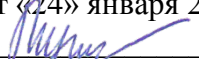
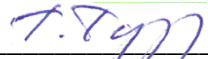


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 5 от «24» января 2022 г.
Зав. кафедрой  /Мустафин А.Г.

Согласовано:
Председатель УМК химического факультета
 /Гарифуллина Г.Г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина
Основы современного катализа


Дисциплина по выбору

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность).
04.03.01. Химия

Направленность (профиль) подготовки
Физическая химия

Квалификация
бакалавр

Разработчик (составитель)	 / Ю.Н. Биглова
доцент, д.х.н., доцент	

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель: к.х.н., доцент Ю.Н. Биглова

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 5 от «24» января 2022 г.

Заведующий кафедрой



/ Мустафин А.Г.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	10
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1. Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	ПК-1.1. Знать основные методы синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов	Знать: основные методы синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов
		ПК-1.2. Уметь выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	Уметь: выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений
		ПК-1.3. Владеть навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	Владеть: навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам
	ПК-2. Владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК-2.1. Знать стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Знать: стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ
		ПК-2.2. Уметь проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	Уметь: проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры
		ПК-2.3. Владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований
	ПК-7. Владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	ПК-7.1. Знать физические свойства материалов и веществ	Знать: физические свойства материалов и веществ
		ПК-7.2. Знать химические свойства материалов и веществ	Знать: химические свойства материалов и веществ
		ПК-7.3. Уметь планировать работу с химическими веществами	Уметь: планировать работу с химическими веществами
		ПК-7.4. Уметь: работать с предложенными химическими реактивами	Уметь: работать с предложенными химическими реактивами
		ПК-7.5. Владеть представлениями о природе химического вещества и физических свойств последнего	Владеть: представлениями о природе химического вещества и физических свойств последнего
		ПК-7.6. Владеть принципами адекватной работы с химическими веществами	Владеть: принципами адекватной работы с химическими веществами

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Кинетика и механизм каталитических процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОП.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Цели изучения дисциплины: формирование у студентов современных представлений о роли катализатора в современной промышленности, механизме и кинетике каталитических процессов, овладение знаниями, умениями и навыками теоретических и экспериментальных исследований каталитических процессов.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия»

и «Физическая химия». Для усвоения курса «Кинетика и механизм каталитических процессов» требуется владение операциями дифференцирования (в том числе с частными производными), интегрирования, методами решения простых обыкновенных дифференциальных уравнений. Студент должен иметь представление о строении вещества, квантовой химии, фазовых переходах и общих закономерностях химических процессов.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции **ПК-1** Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-1.1. Знать основные методы синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов	Знать: основные методы синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов	Фрагментарные представления о методах работы в лаборатории	Неполные представления о основных приемах и методах работы в лаборатории	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов	Сформированные систематические знания о методах синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов
ПК-1.2. Уметь выполнять основные операции, выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	Уметь: выполнять основные операции, выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	Фрагментарное умение выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	В целом успешное, но не систематическое умение выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	В целом успешное умение выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам, но отдельные операции вызывают затруднения	Успешное и систематическое умение выполнять стандартные лабораторные операции
ПК-1.3. Владеть навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	Владеть: навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	Фрагментарное владение навыками работы на стандартном оборудовании	Владение навыками работы на стандартном оборудовании	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	Успешное и систематическое владение навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам

Код и формулировка компетенции **ПК-2.** Владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-2.1. Знать стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов	Знать: стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, пра-	Затрудняется в выборе метода применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств указанного веще-	Имеет общее представление о методах применения современной аппаратуры при изучении свойств отдельных классов веществ, правилах безопасного обращения с ними и способах представле-	Знает стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований и исследования свойств различных групп веществ и материа-	Знает стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств различных групп

риалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	вила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ства, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и норм ТБ, но допускает ошибки	ния результатов эксперимента	лов; правила ТБ при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента, но допускает отдельные неточности	веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
ПК-2.2. Уметь проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	Уметь: проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	Умеет проводить некоторые химические эксперименты с использованием современной аппаратуры, но допускает ошибки	Умеет проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры, но допускает отдельные ошибки	Умеет проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры; осуществляет идентификацию и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии с использованием современной аппаратуры; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
ПК-2.3. Владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Владеет некоторыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований, но допускает ошибки	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов

Код и формулировка компетенции **ПК-7.** Владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-7.1 Знать физические свойства материалов и веществ	Знать: физические свойства материалов и веществ	Не знает физические свойства материалов и веществ	Испытывает определенные сложности в формулировке основных физических свойств химических соединений	Имеет правильное представление физических свойствах химических соединений	Способен правильно работать с химическими соединениями на основании полного представления об их физических свойствах
ПК-7.2. Знать химические свойства материалов и веществ	Знать: химические свойства материалов и веществ	Не знает химические свойства материалов и веществ	Испытывает определенные сложности в формулировке основных химических свойств химических соеди-	В целом имеет правильное представление о возможности химических превращений химических	Способен правильно работать с химическими соединениями на основании полного представле-

			нений	соединений	ния об их химических свойствах
ПК-7.3 Уметь планировать работу с химическими веществами	Уметь: планировать работу с химическими веществами	Стремится выполнять работу с реагентами в лаборатории качественно, но результаты невоспроизводимы	Понимает важность в постановке опыта, но не пытается контролировать ход работы	Имеет doskonaльные навыки работы с химическими реактивами. Стремится к соблюдению порядка выполняемых манипуляций с веществами	Способен показать, каким образом природа химических соединений влияет на ход экспериментальной работы и сходимость результатов
ПК-7.4. Уметь: работать с предложенными химическими реактивами	Уметь: работать с предложенными химическими реактивами	Не способен к пониманию и оценке природы представленного соединения	Испытывает определенные трудности в составлении оценки природы представленного соединения при работе с ними	Имеет достаточные знания о природе имеющихся химических соединений и материалов для работы с последними	Обладает углубленными знаниями о природе химических соединений и материалов для работы с последними
ПК-7.5. Владеть представлениями о природе химического вещества и физических свойств последнего	Владеть: представлениями о природе химического вещества и физических свойств последнего	Не способен грамотно определить принадлежность вещества к тому или иному классу опасности. Незнание физических свойств вещества	Испытывает определенные затруднения при отнесении определенного химического соединения к известному классу опасности	Владеет начальными навыками при работе с химическими веществами. Имеет четкое представление о классе опасности и физических свойствах последнего	Способен грамотно работать с химическими веществами различной природы. Имеет четкие представления о природе химического вещества
ПК-7.6. Владеть принципами адекватной работы с химическими веществами	Владеть: принципами адекватной работы с химическими веществами	Не способен грамотно и безопасно работать с представленными химическими реактивами	Испытывает сложности при работе с представленными химическими реактивами	Владеет ограниченным набором принципов при работе с представленными химическими реактивами	Показывает уверенное владение при работе с представленными химическими реактивами

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей дисциплины, перечисленных в рейтинг-плане дисциплины, для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-1.1. Знать основные методы синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов	Знать: основные методы синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
ПК-1.2. Уметь выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	Уметь: выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
ПК-1.3. Владеть навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	Владеть: навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
ПК-2.1. Знать стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Знать: стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
ПК-2.2. Уметь проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	Уметь: проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
ПК-2.3. Владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
ПК-7.1 Знать физические свойства материалов и веществ	Знать: физические свойства материалов и веществ	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
ПК-7.2. Знать химические свойства материалов и веществ	Знать: химические свойства материалов и веществ	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
ПК-7.3 Уметь планировать работу с химическими веществами	Уметь: планировать работу с химическими веществами	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
ПК-7.4. Уметь: работать с предложенными химическими реактивами	Уметь: работать с предложенными химическими реактивами	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
ПК-7.5. Владеть представлениями о природе химического вещества и физических свойств последнего	Владеть: представлениями о природе химического вещества и физических свойств последнего	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)

		ция, доклад, реферат)
ПК-7.6. Владеть принципами адекватной работы с химическими веществами	Владеть: принципами адекватной работы с химическими веществами	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)

Устный индивидуальный опрос

Устный индивидуальный опрос проводится после изучения новой темы с целью выяснения наиболее сложных вопросов, степени усвоения информации.

Студент излагает содержание вопроса изученной темы.

Вопросы к устному индивидуальному опросу

Явление катализа. Виды кинетических уравнений для различных типов реакторов. Зависимость скоростей химических реакций от температуры. Применение термодинамики в теории активированного комплекса. Стадийный и слитный механизмы в катализе. Автокаталитические реакции. Кинетика простых типов автокаталитических реакций. Автокаталитическое формирование активного катализатора в ходе гомогенной реакции. Использование квантово-химических методов для оценки реакционной способности веществ. Концепция ароматичности переходного состояния (предсказание относительной активности катализаторов AlH_3 ; BH_3 ; TiH_3 в реакции олиго- и полимеризации этилена). Влияние термодинамических и кинетических параметров промежуточных стадий на кинетику каталитических реакций. Кислотно-основной катализ. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Взаимосвязь между кинетическими и термодинамическими параметрами в кислотно-основном катализе. Каталитический закон Бренстеда. Сходство и отличия с гомогенными процессами. Виды и параметры, характеризующие адсорбцию. Изотерма Ленгмюра. Основные недостатки. Адсорбция на неоднородной поверхности. Кинетические модели гетерогенно катализируемых реакций. Основные стадии гетерогенного процесса. Двухстадийные кинетические модели в гетерогенном катализе.

Критерии и методика оценивания:

- 5 баллов выставляется студенту, если точно используется специализированная терминология, показано уверенное владение нормативной базой;
- 4 балла выставляется студенту, допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, нет определенной логической последовательности, неточно используется специализированная терминология;
- 3 балла выставляется студенту, нет общего понимания вопроса, имеются затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии.

Тестирование

Задание №1

Современная формулировка катализа была дана:

1. Боресков Г.К.
2. Берцелиус Я.
3. Оствальд В.
4. Фарадей М.

Задание №2

Что не относится к основным принципам катализа:

1. Катализатор по своему действию селективен
2. Скорость каталитической реакции пропорциональна концентрации катализатора
3. Катализатор образует с реагирующими веществами промежуточный комплекс
4. Катализатор влияет на термодинамические характеристики катализируемой реакции

Задание №3

Процесс переработки нефтепродуктов в результате термического и каталитического расщепления молекул, при котором образуются углеводороды с меньшим числом атомов называется:

1. Риформинг

2. Крекинг
3. Гидроочистка
4. Гидрообессеривание

Задание №4

К природными гомогенным процессам относится:

1. Расщепление молекул углеводородов катализатором
2. Окисление различных органических веществ в природных водах
3. Взаимодействие поверхностного твердого раствора на кристаллической поверхности
4. Мутаротация глюкозы в присутствии кислот

Задание №5

Процессы, не протекающие на поверхности раздела фаз:

1. взаимодействие тонкого аморфного слоя поверхности с газообразными молекулами;
2. взаимодействие двух адсорбированных молекул между собой
3. взаимодействие отдельных атомов, адсорбированных на поверхности, с газообразными молекулами
4. взаимодействие парафинов с олефинами в присутствии BF_3 и HF

Задание №6

Процесс крекинга был разработан:

1. Шухов В.Г.
2. Циглер К.
3. Габер Ф.
4. Гудри Ю.

Задание №7

Отличие катализатора от инициатора:

1. Одно и тоже
2. Не расходуется в процессе реакции
3. Изменение скорости химической реакции
4. Используют в малых количествах

Задание №8

Основной метод получения катализаторов:

1. Метод выщелачивания сплава
2. Осаждение - соосаждение
3. Метод пропитки
4. Метод прокаливания

Задание №9

Алюмосиликатные катализаторы крекинга были разработаны:

1. Шухов В.Г.
2. Циглер К.
3. Габер Ф.
4. Гудри Ю.

Задание №10

Свойство катализатора, показывающее его производительность, характеризующее то, сколько реагента может превратиться на катализаторе в единицу времени

1. Активность
2. Селективность
3. Стабильность
4. Избирательность

Критерии и методика оценивания:

Один тестовый вопрос (15 вопросов).

- 1 балл выставляется студенту, если ответ правильный;
- 0 баллов выставляется студенту, если ответ неправильный.

Защита лабораторной работы

Проводится в форме устного опроса после выполнения работы.

