

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ И КИНЕТИКИ»

Направление: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ниндакова Лидия Очировна
Дата подписания: 21.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 26.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 21.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Избранные главы термодинамики и кинетики» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом знаний технологических процессов, оборудования и свойств материалов, используемых при производстве объектов микро- и наносистемной техники	ПК-1.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.1	Знать: основные законы, понятия, определения химической термодинамики и кинетики. Уметь: охарактеризовать состояния химического и фазового равновесия и описать кинетику протекающих процессов. Владеть: расчетными методами, применяемыми в анализе химического и фазового равновесия, кинетических схем сложных процессов	Знать Знать: основные законы, понятия, определения химической термодинамики и кинетики. Уметь Уметь: охарактеризовать состояния химического и фазового равновесия и описать кинетику протекающих процессов. Владеть Владеть расчетными методами, применяемыми в анализе химического и фазового равновесия, кинетических схем сложных процессов

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Избранные главы термодинамики и кинетики» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Актуальные проблемы современной нанотехнологии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: научно-исследовательская работа (научно-исследовательский семинар)»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0

практические/семинарские занятия	26	26
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	105	105
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовой проект	Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 1

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные понятия и определения химической термодинамики. Законы термодинамики	1	2			1	4	4	15	Устный опрос
2	Тепловой эффект реакции. Закон Гесса (Закон постоянства сумм тепла).	2	2			2	4	2	10	Устный опрос
3	Термодинамические потенциалы. Критерии возможности самопроизвольного процесса и равновесия в закрытых системах	3	2			3	4	2	10	Устный опрос
4	Феноменологическая кинетика. Скорость химической реакции как фундаментальное понятие химической кинетики	4	2			4	6			Устный опрос
5	Реакции разных порядков. Дифференциальное и интегральное уравнения реакций. Константы скорости	5	2			7	4	2	15	Устный опрос

6	Метод квазистационарных концентраций, его математическое выражение и условие применения. Квазиравновесное приближение	6	3			6	4	1, 3	55	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		13				26		141	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные понятия и определения химической термодинамики. Законы термодинамики	Система, типы систем, среда, термодинамические параметры и переменные. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Состояния. Равновесное и стационарное состояния термодинамических систем. Постулат о равновесии. Термодинамические процессы и функции. Основные формулировки и аналитические выражения законов термодинамики. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа как формы передачи энергии. Механическая работа и полезная (немеханическая) работа.
2	Тепловой эффект реакции. Закон Гесса (Закон постоянства сумм тепла).	Условия протекания процессов: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. Уравнения для теплоты и работы. Стандартные условия и состояния. Энтальпия реакции. Стандартные теплоты (энтальпии) образования, сгорания и фазовых переходов. Термохимические уравнения. Формула Кирхгофа: дифференциальная и интегральная формы. Расчет теплоемкости по правилам Дюлонга–Пти, Неймана-Коппа, по атомно-групповым составляющим
3	Термодинамические потенциалы. Критерии возможности самопроизвольного процесса и равновесия в закрытых системах	Энтропия как функция состояния. Внутренняя энергия как функция независимых переменных. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Химический потенциал. Основные уравнения термодинамики - фундаментальные уравнения Гиббса. . Направление термодинамических процессов. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа (вывод). Термодинамическое определение химического сродства. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары (изохоры Вант-Гоффа).
4	Феноменологическая	Измерение скорости реакции. Стадия химической

	кинетика. Скорость химической реакции как фундаментальное понятие химической кинетики	реакции. Скорость по химической переменной. Элементарные реакции и активированный комплекс. Кинетические уравнения. Молекулярность реакции. Порядок реакции по веществу. Стехиометрический и кинетический порядок. Кинетика простых реакций. Понятия обратимой и необратимой реакций. Реакции 0-го порядка
5	Реакции разных порядков. Дифференциальное и интегральное уравнения реакций. Константы скорости	Константа скорости первого порядка. Время полупревращения. Отличительный признак реакции первого порядка. Среднее время жизни. Реакции второго порядка. Тип $2A \rightarrow$ продукты. Отличительный признак реакции второго порядка данного типа. Реакции второго порядка типа $A + B \rightarrow$ продукты. Дифференциальное и интегральное уравнения реакции. Расчет k по экспериментальным данным. Методы определения порядка реакции: дифференциальные и интегральные. Приемы понижения порядка реакций. Сложные реакции. Обратимые и последовательные реакции. Лимитирующая стадия.
6	Метод квазистационарных концентраций, его математическое выражение и условие применения. Квазиравновесное приближение	Метод квазистационарных концентраций. Математическое выражение метода. Условие применения метода. Квазиравновесное приближение. Условие применения приближения. Параллельные и конкурирующие реакции Температурная зависимость константы скорости реакции. Уравнение Вант-Гоффа – Аррениуса. Энергия активации. Методы расчета энергии активации и предэкспоненциального множителя.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 1

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет термодинамических параметров процессов в условиях изобарного, изохорного, изотермического и адиабатического условий,	4
2	Определение тепловых эффектов химических реакций по стандартным энтальпиям образования и сгорания реагентов и продуктов, по энергиям связей	4
3	Определение величин термодинамических потенциалов, пределов возможностей	4

	протекания самопроизвольных процессов	
4	Кинетика гомогенных процессов. Реакции 1-3 порядков, их константы	6
6	Применение квазистационарных и квазиравновесных приближений в расчетах скоростей сложных процессов	4
7	Расчеты по уравнениям сложных химических процессов, определение и понижение порядков реакций	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	40
2	Подготовка к практическим занятиям	35
3	Подготовка презентаций	15
4	Проработка разделов теоретического материала	15

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Написание курсового проекта и подготовка презентаций. Курсовой проект предназначен для усвоения содержания дисциплины путем сбора дополнительных литературных данных по той или иной теме и, в отдельных случаях, выполнения эксперимента. Курсовой проект предназначен для усвоения содержания дисциплины путем сбора дополнительных литературных данных по той или иной теме и, в отдельных случаях, при выполнении эксперимента. Курсовой проект выполняется по темам, самостоятельно выбранным студентами из числа тем, предложенным преподавателем, а также по темам научной работы кафедры и научных отделов ФТИ.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Методические указания для обучающихся по практическим работам:

Практические (семинарские) занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

Практические занятия (семинары) имеют целью закрепления знаний, полученных на лекциях. Все практические занятия дисциплины проводятся в специализированных аудиториях университета. На первом занятии преподаватель напоминает студентам требования техники безопасности. На практических занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются при изучении специальных дисциплин, а также в

процессе прохождения производственной практики.

Проводя практические занятия по данной дисциплине, предлагается использовать задания, указанные в фонде оценочных средств по данной дисциплине. Для закрепления практических навыков и умений студентам следует по каждой теме выдавать задания на самостоятельную работу, по трудоемкости сходные с задачами, решаемыми в аудитории. Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются аналитические и интеллектуальные умения.

Готовиться к практическому занятию всегда нужно заранее. Подготовка к практическому занятию включает в себя следующее:

- обязательное ознакомление с планом занятия, в котором содержатся основные вопросы, выносимые на обсуждение;
- изучение конспектов лекций, соответствующих разделов учебника, учебного пособия;
- работа с основными терминами (рекомендуется их выучить);
- изучение дополнительной литературы по теме занятия;
- запись возникших во время самостоятельной работы с учебниками и научно-технической литературы вопросов, чтобы затем на семинаре получить на них ответы;
- обращение за консультацией к преподавателю.

Особенностью практического (семинарского) занятия как формы коллективной теоретической работы является возможность равноправного и активного участия каждого студента в обсуждении поставленных вопросов.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

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

Целью самостоятельной работы студентов является внеаудиторное изучение студентами избранных глав термодинамики и кинетики процессов.

