного материала.

Дисциплина «Физика и химия поверхности» разбита на модули (блоки), которые представляют собой логически завершенные части рабочей программы курса и являются тем комплексом знаний и умений, которые подлежат контролю.

Зачет преследует цель оценить работу студента за курс. Полученные теоретические знания, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения синтезировать полученные знания и применять на практике решение практических задач.

Лекции, семинары и контрольные работы являются важными этапами подготовки к зачету, поскольку студент имеет возможность оценить уровень собственных знаний и своевременно восполнить имеющиеся пробелы.

В этой связи необходимо для подготовки к зачету первоначально прочитать лекционный материал, а также соответствующие разделы рекомендуемых учебных пособий. Лучшим вариантом является тот, при котором студент использует при подготовке как минимум два учебных пособия. Это способствует разностороннему восприятию конкретной темы. Для качественной подготовки к семинарским занятиям необходимо привлекать материалы научно-периодических изданий, а также материалы подготовленных и зачетных реферативных заданий.

### **Разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса, по выполнению домашних заданий**

Тестовая система курса является одним из способов промежуточного или итогового контроля, проверки знаний учащихся по предмету. Тест представляет собой пробное задание, построенное в форме вопросов, которые в некоторых случаях снабжены вариантами ответов. Специфика прохождения тестирования заключается в том, что студент должен проявить как способности к комбинаторному мышлению, так и навыки самостоятельного формулирования категориальных свойств объекта, определений, проблем.

По своей структуре вопросы, применяемые для тестирования знаний студентов по дисциплине «Физика и химия поверхности» с помощью тестовой системы, делятся на два типа:

1. «Одиночный выбор» - предлагается вопрос и четыре варианта ответов, один из которых верный. Студент может выбрать только один вариант ответа. Вопросно-ответный тест используется на тех стадиях работы по курсу, когда осуществляется освоение и эмпирическое накопление изучаемого материала. Проведение данного вида тестирования способствует глубокому проникновению в исследуемый материал, его детальной систематизации.

2. «Проверка преподавателем» - предлагается вопрос, студент на него отвечает, преподаватель позже проверяет и проставляет оценки. В основе данной разновидности теста лежит определение термина, понятия, категории по развернутой дефиниции без предполагаемых вариантов ответа. Этот тип тестирования требует от студентов точных знаний в области теории вопроса и предполагает достаточно высокий уровень владения не столько фактической, сколько концептуальной информацией.

Предлагаемые тестовые вопросы имеют различный уровень сложности и трудности. Присутствуют вопросы как первого уровня сложности и трудности (т.е. по узнаваемости в содержании ответов подсказки), так и второго (когда ответы на вопрос не предлагаются и студенту самостоятельно необходимо написать верный, по его мнению, ответ).

Кроме того, в конце лекционного занятия преподаватель проводит тестирование студентов на остаточные знания по ранее изученным темам. В целом все предлагаемые варианты тестовых вопросов направлены на более глубокое усвоение теоретического материала, знаний, умений и навыков студентов: умение давать определения, знания законов, принципов, правил, умение находить сходство и различия.

Курс предполагает выполнение студентом таких форм домашних заданий, как подготовка рефератов по одной из предложенных тем (по выбору студента).

Реферат – краткое изложение в письменном виде научного материала по определенной теме. В качестве реферата может выступать изложение книги, статьи, а также обобщение нескольких взглядов на одну проблему.

Цель реферата - сообщить научную информацию по определенной теме, раскрыть суть исследуемой проблемы с различных позиций и точек зрения, а затем сформулировать самостоятельные выводы. Выполнение рефератов позволяет более обстоятельно постигать изучаемую дисциплину.

В процессе работы над рефератом необходимо:

- проанализировать различные точки зрения, явления, факты, события;
- в случае необходимости провести научно обоснованную полемику;
- обобщить научный материал.

В результате проделанной работы над рефератом студент совершенствует свои навыки грамотного, лаконичного изложения собственных мыслей, навыки научного поиска и учится правильному оформлению научных работ.

**Конспекты лекций (прилагаются)**