

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Самарский государственный технический университет»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.ОД.2 Поверхностные явления и дисперсные системы


Направление подготовки	18.04.02 (241000.68) Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Квалификация выпускника	Магистр
Профиль (направленность)	Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов
Форма обучения	Очная
Выпускающая кафедра	Химическая технология и промышленная экология
Кафедра-разработчик рабочей программы	Машины и аппараты химических производств

Семестр	Трудоемкость час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., час./зачет)
3	72	6	12	6	48	Зачёт
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>48</b>	<b>Зачёт</b>

Самара  
2015 г.

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ФГОСВО, Приказом Минобрнауки России от 19 декабря 2013 г. №1367 «Об утверждении порядка организации осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» и учебного плана СамГТУ.

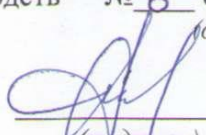
Составитель рабочей программы:  
Зав. кафедрой, д.т.н.  
(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись)  
22.01.2015  
(дата)

С.Б. Коныгин  
(ФИО)

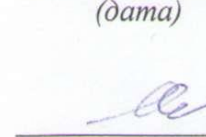
Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:  
Машины и аппараты химических производств № 6 от «26» января 2015 г.  
(наименование кафедры-разработчика) (дата и номер протокола)

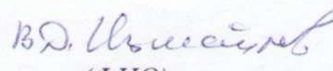
зав. кафедрой-разработчиком

  
(подпись)  
26.01.2015  
(дата)

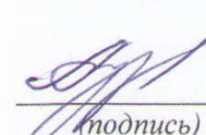
С.Б. Коныгин  
(ФИО)

Эксперт методической комиссии по  
УГНП

  
(подпись)  
03.02.15  
(дата)

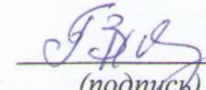
  
(ФИО)

Председатель методического совета  
факультета  
(на котором осуществляется обучение)

  
(подпись)  
02.02.15  
(дата)

А.Ю. Чуркина  
(ФИО)

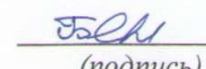
Декан факультета  
(на котором осуществляется обучение)

  
(подпись)  
05.02.15  
(дата)

В.К. Тянь  
(ФИО)

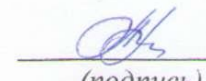
СОГЛАСОВАНО:

3 Зав. выпускающей кафедрой

  
(подпись)  
09.02.2015  
(дата)

В.А. Васильев  
(ФИО)

Начальник УВО

  
(подпись)  
10.02.2015  
(дата)

А.Н. Лукьянова  
(ФИО)

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Требования к результатам освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП	4
3.	Структура и содержание дисциплины	5
3.1.	Структура дисциплины	5
3.2.	Содержание дисциплины	6
4.	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
5.	Образовательные технологии	11
6.	Формы контроля освоения дисциплины	11
6.1.	Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины	11
6.2.	Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	11
7.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
7.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы	12
7.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	13
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	14
	Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины	15
	Приложение 1. Аннотация рабочей программы	15
	Приложение 2. Методические указания по самостоятельной работе	16
	Приложение 3. Фонд оценочных средств дисциплины	21
	Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	30

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты освоения ОПОП магистратуры определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личностные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины «Поверхностные явления и дисперсные системы» обучаемый должен обладать следующими компетенциями:

ОПК – 3: способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки;

ПК – 4: способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию.

Таблица 1.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Коды компетенции	Содержание компетенций	
ОПК – 3	способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки;	<b>Знать:</b> <b>Уметь:</b> <b>Владеть:</b> <b>Знать:</b> закономерности поверхностных явлений, лежащих в основе работы различных типов лабораторных приборов и технологического оборудования <b>Уметь:</b> проводить расчеты процессов, протекающих в дисперсных системах <b>Владеть:</b> навыками проведения экспериментальных исследований параметров дисперсных систем
ПК – 4	способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию;	<b>Знать:</b> закономерности поверхностных явлений, лежащих в основе различных экспериментальных исследований <b>Уметь:</b> проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований в дисперсных системах <b>Владеть:</b> навыками анализа результатов экспериментальных исследований в дисперсных системах

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Поверхностные явления и дисперсные системы» относится к вариативной части блока 1 учебного плана.

Перечень предшествующих и последующих дисциплин, формирующих общепрофессиональные и профессиональные компетенции приведены в табл. 2.

## Перечень предшествующих и последующих дисциплин

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>			
1.	ОПК-3: способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки	Проектирование и эксплуатация оборудования очистки газовых выбросов; проектирование и эксплуатация оборудования переработки и утилизации промышленных и твердых бытовых отходов; производственный экологический контроль; оценка и регулирование качества окружающей среды; технологическая практика.	Научно-исследовательская работа.
<i>Профессиональные компетенции</i>			
2.	ПК-4: способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию	Производственный экологический контроль; оценка и регулирование качества окружающей среды; основы планирования и математической обработки результатов эксперимента; основы анализа многомерных данных; использование профессиональных программных продуктов; методы и средства обработки экологической информации.	Научно-исследовательская работа.

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (ЗЕТ), 72 академических часа.

Таблица 3.

## Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Аудиторная работа, часов	Внеаудиторная контактная работа	Семестр
			3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>24</b>		<b>24</b>
В том числе:			
Лекции	6		6
Практические (ПЗ)	12		12
Лабораторные работы (ЛР)	6		6
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>48</b>		<b>48</b>
В том числе:			

Подготовка к лекционным занятиям	18		18
Выполнение домашних заданий	24	2	24
Подготовка к лабораторным работам	6		6
<b>ИТОГО:</b>	<b>Час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>ЗЕТ</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Вид промежуточной аттестации (экзамен, час.; зачет)	зачет		зачет
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	24	2	26

Таблица 4.

### Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Общие сведения о дисперсных системах	2	6	-	18	26
2	Поверхностные явления в дисперсных системах	2	4	4	18	28
3	Кинетические явления в дисперсных системах	2	2	2	12	18
ИТОГО:		6	12	6	48	72

### 3.2. Содержание дисциплины

Таблица 5.

#### Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1	<p><b>РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ.</b></p> <p><b>Тема 1.1. Классификация дисперсных систем.</b> Фазы и агрегатные состояния вещества. Гомогенные, гетерогенные и дисперсные системы. Классификация по агрегатному состоянию фаз. Классификация по степени дисперсности. Монодисперсные и полидисперсные системы. Свободнодисперсные и связнодисперсные системы.</p> <p><b>Тема 1.2. Статистические характеристики дисперсных систем.</b> Форма и размеры частиц дисперсной фазы. Дисперсность. Удельная поверхность. Распределения частиц по размерам. Взаимосвязь между различными типами распределений. Средний размер частиц. Средний разброс размеров частиц.</p> <p><b>Тема 1.3. Макроскопические свойства дисперсных систем.</b> Плотность дисперсных систем. Истинная и насыпная плотность. Пористость и порозность. Модели структуры зернистого слоя. Кратность пены. Теплоемкость дисперсных систем.</p>	2