Для достижения цели дисциплины в рамках самостоятельной работы решаются следующие задачи - формирование представлений об основах термодинамического и кинетического подходов к изучению материалов и процессов.

Самостоятельная работа включает себя изучение лекционного материала с привлечением учебных пособий, самостоятельное изучение некоторых разделов, подготовку к практическим занятиям, написание курсового проекта, подготовку к экзаменам (Раздел 4.5).

5.1.3 Подготовка к другим видам самостоятельной работы:

5.1.3.1 Подготовка к практическим занятиям заключается в самостоятельном решении задач по темам и в работе с учебниками и дополнительной литературой. При работе с литературой следует вести запись основных положений (конспектировать отдельные разделы, выписывать новые термины и раскрывать их содержание)

5.1.3.2 проработка отдельных разделов теоретического курса заключается в изучении теоретического материала с применением

- собственных конспектов лекций
- основных источников теоретической информации по дисциплине

5.1.3.3 Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа является одной из форм организации учебного процесса, основной частью самостоятельной работы студентов и предусматривает индивидуальную работу студентов с учебной литературой и

первоисточниками. Целью контрольной работы является проверка умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу для выяснения степени усвоения изучаемого материала.

Подготовка заключается в выполнении следующих рекомендаций:

1. Составить список теоретических вопросов, по которым будет проводиться контрольная работа.

2. Выделить основные понятия, определения, закономерности.

3. Выучить формулы и определения

Требования к оформлению контрольной работы:

Работа должна быть аккуратно оформлена, в решении задачи указаны исходные данные и оформлен полный ответ. При решении задач требуется привести весь ход решения и математические преобразования. Последовательность решения не должна оставлять сомнений в авторстве. Каждая страница должна иметь поля для замечаний преподавателя.

На титульном листе работы должны быть указаны:

1. Название кафедры
2. Название дисциплины
3. Название работы
4. Номер варианта контрольной работы
5. Номера всех заданий данного варианта.
6. ФИО студента,
7. Название группы

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 1 | Устный опрос

Описание процедуры.

Описание процедуры:

Знание лекционного материала проверяется на лекциях и практических занятиях во время устного опроса по конкретной теме занятия. Учитывается посещаемость лекций, наличие конспекта, поведение на лекции

Вопросы для контроля:

1. Основные термодинамические понятия и определения.
2. Равновесное и стационарное состояние. Постулат о равновесии.
3. Границы применимости термодинамики.
4. Первый закон термодинамики. Основные формулировки и аналитическое выражение.
5. Внутренняя энергия системы, ее определение и свойства, зависимость от температуры.
6. Теплота и работа как формы передачи энергии. Максимальная работа.
7. Тепловые эффекты химических реакций. Стандартные энтальпии образования.
8. Закон Гесса и следствия из него: расчет теплового эффекта химической реакции.
9. Расчеты выходов химических реакций с помощью констант равновесия.
10. Химическая переменная.
11. Общие условия химического равновесия. Признаки состояния химического равновесия.
12. Химическое равновесие при протекании одной реакции при постоянной температуре. Термодинамика химического равновесия.
13. Закон действующих масс и его термодинамический вывод.

