

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Институт электронной техники и машиностроения
Кафедра «Электронные приборы и устройства»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине
«Б.1.3.6.2 Физика твердого тела»

11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» (ЭЛНЭ)
Профиль - Электронные приборы и устройства

форма обучения – очная;
курс – 2;
семестр – 4;
зачетных единиц – 6;
часов в неделю – 4;
всего часов – 216;
в том числе:
лекции –28;
коллоквиумы –8;
практические занятия –36;
самостоятельная работа – 144;
экзамен – 4 семестр.

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: Формирование физических представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела для применения этих знаний при работе в различных областях науки и техники.

В курсе изучаются основы физики твердого тела, рассматриваются упругие, тепловые, электрические и магнитные свойства идеальных и реальных (с дефектами) кристаллических твердых тел (металлов, диэлектриков, полупроводников, магнетиков) с учетом структуры, симметрии и типов химических связей в них, базовые приложения различных эффектов и свойств, методы расчета параметров и моделирования твердотельных устройств и материалов для практических применений.

Задачи изучения дисциплины: студенты, изучившие курс должны иметь системное представление:

- о физике твердого тела как разделе физики, ее задачах и методах их решения;
- об основных процессах, происходящих в кристаллах;
- о видах кристаллических решеток и их основных характеристиках;
- о динамике кристаллических решеток;
- о статистике электронов и видах проводимости в различных видах кристаллических веществ;
- об устройствах, основанных на различных видах проводимости.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Физика твердого тела» является одной из естественнонаучных дисциплин при подготовке бакалавров по профилю «Электронные приборы и устройства» и является базовой дисциплиной для изучения ряда последующих дисциплин, таких как «Физические основы электроники (Часть 2)», «Микроэлектроника», «Основы проектирования электронной компонентной базы» и др.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7).

Студент должен знать: основы физики твердого тела, упругие, тепловые, электрические и магнитные свойства идеальных и реальных (с дефектами) кристаллических твердых тел (металлов, диэлектриков, полупроводников, магнетиков) с учетом структуры, симметрии и типов химических связей в них, базовые приложения различных эффектов и

свойств, методы расчета параметров и моделирования твердотельных устройств и материалов для практических применений.

Студент должен уметь: применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании физических процессов, лежащих в основах физики твердого тела; применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования твердотельных устройств и материалов для практических применений; применять полученные знания для объяснения принципов работы электронных приборов и устройств.

Студент должен владеть: информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств; методами экспериментальных исследований параметров и характеристик свойств идеальных и реальных (с дефектами) кристаллических твердых тел, современными программными средствами их моделирования и проектирования; методами компьютерного проектирования и экспериментального исследования свойств идеальных и реальных (с дефектами) кристаллических твердых тел; информацией об областях применения и перспективах развития электронных приборов и устройств.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Кол-лок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4 семестр									
1	1-2	1	Введение и общие вопросы. Структура твердых тел.	24	4				20
1	3-4	2	Механические свойства твердых тел.	40	4	2		4	30
1	5-8	3	Тепловые свойства твердых тел.	54	6	2		6	40
2	9-13	4	Электрические свойства твердых тел	66	8	4		20	34
2	14-18	5	Магнитные и оптические свойства твердых тел	32	6			6	20
Всего				216	28	8		36	144

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно - методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Введение. Симметрия кристаллов. Химические связи в твердых телах. Понятие кристаллической решетки. Элементы симметрии. Кристаллографические системы координат. Решетки Бравэ. Обратная решетка.	[1,2,5,6]
1	2	2	Типы связей. Энергия связи. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы. Металлы. Классификация дефектов. Точечные дефекты. Дислокации. Движение дислокаций. Дефекты упаковки и частичные дислокации. Границы зерен.	[1,2,5,6]
2	2	3	Напряженное и деформированное состояние твердых тел. Закон Гука для изотропного твердого тела. Закон Гука для анизотропного твердого тела.	[1,3,5,6]
2	2	4	Пластические свойства кристаллических твердых тел. Хрупкое разрушение. Трещиностойкость.	[1,3,5,6]
3	2	5	Упругие волны в монокристаллах. Колебания одноатомной линейной цепочки. Колебания атомов трехмерной решетки. Фононы.	[1,3,5,6]
3	2	6	Закон Дюлонга-Пти. Теория теплоемкости Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая. Вклад электронов в теплоемкость металлов	[1,3,4,6]
3	2	7	Ангармонизм колебаний атомов и тепловое расширение кристаллов. Решеточная и электронная теплопроводность. Теплопроводность диэлектриков. Закон Видемана-Франца.	[1,3,4,6]
4	2	8	Основы зонной теории. Уравнение Шредингера для кристалла. Одноэлектронное приближение. Функция Блоха. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Заполнение зон электронами: металлы, диэлектрики, полупроводники.	[1,3,4,6]
4	2	9	Особенности проводимости полупроводников. Собственная проводимость полупроводников. Примесная проводимость полупроводников. Подвижность носителей заряда. Эффект Холла.	[1,3,4,6]
4	2	10	Сверхпроводимость. Явление сверхпроводимости. Эффект Мейсснера. Изотопический эффект. Разрушение сверхпроводимости в магнитном поле. Теория БКШ. Высокотемпературная сверхпроводимость.	[1,6]
4	2	11	Физические свойства диэлектриков. Особенности электропроводности диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Пьезоэлектрики, пироэлектрики и сегнетоэлектрики.	[1,3,5,6]
5	2	12	Диаманитные и парамагнитные свойства твердых тел. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма. Диамагнетизм электронного газа. Природа парамагнетизма. Закон Кюри. Ферромагнетизм. Ферримагнетизм и антиферромагнетизм.	[1,3,5,6]
5	2	13	Природа ферромагнетизма. Молекулярное поле Вейсса.	[1,3,5,6]

			Обменное взаимодействие. Ферромагнитные домены. Антиферромагнитные свойства. Температура Нееля. Ферромагнитное упорядочение.	
5	2	14	Взаимодействие света с твердым телом. Спонтанное и индуцированное излучение. Виды взаимодействия света с твердым телом. Поглощение света кристаллами. Собственное поглощение. Экситонное поглощение. Поглощение свободными носителями. Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсия населенностей. Коэффициенты Эйнштейна. Твердотельные лазеры.	[1,3,4,6]

6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ коллоквиума	Тема коллоквиума. Вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме	Учебно - методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2	2	1	Закон Гука для твердого тела. Разрушение твердых тел.	[1,2,5,6]
3	2	2	Колебания атомов в кристаллической решетке. Теплоемкость твердых тел. Тепловое расширение и теплопроводность твердых тел.	[1,2,5,6]
4	4	3	Основы зонной теории. Уравнение Шредингера для кристалла. Одноэлектронное приближение. Функция Блоха. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Заполнение зон электронами: металлы, диэлектрики, полупроводники.	[1,3,4,6]

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Наименование практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно - методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2	4	1-2	Напряженное и деформированное состояние твердых тел.	[7]
3	6	3-5	Теплоемкость и теплопроводность твердых тел	[7]
4	20	6-15	Статистика электронов в твердых телах. Собственные и примесные полупроводники. Электропроводность полупроводников	[7]
5	6	16-18	Намагниченность и магнитная проницаемость ферромагнетиков	[7]

Методические указания приведены в соответствующем разделе ИОС [7].

8. Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно - методическое обеспечение
1	2	3	4
1	20	Кристаллическое и аморфное состояния. Периодические структуры. Симметрия кристаллов. Трансляционная симметрия. Кристаллическая решетка, базис, кристаллическая структура. Элементарная и примитивная ячейки. Индексы оси и плоскости. Точечная симметрия кристаллов. Операции точечной симметрии. Решетки Браве. Дифракция на атомно-кристаллической структуре. Экспериментальные методы исследования кристаллических структур.	[1,3,4,6]
2	30	Напряженное и деформированное состояние твердых тел. Закон Гука для изотропного твердого тела. Закон Гука для анизотропного твердого тела. Пластические свойства кристаллических твердых тел. Хрупкое разрушение. Трещиностойкость.	[1,3,4,6]
3	40	Упругие волны в монокристаллах. Колебания одноатомной линейной цепочки. Колебания атомов трехмерной решетки. Фононы. Закон Дюлонга-Пти. Теория теплоемкости Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая. Вклад электронов в теплоемкость металлов. Ангармонизм колебаний атомов и тепловое расширение кристаллов. Решеточная и электронная теплопроводность. Теплопроводность диэлектриков. Закон Видемана-Франца.	[1,3,4,6]
4	34	Электроны в металлах. Классическая и квантовая теории свободных электронов. Статистика Ферми-Дирака. Энергия и поверхность Ферми. Электроны вблизи дна и потолка энергетической зоны. Плотность электронных состояний. Удельная теплоемкость свободного электронного газа. Учет периодического потенциала решетки. Теорема Блоха.	[1,3,4,6]
5	20	Диаманитные и парамагнитные свойства твердых тел. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма. Диамагнетизм электронного газа. Природа парамагнетизма. Закон Кюри. Ферромагнетизм. Ферримагнетизм и антиферромагнетизм. Взаимодействие света с твердым телом. Спонтанное и индуцированное излучение. Виды взаимодействия света с твердым телом. Поглощение света кристаллами. Собственное поглощение. Экситонное поглощение. Поглощение свободными носителями. Рекомбинационное излучение в	[1,3,4,6]

		полупроводниках. Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсия населенностей. Коэффициенты Эйнштейна. Твердотельные лазеры.	
--	--	---	--

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС [7].

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом.

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом.

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

В процессе освоения образовательной программы формируется отдельные элементы компетенций: ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности. Содержание лекционного курса и интерактивных практических занятий формируют на рассматриваемом этапе элементы компетенций в части, касающейся основы физики твердого тела и методов расчета параметров и моделирования твердотельных устройств и материалов для практических применений.

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала; отчетов по практическим занятиям, для оценки способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, а также составления выводов.

Показателем оценивания степени усвоения знаний этого элемента компетенции, является оценка, полученная на экзамене при ответе на вопросы для экзамена. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для экзамена. При этом руководствуются следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Отлично	заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
удовлетворительно	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
неудовлетворительно	выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения практических заданий, включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа представленного материала в ответ на практические контрольные задания. При этом руководствуются следующими критериями:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Отлично	5 баллов выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Хорошо	4 балла выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащегося основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
удовлетворительно	3 балла выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
неудовлетворительно	2 балла выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Физика твердого тела» включает учет успешности выполнения заданий на практических занятиях, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

Вопросы для зачета

Не предусмотрен учебным планом.

Вопросы для экзамена

1. Введение. Симметрия кристаллов. Химические связи в твердых телах. Понятие кристаллической решетки. Элементы симметрии. Кристаллографические системы координат. Решетки Бравэ. Обратная решетка.
2. Типы связей. Энергия связи. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы. Металлы. Классификация дефектов. Точечные дефекты. Дислокации. Движение дислокаций. Дефекты упаковки и частичные дислокации. Границы зерен.
3. Напряженное и деформированное состояние твердых тел. Закон Гука для изотропного твердого тела. Закон Гука для анизотропного твердого тела.
4. Пластические свойства кристаллических твердых тел. Хрупкое разрушение. Трещиностойкость.
5. Упругие волны в монокристаллах. Колебания одноатомной линейной цепочки. Колебания атомов трехмерной решетки. Фононы.
6. Закон Дюлонга-Пти. Теория теплоемкости Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая. Вклад электронов в теплоемкость металлов
7. Ангармонизм колебаний атомов и тепловое расширение кристаллов. Решеточная и электронная теплопроводность. Теплопроводность диэлектриков. Закон Видемана-Франца.
8. Основы зонной теории. Уравнение Шредингера для кристалла. Одноэлектронное приближение. Функция Блоха. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Заполнение зон электронами: металлы, диэлектрики, полупроводники.
9. Особенности проводимости полупроводников. Собственная проводимость полупроводников. Примесная проводимость полупроводников. Подвижность носителей заряда. Эффект Холла.
- 10.Сверхпроводимость. Явление сверхпроводимости. Эффект Мейсснера. Изотопический эффект. Разрушение сверхпроводимости в магнитном поле. Теория БКШ. Высокотемпературная сверхпроводимость.
- 11.Физические свойства диэлектриков. Особенности электропроводности диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Пьезоэлектрики, пироэлектрики и сегнетоэлектрики.
- 12.Диамagneticные и парамагнитные свойства твердых тел. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма. Диамагнетизм электронного газа. Природа парамагнетизма. Закон Кюри. Ферромагнетизм. Ферримагнетизм и антиферромагнетизм.
- 13.Природа ферромагнетизма. Молекулярное поле Вейсса. Обменное взаимодействие. Ферромагнитные домены. Антиферромагнитные свойства. Температура Нееля. Ферримагнитное упорядочение.

14. Взаимодействие света с твердым телом. Спонтанное и индуцированное излучение. Виды взаимодействия света с твердым телом. Поглощение света кристаллами. Собственное поглощение. Экситонное поглощение. Поглощение свободными носителями. Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсия населенностей. Коэффициенты Эйнштейна. Твердотельные лазеры.

Тестовые задания по дисциплине

Примеры тестовых заданий приведены в [7].

Основные вопросы, включаемые в тестовые задания.

1. Типы связей.
2. Классификация дефектов.
3. Закон Гука для изотропного твердого тела.
4. Закон Гука для анизотропного твердого тела.
5. Пластические свойства кристаллических твердых тел.
6. Решеточная и электронная теплопроводность.
7. Уравнение Шредингера для кристалла.
8. Зоны Бриллюэна.
9. Заполнение зон электронами: металлы, диэлектрики, полупроводники.
10. Собственная проводимость полупроводников.
11. Примесная проводимость полупроводников.
12. Сверхпроводимость. Явление сверхпроводимости.
13. Эффект Мейсснера. Изотопический эффект.
14. Физические свойства диэлектриков.
15. Пьезоэлектрики, пироэлектрики и сегнетоэлектрики.
16. Классификация магнетиков.
17. Ферромагнетизм.
18. Ферримагнетизм и антиферромагнетизм.
19. Спонтанное и индуцированное излучение.
20. Поглощение света кристаллами.
21. Собственное поглощение.
22. Экситонное поглощение.
23. Поглощение свободными носителями.
24. Рекомбинационное излучение в полупроводниках.
25. Спонтанное и индуцированное излучение.

Оценка	Критерии
5	Студент верно ответил на 10 вопросов теста
4	Студент верно ответил на 8-9 вопросов теста,

3	Студент верно ответил на 5-7 вопросов теста,
2	Студент верно ответил не более, чем на 4 вопросов теста

14. Образовательные технологии

Лекционный курс читается с применением *информационно-коммуникационных образовательных технологий* (организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией). Изложение всего материала (*лекции-визуализации*) сопровождается презентациями (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических).

Коллоквиумы проводятся с применением *интерактивных технологий технологий проблемного обучения* (лекция-дискуссия, в ходе которой решается комплексная учебная задача).

При проведении практических занятий наряду с *традиционными образовательными технологиями* применяются *технологии проблемного обучения* (проведение практикумов - организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков) и *технологии проектного обучения* (выполнение творческих и информационных проектов).

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гуртов В.А., Осауленко Р.Н.— Электрон.текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 560 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26903>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Разумовская И.В. Физика твердого тела. Часть 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки [Электронный ресурс]/ Разумовская И.В.— Электрон.текстовые данные.— М.: Прометей, 2011.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9611>.— ЭБС «IPRbooks»,
3. Толмачев В.В. Физические основы электроники [Электронный ресурс]/ Толмачев В.В., Скрипник Ф.В.— Электрон.текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2011.— 496 с.— