Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 13:03:22
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / С.В. Белуков /
« 30 » августа 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дисперсные системы и поверхностные явления»

Направление подготовки
18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Образовательная программа
«**Автоматизированное производство химических предприятий**»

Квалификация (степень) выпускника
Специалист

Форма обучения
Очная

Москва 2019 г.

1. Цели освоения дисциплины

К основным целям *освоения дисциплины «Дисперсные системы и поверхностные явления» следует отнести:*

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по образовательной программе;
- формирование общетехнических знаний и умений по данному направлению;
- целенаправленное применение базовых знаний в области химии в профессиональной деятельности;
- формирование у студентов целостного представления о взаимосвязи и взаимных переходах химических и физических форм движения материи;
- формирование умений по усовершенствованию и разработке процессов управления для получения материалов и изделий требуемых определенных свойств.

К основным задачам освоения дисциплины «Дисперсные системы и поверхностные явления» следует отнести:

– изучение терминологии, определений и основополагающих физических и химических законов и закономерностей;

– приобретение навыков исследовательской работы и научной деятельности, используемых для подготовки презентаций, докладов и рефератов.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Дисперсные системы и поверхностные явления» относится к базовой части базового цикла (Б1) основной образовательной программы специалитета.

Дисциплина «Дисперсные системы и поверхностные явления» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП специалитета

В базовой части базового цикла (Б1):

- Высшая математика;
- Физика;
- Физическая химия;
- Материаловедение;
- Процессы и аппараты химической технологии;
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- Термодинамика и теплопередача.

В вариативной части базового цикла (Б1):

- Общая химическая технология;
- Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающиеся должны обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
	Готовностью к саморазвитию, самореализации,	**знать**: • Основные положения современной теории энергетики поверхностных

ОК-7	использованию творческого потенциала.	явлений, химической термодинамики, теории фазовых переходов и химического равновесия. **уметь**: • Применять знания фундаментальных основ, подходы и методы теории дисперсных систем и поверхностных явлений при изучении других дисциплин. **владеть**: • Математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов теории дисперсных систем и поверхностных явлений к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию сложных химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности.
ОПК-1	Способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.	**знать**: • основные уравнения химической термодинамики применительно к дисперсным системам; • методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в дисперсных системах; • основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений; • основные свойства дисперсных систем. **уметь**: • использовать химические законы, справочные данные, количественные соотношения для решения профессиональных задач; • проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем; • применять полученные знания при выборе и использовании дисперсных систем в промышленных процессах; • применять полученные знания для использования поверхностно-активных веществ в процессах очистки и стабилизации дисперсных систем. **владеть**: • навыками вычисления термодинамических характеристик фазовых равновесий и химических процессов;

		• методами проведения дисперсионного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы, т.е. **144** академических часов (из них **90** часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Дисперсные системы и поверхностные явления» изучаются на 4 курсе в 7 семестре:

- Лекции - 2 часа в неделю. Всего – 36 часов.
- Семинары и практические занятия - 2 часа в две недели. Всего – 18 часов.
- Форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Дисперсные системы и поверхностные явления» по срокам и видам работ отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Вводная часть

Предмет курса. Основные понятия. Отличие дисперсных систем от гомогенных. Понятие о межфазных поверхностях. Классификация и характеристики дисперсных систем. Геометрические характеристики несферических дисперсных систем, понятие о порозности и удельной поверхности. Геометрические характеристики полидисперсных систем, методы расчета. Понятие кривизны поверхности.

Термодинамика поверхностного слоя. Поверхностная энергия

Основные термодинамические соотношения для гомогенных систем постоянной массы и состава. Химический потенциал. Условия равновесия гетерогенных систем. Поверхностная энергия, ее природа, связанная с нескомпенсированностью межмолекулярных сил в поверхностном слое. Поверхностное натяжение, методы его определения. Самопроизвольные процессы, связанные с поверхностной энергией Гиббса: уменьшение общей площади поверхности дисперсной фазы, адсорбция. Зависимость энергетических параметров поверхности от температуры. Влияние кривизны поверхности на равновесие в однокомпонентной системе.

