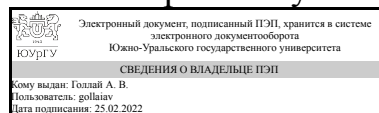


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



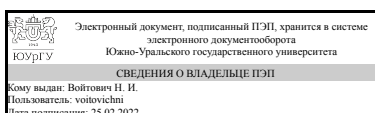
А. В. Голлой

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.16 Физико-химические основы технологии РЭС
для направления 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Конструирование и производство радиоаппаратуры**

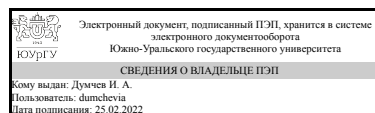
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 928

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



Н. И. Войтович

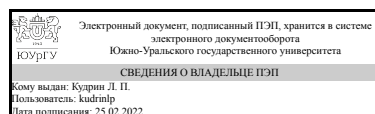
Разработчик программы,
старший преподаватель



И. А. Думчев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления
к.техн.н., доц.



Л. П. Кудрин

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов теоретического фундамента по технологии изделий микроэлектроники и технологии производства ЭС, развитие современного физико-химического мышления, помогающего им овладеть последующими технологическими дисциплинами, а также квалифицированно решать разнообразные технические, технологические и исследовательские задачи, возникающие при конструировании, производстве и эксплуатации ЭС, включая обеспечение надежности.

Краткое содержание дисциплины

Краткое содержание: - изучение физических, химических и физико-химических законов и явлений, лежащих в основе технологических процессов, используемые при производстве и эксплуатации ЭС, в том числе элементной базы и несущих конструкций; - изучение основных постулатов термодинамики, фазового равновесия; - приобретение навыков решения типовых расчетных задач; - формирование представления о перспективах развития технологических процессов и о новых физико-химических явлениях, которые могут быть использованы для создания новых технологических процессов; - формирование представления о принципах, методах и оборудовании для управления и контроля технологических процессов и свойств материалов, технологических и конструкционных структур элементов ЭС.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-11 Способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знает: основные термины и определения по технологии изделий микроэлектроники и технологии производства электронных систем. Умеет: решать разнообразные технические, технологические и исследовательские задачи, возникающие при конструировании, производстве и эксплуатации электронных систем. Имеет практический опыт: представлениями о перспективах развития технологических процессов и о новых физико-химических явлениях, которые могут быть использованы для создания новых технологических процессов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.17 Физические основы наноэлектроники, 1.Ф.04 Техническая электродинамика	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.Ф.04 Техническая электродинамика	<p>Знает: знать уравнения электродинамики, основные классы линий передачи СВЧ диапазона и структуру электромагнитных полей, основные характеристики элементарных излучателей, знать направляющие системы и направляемые волны, однородные уравнения Гельмгольца, объёмные резонаторы, линии конечной длины, проблему согласования и методы её решения, возбуждение волн в линиях передачи, тройники, мосты</p> <p>Умеет: знать уравнения электродинамики, основные классы линий передачи СВЧ диапазона и структуру электромагнитных полей, основные характеристики элементарных излучателей, уметь анализировать структуру электромагнитного поля в линиях передачи, рассчитывать скорость распространения, волновое сопротивление, коэффициент стоячей волны, узкополосное согласование линии передачи с нагрузкой</p> <p>Имеет практический опыт: компьютерного моделирования распределений собственных волн СВЧ волноводов и резонаторов, экспериментальных исследований СВЧ устройств, вычислять основные характеристики линий передачи, согласования линий передач с нагрузкой</p>
1.Ф.17 Физические основы наноэлектроники	<p>Знает: основные положения, законы и методы естественных наук, тенденции развития микро- и наноэлектроники, естественнонаучную сущность физических проблем, возникающих при анализе полупроводниковых микро- и наноэлектронных приборов.</p> <p>Умеет: представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира, находить и анализировать информацию о микро- и наноэлектронных устройствах; пользоваться монографической и периодической научно-технической литературой, привлекать для решения адекватный по сложности физико-математический аппарат и применять физические модели для микро- и наноэлектронных приборов.</p> <p>Имеет практический опыт: работы с информационными системами, физико-математическим аппаратом и физическими моделями микро- и наноэлектронных устройств, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих при анализе физических процессов в микро- и наноэлектронных приборах, привлекать для их решения адекватный физико-математический</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
1. Освоение материала, изучаемого на лекциях	18	18	
3. Подготовка к экзамену	9,5	9,5	
2. Подготовка к практическим и семинарским занятиям	24	24	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Роль и место физико-химических процессов и явлений при проектировании, производстве и эксплуатации радиоэлектронно-вычислительной аппаратуры.	6	6	0	0
2	Химическая термодинамика технологических процессов производства РЭА.	12	6	6	0
3	Фазовое равновесие. Диаграммы состояния. Основы термодинамики растворов. Кинетика технологических процессов.	20	14	6	0
4	Электрохимические процессы в технологии и конструкциях РЭА.	10	6	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные принципы и структурные схемы классификации физико-химических явлений и электрофизических свойств исходных материалов и структур несущих конструкций, элементов и функциональных узлов РЭА.	2
2	1	Технико-экономические аспекты производства микроэлектронной	2

		аппаратуры на основе новых материалов, технологических процессов и физико-химических явлений в свете директивных решений.	
3	1	Методологическое значение цикла взаимного перехода качественных и количественных изменений для развития проблем научного поиска, повышения эффективности производства и качества РЭА.	2
4	2	Первый закон термодинамики. Основные термодинамические понятия. Равновесны и неравновесные процессы и их проявление в технологии производства РЭА. Внутренняя энергия энтальпия и температурная зависимость и роль в устойчивости процессов и стабильности параметров МЭА.	2
5	2	Второй закон термодинамики. Энтропия. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Энтропия и вероятность, статистический характер второго закона.	2
6	2	Характеристические функции, термодинамические потенциалы, их изменение в изотермических условиях. Химический потенциал и критерий фазового равновесия. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.	2
7	3	Химическое равновесие. Гомогенное химическое равновесие в смеси идеальных газов. Закон действующих масс. Основные уравнения и зависимость константы равновесия от температуры и давления, применение в микроэлектронной технологии. Фазовые равновесия в гетерогенных системах, их классификация, основные правила и уравнения.	2
8	3	Равновесия в однокомпонентных и многокомпонентных системах. Физико-химический анализ как метод научного исследования и обеспечения качества и эффективности производства РЭА. Диаграммы состояния различных систем и их роль при проектировании технологических процессов.	2
9	3	Термодинамика растворов. Основы термодинамики растворов и неравновесных систем. Классификация растворов и их применение в микроэлектронной технологии. Состояния и стадии эволюции неравновесных систем, их проявление и влияние на стабильность производства и эксплуатации РЭА. Необратимые процессы и надежность.	2
10	3	Формальная кинетика. Основные положения и понятия химической кинетики. Кинетические уравнения реакций разных порядков, обратимые, параллельные и последовательные реакции в технологии эпитаксиальных структур. Влияние температуры на скорость химических реакций в микроэлектронике.	2
11	3	Цепные реакции. Цепные и фотохимические реакции, их кинетика и применение при формировании конфигурации элементов микросхем.	2
12	3	Кинетика гетерогенных процессов. Особенности гетерогенных процессов. Растворение твердых тел и газов в жидкости, Закономерности образования новых фаз. Особенности и классификация каталитических процессов. Гомогенный, кислотно-основной и гетерогенный катализ, кинетика и их проявление в структурах микросхем.	2
13	3	Поверхностные явления. Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз. Адсорбция, абсорбция. Физическая и химическая адсорбция. Термодинамическое равновесие поверхностного слоя с объемными фазами. Скорость, время и величина адсорбции. Физические модели. Капиллярные явления. Смачивание, поверхностное натяжение и их роль в технологии и обеспечении качества РЭА. Кинетика поверхностных химических реакций и их природа.	2
14	4	Основы учения об электролитах. Электролитическая диссоциация и количественная теория сильных электролитов. Твердые, жидкие, и газообразные электролиты и их характеристика для процессов гальванического наращивания, электрохимического и ионно-плазменного анодирования. Растворяющие и нерастворяющие электролиты в технологии	2

		гальванических покрытий.	
15	4	Термодинамика электрохимических систем. Скачки потенциалов и ЭДС, строение двойного электрического слоя. Системы с термодинамическими характеристиками реакции в технологических процессах производства РЭА.	2
16	4	Типы электродов и электрохимических цепей. Явления на границе раздела металл-электролит. Емкость двойного электрического слоя и электрокинетические явления. Проблемы экстрополяции теоретических концепций электрохимии на качество пленочных структур.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-3	2	Основы термодинамики. Термохимия. Решение типовых задач.	6
4	3	Фазовое равновесие. Анализ диаграмм состояния однокомпонентных и двухкомпонентных систем.	2
5-6	3	Семинарские занятия. Выступления студентов с подготовленными докладами-презентациями по выбранной теме	4
7-8	4	Семинарские занятия. Выступления студентов с подготовленными докладами-презентациями по выбранной теме	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
1. Освоение материала, изучаемого на лекциях	1. Физическая химия Кн. 1 Строение вещества. Термодинамика Учеб. для вузов: В 2 кн. К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; Под ред. К. С. Краснова. - 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2001. - 512,[1] с. ил. 2. Степаненко, И. П. Основы микроэлектроники Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд. - М.; СПб.: Лаборатория Базовых Знаний: Невский Диалект: Физматли, 2001. - 488 с. ил. 3. Собко, С. А. Физика электронных и ионных процессов [Текст] учеб. пособие С. А.Собко, В. М. Березин, Н. С. Забейворота ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология приборостроения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 32, [3] с. 4. Основы химической термодинамики к курсу физической химии: учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2011. — 218 с. —	6	18

	Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/73353 — Загл. с экрана.		
3. Подготовка к экзамену	<p>1. Физическая химия Кн. 1 Структура вещества. Термодинамика Учеб. для вузов: В 2 кн. К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; Под ред. К. С. Краснова. - 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2001. - 512,[1] с. ил. 2. Степаненко, И. П. Основы микроэлектроники Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд. - М.; СПб.: Лаборатория Базовых Знаний: Невский Диалект: Физматли, 2001. - 488 с. ил. 3. Гаврилов, С. А. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 210100 "Электроника и микроэлектроника" и др. С. А. Гаврилов, А. Н. Белов. - М.: Высшее образование, 2009. - 257 с. ил. 4. Собко, С. А. Физика электронных и ионных процессов [Текст] учеб. пособие С. А.Собко, В. М. Березин, Н. С. Забейворота ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология приборостроения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 32, [3] с. 5. Основы химической термодинамики к курсу физической химии: учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2011. — 218 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/73353 — Загл. с экрана.</p>	6	9,5
2. Подготовка к практическим и семинарским занятиям	<p>1. Кузнецов, Ю. С. Физическая химия [Текст] Ч. 2 Фазовые равновесия, термодинамика растворов, электрохимия учеб. пособие Ю. С. Кузнецов и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008 2. Гаврилов, С. А. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 210100 "Электроника и микроэлектроника" и др. С. А. Гаврилов, А. Н. Белов. - М.: Высшее образование, 2009. - 257 с. ил. 3. Коледов, Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок [Текст] учебник для вузов по спец."Конструирование и технология электронных вычисл. средств и "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" Л. А. Коледов. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 400 с. ил. 4. Основы</p>	6	24

	химической термодинамики к курсу физической химии: учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2011. — 218 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/73353 — Загл. с экрана. 5. Физическая химия [Текст] сб. упражнений и задач по направлению 150400 "Металлургия" В. И. Антоненко и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. физ. химии ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 444, [1] с. ил. электрон. верси		
--	---	--	--