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
2	2	<p><b>РАЗДЕЛ 2. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ.</b></p> <p><b>Тема 2.1. Поверхностное натяжение.</b>          Специфика строения межфазной поверхности. Силы, действующие на поверхностные молекулы. Работа изотермического образования поверхности. Поверхностная энергия. Смачивание и растекание. Периметр смачивания. Краевой угол. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Теплота смачивания. Адгезия и когезия. Механизм адгезионных процессов. Специфика строения искривленной межфазной поверхности. Капиллярное давление. Уравнения Томсона и Лапласа.</p> <p><b>Тема 2.2. Адсорбционные процессы.</b>          Механизм адсорбционных процессов. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбционное равновесие. Теплота адсорбции. Изотермы, изобары и изостеры адсорбции. Основные виды изотерм адсорбционных процессов. Модель мономолекулярной адсорбции Лангмюра. Модель полимолекулярной адсорбции Брунауэра-Эммета-Теллера. Модель адсорбции в микропорах Дубинина-Радушкевича.</p> <p><b>Тема 2.3. Поверхностно-активные вещества (ПАВ).</b>          Зависимость поверхностного натяжения от концентрации адсорбированного вещества. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Классификация ПАВ. Особенности строения молекул ПАВ. Механизм мицеллообразования. Критическая концентрация мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ. Солюбилизация.</p> <p><b>Тема 2.4. Электрические явления на границе раздела фаз.</b>          Механизмы образования двойного электрического слоя в дисперсных системах. Потенциалобразующие ионы и противоионы. Толщина и емкость двойного электрического слоя. Модели двойного электрического слоя. Уравнение Пуассона-Больцмана. Зависимость поверхностного натяжения от заряда межфазной поверхности. Электрокапиллярная кривая.</p>	2
3	3	<p><b>РАЗДЕЛ 3. КИНЕТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ.</b></p> <p><b>Тема 3.1. Процессы диффузии частиц дисперсной фазы.</b>          Молекулярно-кинетическая природа диффузионных процессов. Конвективная составляющая диффузионных процессов. Коэффициент диффузии. Средний сдвиг частиц. Уравнения Фика. Влияние различных факторов на интенсивность диффузионных процессов.</p> <p><b>Тема 3.2. Седиментация.</b>          Механизм процессов седиментации. Прямая и обратная седиментация. Скорость седиментации. Кривая седиментации. Седиментационно-диффузионное равновесие. Гипсометрический закон.</p> <p><b>Тема 3.3. Осмотические процессы.</b>          Механизм осмотических процессов. Осмотическое равновесие. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Обратный осмос.</p> <p><b>Тема 3.4. Электрокинетические явления.</b>          Электрокинетический потенциал. Механизм процессов электрофореза. Электрофоретическая подвижность. Механизм процессов электроосмоса. Электроосмотическая подвижность.</p>	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>6</b>

Таблица 5.

## Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1	<b>Статистические характеристики дисперсных систем.</b> Построение распределения количества частиц по размерам. Определение среднего размера частиц дисперсной фазы и средне-квадратического отклонения.	2
2	1	<b>Статистические характеристики дисперсных систем (продолжение).</b> Пересчеты между различными типами распределений частиц дисперсной фазы по размерам.	2
3	1	<b>Макроскопические свойства дисперсных систем.</b> Расчет плотности моно- и полидисперсных систем. Расчет насыпной плотности зернистых материалов.	2
4	2	<b>Поверхностное натяжение.</b> Зависимость удельной поверхности дисперсной системы от размеров частиц дисперсной фазы. Определение работы диспергирования. Зависимость работы диспергирования от поверхностного натяжения.	2
5	2	<b>Адсорбционные процессы.</b> Расчет мономолекулярной адсорбции с применением уравнения Ленгмюра. Расчет полимолекулярной адсорбции с применением уравнения Брунауэра-Эммета-Теллера.	2
6	3	<b>Седиментация.</b> Расчет скорости осаждения частиц дисперсной фазы. Расчет процесса седиментации в полидисперсных системах.	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>12</b>

Таблица 6.

## Лабораторные работы

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	2	<b>Лабораторная работа №1. Турбидиметрическое исследование дисперсных систем.</b> Концентрация частиц в дисперсных системах. Оптические свойства дисперсных систем. Нефелометрические и турбидиметрические исследования дисперсных систем.	4
2	3	<b>Лабораторная работа №2. Определение параметров электрического поля в резервуаре с протектором.</b> Образование двойного электрического слоя на границе «металл-раствор». Измерение величины электрического потенциала в зависимости от расстояния от протектора.	2
<b>Итого:</b>			<b>6</b>



## Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	<b>Подготовка к лекционным занятиям по разделу 1.</b> Гомогенные, гетерогенные и дисперсные системы. Форма и размеры частиц дисперсной фазы.	6
	1.2	<b>Выполнение домашнего задания по теме 1.2. Статистические характеристики дисперсных систем.</b> Расчет распределений частиц по размерам.	8
	1.3	<b>Выполнение домашнего задания по теме 1.3. Макроскопические свойства дисперсных систем.</b> Расчет плотности дисперсных систем.	4
<b>Итого:</b>			<b>18</b>
2	2.1	<b>Подготовка к лекционным занятиям по разделу 2.</b> Поверхностное натяжение. Адсорбционные процессы. Поверхностно-активные вещества. Двойной электрический слой в дисперсных системах.	6
	2.2	<b>Выполнение домашнего задания по теме 2.1. Поверхностное натяжение.</b> Расчет изменений поверхностной энергии дисперсных систем при дроблении и объединении частиц.	4
	2.3	<b>Выполнение домашнего задания по теме 2.2. Адсорбционные процессы.</b> Расчет количества адсорбированного вещества.	4
	2.4	<b>Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №1. Турбидиметрическое исследование дисперсных систем.</b> Концентрация частиц в дисперсных системах. Оптические свойства дисперсных систем. Нефелометрические и турбидиметрические исследования дисперсных систем.	4
<b>Итого:</b>			<b>18</b>
Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
3	3.1	<b>Подготовка к лекционным занятиям по разделу 3.</b> Диффузионные процессы в дисперсных системах. Процессы седиментации. Осмотические процессы. Электрокинетические явления.	6
	3.2	<b>Выполнение домашнего задания по теме 3.2. Седиментация.</b> Анализ седиментационных кривых.	4
	3.3	<b>Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе №2. Определение параметров электрического поля в резервуаре с протектором.</b> Образование двойного электрического слоя на границе «металл-раствор». Измерение величины электрического потенциала в зависимости от расстояния от протектора.	2
<b>Итого:</b>			<b>12</b>
<b>ВСЕГО ЧАСОВ:</b>			<b>48</b>

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1 Список тем, выносимых для самостоятельного изучения

*Тема 1.1. Вопрос 1.1.1 Гомогенные, гетерогенные и дисперсные системы.*

Фазы и агрегатные состояния вещества. Классификация по агрегатному состоянию фаз. Классификация по степени дисперсности. Монодисперсные и полидисперсные системы. Свободнодисперсные и связнодисперсные системы.

*Тема 1.2. Вопрос 1.2.1 Форма и размеры частиц дисперсной фазы.*

Дисперсность. Удельная поверхность. Распределения частиц по размерам. Взаимосвязь между различными типами распределений. Средний размер частиц. Средний разброс размеров частиц. Плотность дисперсных систем. Истинная и насыпная плотность. Пористость и порозность. Модели структуры зернистого слоя. Кратность пены. Теплоемкость дисперсных систем.

*Тема 2.1. Вопрос 2.1.1 Поверхностное натяжение.*

Специфика строения межфазной поверхности. Силы, действующие на поверхностные молекулы. Работа изотермического образования поверхности. Поверхностная энергия. Смачивание и растекание. Периметр смачивания. Краевой угол. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Теплота смачивания. Адгезия и когезия. Механизм адгезионных процессов. Специфика строения искривленной межфазной поверхности. Капиллярное давление. Уравнения Томсона и Лапласа.

*Тема 2.2. Вопрос 2.2.1 Адсорбционные процессы.*

Механизм адсорбционных процессов. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбционное равновесие. Теплота адсорбции. Изотермы, изобары и изостеры адсорбции. Основные виды изотерм адсорбционных процессов. Модель мономолекулярной адсорбции Лангмюра. Модель полимолекулярной адсорбции Брунауэра-Эммета-Теллера. Модель адсорбции в микропорах Дубинина-Радушкевича.

*Тема 2.3. Вопрос 2.3.1 Поверхностно-активные вещества.*

Зависимость поверхностного натяжения от концентрации адсорбированного вещества. Поверхностно-активные и поверхностно инактивные вещества. Классификация ПАВ. Особенности строения молекул ПАВ. Механизм мицеллообразования. Критическая концентрация мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ. Солюбилизация.

*Тема 2.4. Вопрос 2.4.1 Двойной электрической слой.*

Механизмы образования двойного электрического слоя в дисперсных системах. Потенциалобразующие ионы и противоионы. Толщина и емкость двойного электрического слоя. Модели двойного электрического слоя. Уравнение Пуассона-Больцмана. Зависимость поверхностного натяжения от заряда межфазной поверхности. Электрокапиллярная кривая.

*Тема 3.1. Вопрос 3.1.1 Диффузионные процессы в дисперсных системах.*

Молекулярно-кинетическая природа диффузионных процессов. Конвективная составляющая диффузионных процессов. Коэффициент диффузии. Средний сдвиг частиц. Уравнения Фика. Влияние различных факторов на интенсивность диффузионных процессов.

*Тема 3.2. Вопрос 3.2.1 Процессы седиментации.*

Механизм процессов седиментации. Прямая и обратная седиментация. Скорость седиментации. Кривая седиментации. Седиментационно-диффузионное равновесие. Гипсометрический закон.

*Тема 3.3. Вопрос 3.3.1 Осмотические процессы.*

Механизм осмотических процессов. Осмотическое равновесие. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Обратный осмос.

*Тема 3.4. Вопрос 3.4.1 Электрокинетические процессы.*

Электрокинетический потенциал. Механизм процессов электрофореза. Электрофоретическая подвижность. Механизм процессов электроосмоса. Электроосмотическая подвижность.

### 4.2 Форма представления исходного материала для выполнения индивидуальных домашних заданий

Индивидуальные домашние задания связано с расчётами распределений частиц по размерам, количества адсорбированного вещества и анализом седиментационных кривых.

Для каждого из 3 индивидуальных домашних заданий подготовлено 25 вариантов, 26-й вариант приведен в виде примера расчета с его результатами. Приводится форма представления результатов расчёта.

Методические указания в т.ч. для самостоятельной работы обучающихся и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приводятся в Приложении 2 и Приложении 3 к рабочей программе.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Использование интерактивных образовательных технологий учебным планом направления 18.04.02 (241000.68) по данной дисциплине не предусмотрено.

## 6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов проводится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- выполнение и отчеты по лабораторным работам;
- письменные домашние задания.

### 6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Промежуточный контроль проходит по результатам семестра в форме письменного зачёта.

#### Вопросы для подготовки к зачету

1. Гомогенные, гетерогенные и дисперсные системы.
2. Форма и размеры частиц дисперсной фазы.
3. Распределения частиц по размерам.
4. Плотность дисперсных систем.
5. Теплоемкость дисперсных систем.
6. Поверхностная энергия.
7. Смачивание и растекание.
8. Адгезия и когезия.
9. Капиллярное давление.
10. Механизм адсорбционных процессов.
11. Модель мономолекулярной адсорбции Лангмюра.
12. Модель полимолекулярной адсорбции Брунауэра-Эммета-Теллера.
13. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
14. Механизмы образования двойного электрического слоя в дисперсных системах.
15. Уравнение Пуассона-Больцмана.
16. Уравнения Фика.
17. Механизм процессов седиментации.
18. Седиментационно-диффузионное равновесие.
19. Механизм осмотических процессов.
20. Электрокинетический потенциал.

Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения промежуточной аттестации, а также методические указания для проведения промежуточной аттестации приводятся в Приложении 4 к рабочей программе.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 10.

#### Основная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1.	Общая химия для технических вузов [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. / И. К. Гаркушин [и др.] ; Самар. гос. техн. ун-т. - 3-е изд., перераб. и доп. - Самара : [б. и.]. Ч.2. - 2012. - 233 с.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	150 экз.

#### Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1.	<u>Зимон, А. Д.</u> Коллоидная химия [Текст] : учеб. / А.Д.Зимон, Н.Ф.Лещенко; Моск. гос. технол. акад. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : АГАР, 2001. - 318 с	Электронный каталог НТБ СамГТУ	11 экз.
2.	<u>Гельфман, М. И.</u> Химия [Текст] : учеб. / М.И.Гельфман, В.П.Юстратов. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2001. - 472 с	Электронный каталог НТБ СамГТУ	7 экз.
3.	<u>Глинка, Н. Л.</u> Общая химия [Текст] : учеб. пособие / Н. Л. Глинка ; ред. А. И. Ермаков. - 30-е изд., испр. - М. : Интеграл-Пресс, 2003. - 727 с.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	489 экз.
4.	<u>Щукин, Е. Д.</u> Коллоидная химия [Текст] : [Учеб. для хим. и хим.-технол. спец. вузов] / Е.Д.Щукин, А.В.Перцов, Е.А.Амелина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1992. - 414 с.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	21 экз.
5.	Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии [Текст] : учеб. пособие / под ред.: Ю. Г. Фролова, А. С. Гродского. - М. : Химия, 1986. - 215 с.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	127 экз.

#### Методические указания и материалы

№ п/п	Лабораторные практикумы, методические указания, учебно-методические пособия (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1.	Коньгин С.Б. Поверхностные явления и дисперсные системы: Лабораторный практикум. – Самара: СамГТУ, 2014. – 12 с.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	Электронный ресурс

#### Периодические издания:

##### Журналы:

- «Журнал физической химии»
- «Журнал общей химии»

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»

Русскоязычные

- [WWW.XUMUK.RU](http://WWW.XUMUK.RU) – сайт о химии
- [WWW.CHEM.MSU.RU](http://WWW.CHEM.MSU.RU) – сайт химического факультета МГУ
- [CHEMPORT.RU](http://CHEMPORT.RU) – химический портал
- [CHEMNET.RU](http://CHEMNET.RU) – химические наука и образование в России

Зарубежные

- [en.wikibooks.org/wiki/Chemical\\_Information\\_Sources](http://en.wikibooks.org/wiki/Chemical_Information_Sources) – Chemical Information Sources
- [www.cas.org](http://www.cas.org) – Chemical Abstracts Service

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, компьютер)

2. Практические занятия:

- комплект задач для решения на практических занятиях,
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, компьютер).

3. Лабораторные занятия:

- комплексная учебная лаборатория кафедры МАХП, оснащенная лабораторными установками для проведения практикума (турбидиметр, установка для ультразвукового эмульгирования, установка для измерения распределения потенциала в растворе);
- шаблоны отчетов по лабораторным работам

4. Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером и доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде,
- ресурсы научно-технической библиотеки СамГТУ;
- ресурсы ИВЦ СамГТУ.

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по учебной работе**

**Д.А. ДЕМОРЕЦКИЙ**

(подпись, расшифровка подписи)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_ (дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

ОДОБРЕНА на заседании методической комиссии факультета " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г."

Эксперты методической комиссии по УГНП

\_\_\_\_\_  
шифр наименование личная подпись расшифровка подписи дата

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_  
наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата

Декан

\_\_\_\_\_  
наименование факультета, где производится обучение, личная подпись расшифровка подписи дата

Начальник УВО

\_\_\_\_\_  
личная подпись расшифровка подписи дата

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Поверхностные явления и дисперсные системы» относится к вариативной части блока Б1 дисциплин учебного плана подготовки магистров по направлению 18.04.02 (241000.68) «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Дисциплина реализуется на нефтетехнологическом факультете ФГБОУ ВПО «СамГТУ» кафедрой «Машины и аппараты химических производств».

В результате освоения дисциплины «Поверхностные явления и дисперсные системы» обучаемый должен обладать следующими компетенциями:

ОПК – 3: способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки;

ПК – 4: способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** закономерности поверхностных явлений, лежащих в основе работы различных типов лабораторных приборов и технологического оборудования; закономерности поверхностных явлений, лежащих в основе различных экспериментальных исследований.

**Уметь:** проводить расчеты процессов, протекающих в дисперсных системах; проводить статистическую обработку результатов экспериментальных исследований в дисперсных системах.

**Владеть:** навыками проведения экспериментальных исследований параметров дисперсных систем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с классификацией, статистическими характеристиками, макроскопическими свойствами дисперсных систем, а также процессами, протекающими на границе раздела фаз.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме выполнения и отчетов по лабораторным работам и выполнения письменных домашних заданий и промежуточный контроль в форме зачёта.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (6 часов), практические занятия (12 часов), лабораторные работы (6 часов), самостоятельная работа студента (48 часов).

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ»

### Вводная часть

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих учебного процесса, в ходе которого происходит формирование знаний, умений и навыков в учебной, научно-исследовательской, профессиональной деятельности, формирование общекультурных и профессиональных компетенций будущего магистра.

Учебно-методическое обеспечение создаёт среду актуализации самостоятельной творческой активности студентов, вызывает потребность к самопознанию, самообучению. Таким образом, создаются предпосылки «двойной подготовки» – личностного и профессионального становления.

Для успешного осуществления самостоятельной работы необходимы:

- комплексный подход организации самостоятельной работы по всем формам аудиторной работы;
- сочетание всех уровней (типов) самостоятельной работы, предусмотренных рабочей программой;
- обеспечение контроля качества усвоения.

Методические материалы по самостоятельной работе студентов содержат целевую установку изучаемых тем, списки основной и дополнительной литературы для изучения всех тем дисциплины, теоретические вопросы и вопросы для самоподготовки, усвоив которые магистрант может выполнять определенные виды деятельности (предлагаемые на практических, семинарских, лабораторных занятиях), методические указания для студентов.

Виды самостоятельной работы:

- *для овладения знаниями* – чтение текста (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; работа со словарями и справочниками; работа с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей; компьютерной техники, Интернет и др.;

- *для закрепления и систематизации знаний* – работа с конспектом лекции (обработка текста); аналитическая работа с фактическим материалом (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц и схем для систематизации фактического материала; изучение нормативных материалов; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии; тестирование и др.;

- *для формирования умений* – решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; экспериментальная работа; исследовательская и проектная работа.

Особый вид самостоятельной работы – подготовка к экзаменам, зачетам, защитами. Основное его отличие от других видов самостоятельной работы состоит в том, что обучающиеся решают задачу актуализации и систематизации учебного материала, применения приобретенных знаний и умений в качестве структурных элементов



компетенций, формирование которых выступает целью и результатом освоения образовательной программы.

## **1. Виды самостоятельной работы по дисциплине**

Целью самостоятельной работы по дисциплине является выполнение магистрантами большой индивидуальной работы, связанной с осмыслением теоретического материала по темам лекций и практических занятий, с умением использовать теоретические знания при решении задач на практических занятиях, при выполнении курсовой работы и т.п.

В образовательном процессе СамГТУ применяются два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – под руководством преподавателя и по его заданию;
- внеаудиторная – по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

В рамках дисциплины предусмотрено выполнение самостоятельной работы **без участия преподавателей**:

- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка и оформление отчета по лабораторным работам;
- индивидуальные домашние задания.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется путем устных опросов (отчеты по лабораторным работам). Кроме того, учебным планом и рабочей программой предусмотрена внеаудиторная контактная самостоятельная работа в форме консультаций по индивидуальным домашним заданиям, позволяющая также контролировать выполнение данного вида самостоятельной работы.

## **2. Подготовка к лекционным занятиям**

### 2.1. Общие сведения

Подготовка к лекционным занятиям предполагает самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам, первоисточникам, дополнительной литературе, периодическим изданиям, ресурсам сети Интернет и проч.

При изучении нового материала на лекциях, освещаются наиболее важные и сложные вопросы учебной дисциплины, вводится новый фактический материал. Поэтому к каждому лекционному занятию студенты готовятся по следующей схеме:

- разобраться с основными положениями соответствующей темы;
- найти и изучить дополнительный материал по соответствующей теме по учебникам, первоисточникам, дополнительной литературе, периодическим изданиям, ресурсам сети Интернет и проч.

Работа с дополнительной учебной и научной литературой включает в себя составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работу со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; конспектирование научных статей заданной тематики.

### 2.2. Перечень вопросов для подготовки к лекционным занятиям

#### *Тема 1.1. Вопрос 1.1.1 Гомогенные, гетерогенные и дисперсные системы.*

Фазы и агрегатные состояния вещества. Классификация по агрегатному состоянию фаз. Классификация по степени дисперсности. Монодисперсные и полидисперсные системы. Свободнодисперсные и связнодисперсные системы.

*Тема 1.2. Вопрос 1.2.1 Форма и размеры частиц дисперсной фазы.*

Дисперсность. Удельная поверхность. Распределения частиц по размерам. Взаимосвязь между различными типами распределений. Средний размер частиц. Средний разброс размеров частиц. Плотность дисперсных систем. Истинная и насыпная плотность. Пористость и порозность. Модели структуры зернистого слоя. Кратность пены. Теплоемкость дисперсных систем.

*Тема 2.1. Вопрос 2.1.1 Поверхностное натяжение.*

Специфика строения межфазной поверхности. Силы, действующие на поверхностные молекулы. Работа изотермического образования поверхности. Поверхностная энергия. Смачивание и растекание. Периметр смачивания. Краевой угол. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Теплота смачивания. Адгезия и когезия. Механизм адгезионных процессов. Специфика строения искривленной межфазной поверхности. Капиллярное давление. Уравнения Томсона и Лапласа.

*Тема 2.2. Вопрос 2.2.1 Адсорбционные процессы.*

Механизм адсорбционных процессов. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбционное равновесие. Теплота адсорбции. Изотермы, изобары и изостеры адсорбции. Основные виды изотерм адсорбционных процессов. Модель мономолекулярной адсорбции Лангмюра. Модель полимолекулярной адсорбции Брунауэра-Эммета-Теллера. Модель адсорбции в микропорах Дубинина-Радушкевича.

*Тема 2.3. Вопрос 2.3.1 Поверхностно-активные вещества.*

Зависимость поверхностного натяжения от концентрации адсорбированного вещества. Поверхностно-активные и поверхностно инактивные вещества. Классификация ПАВ. Особенности строения молекул ПАВ. Механизм мицеллообразования. Критическая концентрация мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ. Солюбилизация.

*Тема 2.4. Вопрос 2.4.1 Двойной электрической слой.*

Механизмы образования двойного электрического слоя в дисперсных системах. Потенциалобразующие ионы и противоионы. Толщина и емкость двойного электрического слоя. Модели двойного электрического слоя. Уравнение Пуассона-Больцмана. Зависимость поверхностного натяжения от заряда межфазной поверхности. Электрокапиллярная кривая.

*Тема 3.1. Вопрос 3.1.1 Диффузионные процессы в дисперсных системах.*

Молекулярно-кинетическая природа диффузионных процессов. Конвективная составляющая диффузионных процессов. Коэффициент диффузии. Средний сдвиг частиц. Уравнения Фика. Влияние различных факторов на интенсивность диффузионных процессов.

*Тема 3.2. Вопрос 3.2.1 Процессы седиментации.*

Механизм процессов седиментации. Прямая и обратная седиментация. Скорость седиментации. Кривая седиментации. Седиментационно-диффузионное равновесие. Гипсометрический закон.

*Тема 3.3. Вопрос 3.3.1 Осмотические процессы.*

Механизм осмотических процессов. Осмотическое равновесие. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Обратный осмос.

*Тема 3.4. Вопрос 3.4.1 Электрокинетические процессы.*

Электрокинетический потенциал. Механизм процессов электрофореза. Электрофоретическая подвижность. Механизм процессов электроосмоса. Электроосмотическая подвижность.

Подробный перечень дидактических единиц по рассматриваемым вопросам приведен в разделе 3.2 Рабочей программы. Данные вопросы включены в Перечень вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине, приводимый в разделе 6.2 Рабочей программы.

### 2.3. Требования к представлению и оформлению результатов подготовки к лекционным занятиям

Результатом выполненной самостоятельной работы по подготовке к лекционным занятиям по дисциплине является конспект (краткое изложение) изученного теоретического материала. Особых требований к оформлению конспекта нет, кроме соответствия представленного материала вопросам для подготовки к лекционным занятиям.

### 2.4. Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы

Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы производится преподавателям во время промежуточной аттестации (зачет).

## **3. Подготовка и оформление отчета по лабораторным работам**

### 3.1. Общие сведения

Подготовка к лабораторным работам предполагает проработку теоретического материала по лекциям, учебниками, первоисточниками, дополнительной литературе, периодическим изданиям, ресурсам сети Интернет и проч.

К каждой лабораторной работе студенты готовятся по следующей схеме:

- разобраться с основными положениями соответствующей темы, разобранными на лекциях (или самостоятельно);
- найти и изучить дополнительный материал по соответствующей теме по учебникам, первоисточникам, дополнительной литературе, периодическим изданиям, ресурсам сети Интернет и проч.

Работа с дополнительной учебной и научной литературой включает в себя краткое конспектирование основных теоретических положений, которые в дальнейшем используются для формирования отчета по лабораторной работе.

### 3.2. Перечень вопросов для подготовки к лабораторным работам

#### **Лабораторная работа №1. Турбидиметрическое исследование дисперсных систем.**

1. Концентрация частиц в дисперсных системах.
2. Оптические свойства дисперсных систем.
3. Нефелометрические и турбидиметрические исследования дисперсных систем.

#### **Лабораторная работа №2. Определение параметров электрического поля в резервуаре с протектором.**

1. Образование двойного электрического слоя на границе «металл-раствор».
2. Измерение величины электрического потенциала в зависимости от расстояния от протектора.

### 3.3. Требования к представлению и оформлению результатов подготовки и оформления отчета по лабораторным работам

Результатом выполненной самостоятельной работы по подготовке и оформлению отчета по лабораторным работам является письменный отчет. Оформление письменного отчета производится по результатам выполненной лабораторной работы. Состав отчета по лабораторной работе:

- название работы;

- цель работы;
- основные теоретические положения;
- схема лабораторной установки (если предусмотрена методическими указаниями к лабораторной работе);
- результаты эксперимента;
- обработка результатов эксперимента (расчет);
- обобщение полученных результатов (таблицы, графики);
- выводы по работе.

Отчет оформляется на листах формата А4 или в тетради. Оформление таблиц и графиков производится в соответствии с нормативными документами.

#### 3.4. Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы

Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы производится преподавателям во время лабораторных работ в форме собеседования (устного опроса).

#### **4. Рекомендуемая литература**

1. Общая химия для технических вузов [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. / И. К. Гаркушин [и др.] ; Самар.гос.техн.ун-т. - 3-е изд., перераб. и доп. - Самара : [б. и.]. Ч.2. - 2012. - 233 с.
2. Зимон, А. Д. Коллоидная химия [Текст] : учеб. / А.Д.Зимон, Н.Ф.Лещенко; Моск.гос.технол.акад. - 3-е изд.,испр.и доп. - М. : АГАР, 2001. - 318 с
3. Гельфман, М. И. Химия [Текст] : учеб. / М.И.Гельфман,В.П.Юстратов. - 2-е изд.,стер. - СПб. : Лань, 2001. - 472 с
4. Глинка, Н. Л. Общая химия [Текст] : учеб.пособие / Н. Л. Глинка ; ред. А. И. Ермаков. - 30-е изд.,испр. - М. : Интеграл-Пресс, 2003. - 727 с.
5. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия [Текст] : [Учеб.для хим.и хим.-технол.спец.вузов] / Е.Д.Щукин,А.В.Перцов,Е.А.Амелина. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Высш.шк., 1992. - 414 с.
6. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии [Текст] : учеб.пособие / под ред.: Ю. Г. Фролова, А. С. Гродского. - М. : Химия, 1986. - 215 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

Самарский государственный технический университет

Нефтетехнологический факультет

Кафедра "Машины и оборудование нефтегазовых и химических произ-  
водств"

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**текущего контроля и промежуточной аттестации**

дисциплины: Поверхностные явления и дисперсные системы

в составе основной образовательной программы по направлению подготов-  
ки: 18.04.02 (241000.68) "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химиче-  
ской технологии, нефтехимии и биотехнологии"

по уровню высшего образования: магистратура

профиль (направленность) программы: Промышленная экология и  
рациональное использование природных ресурсов

## Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине "Поверхностные явления и дисперсные системы"

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения о дисперсных системах	ОПК-3, ПК-4	Домашнее задание № 1 Домашнее задание №2 Зачет
2	Поверхностные явления в дисперсных системах	ОПК-3, ПК-4	Домашнее задание №3 Домашнее задание №4 Лабораторная работа № 1 Зачет
3	Кинетические явления в дисперсных системах	ОПК-3, ПК-4	Домашнее задание №5 Лабораторная работа №2 Зачет

### **Критерии оценивания работы в семестре:**

**"Отлично"** - студент глубоко усвоил учебный материал; последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; свободно применяет полученные знания на практике; практические и домашние задания выполняет правильно, без ошибок, в установленное нормативом время.

**"Хорошо"** - студент твердо знает учебный материал; отвечает без наводящих вопросов и не допускает при ответе серьезных ошибок; умеет применять полученные знания на практике; практические и домашние задания выполняет правильно, без ошибок.

**"Удовлетворительно"** - студент знает лишь основной материал; на заданные вопросы отвечает недостаточно четко и полно, что требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; практические работы и домашние задания выполняет с ошибками, не отражающимися на качестве выполненной работы.

**"Неудовлетворительно"** - студент имеет отдельные представления об изученном материале; не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, при ответах допускает грубые ошибки; практические работы и домашние задания не выполнены или выполнены с ошибками, влияющими на качество выполненной работы.

### Домашнее задание № 1

1. При сгорании твердого топлива образовались частицы дыма с распределением по размерам, представленным в таблице. Построить гистограмму распределения частиц дыма по размерам.
2. В сырьевом резервуаре находится водонефтяная эмульсия, характеризующаяся распределением капель воды по размерам, представленным в таблице. Определить среднеарифметический диаметр капель воды.
3. При распылении жидкости форсункой образуются капли, распределение по размерам которых представлено в таблице. Определить среднеквадратическое отклонение размеров капель от среднего значения.
4. В фильтр поступает суспензия с распределением по размерам, представленным в таблице. В процессе фильтрации было отделено 95% частиц с размером 1 мм. Построить распределение частиц суспензии по размерам после фильтрации.
5. Порошок с распределением частиц по размерам, представленным в таблице, смешивается с порошком с размером частиц 100 мкм. Полидисперсный порошок содержит  $2 \cdot 10^{11}$  частиц, а монодисперсный -  $3 \cdot 10^{11}$  частиц. Построить распределение частиц по размерам после смешения.
6. Эмульсия характеризуется распределением капель по размерам, представленным в таблице. Какую долю капель размером 5 мкм необходимо удалить, чтобы количество этих капель составляло 5% от общего числа оставшихся частиц. Построить распределение частиц по размерам после разделения.
7. Суспензия объемом  $3 \text{ м}^3$  характеризуется концентрацией твердых частиц  $10^7 \text{ м}^{-3}$ . С течением времени из системы испарилось 0,5 м дисперсионной среды. Определить концентрацию суспензии после испарения.
8. Две суспензии объемами  $10 \text{ м}^3$  и  $5 \text{ м}^3$  смешиваются. Концентрация твердых частиц в первой суспензии равна  $510 \text{ м}^{-3}$ , а во второй -  $210 \text{ м}^{-3}$ . Определить концентрацию частиц в смеси.
9. В дисперсной системе имеются частицы размером 1 мкм с концентрацией  $410 \text{ м}^{-3}$  и частицы размером 3 мкм с концентрацией  $110 \text{ м}^{-3}$ . Вычислить среднее расстояние между частицами дисперсной системы.
10. Распределение количества твердых частиц кубической формы по размерам представлено в таблице. Построить распределение поверхности контакта фаз по размерам частиц.

Исходные данные для задач.

Номер задачи	Размер частиц (мм), доля которых от общего числа равна			
	10%	20%	30%	25% 15%
1	0,003	0,005	0,007	0,009 0,011
2	0,001	0,002	0,003	0,004 0,005
3	0,5	1,0	1,5	2,0 2,5
4	0,2	0,4	0,6	0,8 1,0
5	0,01	0,02	0,05	0,08 0,11
6	0,003	0,005	0,007	0,009 0,011
10	0,08	0,10	0,12	0,14 0,16

### Домашнее задание № 2

1. В системе объемом  $3 \text{ м}^3$  при температуре  $40^\circ\text{C}$  и атмосферном давлении находится воздух с относительной влажностью  $85\%$ . Определить массу выпавшей росы при охлаждении воздуха до  $5^\circ\text{C}$ .
2. Поток влажного воздуха с расходом  $100 \text{ м}^3/\text{ч}$  смешивается с потоком сухого воздуха с расходом  $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Влажный воздух полностью насыщен парами воды и содержит  $0,1\%$  (объемных) капельной влаги. Смешение происходит при атмосферном давлении и постоянной температуре  $60^\circ\text{C}$ . Определить влажность суммарного потока и объемную долю капельной влаги в нем.
3. При осушке газа произошло изменение его точки росы при атмосферном давлении с плюс  $5^\circ\text{C}$  до минус  $40^\circ\text{C}$ . Определить массу выпавшей жидкой воды.
4. Определить массовое содержание воды в воздухе с точкой росы  $2^\circ\text{C}$ .
5. Относительная влажность воздуха при  $20^\circ\text{C}$  равна  $70\%$ . Определить, до какой температуры необходимо его охладить, чтобы из каждого  $1 \text{ м}^3$  выпал  $1 \text{ мг}$  жидкости.
6. Воздух, насыщенный водяными парами при температуре  $2^\circ\text{C}$ , содержит росу в количестве  $0,3 \text{ г}/\text{м}^3$ . Определить, при какой температуре влага полностью испарится.
7. Определить массовое содержание воды в воздухе с влажностью  $80\%$  при температуре минус  $30^\circ\text{C}$ .
8. Вода массой  $2 \text{ кг}$  и пентан массой  $3 \text{ кг}$  находятся при температуре  $70^\circ\text{C}$  и атмосферном давлении. Определить массы газовой и жидких фаз.
9. Определить количества и составы фаз системы, состоящей из  $50\%$  (мольных) воды и  $50\%$  хлорбензола. Температура в системе  $92^\circ\text{C}$ , давление - атмосферное.
10. Система состоит из  $60\%$  (массовых) воды и  $40\%$  хлорбензола. Давление в системе равно атмосферному. Определить, при какой температуре в жидкой фазе останется половина хлорбензола.

### Домашнее задание №3

1. Жидкость объемом  $100 \text{ л}$  распыляется на капли диаметром  $1 \text{ мм}$ . Поверхностное натяжение жидкости равно  $72 \text{ мДж}/\text{м}^2$ . Определить минимальную работу, необходимую для распыливания.
2. В емкости находится  $40 \text{ л}$  воды и  $10 \text{ л}$  масла. В ходе эмульгирования данных жидкостей образовались капли масла диаметром  $10 \text{ мкм}$ . Поверхностное натяжение на границе "вода-масло" равно  $20 \text{ мДж}/\text{м}^2$ . Определить изменение поверхностной энергии в данном процессе.
3. В результате расслоения эмульсии образовалось  $5 \text{ л}$  воды и  $30 \text{ л}$  нефти. Диаметр капель воды до расслоения был равен  $5 \text{ мкм}$ . Поверхностное натяжение между водой и нефтью равно  $20 \text{ мДж}/\text{м}^2$ . Определить изменение поверхностной энергии в данном процессе.
4. Капли воды размером  $100 \text{ мкм}$  коагулировали с образованием слоя жидкости. Количество капель до коагуляции было равно  $10^{10}$ . Поверхностное натяжение воды равно  $72 \text{ мДж}/\text{м}^2$ . Теплоемкость воды равна  $4,2 \text{ кДж}/\text{кг}\cdot\text{K}$ . Считая, что вся выделившаяся поверхностная энергия перешла в тепловую, определить изменение температуры жидкости.
5. Пузырь диаметром  $2 \text{ см}$  лопается с образованием одной капли жидкости. Толщина пленки пузыря равна  $200 \text{ нм}$ . Поверхностное натяжение жидкости равно  $30 \text{ мДж}/\text{м}^2$ . Определить изменение поверхностной энергии в этом процессе.
6. Из пузырька диаметром  $3 \text{ см}$  и толщиной пленки  $0,5 \text{ мкм}$  за счет процесса диффузии выходит газ со скоростью  $0,2 \text{ см}^3$  в минуту. Поверхностное натяжение



жидкости равно  $72 \text{ мДж/м}^2$ . Определить зависимость поверхностной энергии пузырька от времени и построить ее график.

7. Пузырь диаметром 1 см и толщиной пленки 0,2 мкм переходит из области с давлением 1,5 атм в область с давлением 4,3 атм. Поверхностное натяжение жидкости равно  $65 \text{ мДж/м}^2$ . Определить изменение поверхностной энергии пузыря.

8. Две капли эмульсии с размерами 10 мкм и 20 мкм коагулировали с образованием большой капли. Поверхностное натяжение на границе жидкостей равно  $20 \text{ мДж/м}^2$ . Определить изменение поверхностной энергии в этом процессе.

9. В процессе объединения двух одинаковых капель жидкости выделилось  $7,8 \cdot 10^{-12} \text{ Дж}$  энергии. Поверхностное натяжение равно  $50 \text{ мДж/м}^2$ . Определить диаметр исходных капель жидкости.

10. Определить, с какой силой сжимаются две квадратные стеклянные пластинки со стороной 5 см, между которыми находится прослойка воды толщиной 0,1 мм. Смачивание считать полным.

#### Домашнее задание №4

1. Замкнутый сосуд объемом  $1 \text{ м}^3$  содержит смесь газов А и В с объемной долей компонента А 30%. Начальное давление в емкости равно 1 атм, температура  $20^\circ\text{C}$ . Молекулярные массы компонентов равны 44 и 60 соответственно. В емкость помещают 0,7 кг адсорбента. Процесс адсорбции описывается изотермой Ленгмюра с параметрами:

для компонента А  $a_0 = 0,7 \text{ кг/кг}$ ;  $b = 5 \cdot 10^{-5}$ ; для компонента

В  $a_0 = 0,4 \text{ кг/кг}$ ;  $b = 6 \cdot 10^{-5}$ . Определить давление в системе.

2. Замкнутый сосуд объемом  $1 \text{ м}^3$  содержит смесь газов А и В с мольной долей компонента А 40%. Начальное давление в емкости равно 1 атм, температура  $20^\circ\text{C}$ . Молекулярные массы компонентов равны 44 и 60 соответственно. В емкость помещают 0,5 кг адсорбента. Процесс адсорбции описывается изотермой Ленгмюра с параметрами:

для компонента А  $a_0 = 0,6 \text{ кг/кг}$ ;  $b = 5 \cdot 10^{-5}$ ; для компонента

В  $a_0 = 0,3 \text{ кг/кг}$ ;  $b = 5 \cdot 10^{-5}$ . Определить давление в системе.

3. Замкнутый сосуд объемом  $1 \text{ м}^3$  содержит смесь газов А и В с массовой долей компонента А 40%. Начальное давление в емкости равно 1 атм, температура  $20^\circ\text{C}$ . Молекулярные массы компонентов равны 44 и 60 соответственно. В емкость помещают 0,6 кг адсорбента. Процесс адсорбции описывается изотермой Ленгмюра с параметрами:

для компонента А  $a_0 = 0,7 \text{ кг/кг}$ ;  $b = 9 \cdot 10^{-5}$ ; для компонента

В  $a_0 = 0,4 \text{ кг/кг}$ ;  $b = 7 \cdot 10^{-5}$ . Определить давление в системе.