Адгезия и смачивание. Капиллярные явления

Адгезия, склеивание. Смачивание поверхности. Когезия. Работа адгезии и когезии. Краевой угол смачивания. Закон Юнга. Уравнение Дюпре. Капиллярные явления. Избыточное давление под вогнутой поверхностью жидкости. Уравнение Лапласа. Давление насыщенного пара над кривой поверхностью. Уравнение Томсона (Кельвина). Высота поднятия столба жидкости в капилляре. Формула Жюрена. Влияние ПАВ на смачивание. Флотация.

Адсорбция

Адсорбция газов на твердой поверхности. Физическая и химическая адсорбция. Виды и свойства адсорбентов. Активированный уголь, силикагель, алюмогель, пористые стекла, цеолиты. Эмпирическое уравнение Фрейндлиха. Мономолекулярная адсорбция и уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра. Полимолекулярная адсорбция. Теория Поляни и теория Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ).

Адсорбция жидкостей из растворов. Правило Панета и Фаянса. Иониты как адсорбенты. Виды ионитов. Ионообменная адсорбция.

Адсорбция на границе раствор-газ. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

Растворы поверхностно-активных веществ

Типы поверхностно-активных веществ (катионные, анионные, амфолитные, неполярные). Дифильное строение молекул. Коллоидные растворы ПАВ и образование мицелл. Типы мицелл.

Критическая концентрация мицеллообразования. Точка Крафта. Солюбилизация и ее применения в технике. Мицеллы Хартли и мицеллы Мак-Бена. Жидкие кристаллы.

Мономолекулярные пленки Лэнгмюра-Блоджет.

Электрокинетические явления. Термодинамика образования дисперсных систем

Электрокинетические явления. Двойной электрический слой. Строение двойного электрического слоя. Электроосмос, потенциал течения и седиментации.

Различные типы фазовых переходов. Гетерогенное образование новой фазы. Кинетика образования и кинетика роста частиц новой фазы. Самопроизвольное диспергирование. Технические методы получения и разделения дисперсных систем. Броуновское движение и диффузия в дисперсных системах. Устойчивость дисперсных систем. Механизмы нарушения агрегативной устойчивости.

Лиофобные золи. Гели

Методы получения лиофобных золей. Методы очистки золей (диализ, электродиализ, ультрафильтрация и обратный осмос). Оптические и электрические свойства золей. Строение гранулы. Коагуляция. Кинетика коагуляции. Уравнение Смолуховского.

Гели, лиогели. Синерезис, тиксотропия, набухание.

Грубодисперсные системы

Суспензии. Формула Лапласа-Перрена. Дисперсионный анализ. Седиментационный анализ.

Эмульсии. Прямая и обратная эмульсии. Обращение фаз эмульсии. Методы получения и стабилизации эмульсий.

Пены. Эмульгаторы. Структура пен, форма пузырьков газа. Применение пен.

Пасты. Тиксотропия и синерезис. Зыбучие пески.

Аэрозоли. Характеристики и свойства. Термофорез, термопреципитация, фотофорез. Распределение частиц аэрозоля по высоте. Скорость оседания частиц. Взрывоопасность аэрозолей.

Порошки. Свойства порошков. Сыпучесть, слеживаемость.

Основные понятия о реологии дисперсных систем (вязкость, упругость, пластичность, прочность). Моделирование реологических свойств дисперсных систем.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Дисперсные системы и поверхностные явления» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- чтение лекций;
- выполнение расчетно-графических работ;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме контрольных работ.

Занятия лекционного типа составляют 66% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита результатов выполнения заданий для самостоятельной работы;
- выполнение контрольных работ.

Образцы контрольных работ, экзаменационных вопросов приведены в фонде оценочных средств (ФОС), который является приложением 2 к данной программе дисциплины.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОК-7	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.
ОПК-1	способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ОК-7 - готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.				
знать: Основные положения современной теории энергетики поверхностных явлений, химической термодинамики, теории фазовых переходов и химического равновесия.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных положений современной теории энергетики поверхностных явлений, химической термодинамики, теории фазовых переходов и химического равновесия.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных положений современной теории энергетики поверхностных явлений, химической термодинамики, теории фазовых переходов и химического равновесия. Им допускаются значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных положений современной теории энергетики поверхностных явлений, химической термодинамики, теории фазовых переходов и химического равновесия. Однако им допускаются незначительные	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных положений современной теории энергетики поверхностных явлений, химической термодинамики, теории фазовых переходов и химического равновесия. Он

		ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	свободно оперирует приобретен-ными знаниями.
уметь: применять знания фундаменталь-ных основ, подходы и методы теории дисперсных систем и поверхностных явлений при изучении других дисциплин.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять знания фундаментальных основ, подходы и методы теории дисперсных систем и поверхностных явлений при изучении других дисциплин.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять знания фундаментальных основ, подходы и методы теории дисперсных систем и поверхностных явлений при изучении других дисциплин. Им допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять знания фундаментальных основ, подходы и методы теории дисперсных систем и поверхностных явлений при изучении других дисциплин. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять знания фундаменталь-ных основ, подходы и методы теории дисперсных систем и поверхностных явлений при изучении других дисциплин. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: Математичес-ким аппаратом и навыками использования современных подходов и методов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет математичес-ким аппаратом и навыками использования современных подходов	Обучающийся владеет матема-тическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов теории дисперсных	Обучающийся владеет математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов	Обучающийся в полном объеме владеет матема-тическим аппаратом и навыками использования современных

теории дисперсных систем и поверхностных явлений к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию сложных химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности.	и методов теории дисперсных систем и поверхностных явлений к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию сложных химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности.	систем и поверхностных явлений к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию сложных химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	теории дисперсных систем и поверхностных явлений к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию сложных химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	подходов и методов теории дисперсных систем и поверхностных явлений к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию сложных химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ОПК-1 - способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.				
знать: - основные уравнения химической термодинамики применительно к дисперсным системам; - методы термодинамического описания химических и фазовых	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - основных уравнений химической термодинамики применительно к дисперсным системам; - методов термодинамического описания химических и фазовых равновесий в	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - основных уравнений химической термодинамики применительно к дисперсным системам; - методов термодинамического описания	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - основных уравнений химической термодинамики применительно к дисперсным системам; - методов термодинамического описания	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - основных уравнений химической термодинамики применительно к дисперсным системам; - методов термодина-

равновесий в дисперсных системах; - основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений; - основные свойства дисперсных систем.	дисперсных системах; - основных понятий и соотношений термодинамики поверхностных явлений; - основных свойств дисперсных систем.	химических и фазовых равновесий в дисперсных системах; - основных понятий и соотношений термодинамики поверхностных явлений; - основных свойств дисперсных систем. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	химических и фазовых равновесий в дисперсных системах; - основных понятий и соотношений термодинамики поверхностных явлений; - основных свойств дисперсных систем. Однако допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	мического описания химических и фазовых равновесий в дисперсных системах; - основных понятий и соотношений термодинамики поверхностных явлений; - основных свойств дисперсных систем. Обучающийся свободно оперирует приобретенным и знаниями.
уметь: - использовать химические законы, справочные данные, количественные соотношения для решения профессиональных задач; - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - использовать химические законы, справочные данные, количественные соотношения для решения профессиональных задач; - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем; - применять полученные знания при выборе и использовании дисперсных систем в промышленных процессах;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - использовать химические законы, справочные данные, количественные соотношения для решения профессиональных задач; - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем; - применять полученные знания	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - использовать химические законы, справочные данные, количественные соотношения для решения профессиональных задач; - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем; - применять полученные знания	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - использовать химические законы, справочные данные, количественные соотношения для решения профессиональных задач; - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и

- применять полученные знания при выборе и использовании дисперсных систем в промышленных процессах; - применять полученные знания для использования поверхностно-активных веществ в процессах очистки и стабилизации дисперсных систем.	- применять полученные знания для использования поверхностно-активных веществ в процессах очистки и стабилизации дисперсных систем.	при выборе и использовании дисперсных систем в промышленных процессах; - применять полученные знания для использования поверхностно-активных веществ в процессах очистки и стабилизации дисперсных систем. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	при выборе и использовании дисперсных систем в промышленных процессах; - применять полученные знания для использования поверхностно-активных веществ в процессах очистки и стабилизации дисперсных систем. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	расчеты основных характеристик дисперсных систем; - применять полученные знания при выборе и использовании дисперсных систем в промышленных процессах; - применять полученные знания для использования поверхностно-активных веществ в процессах очистки и стабилизации дисперсных систем. Свободно оперирует приобретеными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - навыками вычисления термодинамических характеристик фазовых равновесий и химических процессов; - методами проведения дисперсионного анализа, синтеза дисперсных систем и	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: - навыками вычисления термодинамических характеристик фазовых равновесий и химических процессов; - методами проведения дисперсионного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости.	Обучающийся владеет: - навыками вычисления термодинамических характеристик фазовых равновесий и химических процессов; - методами проведения дисперсионного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной	Обучающийся владеет: - навыками вычисления термодинамических характеристик фазовых равновесий и химических процессов; - методами проведения дисперсионного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости.	Обучающийся в полном объеме владеет: - навыками вычисления термодинамических характеристик фазовых равновесий и химических процессов; - методами проведения дисперсионного анализа, синтеза

оценки их агрегативной устойчивости.		устойчивости. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

6.2. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

6.2.1. Форма промежуточной аттестации: зачет

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по дисциплине «Дисперсные системы и поверхностные явления», при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка "зачтено" и "незачтено".

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Дисперсные системы и поверхностные явления»: т.е. те студенты, которые выполнили и защитили лабораторные работы и контрольные домашние задания.

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведённым в таблице показателям, соответствующим оценкам «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно. При этом могут быть допущены неточности при аналитических операциях, при переносе знаний и умений на новые нестандартные ситуации. Допускается неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.
Незачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблице показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и

	умениями.

6.2.2. Фонды оценочных средств

Представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Горичев И.Г. и др. Коллоидная химия.- М.: МГТУ «МАМИ», 2010, № 2304.

2. Физическая и коллоидная химия: учебник./ Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И. и др. Под ред. А.П. Беляева.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010.- 704 с.

3. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы.- М.: Химия, 1989.- 464 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Ершов Ю.А. Коллоидная химия. Физическая химия дисперсных систем: учебник.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.- 352 с.

2. Краткий справочник физико-химических величин /Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой.- С-Пб.: 1999.- 232 с.

3. Физическая и коллоидная химия. Учебное пособие / Кругляков П.М., Хаскова Т.Н.- М.: Высшая школа, 2005.- 320 с.

7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru/ в разделе «Библиотека» http://lib.mami.ru/. Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайте: http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории и лаборатории кафедры «ХимБиотех» оборудованы компьютерной и мультимедийной техникой. Лекционные и практические занятия проводятся по адресу: г. Москва, ул. Павла Корчагина 22, ауд. 411.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Базовая самостоятельная работа студентов включает следующие формы: изучение лекционного материала, предусматривающее проработку конспекта лекций и учебной литературы; изучение литературы и электронных источников информации; изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовку к текущему контролю знаний (контрольной работе).

Дополнительная самостоятельная работа студентов направлена на углубление и закрепление знаний, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. К ней относятся: подготовка к зачету; участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

В курсе «Дисперсные системы и поверхностные явления» предусмотрены: аудиторная и внеаудиторная самостоятельные работы.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданиям. Основными формами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются: текущие консультации; прием и разбор заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Основными формами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); выполнение расчетных заданий.

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершенный раздел курса.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебный заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

Текущий (рубежный) контроль проводится в течение каждого модуля**,** его итоговые результаты складываются из оценок по следующими видам контрольных мероприятий: защита домашних заданий; контрольные работы; работа на лекциях и семинарах.

Освоение дисциплины, ее успешное завершение на стадии промежуточного контроля возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все контрольные мероприятия, иметь полный комплект подготовленных домашних заданий.

Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета. Освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний по ней, проводится при подготовке к сдаче зачета.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Разделы дисциплины «Дисперсные системы и поверхностные явления» включают: лекции, самостоятельную работу студентов.

Лекции по дисциплине «Дисперсные системы и поверхностные явления» выполняют следующие функции:

информационную;

мотивационную (стимулируют интерес к науке, убеждают в теоретической и практической значимости изучаемого предмета, способствуют развитию познавательных потребностей обучающихся);

организационно - ориентационную (ориентация в источниках, литературе, рекомендации по организации самостоятельной работы);

методологическую (формирует образцы научных методов объяснения, анализа, интерпретации, прогноза);

оценочную и развивающую (формируют знания, умения, оценку).

Чтение лекций по данной дисциплине рекомендуется проводить с использованием мультимедийных презентаций. Мультимедийная презентация, выполненная средствами программы Microsoft PowerPoint, позволяет преподавателю четко структурировать материал лекции, экономить время, затрачиваемое на создание изображений с использованием мела и доски, написание формул и других сложных объектов. Это даёт возможность увеличить объём излагаемого материала. Кроме того, презентация позволяет очень хорошо иллюстрировать лекцию не только схемами и рисунками, но и полноцветными фотографиями, рисунками, портретами ученых и т.д. Мультимедийная презентация позволяет отобразить физические и химические процессы в динамике, что позволяет значительно улучшить восприятие материала студентами.

Практические и семинарские занятия рекомендуется проводить в активных и интерактивных формах с использованием компьютерных симуляций, постановки проблемных и ситуационных заданий. Проведение занятий в активных и интерактивных формах должно быть направлено на интенсификацию учебного процесса, увеличение доступности знаний, навыков,

умений, анализ учебной информации, творческий подход к усвоению учебного материала. В ходе проведения практических и семинарских занятий студенты должны учиться формулировать собственное мнение, правильно выражать мысли, строить доказательства своей точки зрения, вести дискуссию, уважать альтернативное мнение. Это должно помочь сформировать навыки, необходимые будущему специалисту в профессиональной деятельности. Реализация активных и интерактивных методов при изучении дисциплины «Дисперсные системы и поверхностные явления» возможна путем проведения дискуссий, диалогов, бесед, использования компьютерных симуляций, разбора конкретных ситуационных задач.

Самостоятельная работа - это наиболее важный путь освоения студентами новых знаний, умений, навыков при изучении дисциплины. Образовательная цель самостоятельной работы - освоение химической терминологии, формирование навыков химического мышления, умений работать с учебной литературой, производить химические расчёты. Развивающая цель - развитие самостоятельности, умений анализировать явления и делать выводы. Самостоятельная работа может быть источником знаний, способом их проверки, совершенствования и закрепления знаний, умений, навыков. Этот вид деятельности студентов проходит под контролем преподавателя. При организации внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие формы: 1. Выполнение домашних заданий разнообразного характера (решение задач, изучение учебной литературы, подбор иллюстративного материала по отдельным разделам курса в интернет-сети). 2. Выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки специалистов **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**

Программу составил
д.ф.-м.н., доцент А.В. Вязьмин

Программа утверждена на заседании кафедры «ХимБиотех» «_26__»___августа_____ 2019 г. протокол № _____

Зав. кафедрой «НОЦ «ХимБиотех»
к.т.н., профессор Н.Е. Николайкина

Программа согласована:

Руководитель образовательной программы
к.т.н., доцент Н.С. Трутнев

Приложение № 1

Структура и содержание дисциплины «Дисперсные системы и поверхностные явления» по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

специализация

«**Автоматизированное производство химических предприятий**»

(специалист)

очная форма обучения

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.	Предмет курса. Основные понятия. Отличие дисперсных систем от гомогенных. Понятие о межфазных поверхностях. Классификация и характеристики дисперсных систем. Геометрические характеристики несферических дисперсных систем, понятие о порозности и удельной поверхности. Геометрические характеристики полидисперсных систем, методы расчета. Понятие кривизны поверхности.	7	1-2	4	2		10	+							
2.	Основные термодинамические соотношения для гомогенных систем постоянной массы и состава. Химический потенциал. Условия равновесия гетерогенных систем. Поверхностная энергия, ее природа,	7	3-4	4	2		10	+			+				

	связанная с нескомпенсированностью межмолекулярных сил в поверхностном слое. Поверхностное натяжение, методы его определения. Самопроизвольные процессы, связанные с поверхностной энергией Гиббса: уменьшение общей площади поверхности дисперсной фазы, адсорбция. Зависимость энергетических параметров поверхности от температуры. Влияние кривизны поверхности на равновесие в однокомпонентной системе.														
3.	Адгезия, склеивание. Смачивание поверхности. Когезия. Работа адгезии и когезии. Краевой угол смачивания. Закон Юнга. Уравнение Дюпре. Капиллярные явления. Избыточное давление под вогнутой поверхностью жидкости. Уравнение Лапласа. Давление насыщенного пара над кривой поверхностью. Уравнение Томсона (Кельвина). Высота поднятия столба жидкости в капилляре. Формула Жюрена. Влияние ПАВ на смачивание. Флотация.	7	5-6	4	2		10	+							
4.	Адсорбция газов на твердой поверхности. Физическая и химическая адсорбция. Виды и свойства адсорбентов. Активированный уголь, силикагель, алюмогель, пористые стекла, цеолиты. Эмпирическое уравнение Фрейндлиха.	7	7-8	4	2		10	+					+		