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Контрольная работа № 1	1	5	<p>Контрольная работа по лекционной части курса проводится во второй половине семестра. Обучающимся предлагается в развернутой форме дать письменные ответы на 3 вопроса.</p> <p>Баллы при оценке результатов контрольной работы начисляются на основе следующих критериев:</p> <ul style="list-style-type: none"> - студент не проходил данное контрольное мероприятие - 0 баллов; - студентом приведены лишь попытки ответов на отдельные вопросы (вопрос) - 1 балл; - студентом приведены ответы на вопросы, но нет корректного и верного ответа ни на один из вопросов - 2 балла; - студентом приведен корректный и полный ответ на один из трех вопросов – 3 балла; - студентом приведены корректные и полные ответы на два из трех вопросов – 4 балла; - студентом приведены корректные и полные ответы на 3 вопроса - 5 баллов. <p>Весовой коэффициент данного контрольного мероприятия – 1.</p> <p>Контрольное мероприятие выполнено</p>	экзамен

						<p>положительно, если рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Контрольное мероприятие не выполнено, если обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p> <p>В приложении приведены вопросы контрольной работы.</p>	
2	6	Текущий контроль	Контрольная работа № 2: решение типовых задач	1	5	<p>Контрольное работа проводится по окончании изучения разделов 1-2 дисциплины. Обучающимся предлагается на самостоятельное решение ряд типовых задач по теме "Термохимия".</p> <p>Баллы при оценке результатов начисляются на основе следующих критериев:</p> <ul style="list-style-type: none"> - студент не проходил данное контрольное мероприятие - 0 баллов; - студентом верно решена 1 задача - 1 балл; - студентом верно решены 2 задачи - 2 балла; - студентом верно решены 3 задачи - 3 балла; - студентом верно решены 4 задачи - 4 балла; - студентом верно решены 5 задач - 5 баллов. <p>Весовой коэффициент данного контрольного мероприятия – 1.</p> <p>Контрольное мероприятие выполнено положительно, если рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Контрольное мероприятие не выполнено, если обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p> <p>В приложении приведены примеры типовых контрольных задач.</p>	экзамен
3	6	Текущий контроль	Доклад-презентация на заданную тему	1	5	<p>Баллы при оценке результатов выступления с докладом-презентацией начисляются следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 баллов - доклад не сделан даже по окончании семестра; 1 балл - доклад сделан вне семестра, много замечаний по содержанию и оформлению; 2 балла - презентация выполнена корректно, но доклад сделан вне семестра; 3 балла - доклад сделан в течение семестра, но презентация 	экзамен

					<p>неинформативная (мало иллюстраций, ролики не соответствуют теме), допущены ошибки в изложении доклада, ответы на вопросы неверные, презентация возвращалась на доработку;</p> <p>4 балла - доклад сделан в течение семестра, презентация оформлена с небольшими замечаниями, ответы на вопросы даны с недочетами/неточностями;</p> <p>5 баллов - доклад сделан в течение семестра, презентация оформлена с хорошим объемом иллюстраций, роликов, ясно и четко изложена, ответы на вопросы даны верные.</p> <p>Тема доклада выбирается студентом из предложенного преподавателем перечня. Допускается сформулировать свою тему, соответствующую содержанию дисциплины. При большом количестве студентов в группе (25 и более) 1 тема дается двум студентам. В случае доклада-презентации темы парой докладчиков оценивается работа каждого докладчика из пары. Весовой коэффициент данного контрольного мероприятия – 1. Контрольное мероприятие выполнено положительно, если рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Контрольное мероприятие не выполнено, если обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p> <p>В приложении приведен перечень индивидуальных заданий (тем) для докладов-презентаций.</p>		
4	6	Текущий контроль	Подготовка отчета по теме доклада на практическом занятии	1	5	<p>Отчет сдается после доклада на практическом занятии и оформляется с учетом возможных замечаний к содержанию доклада по выбранной теме.</p> <p>Баллы при оценке результатов выполнения отчета начисляются следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> - студентом не пройдено контрольное мероприятие - 0 баллов; - задание в целом не выполнено, студентом представлены отдельные разделы отчета, оформление отсутствует - 1 балл; - представлен отчет, содержание не соответствует выбранной теме - 2 балла; 	экзамен