14. Виды констант равновесия и связь между разными константами равновесия.
15. Химические равновесия в неидеальных системах. Активности и коэффициенты активности. Фугитивность и коэффициент фугитивности газов.
16. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа (вывод). Термодинамическое определение химического сродства. Уравнение стандартного (нормального) сродства.
17. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары (изохоры Вант-Гоффа). Интегрирование уравнения изобары реакции для расчета констант равновесия при различных температурах.
18. Управление выходами химических процессов. Принцип Ле Шателье-Брауна.
19. Химические равновесия в гетерогенных системах с образованием и без образования твердых растворов (запись констант равновесия, примеры).
20. Скорость реакции. Кинетические уравнения и методы их изучения. Вид кинетического уравнения.
21. Молекулярность и порядок реакции (стехиометрический и кинетический). Порядок реакции по веществу.
22. Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Аналитические и графические варианты решения
Приемы понижения порядков реакций
23. Кинетический закон действующих масс и принцип независимости реакций, прямая и обратная кинетические задачи.
Кинетическое описание необратимых реакций первого и второго порядка в закрытых системах. Время полупревращения и среднее время жизни исходных молекул.
24. Сложные реакции. Необратимые последовательные реакции первого и второго порядка. Концентрация промежуточного продукта.
25. Обратимая реакция первого порядка и определение ее кинетических параметров. Скорость реакции и химическое сродство
26. Параллельные и конкурирующие реакции первого порядка и определение констант скоростей
27. Методы квазистационарных и квазиравновесных концентраций. Условия применения методов. Вывод уравнения скорости реакции.
28. Температурная зависимость константы скорости реакции. Уравнение Вант-Гоффа – Аррениуса (дифференциальная и интегральная формы)
29. Энергия активации и ее трактовка. Методы расчета энергии активации и предэкспоненциального множителя.

Критерии оценивания.

Отлично

Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;

- в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений;

- знания по предмету демонстрируются на фоне понимания его места в системе данной науки и междисциплинарных связей;

- свободное владение терминологией; полные ответы на дополнительные вопросы;

Хорошо

Дан полный, развернутый ответ на вопрос, показано умение выделять существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи;

- рассказ недостаточно логичен с единичными ошибками в частностях, исправленными студентом с помощью преподавателя;

- ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно полные и четкие;

Удовлетворительно

ответ не полный, с ошибками в деталях, умение раскрыть значение обобщённых знаний не показано, речевое оформление требует поправок, коррекции;

- логика и последовательность изложения имеют

нарушения, студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи;

- студент не ориентируется в терминологии химии наноматериалов, допускает серьезные ошибки;

- студент не может ответить на большую часть дополнительных вопросов.

Неудовлетворительно

ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками;

- присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения, неуверенность в терминологии, студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины, речь неграмотная;

- ответы на дополнительные вопросы неверные или отсутствуют.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-1.1	Проводит анализ научно-технической информации для получения знаний о технологических процессах, оборудовании и свойствах материалов, используемых при производстве объектов микро- и наносистемной техники	Устное собеседование по теоретическим вопросам на экзамене и выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Описание процедуры экзамена

Экзамен проводится в форме устного опроса по билетам с предварительной подготовкой студента. Экзаменатор вправе задавать дополнительные вопросы и давать расчетные задачи по программе данного курса.

Экзаменационные билеты (вопросы) утверждаются на заседании кафедры и подписываются заведующим кафедрой не позднее, чем за две недели до начала экзаменационной сессии.

При выставлении оценки экзаменатор учитывает:

- знание фактического материала по программе, в том числе; знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса, а также истории науки;
- степень активности студента на семинарских занятиях;

- логику, структуру, стиль ответа; культуру речи, манеру общения; готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение приложить теорию к практике, решить задачи;
- наличие пропусков семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам.

Пример задания:

Пример билета

Министерство науки и высшего образования РФ Иркутский национальный исследовательский технический университет

Экзаменационный билет №1

по дисциплине Избранные главы термодинамики и кинетики

«__» _____ 2020 г. № _____

Направление 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

664074 г. Иркутск, Лермонтова, 83

1. Основные понятия и определения химической термодинамики. Система, типы систем, среда, термодинамические параметры и переменные, переменные, выражающие количественный состав системы
2. Феноменологическая кинетика. Скорость химической реакции как фундаментальное_