Темы лабораторных работ

Зависимость скоростей химических реакций от температуры. Интерпретация Аррениуса и Вант-Гоффа.

Кинетика простых типов автокаталитических реакций.

Каталитический закон Бренстеда.

Влияние термодинамических и кинетических параметров промежуточных стадий на кинетику каталитических реакций.

Критерии и методика оценивания:

- 0 баллов выставляется студенту, если он не владеет содержанием практической работы;
- 1 балл выставляется студенту, если он частично владеет содержанием практической работы;
- 3 балла выставляется студенту, если он владеет содержанием практической работы, но не может объяснить полученные результаты;
- 5 баллов выставляется студенту, если он владеет содержанием практической работы, может объяснить полученные результаты.

Творческое задание (презентация, доклад, реферат)

Выполняется по результатам изучения темы дисциплины с целью дополнения практического материала.

Примеры тем рефератов

Промоторы и каталитические яды (ингибиторы).

Нуклеофильный катализ

Электрофильный катализ

Фотокатализ

Электрокатализ

Межфазный катализ

Мембранный катализ

Мицеллярный катализ

Катализ на изолированных атомах

Полифункциональные катализаторы

Бифункциональный гетерогенный катализ

Катализ цеолитами

Биохимический катализ

Стереоспецифический катализ

Критерии и методика оценивания:

Подготовленная и оформленная в соответствии с требованиями работа (презентация, доклад) оценивается преподавателем по следующим критериям:

- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников);
- логичность подачи материала, грамотность автора;
- соответствие работы всем стандартным требованиям к оформлению;
- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей.

- 0 баллов выставляется студенту, если работа не соответствует критериям;
- 5 балл выставляется студенту, если работа частично соответствует критериям;
- 10 балла выставляется студенту, если работа соответствует критериям, но отсутствует логичность изложения информации;
- 15 балла выставляется студенту, если работа полностью соответствует критериям.

Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Типовые материалы к экзамену

1. Становление катализа как науки
2. Катализ и научно-технический прогресс
3. Современное определение катализа
4. Возбуждение химических реакций
5. Изменение скорости химических реакций
6. Промежуточные соединения в катализе.
7. Катализаторы и инициаторы
8. Катализ и равновесие
9. Понятие об активном центре катализатора
10. Классификация катализаторов
11. Классификация каталитических процессов
12. Каталитическая активность и способы ее выражения
13. Селективность катализаторов
14. Стабильность катализаторов и причины дезактивации
15. Стадии каталитической реакции
16. Неоднородность поверхности катализатора
17. Методы получения катализаторов
18. Кинетика гомогенных химических реакций
19. Кислотно-основной катализ
20. Автокаталитические реакции
21. Ферментативный катализ
22. Кинетика гетерогенно катализируемых реакций
23. Сходство и отличия с гомогенными процессами
24. Отравление катализатора
25. Модели гетерогенно-каталитических реакций
26. Каталитический крекинг
27. Каталитический риформинг нефти
28. Металлокомплексный катализ

Структура экзаменационного билета.

Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Теоретический вопрос.
2. Теоретический вопрос.

Образец экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет

04.03.01. Химия

Дисциплина Основы современного катализа

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Возбуждение химических реакций
2. Кинетика гетерогенно катализируемых реакций

Критерии и методика оценивания (в баллах):

- 25-30 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- 17-24 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- 10-16 баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- 1-10 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 2.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Кинетика и механизм каталитических процессов [Электронный ресурс]: конспект лекций. Ч.1 / Башкирский государственный университет; сост. Ю.Н. Биглова.— Уфа : РИЦ БашГУ, 2018. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ [URL:https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Biglova_sost_Kinetika_1_kons_lek_2018.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Biglova_sost_Kinetika_1_kons_lek_2018.pdf)
2. Кинетика и механизм каталитических процессов [Электронный ресурс]: конспект лекций. Ч.1 / Башкирский государственный университет; сост. Ю.Н. Биглова.— Уфа : РИЦ БашГУ, 2018. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Biglova_sost_Kinetika_2_kons%20lek_2018.pdf
3. Талипов, Р.Ф. Реакция Принса. Развитие представлений о механизме реакции. [Электронный ресурс] : монография / Р.Ф. Талипов, И.В. Вакулин, О.Ю. Купова. — Германия : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — [URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/Talipof_idr_Reaksiya_Prinisa_Monogr_2013.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Talipof_idr_Reaksiya_Prinisa_Monogr_2013.pdf)

Дополнительная литература

4. Романовский Б.В. Основы катализа. М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2014, 175 с.
5. Еремин В.В. Основы физической химии. М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2014, 585 с.