	Мономолекулярная адсорбция и уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра. Полимолекулярная адсорбция. Теория Поляни и теория Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ). Адсорбция жидкостей из растворов. Правило Панета и Фаянса. Иониты как адсорбенты. Виды ионитов. Ионообменная адсорбция. Адсорбция на границе раствор-газ. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.														
5.	Типы поверхностно-активных веществ (катионные, анионные, амфолитные, неполярные). Дифильное строение молекул. Коллоидные растворы ПАВ и образование мицелл. Типы мицелл. Критическая концентрация мицеллообразования. Точка Крафта. Солюбилизация и ее применения в технике. Мицеллы Хартли и мицеллы Мак-Бена. Жидкие кристаллы. Мономолекулярные пленки Лэнгмюра-Блоджет.	7	9-10	4	2		10	+			+				
6.	Электрокинетические явления. Двойной электрический слой. Строение двойного электрического слоя. Электроосмос, потенциал течения и седиментации. Различные типы фазовых переходов. Гетерогенное образование новой фазы. Кинетика образова-	7	11-12	4	2		10	+							

	ния и кинетика роста частиц новой фазы. Самопроизвольное диспергирование. Технические методы получения и разделения дисперсных систем. Броуновское движение и диффузия в дисперсных системах. Устойчивость дисперсных систем. Механизмы нарушения агрегативной устойчивости.														
7.	Методы получения лиофобных золей. Методы очистки золей (диализ, электродиализ, ультрафильтрация и обратный осмос). Оптические и электрические свойства золей. Строение гранулы. Коагуляция. Кинетика коагуляции. Уравнение Смолуховского. Гели, лиогели. Синерезис, тиксотропия, набухание.	7	13-14	4	2		10	+							
8.	Суспензии. Формула Лапласа-Перрена. Дисперсионный анализ. Седиментационный анализ. Эмульсии. Прямая и обратная эмульсии. Обращение фаз эмульсии. Методы получения и стабилизации эмульсий. Пены. Эмульгаторы. Структура пен, форма пузырьков газа. Применение пен. Пасты. Тиксотропия и синерезис. Зыбучие пески.	7	15-16	4	2		10	+			+				
9.	Аэрозоли. Характеристики и свойства. Термофорез, термопреципитация, фотофорез. Распределение частиц аэрозоля по высоте. Скорость оседания частиц.	7	17-18	4	2		10	+					+		

	Взрывоопасность аэрозолей. Порошки. Свойства порошков. Сыпучесть, слеживаемость. Основные понятия о реологии дисперсных систем (вязкость, упругость, пластичность, прочность). Моделирование реологических свойств дисперсных систем.														
	Форма аттестации														+
	Всего часов по дисциплине	7		36	18		90				2		3		+

Зав. кафедрой «ХимБиотех»
к.т.н., профессор Н.Е. Николайкина

Руководитель образовательной программы
к.т.н., доцент Н.С. Трутнев

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Образовательная программа (специалитет)

«Автоматизированное производство химических предприятий»

Форма обучения: очная

Виды профессиональной деятельности: производственно-технологическая, научно-исследовательская, организационно-управленческая, проектная, экспертная

Кафедра: «ХимБиотех»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Дисперсные системы и поверхностные явления»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

Составитель:

д.ф.-м.н., доцент Вязьмин Андрей Валентинович

Москва, 2019

Таблица 1

- ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Дисперсные системы и поверхностные явления					
ФГОС ВО **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**					
В процессе освоения дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОК-7	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.	**знать**: ● Основные положения современной теории энергетики поверхностных явлений, химической термодинамики, теории фазовых переходов и химического равновесия. **уметь**: ● Применять знания фундаментальных основ, подходы и методы теории дисперсных систем и поверхностных явлений при изучении других дисциплин. **владеть**: ● Математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов теории дисперсных систем и поверхностных явлений к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию сложных химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности.	лекция, семинар, самостоятельная работа	К/Р, РГР	**Базовый уровень** - обучающийся демонстрирует полное знание по изучаемым разделам дисциплины, умение решать стандартные задачи. **Повышенный уровень** - обучающийся демонстрирует полное знание по изучаемым разделам дисциплины, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях

					повышенной сложности.
ОПК-1	Способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.	**знать**: • основные уравнения химической термодинамики применительно к дисперсным системам; • методы термодинамического описания химиических и фазовых равновесий в дисперсных системах; • основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений; • основные свойства дисперсных систем. **уметь**: • использовать химические законы, справочные данные, количественные соотношения для решения профессиональных задач; • проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем; • применять полученные знания при выборе и использовании дисперсных систем в промышленных процессах; • применять полученные знания для использования поверхностно-активных веществ в процессах очистки и стабилизации дисперсных систем. **владеть:** • навыками вычисления термодинамических характеристик фазовых равновесий и химических процессов;	лекция, семинар, самостоятельная работа	К/Р, РГР	**Базовый уровень -** обучающийся демонстрирует полное знание по изучаемым разделам дисциплины, умение проводить математические расчеты. **Повышенный уровень -** обучающийся демонстрирует полное знание по изучаемым разделам дисциплины, умение анализировать теоретические и экспериментальные результаты.

		• методами проведения дисперсионного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости.			

**Сокращения форм оценочных средств см. в Таблице 2.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «Дисперсные системы и поверхностные явления»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС	Реализуемые компетенции
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Примеры контрольных заданий по разделам	ОК-7, ОПК-1
2	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство для проверки навыков и умений применять полученные знания для проведения практических расчетов применительно к практической деятельности по направлению подготовки	Содержание РГР по разделам	ОПК-1

Примерные варианты контрольных работ

Вопросы к контрольной работе № 1

1. Поверхностная энергия. Связь с поверхностным натяжением. Какие процессы приводят к понижению поверхностной энергии?
2. Закон Юнга.
3. Методы измерения поверхностного натяжения.
4. Уравнение Жюрена.

Вопросы к контрольной работе № 2

1. Объяснить строение гранулы гидрофобного золя, образованного в результате реакции водного раствора нитрата серебра с иодистым калием при избытке последнего.
2. Синерезис и тиксотропия гелей.
3. Причины агрегативной устойчивости золей.
4. Распределение частиц по высоте в суспензии. К частицам какого размера оно применимо?
5. Адгезия и когезия.

Задания на самостоятельную работу (расчетно-графические работы)

Содержание самостоятельной работы 1 (адсорбция)

1. По полученным у преподавателя данным построение графиков изотерм адсорбции Фрейндлиха, Лэнгмюра.
2. Расчет параметров уравнений Фрейндлиха и Лэнгмюра.

Содержание самостоятельной работы 2 (коагуляция золей)

1. По полученным у преподавателя данным расчет скорости коагуляции золей и определение типа коагуляции.

Содержание самостоятельной работы 3 (дисперсионный анализ эмульсий)

1. По полученным у преподавателя данным построить дифференциальную кривую распределения.
2. Рассчитать площадь межфазной поверхности и общий объем измеренных капель.
3. Определить среднеарифметическую площадь поверхности и средний объем капель эмульсии.
4. Рассчитать общее число капель и общую площадь поверхности раздела фаз для всей эмульсии.

Вопросы для зачета по дисциплине «Дисперсные системы и поверхностные явления»

1. Привести примеры поверхностных явлений и объяснить в чем они заключаются.
2. Что такое удельная поверхность дисперсной системы?
3. Каков размер частиц золя?
4. Назвать характерные физико-химические особенности золя.
5. Что такое поверхностная энергия и как она выражается через поверхностное натяжение?
6. Какова размерность поверхностного натяжения?
7. Дать определение адсорбции.
8. Как меняется поверхностное натяжение при физической адсорбции?
9. Как называется явление, обусловленное межмолекулярным взаимодействием двух контактирующих фаз разной природы?
10. Как называется работа разрыва тела, отнесённая к единичной площади поверхности? А работа разрыва двух слипшихся тел разной природы, отнесённая к единичной площади поверхности?
11. Написать и пояснить формулу выражающую давление насыщенного пара над каплей.
12. Как влияет возрастание дисперсности капель жидкости на равновесное давление насыщенного пара? Ответ обосновать.
13. Написать и пояснить формулу для высоты поднятия жидкости в капилляре со смачиваемой поверхностью.
14. Как влияет уменьшение радиуса капилляра со смачиваемой поверхностью на высоту поднятия жидкости? Ответ обосновать.
15. Какое соотношение между давлениями насыщенного пара над вогнутым мениском и над плоской поверхностью?
16. При каких соотношениях плотности дисперсной фазы и дисперсионной среды происходит седиментация? Ответ обосновать.
17. От каких параметров зависит скорость седиментации?
18. Как меняется скорость седиментации частиц при увеличении их радиуса в 2 раза? Ответ обосновать.
19. От каких параметров зависит величина среднеквадратичного сдвига частиц? Ответ обосновать.
20. Какое уравнение лежит в основе теории капиллярной конденсации? Привести это уравнение.
21. Что такое электрофорез?
22. Что такое электроосмос?
23. Объяснить, что такое потенциал седиментации?
24. Какие дисперсные системы являются седиментационно устойчивыми?.
25. Какие дисперсионные системы называются агрегативно устойчивыми?
26. Чем обусловлена агрегативная неустойчивость дисперсной системы?
27. Какую концентрацию называют критической концентрацией мицеллообразования?
28. Что такое солюбилизация?
29. Каким параметром характеризуется степень ассоциации ПАВ в мицеллярных растворах?
30. Привести примеры образования прямых и обратных мицелл.
31. Какие ПАВ наиболее токсичны?

Аннотация
программы дисциплины «Дисперсные системы и поверхностные явления»

1. **Цели и задачи дисциплины**

Целью дисциплины является: подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по образовательной программе; формирование общетехнических знаний и умений по данному направлению; целенаправленное применение базовых знаний в области химии в профессиональной деятельности; формирование у студентов целостного представления о взаимосвязи и взаимных переходах химических и физических форм движения материи; формирование умений по усовершенствованию и разработке процессов управления для получения материалов и изделий требуемых определенных свойств.

Задачами дисциплины являются: изучение терминологии, определений и основополагающих физических и химических законов и закономерностей; приобретение навыков исследовательской работы и научной деятельности, используемых для подготовки презентаций, докладов и рефератов.

2. **Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина относится к базовой части программы специалитета блока Б1.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП специалитета

В базовой части базового цикла (Б1):

- Высшая математика;
- Физика;
- Физическая химия;
- Материаловедение;
- Процессы и аппараты химической технологии;
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- Термодинамика и теплопередача..

В вариативной части базового цикла (Б1):

- Общая химическая технология;
- Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии.

Знания и практические навыки, полученные при изучении дисциплины используются при выполнении курсовых и дипломных работ.

3. **Требования к результатам освоения дисциплины.**

В результате изучения дисциплины "Физическая химия", студенты должны:

Знать:

- основные положения современной теории энергетики поверхностных явлений, химической термодинамики, теории фазовых переходов и химического равновесия.;
- методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в дисперсных системах;
- основные свойства дисперсных систем.

Уметь:

- применять знания фундаментальных основ, подходы и методы теории дисперсных систем и поверхностных явлений при изучении других дисциплин;
- использовать химические законы, справочные данные, количественные соотношения для решения профессиональных задач;
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;

- применять полученные знания при выборе и использовании дисперсных систем в промышленных процессах;

- применять полученные знания для использования поверхностно-активных веществ в процессах очистки и стабилизации дисперсных систем.

Владеть:

- математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов теории дисперсных систем и поверхностных явлений к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию сложных химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности.

- навыками вычисления термодинамических характеристик фазовых равновесий и химических процессов;

- методами проведения дисперсионного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости.

4. Объем дисциплины и виды учебной нагрузки

Вид учебной работы	Всего часов	Седьмой семестр
Общая/грузоемкость	**144 (4 у.е.)**	**144**
Аудиторные занятия (всего)	**72**	**72**
В том числе	**-**	**-**
Лекции	**36**	**36**
Практические занятия	**18**	**18**
Лабораторные занятия		
Самостоятельная работа	**90**	**90**
Вид промежуточной аттестации		**зачет**