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Отлично Владеет основным понятийным аппаратом и знает основные законы химической термодинамики, знает основные законы, понимает условия их применения и имеющиеся ограничения; владеет навыками комплексного использования законов термодинамики, в том числе имеет целостное представление о способах использования математического	Хорошо Владеет основным понятийным аппаратом химической термодинамики, знает основные законы, понимает их сущность, владеет навыками комплексного использования законов термодинамики и математического аппарата при решении стандартных задач в области применения равновесной термодинамики; Владеет термодинамически	Удовлетворительно Не полностью владеет понятийным аппаратом химической термодинамики, знает основные законы, может привести отдельные примеры использования этих закономерностей при решении конкретных практических задач, но допускает неточности в формулировках. Умеет решать типовые задачи по термодинамике.	Неудовлетворительно Обучающийся обнаруживает незнание большей части понятийного аппарата дисциплины, допускает ошибки в формулировке определений и законов, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Не умеет решать типовые задачи по термодинамике

<p>аппарата при решении различных задач в области химической термодинамики; Умеет обобщать результаты изучения физико-химических свойств веществ и предлагать их интерпретацию с учетом теоретического аппарата физической химии.</p>	<p>м подходом для решения практических задач, навыками решения численных и графических задач по термодинамике;</p>		
---	--	--	--

6.2.2.2 Семестр 1, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Курсовой проект - самостоятельная письменная работа, направленная на творческое освоение профильной профессиональной дисциплины «Избранные главы термодинамики и кинетики» и выработку соответствующих профессиональных компетенций. Объем курсового проекта может достигать 15-20 страниц; время, отводимое на ее написание – от 1-2 месяцев.

Курсовой проект может иметь различную творческую направленность. При написании курсового проекта студент должен полностью раскрыть выбранную тему, соблюсти логику изложения материала, показать умение делать обобщения и выводы.

Написание курсового проекта – это систематизированное изложение студентом основных сведений по теме, отражающее его понимание определенных научных проблем

Выполненный курсовой проект состоит из следующих разделов

- Содержание или оглавление
- Введение, в котором обосновывается актуальность темы, приводятся сведения о разработанности проблемы
- Теоретическая часть (включает краткий обзор литературы по исследуемому вопросу, если курсовая работа выполняется по научным темам кафедры или научных отделов ФТИ),
- Изложение результатов (отработка методики и выполнение эксперимента, соответствующие расчеты, анализ и обсуждение полученных результатов, если курсовая работа выполняется по научным темам кафедры или научных отделов ФТИ)
- Выводы
- Список использованной литературы

Пример задания:

В качестве задания на курсовой проект каждому студенту предлагаются темы из перечня:
№пп Темы курсовых проектов по дисциплине «Физикохимия наносистем и поверхностных явлений» Форма отчета по работе

- 1 Магнитные свойства наноразмерных коллоидных частиц переходных металлов
Отчет, устная защита с презентацией
- 2 Методы изготовления штампов для наноимпринтной литографии Отчет, устная защита с презентацией
- 3 Наноструктурированные полимерные системы – реакторы для синтеза наночастиц
Отчет, устная защита с презентацией
- 4 Фотохимический синтез наночастиц золота с контролем их размера Отчет, устная защита с презентацией
- 5 Размерные эффекты и межкластерные взаимодействия в наносистемах Отчет, устная защита с презентацией
- 6 Оптические и электронные свойства коллоидных кластеров Отчет, устная защита с презентацией
- 7 Защитные поверхности на основе нанопленок Отчет, устная защита с презентацией
- 8 Наноструктуры и поверхностные явления Отчет, устная защита с презентацией
- 9 Электропроводимость наноструктур. Устройства на основе наноструктур Отчет, устная защита с презентацией
- 10 Синтез и физико-химические методы изучения наночастиц типа ядро-оболочка
Отчет, устная защита с презентацией
- 11 Методы синтеза металлических наночастиц меди Отчет, устная защита с презентацией
- 12 Неорганические тубулярные структуры Отчет, устная защита с презентацией
- 13 Влияние природы растворителя и стабилизатора на форму и размер наночастиц при химическом синтезе Отчет, устная защита с презентацией
- 14 Самосборка в наносистемах как метод синтеза материалов Отчет, устная защита с презентацией
- 15 Механические свойства наноструктур Отчет, устная защита с презентацией
- 16 Транзисторы на основе одностенных углеродных нанотрубок (SWNT транзисторы)
Отчет, устная защита с презентацией
- 17 Полупроводниковые наноструктуры и наноустройства Отчет, устная защита с презентацией
- 18 Магнитные жидкости на основе металлов и их оксидов – нанодисперсные системы. Получение и применение Отчет, устная защита с презентацией
- 19 Свойства и применение фуллеренов и структур на их основе Отчет, устная защита с презентацией
- 20 Автоэмиссионные свойства одномерных Si наноструктур Отчет, устная защита с презентацией
- 21 Диссипативные структуры Отчет, устная защита с презентацией
- 22 Материалы для бионанотехнологии Отчет, устная защита с презентацией

- Курсовой проект должен быть представлен на кафедру в виде рукописи и оформлен согласно требованиям СТО ИРНИТУ;
 - должен быть защищен студентом в виде устного доклада (презентация)
- Написание курсового проекта – это систематизированное изложение студентом основных сведений по теме, отражающее его понимание определенных научных проблем.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать с научной и справочной литературой; - собирать и систематизировать практический материал; - логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы; - пользоваться глобальными информационными ресурсами; - способен создать содержательную презентацию выполненной работы 	<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать с научными источниками, справочной литературой; - собирать и систематизировать практический материал; - допускает логические ошибки при изложении умозаключений и выводов, самостоятельно способен их исправить; - способен создать презентацию выполненного проекта 	<p>Работает с научными источниками, справочной литературой;</p> <ul style="list-style-type: none"> - собирает практический материал; - допускает логические ошибки при изложении умозаключений и выводов; - способен создать презентацию выполненной работы, имеются содержательностью 	<p>Неубедительны результаты работы с научной и справочной литературой;</p> <p>Допускает серьезные логические ошибки и не уверен при изложении результатов и выводов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - представленная презентация не полностью раскрывает содержание выполненного проекта

7 Основная учебная литература

1. Стромберг А. Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко, 2009. - 526.
2. Ипполитов Е. Г. Физическая химия : учеб. для вузов по специальности 032300 "Химия" / Е. Г. Ипполитов, А. В. Артемов, В. В. Батраков, 2005. - 447.
3. Киселева Е. В. Сборник примеров и задач по физической химии : для высш. и сред. спец. образования хим.-технол. вузов / Е. В. Киселева, Г. С. Каретников, И. В. Кудряшов; под ред. И. В. Кудряшова, 2008. - 452.
4. Ниндакова Л. О. Основы химической термодинамики : учебное пособие по направлениям подготовки "Нанотехнологии и микросистемная техника", "Инфокоммуникационные системы", "Радиотехника" / Л. О. Ниндакова, Н. М. Бадырова, 2018. - 91.
5. Бадырова Н. М. Кинетика гомогенных процессов : учебное пособие / Н. М. Бадырова, Л. О. Ниндакова, 2024. - 146.
6. Кудряшева Н. С. Физическая химия : учебник для бакалавров / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева, 2012. - 340.

7. Борщевский. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебник в 2 томах. Т. 2 : Статистическая термодинамика, 2019. - [383].

8. Борщевский. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебник в 2 томах. Т. 1 : Общая и химическая термодинамика, 2019. - [606].

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Эткинс. Физическая химия Равновесная термодинамика, 2007. - 494.

2. Салем Р. Р. Физическая химия / Р. Р. Салем, 2004. - 326.

3. Физическая химия : [Учеб. для вузов]: В 2кн. Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев, В. Н. Васильева, 2001. - 511.

4. Физическая химия : [Учеб. для вузов]: В 2кн. Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев, В. Н. Васильева, 2001. - 318.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>

2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>

2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение

2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ

3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.