6. Темкин О.Н. Кинетические аспекты гомогенного металлокомплексного катализа. М.: ИКЦ «Академкнига», 2008, 918 с.
7. Булидорова Г.Б. Электрохимия и химическая кинетика. Учебное пособие. Казань: Изд-во КНИТУ, 2014, 371 с.
8. Физическая химия (Под ред. Краснова К.С.). В 2 кн. Кн 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. М.: Высш. шк., 2001, 319 с.
9. Бремер Г., Вендландт К.-П. Введение в гетерогенный катализ. М.: Мир, 1981, 160 с.
10. Безденежных А.А. Инженерные методы составления уравнений скоростей реакций и расчета кинетических констант. Л: Химия, 1973, 256 с.
11. Семиохин И.А., Страхов Б.В., Осипов А.И. Кинетика химических реакций: Учеб. пособие. М: Изд-во МГУ, 1995, 351 с.
12. Панченков Г.М., Лебедев В.Л. Химическая кинетика и катализ. Учебное пособие для вузов. 3-е изд. испр. и доп. М., Химия, 1985, 592 с.
13. Байрамов, В.М. Основы химической кинетики и катализа: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Центр «Академия», 2003, 256 с.
14. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. М: Академкнига, 2004, 679 с.
15. Накамура А., Цуцуи М. Принципы и применение гомогенного катализа. М.: Мир, 1983, 232 с.
16. Farrauto R.J., Bartholomew C.H., Fundamentals of Industrial Catalytic Processes. Blackie Acad.&Profes., 1997, 754 p.
17. Balzani V. Electron Transfer in Chemistry (1–5 vol.), Wiley-VCH, Weinheim, 2001.
18. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика: научное издание. Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2010, 504 с.
19. Колесников И.М. Катализ и производство катализаторов. М.: Техника, 2004, 399 с.
20. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. М.: Наука, 1986, 303 с.
21. Сокольский Д.В., Друзь В.А. Введение в теорию гетерогенного катализа. М: Высшая школа, 1981, 915с.
22. Rothenberg G. Catalysis: Concepts and Green Applications. WILEY-VCH Verlag, 2008, 275 p.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019
10. Linux OpenSUSE 12.3 (x84_64) GNU General Public License
11. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<p align="center">Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</p>	<p align="center">Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</p>	<p align="center">Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</p>
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 405 (корпус химического факультета), аудитория №311 (корпус химического факультета), аудитория № 310 (корпус химического факультета), аудитория № 305 (корпус химического факультета)</p> <p>2. учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа: лаборатория № 101 (корпус химического факультета), лаборатория № 120 (корпус химического факультета)</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 405 (корпус химического факультета), аудитория №311 (корпус химического факультета), аудитория № 310 (корпус химического факультета), аудитория № 305 (корпус химического факультета), аудитория № 001 (корпус химического факультета), аудитория № 002 (корпус химического факультета), аудитория № 006 (корпус химического факультета), аудитория № 007 (корпус химического факультета), аудитория № 008 (корпус химического факультета)</p>	<p>Аудитория № 405 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p>Аудитория № 311 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p>Аудитория № 310 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p>Аудитория № 305 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p>Аудитория № 001 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p>Аудитория № 002 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p>Аудитория № 006 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p>Аудитория № 007 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p>Аудитория № 008 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p>Лаборатория № 101 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, аквадистиллятор ДЭ-4, кондуктометры, модуль “Термостат”, модуль “Универсальный контроллер”, холодильник ATLANT MXM 2835-90, поляриметр круго-</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019</p> <p>4. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU</p>

<p>факультета)</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 405 (корпус химического факультета), аудитория №311 (корпус химического факультета), аудитория № 310 (корпус химического факультета), аудитория № 305 (корпус химического факультета), аудитория № 001 (корпус химического факультета), аудитория № 002 (корпус химического факультета), аудитория № 006 (корпус химического факультета), аудитория № 007 (корпус химического факультета), аудитория № 008 (корпус химического факультета), аудитория № 004 (корпус химического факультета), аудитория № 005 (корпус химического факультета).</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы: читальный зал № 1 (главный корпус), читальный зал №2 (корпус физмата), читальный зал № 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (корпус института права), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 418 (корпус химического факультета)</p> <p>6. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: лаборатория № 416 (корпус химического факультета).</p>	<p>вой СМ-3, термостаты -3 шт., сесы аналитические Ohaus PA-64 C (65 г/0,0001 г), кондуктометр АНИОН 7020, весы технические, персональный компьютер Pentium 4, вентилятор ВЕНТС 100 ВКМц, кювета 100мм для поляриметра СМ-3 – 3 шт.</p> <p>Лаборатория № 120 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, термостаты – 2шт., модуль “Электрохимия”, модуль “Универсальный контроллер”, модуль “Термохимический анализ”, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20"СQ 100 еи (моноблок)</p> <p>Читальный зал № 1 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p>Читальный зал №2 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p>Читальный зал № 5 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p>Читальный зал № 6 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p>Читальный зал № 7 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p> <p>Аудитория № 004 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" - 15 шт, шкаф настенный TLK6U.</p> <p>Аудитория № 005 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, компьютер DEPONeos 470 MDi5_3450/4GDDR/T500 G/DVD+R и монитор ViewSonic 21.5 - 13 шт, шкаф TLK TWP-065442-G-GY, шкаф монтажный NT PRACTIC 2MP47-610B/SSt450/ SKS1/SSt750,59560, 00 T.316-14, шкаф настенный TLK6U.</p> <p>Лаборатория № 418</p>	<p>5. Linux OpenSUSE 12.3 (x84_64) GNU General Public License</p>
--	---	---

Учебная мебель, факсимильным аппарат Panasonic KX-FL423RUB – 2 шт., эН-метр рН-150МИ (с гос. поверкой), автотрансформатор TDGC2-0.5K(0,5кВТ; 2А,220/0-250В),3604, 99р Т.207/2-15, весы "Ohaus" PA64C (65г, 0,1мг) с поверкой, весы VIC-1500d1 (1500г. 100МГ, внешн.калибровка) ACCULAB, иономер И-160МИ с поверкой, комплекс вольтамперометрический СТА, компьютер в комплекте DEPO Neos 4601\Ю/монитор 20" Samsung BX2035/кпав./мышь, компьютер персональный №1 т.210-14/3, магнитная мешалка без нагрева Tolorino – 2шт, магнитная мешалка с нагревом и нанокерамич.поверх hG-MAG HS, метр-рН рН-150МИ (с гос.поверкой), монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD<TFT,8ms, 1280*1024,250КД/М.1 400:1,4:3 D-Sub), персональный компьютер в составе с/блок/Core J7-4770 (3.4)/H87/SYGA/HDD 500Gb, монитор ЖК"20"Веис1.клавиат ура+мышь, принтер Canon i-SENSYS MF3010, рН-метр рН-150МИ с гос.поверкой, системный блок ПК (775), шкаф сушильный LOIP LF-25/350-GS1, (310X 310x310 мм б/вентилятора.нерж.сталь цифровой контролер), количество посадочных мест – 10.

Лаборатория № 416

Атомно-абсорбционный спектрофотометр модель AA-7000, фирмы "Шимадзу", Япония, баллон с гелием марки А – 2 шт, вентилятор ВЕНТС 100 ВКМц/*1/, газовый хромато-масс-спектрометр модель GCMS-QP 2010PIUS, компьютер в составе: системный блок, монитор, клавиатура, мышь, кондиционер QUATTROCUMA QV/QN-F12WA, ноутбук Fujitsu Lifeboок F530 Intel Core i3-330M/4Gb/500Gb/ DVD-RW/ВТ/15.6"/Wi n7НВ+Office, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20"CQ 100 eu (моноблок), электроплитка Igit IR-8200,1500Вт диаметр конфорки 185мм.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины **Основы современного катализа**

на 8 семестр
очная

Вид работы	Объем дисциплины
	очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2 / 72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	18
практических / семинарских	8
лабораторных	16
Других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

Форма контроля:
Экзамен 8 семестр

№	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/С ЕМ	ЛР	СР			
1	Введение. Цель и задачи курса. Основные понятия химической кинетики. Явление катализа. Виды кинетических уравнений для различных типов реакторов.	2	-	-	-	[1-7, 9, 10]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
2	Теории химической кинетики. Зависимость скоростей химических реакций от температуры. Применение термодинамики в теории активированного комплекса. Стадийный и слитный механизмы в катализе. Автокаталитические реакции. Кинетика простых типов автокаталитических реакций. Автокаталитическое формирование активного катализатора в ходе гомогенной реакции. Использование квантово-химических методов для оценки реакционной способности веществ. Концепция ароматичности переходного состояния (предсказание относительной активности катализаторов AlH_3 ; BH_3 ; TiH_3 в реакции олиго- и полимеризации этилена).	2	1	2	-	[9, 10, 11]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
3	Использование взаимосвязи термодинамических и кинетических параметров при исследовании механизмов каталитических реакции. Влияние термодинамических и кинетических па-	2	1	2	4	[1-3, 6, 8]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабора-

	раметров промежуточных стадий на кинетику каталитических реакций. Кислотно-основной катализ. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Взаимосвязь между кинетическими и термодинамическими параметрами в кислотно-основном катализе. Каталитический закон Бренстеда.							торной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
4	Кинетика гетерогенно катализируемых реакций. Сходство и отличия с гомогенными процессами. Виды и параметры, характеризующие адсорбцию. Изотерма Ленгмюра. Основные недостатки. Адсорбция на неоднородной поверхности. Кинетические модели гетерогенно катализируемых реакций. Основные стадии гетерогенного процесса. Двухстадийные кинетические модели в гетерогенном катализе. Растворы	2	1	2	4	[1-7, 9, 10]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
5	Основные понятия химической кинетики. Явление катализа. Виды кинетических уравнений для различных типов реакторов.	2	1	2	4	[1-7, 9, 10]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
6	Зависимость скоростей химических реакций от температуры. Применение термодинамики в теории активированного комплекса. Стадийный и слитный механизмы в катализе. Автокаталитические реакции. Кинетика простых типов автокаталитических реакций. Автокаталитическое формирование активного катализатора в ходе гомогенной реакции. Использование квантово-химических методов для оценки реакционной способности веществ. Концепция ароматичности переходного состояния (предсказание относительной активности катализаторов AlH_3 ; BH_3 ; TiH_3 в реакции олиго- и поли-	2	1	2	4	[9, 10, 11]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)

	меризации этилена).							
7	Влияние термодинамических и кинетических параметров промежуточных стадий на кинетику каталитических реакций. Кислотно-основной катализ. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Взаимосвязь между кинетическими и термодинамическими параметрами в кислотно-основном катализе. Каталитический закон Бренстеда.	2	1	2	4	[1-3, 6, 8]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
8	Сходство и отличия с гомогенными процессами. Виды и параметры, характеризующие адсорбцию. Изотерма Ленгмюра. Основные недостатки. Адсорбция на неоднородной поверхности. Кинетические модели гетерогеннокатализируемых реакций. Основные стадии гетерогенного процесса. Двухстадийные кинетические модели в гетерогенном катализе. Растворы	2	2	2	5,8	[1-7, 9, 10]	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный индивидуальный опрос, тестирование, защита лабораторной работы, творческое задание (презентация, доклад, реферат)
	Итого	18	8	16	25,8			

Рейтинг – план дисциплины

Основы современного катализа
 Направление подготовки 04.03.01 «Химия»
 Курс 4, семестр 8

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль				
Устный индивидуальный опрос	5	4	0	20
Рубежный контроль				
Тестирование	15	1	0	15
Модуль 2				
Текущий контроль				
Выполнение лабораторных работ	5	4	0	20
Рубежный контроль				
Защита реферата	15	1	0	15
Поощрительные баллы				
1. Публикация статей в научных журналах	5	1	0	5
2. Участие в студенческой конференции	5	1	0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			-13	0
2. Посещение практических занятий			-13	0
Итоговый контроль				
Экзамен	30	1	0	30