4. Замкнутый сосуд с начальным объемом  $1 \text{ м}^3$  содержит смесь газов А и В с объемной долей компонента А 30%. Начальное давление в емкости равно 1 атм, температура  $20^\circ\text{C}$ . Молекулярные массы компонентов равны 44 и 60 соответственно. В емкость помещают 0,7 кг адсорбента. Процесс адсорбции описывается изотермой Ленгмюра с параметрами:

для компонента А  $a_0 = 0,7 \text{ кг/кг}$ ;  $b = 5 \cdot 10^{-5}$ ; для компонента

В  $a_0 = 0,4 \text{ кг/кг}$ ;  $b = 6 \cdot 10^{-5}$ . Определить объем газа после адсорбции.

5. Замкнутый сосуд с начальным объемом  $1 \text{ м}^3$  содержит смесь газов А и В с мольной долей компонента А 40%. Начальное давление в емкости равно 1 атм, температура  $20^\circ\text{C}$ . Молекулярные массы компонентов равны 44 и 60 соответственно. В емкость помещают 0,5 кг адсорбента. Процесс адсорбции описывается изотермой Ленгмюра с параметрами:

для компонента - А  $a_0 = 0,6$  кг/кг;  $b = 5 \cdot 10^{-5}$ ; для компонента - В  $a_0 = 0,3$  кг/кг;  $b = 9 \cdot 10^{-5}$ . Определить объем газа после адсорбции.

6. Замкнутый сосуд с начальным объемом  $1 \text{ м}^3$  содержит смесь газов А и В с массовой долей компонента А 40%. Начальное давление в емкости равно 1 атм, температура  $20^\circ\text{C}$ . Молекулярные массы компонентов равны 44 и 60 соответственно. В емкость помещают 0,7 кг адсорбента. Процесс адсорбции описывается изотермой Ленгмюра с параметрами:

для компонента - А  $a_0 = 0,7$  кг/кг;  $b = 5 \cdot 10^{-5}$ ; для компонента

- В  $a_0 = 0,4$  кг/кг;  $b = 6 \cdot 10^{-5}$ . Определить объем газа после адсорбции.

7. Замкнутый сосуд объемом  $0,5 \text{ м}^3$  содержит смесь газов А и В с объемной долей компонента А 30%. Начальное давление в емкости равно 1 атм, температура  $20^\circ\text{C}$ . Молекулярные массы компонентов равны 44 и 60 соответственно. В емкость помещают 0,7 кг адсорбента. Процесс адсорбции описывается изотермой Ленгмюра с параметрами:

для компонента - А  $a_0 = 0,7$  кг/кг;  $b = 1 \cdot 10^{-5}$ ; для компонента -

В  $a_0 = 0,4$  кг/кг;  $b = 6 \cdot 10^{-5}$ . Определить равновесный мольный состав газа.

8. Замкнутый сосуд объемом  $0,6 \text{ м}^3$  содержит смесь газов А и В с объемной долей компонента А 20%. Начальное давление в емкости равно 1 атм, температура  $20^\circ\text{C}$ . Молекулярные массы компонентов равны 44 и 60 соответственно. В емкость помещают 0,6 кг адсорбента. Процесс адсорбции описывается изотермой Ленгмюра с параметрами:

для компонента - А  $a_0 = 0,6$  кг/кг;  $b = 3 \cdot 10^{-5}$ ; для компонента - В  $a_0 = 0,3$  кг/кг;  $b =$

$6 \cdot 10^{-5}$ . Определить равновесный мольный состав адсорбированной фазы.

9. Замкнутый сосуд объемом  $0,7 \text{ м}^3$  содержит смесь газов А и В с массовой долей компонента А 30%. Начальное давление в емкости равно 1 атм, температура  $20^\circ\text{C}$ . Молекулярные массы компонентов равны 44 и 60 соответственно. В емкость помещают 0,7 кг адсорбента. Процесс адсорбции описывается изотермой Ленгмюра с параметрами:

для компонента - А  $a_0 = 0,6$  кг/кг;  $b = 5 \cdot 10^{-5}$ ; для компонента -

В  $a_0 = 0,5$  кг/кг;  $b = 7 \cdot 10^{-5}$ . Определить равновесный объемный состав газа.

10. Замкнутый сосуд объемом  $0,8 \text{ м}^3$  содержит смесь газов А и В с мольной долей компонента А 20%. Начальное давление в емкости равно 1 атм, температура  $20^\circ\text{C}$ . Молекулярные массы компонентов равны 44 и 60 соответственно. В емкость помещают 0,6 кг адсорбента. Процесс адсорбции описывается изотермой Ленгмюра с параметрами:

для компонента - А  $a_0 = 0,6$  кг/кг;  $b = 5 \cdot 10^{-5}$ ; для компонента - В  $a_0 = 0,3$  кг/кг;  $b =$

$6 \cdot 10^{-5}$ . Определить равновесный массовый состав адсорбированной фазы.

### Домашнее задание №5

1. Суспензия с распределением частиц по размерам, представленным в таблице, поступает в отстойник. Высота уровня жидкости в отстойнике равна 3 м. Свойства частиц и жидкости представлены в таблице. Построить график зависимости массы осажденных твердых частиц от времени.

2. Происходит процесс седиментации твердых частиц в жидкости. График зависимости массы осажденных частиц от времени представлен на рисунке. Высота уровня жидкости равна 1 м. Свойства частиц и жидкости представлены в таблице. Построить распределение количества частиц по размерам.

3. Дисперсная система с распределением частиц по размерам, представленным в таблице, находится в отстойнике. Высота уровня жидкости в отстойнике равна 3 м. Свойства частиц и жидкости представлены в таблице. Определить время, за которое осядут 98% от общей массы частиц.

4. Суспензия с распределением частиц по размерам, представленным в таблице, находится в емкости. В начальный момент времени частицы равномерно распределены по объему жидкости. Высота уровня жидкости в отстойнике равна 3 м. Свойства частиц и жидкости представлены в таблице. Построить график зависимости концентрации частиц от высоты через 5 часов после начала осаждения.

5. Дисперсная система с распределением частиц по размерам, представленным в таблице, находится в отстойнике. Высота уровня жидкости в отстойнике равна 2 м. Свойства частиц и жидкости представлены в таблице. Определить, какая доля от общей массы частиц осядет через 10 ч.

6. Частицы с диаметром 0,2 мкм находятся в жидкости с температурой 70°C. Свойства частиц и жидкости представлены в таблице. Построить график зависимости концентрации частиц от высоты.

7. В воде объемом 10 м<sup>3</sup> высотой уровня жидкости 2 м находятся капли нефти с распределением по размерам, представленным в таблице, общей массой 1,5 кг. Свойства капель и жидкости представлены в таблице. Определить среднюю концентрацию (в мг/л) углеводородов в воде после 5 часов после начала расслоения.

8. Кривая седиментации, полученная при осаждении дисперсной системы с высотой жидкости 1 м, представлена на рисунке. Свойства частиц и жидкости представлены в таблице. Построить распределение количества частиц по размерам.

9. Частицы с диаметром 0,2 мкм находятся в жидкости с температурой 60°C. Свойства частиц и жидкости представлены в таблице. Определить среднюю концентрацию частиц в жидкости.

10. Дисперсная система с распределением частиц по размерам, представленным в таблице, находится в отстойнике. Высота уровня жидкости в отстойнике равна 2 м. Свойства частиц и жидкости представлены в таблице. Определить время, через которое 98% от общей массы частиц окажутся у дна в слое толщиной 0,2 м.

### **Контрольные вопросы к лабораторной работе №1**

1. Что такое мутность дисперсной системы?
2. Какими факторами определяется величина мутности дисперсной системы?
3. Объясните принцип работы нефелометра?
4. В чем заключается разница между нефелометром и турбидиметром?
5. Что такое рассеянный дисперсной системой свет?
6. Какими факторами определяется интенсивность рассеянного света?
7. В чем заключается процесс ультразвукового эмульгирования?
8. В чем заключается сущность метода наименьших квадратов?

### **Контрольные вопросы к лабораторной работе №2**

1. Что такое двойной электрический слой?
2. Что такое протекторная защита оборудования от коррозии?
3. Какой металл выбирается в качестве протектора?
4. Как изменяется значение потенциала по мере удаления от протектора?

### **Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Гомогенные, гетерогенные и дисперсные системы.
2. Форма и размеры частиц дисперсной фазы.
3. Распределения частиц по размерам.
4. Плотность дисперсных систем.
5. Теплоемкость дисперсных систем.
6. Поверхностная энергия.
7. Смачивание и растекание.
8. Адгезия и когезия.
9. Капиллярное давление.
10. Механизм адсорбционных процессов.
11. Модель мономолекулярной адсорбции Лангмюра.
12. Модель полимолекулярной адсорбции Брунауэра-Эммета-Теллера.
13. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
14. Механизмы образования двойного электрического слоя в дисперсных системах.
15. Уравнение Пуассона-Больцмана.
16. Уравнения Фика.
17. Механизм процессов седиментации.
18. Седиментационно-диффузионное равновесие.
19. Механизм осмотических процессов.
20. Электрокинетический потенциал.

Протокол экспертизы соответствия уровня достижения студентом \_\_\_\_\_ запланированных результатов обучения по дисциплине "Поверхностные явления и дисперсные системы"

Структурные элементы заданий по дисциплине

Перечень компетенций по дисциплине	Домашнее задание 1	Домашнее задание 2	Домашнее задание 3	Домашнее задание 4	Домашнее задание 5	Лабораторная работа №1	Лабораторная работа №2	Зачет: Вопрос 1	Зачет: Вопрос 2	
ОПК - 3: способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки										
ПК - 4: способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию										

Преподаватель \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Практикум / лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Лекция представляет собой систематическое устное изложение учебного материала. С учетом целей и места в учебном процессе различают лекции вводные, установочные, текущие, обзорные и заключительные. В зависимости от способа проведения выделяют лекции:

- *информационные;*
- *проблемные;*
- *визуальные;*
- *бинарные (лекция-диалог);*
- *лекции-провокации;*
- *лекции-конференции;*
- *лекции-консультации;*
- *лекции-беседы;*
- *лекция с эвристическими элементами;*
- *лекция с элементами обратной связи;*
- *лекция с решением производственных и конструктивных задач;*
- *лекция с элементами самостоятельной работы студентов;*
- *лекция с решением конкретных ситуаций;*
- *лекция с коллективным исследованием;*
- *лекции спецкурсов.*

Лекции по настоящей дисциплине проводятся в форме информационных, т.е. с использованием объяснительно иллюстративного метода изложения.

Перед началом лекции до обучающихся доводятся основные литературные источники, сообщается тема лекции и последовательность вопросов, подлежащих рассмотрению. При этом обращается внимание на логику построения вопросов, их формулировку и взаимосвязь.

По ходу лекции при возникновении проблемных вопросов (или ситуаций) процесс познания происходит через научный поиск, диалог, анализ, сравнение разных точек зрения.

При объяснении различных вопросов большое значение имеет иллюстрационный материал (формы документов, структур систем управления и проч.), поэтому в случае их сложного или долгого воспроизводства на лекции используется раздаточный материал.

Обращается внимание на вопросы, сведения из которых будут использоваться при проведении практических и лабораторных занятий и самостоятельной работе студентов. В Рабочей программе приводится содержание лекций и вопросы, выносимые на самостоятельное изучение с учётом дидактических единиц.

В некоторых случаях преподавателем может использоваться способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позволяет привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия, менять темп изложения с учетом особенности аудитории.

В начале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме. Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах. Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям, которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний. При этом необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу. Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

#### Рекомендации обучающимся при работе с лекционным материалом:

1. Материал каждой законспектированной лекции должен прочитываться и прорабатываться с выявлением затрудненных в понимании вопросов и неясностей.
2. Необходимо попытаться добиться ясности понимания с использованием проработки рекомендованных литературных источников.
3. Если и в этом случае не удаётся добиться результата, то следует получить консультацию преподавателя по этому вопросу.
4. Следует посмотреть, как этот вопрос формулируется в вопросах для подготовки к экзамену и быть готовым представить по нему информацию при проведении экзамена.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

**Практическое занятие** — форма организации обучения, которая направлена на формирование практических умений и навыков и является связующим звеном между самостоятельным теоретическим освоением студентами учебной дисциплины и применением ее положений на практике.

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении управленческих задач, выполнении заданий, разработке и оформлении документов, практического овладения компьютерными технологиями. Главным их содержанием является практическая работа каждого студента.

Подготовка студентов к практическому занятию – один из видов самостоятельной работы в рамках данной дисциплины. Подготовка производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий. Данная информация доводится до студентов заранее. По желанию обучающихся, они могут не только составить конспект по материалам подготовки к практическому занятию, но и подготовить доклад по соответствующей теме, которая формулируется самим обучающимся и согласуется с преподавателем. Доклад иллюстрируется с помощью презентации Microsoft PowerPoint. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы представлены в соответствующих методических указаниях.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале занятия. Предварительно преподаватель проводит устный опрос по материалам подготовки к практическому занятию.

Практические занятия составляют значительную часть всего объема аудиторных занятий и имеют важнейшее значение для усвоения программного материала. Выполняемые задания могут быть:

1. иллюстрацией теоретического материала и носить воспроизводящий характер; они выявляют качество понимания студентами теории;
2. образцами задач и примеров, разобранных в аудитории; для самостоятельного выполнения требуется, чтобы студент овладел показанными методами решения;
3. видом заданий, содержащим элементы творчества; одни из них требуют от студента обобщений, для их выполнения необходимо привлекать ранее приобретенный опыт, устанавливать внутрипредметные и межпредметные связи; решение других требует дополнительных знаний, которые студент должен приобрести самостоятельно; третьи предполагают наличие у студента некоторых исследовательских умений;
4. может применяться выдача индивидуальных или опережающих заданий на различный срок, определяемый преподавателем, с последующим представлением их для проверки в указанный срок.

По данной дисциплине предусмотрено проведение 4 практических занятия длительностью 4 академических часа каждое. Темы практических занятий приведены в Разделе 4.2 Рабочей программы.

В начале занятия рассматриваются основные теоретические положения, положенные в основу занятия. Обращается внимание на основные понятия, расчетные формулы, алгоритмы, практическую значимость рассматриваемых вопросов. Далее студентам предлагаются определенные условия (задачи), для которых требуется выполнить расчет определенных параметров или свойств системы или выработать определенные технологические решения. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения, или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.



## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа как вид учебного занятия проводится в специально оборудованных учебных лабораториях. Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности обучающихся, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует домашняя подготовка с использованием соответствующей литературы (учебники, лекции, методические пособия и указания и др.) и проверка знаний обучающихся как критерий их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторные работы и практические занятия могут носить ознакомительный, репродуктивный или продуктивный характер.

Работы, носящие ознакомительный характер, отличаются тем, что при их проведении происходит узнавание ранее изученных объектов, свойств, простое воспроизведение информации.

Работы, носящие репродуктивный характер, отличаются тем, что при их проведении происходит выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством преподавателя. Обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

В работах, носящих продуктивный характер, обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий и требуется самостоятельный подбор оборудования, выбор способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др. Обучающиеся проводят планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

Формами организации деятельности обучающихся на лабораторных работах и практических занятиях являются групповая и индивидуальная.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа (задание) выполняется подгруппами по 2-5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальную работу (задание).

Все формы организации деятельности обучающихся на лабораторных работах и практических занятиях должны быть обеспечены материально-техническим оснащением, методическим и информационным сопровождением.

Контроль и оценка результатов выполнения обучающимися лабораторных работ направлены на проверку освоения умений, практического опыта, развития общих и формирование профессиональных компетенций, определённых рабочей программой учебной дисциплины.

Для контроля и оценки результатов выполнения обучающимися лабораторных работ и такие формы и методы контроля, как наблюдение за работой магистрантов, анализ результатов наблюдения, оценка отчетов, оценка выполнения индивидуальных заданий, опрос.

Оценки за выполнение лабораторных работ и практических занятий проводится в форме зачета и учитываться как показатели текущей успеваемости магистранта.