					<p>- представлен отчет, есть ошибки по содержанию темы, замечания к докладу не учтены - 3 балла;</p> <p>- представлен отчет, содержание соответствует выбранной теме, имеются ошибки/недочеты в оформлении - 4 балла;</p> <p>- представлен отчет, содержание соответствует выбранной теме, оформление в соответствии с требованиями - 5 баллов.</p> <p>Весовой коэффициент данного контрольного мероприятия – 1. Контрольное мероприятие выполнено положительно, если рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Контрольное мероприятие не выполнено, если рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p> <p>В Приложении приведены шаблон отчета и правила оформления.</p>		
5	6	Промежуточная аттестация	Экзамен по курсу	-	5	<p>Экзамен вправе сдавать обучающиеся, имеющие положительный рейтинг по результатам текущего контроля в семестре. На экзамене предлагается билет с тремя вопросами. После 1 часа подготовки дается устный ответ преподавателю.</p> <p>При оценке результатов баллы начисляются следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> - студент не сдавал экзамен/отказался отвечать на вопросы билета - 0 баллов; - студентом приведены попытки ответов на отдельные вопросы (вопрос) - 1 балл; - студентом приведены ответы на вопросы, но нет корректного и верного ответа ни на один из вопросов - 2 балла; - студентом приведен верный ответ на один вопрос – 3 балла; - студентом приведены верные ответы на два вопроса – 4 балла; - студентом приведены верные ответы на 3 вопроса - 5 баллов. <p>Весовой коэффициент данного контрольного мероприятия – 1. Контрольное мероприятие выполнено положительно, если рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Контрольное мероприятие не выполнено, если рейтинг обучающегося</p>	экзамен

					за мероприятие менее 60 %.	
					В приложении приведен перечень вопросов, вынесенных на экзамен.	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности студентов по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточную аттестацию. Критерии оценивания: "Неудовлетворительно" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59%; "Удовлетворительно" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; "Хорошо" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %; "Отлично" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-11	Знает: основные термины и определения по технологии изделий микроэлектроники и технологии производства электронных систем.	+	+	+	+	+
ПК-11	Умеет: решать разнообразные технические, технологические и исследовательские задачи, возникающие при конструировании, производстве и эксплуатации электронных систем.	+	+	+	+	+
ПК-11	Имеет практический опыт: представлениями о перспективах развития технологических процессов и о новых физико-химических явлениях, которые могут быть использованы для создания новых технологических процессов				+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Физическая химия Кн. 1 Строение вещества. Термодинамика Учеб. для вузов: В 2 кн. К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; Под ред. К. С. Краснова. - 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2001. - 512,[1] с. ил.
2. Кузнецов, Ю. С. Физическая химия [Текст] Ч. 2 Фазовые равновесия, термодинамика растворов, электрохимия учеб. пособие Ю. С. Кузнецов и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008
3. Степаненко, И. П. Основы микроэлектроники Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд. - М.; СПб.: Лаборатория Базовых Знаний: Невский Диалект: Физматли, 2001. - 488 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Барыбин, А. А. Физико-технологические основы электроники А. А. Барыбин, В. Г. Сидоров. - СПб.: Лань, 2001. - 268 с.
2. Гаврилов, С. А. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 210100 "Электроника и микроэлектроника" и др. С. А. Гаврилов, А. Н. Белов. - М.: Высшее образование, 2009. - 257 с. ил.
3. Коледов, Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок [Текст] учебник для вузов по спец."Конструирование и технология электронных вычисл. средств и "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" Л. А. Коледов. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 400 с. ил.
4. Собко, С. А. Физика электронных и ионных процессов [Текст] учеб. пособие С. А.Собко, В. М. Березин, Н. С. Забейворота ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология приборостроения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 32, [3] с.
5. Физическая химия [Текст] сб. упражнений и задач по направлению 150400 "Металлургия" В. И. Антоненко и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. физ. химии ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 444, [1] с. ил. электрон. версия

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*
Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Физическая химия [Текст] сб. упражнений и задач по направлению 150400 "Металлургия" В. И. Антоненко и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. физ. химии ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 444, [1] с. ил. электрон. верси

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Физическая химия [Текст] сб. упражнений и задач по направлению 150400 "Металлургия" В. И. Антоненко и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. физ. химии ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 444, [1] с. ил. электрон. верси

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы химической термодинамики к курсу физической химии: учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2011. — 218 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/73353 — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено