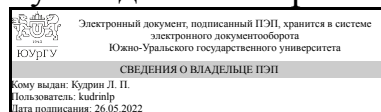


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



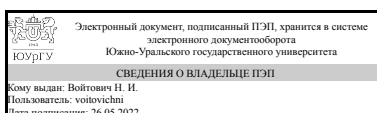
Л. П. Кудрин

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

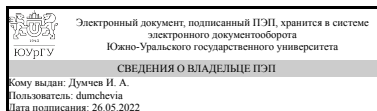
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 928

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



Н. И. Войтович

Разработчик программы,
старший преподаватель



И. А. Думчев

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 овладевать 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 нанoeлектроники, 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	Знает: 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, знать уравнения электродинамики, основные классы линий передачи СВЧ диапазона и структуру электромагнитных полей, основные характеристики элементарных излучателей Умеет: уметь анализировать структуру электромагнитного поля в линиях передачи, рассчитывать скорость распространения, волновое сопротивление, коэффициент стоячей волны, узкополосное согласование линии передачи с нагрузкой, знать уравнения электродинамики, основные классы линий передачи СВЧ диапазона и структуру электромагнитных полей, основные характеристики элементарных излучателей Имеет практический опыт: вычислять основные характеристики линий передачи, согласования линий передач с нагрузкой, компьютерного моделирования распределений собственных волн СВЧ волноводов и резонаторов, экспериментальных исследований СВЧ устройств
1.Ф.17 Физические основы нанoeлектроники	Знает: естественнонаучную сущность физических проблем, возникающих при анализе полупроводниковых микро- и нанoeлектронных приборов., основные положения, законы и методы естественных наук, тенденции развития микро- и нанoeлектроники Умеет: привлекать для решения адекватный по сложности физико-математический аппарат и применять физические модели для микро- и нанoeлектронных приборов., представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира, находить и анализировать информацию о микро- и нанoeлектронных устройствах; пользоваться монографической и периодической научно-технической литературой Имеет практический опыт: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих при анализе физических процессов в микро- и нанoeлектронных приборах, привлекать для их решения адекватный физико-математический аппарат и информационные технологии, работы с информационными системами, физико-

	математическим аппаратом и физическими моделями микро- и нанoeлектронных устройств
--	--

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	
2. Подготовка к практическим и семинарским занятиям	24	24
3. Подготовка к экзамену	9,5	9,5
1. Освоение материала, изучаемого на лекциях	18	18
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 аппаратуры на основе новых материалов, технологических процессов и физико-химических явлений в свете директивных решений.	2
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 плавила 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 воияние 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 катализы, 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. Термодинами-ческое равновесие поверхностного слоя с объемными фазами. Скорость, время и величина адсорбции. Физические модели. Капиллярные явления. Смачивание, поверхностное натяжение и их роль в техноло-гии 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	2

		анодирования. Растворяющие и нерастворяющие электролиты в технологии 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 экстраполяции 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
2. Подготовка к практическим и семинарским занятиям	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. 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. 3. Основы химической термодинамики к курсу физической химии: учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2011. — 218 с. — Режим доступа:	6	24

	http://e.lanbook.com/book/73353 — Загл. с экрана. 4. 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 5. Марголин, В. И. Физические основы микроэлектроники [Текст] учебник для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" направления "Проектирование и технология электрон. средств" В. И. Марголин, В. А. Жабрев, В. А. Тупик. - М.: Академия, 2008. - 398, [1] с. ил. 22 см.		
3. Подготовка к экзамену	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. Марголин, В. И. Физические основы микроэлектроники [Текст] учебник для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" направления "Проектирование и технология электрон. средств" В. И. Марголин, В. А. Жабрев, В. А. Тупик. - М.: Академия, 2008. - 398, [1] с. ил. 22 см. 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.	6	9,5
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	6	18

	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. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/73353 — Загл. с экрана.		
--	--	--	--

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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	Контрольная работа по лекционной части курса проводится во второй половине семестра. Обучающимся предлагается в развернутой форме дать письменные ответы на 3 вопроса. Баллы при оценке результатов контрольной работы начисляются на основе следующих критериев: - 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;	экзамен

					- студентом приведены корректные и полные ответы на 3 вопроса - 5 баллов. Весовой коэффициент данного контрольного мероприятия – 1. Контрольное мероприятие выполнено положительно, если рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Контрольное мероприятие не выполнено, если обучающегося за мероприятие менее 60 %. В приложении приведены вопросы контрольной работы.	
2	6	Текущий контроль	Контрольная работа № 2: решение типовых задач	1	5 Контрольное работа проводится по окончании изучения разделов 1-2 дисциплины. Обучающимся предлагается на самостоятельное решение ряд типовых задач по разделу «Основы термодинамики. Термохимия». Баллы при оценке результатов начисляются на основе следующих критериев: - 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. Весовой коэффициент данного контрольного мероприятия – 1. Контрольное мероприятие выполнено положительно, если рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Контрольное мероприятие не выполнено, если обучающегося за мероприятие менее 60 %. В приложении приведены примеры типовых контрольных задач.	экзамен
3	6	Текущий контроль	Доклад-презентация на заданную тему	1	5 Баллы при оценке результатов выступления с докладом-презентацией начисляются следующим образом: 0 баллов - доклад не сделан даже по окончании семестра; 1 балл - доклад сделан вне семестра, много замечаний по содержанию и	экзамен

					оформлению; 2 балла - презентация выполнена корректно, но доклад сделан вне семестра; 3 балла - доклад сделан в течение семестра, но презентация неинформативная (мало иллюстраций, ролики не соответствуют теме), допущены ошибки в изложении доклада, ответы на вопросы неверные, презентация возвращалась на доработку; 4 балла - доклад сделан в течение семестра, презентация оформлена с небольшими замечаниями, ответы на вопросы даны с недочетами/неточностями; 5 баллов - доклад сделан в течение семестра, презентация оформлена с хорошим объемом иллюстраций, роликов, ясно и четко изложена, ответы на вопросы даны верные. 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 %. Контрольное мероприятие не выполнено, если обучающегося за мероприятие менее 60 %. В приложении приведен перечень индивидуальных заданий (тем) для докладов-презентаций.	
4	6	Текущий контроль	Подготовка отчета по теме доклада на практическом занятии	1	5 Отчет сдается после доклада на практическом занятии и оформляется с учетом возможных замечаний к содержанию доклада по выбранной теме. Баллы при оценке результатов выполнения отчета начисляются следующим образом: - студентом не пройдено контрольное мероприятие - 0 баллов;	экзамен

					- задание в целом не выполнено, студентом представлены отдельные разделы отчета, оформление отсутствует - 1 балл; - представлен отчет, содержание не соответствует выбранной теме - 2 балла; - представлен отчет, есть ошибки по содержанию темы, замечания к докладу не учтены - 3 балла; - представлен отчет, содержание соответствует выбранной теме, имеются ошибки/недочеты в оформлении - 4 балла; - представлен отчет, содержание соответствует выбранной теме, оформление в соответствии с требованиями - 5 баллов. 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 %. В Приложении приведены шаблон отчета и правила оформления.	
5	6	Промежуточная аттестация	Экзамен по курсу	- 5	Экзамен проводится в период экзаменационной сессии. На экзамене предлагается билет, содержащий три вопроса. После 1 часа подготовки дается устный ответ преподавателю. При оценке результатов баллы начисляются следующим образом: - 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. Весовой коэффициент данного контрольного мероприятия – 1. Контрольное мероприятие выполнено положительно, если рейтинг	экзамен

					обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Контрольное мероприятие не выполнено, если рейтинг обучающегося 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 основании оценок, полученных по контрольно-рейтинговым мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации. Критерии оценивания и перевода величины рейтинга по дисциплине в оценку: "неудовлетворительно" - рейтинг студента по дисциплине 0...59 %; "удовлетворительно" - рейтинг студента по дисциплине 60...74 %; "хорошо" - рейтинг студента по дисциплине 75...84 %; "отлично" - рейтинг студента по дисциплине 85...100 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

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			++	++	++

Типовые контрольные задания по каждому 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. 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.
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. 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
5. Марголин, В. И. Физические основы микроэлектроники [Текст] учебник для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" направления "Проектирование и технология электрон. средств" В. И. Марголин, В. А. Жабрев, В. А. Тупик. - М.: Академия, 2008. - 398, [1] с. ил. 22 см.

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	Основы химической термодинамики к курсу физической химии: учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2011. — 218 с.

	издательства Лань	— 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

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	1012 (3б)	Мультимедийное оборудование
Практические занятия и семинары	1010 (3б)	Мультимедийное оборудование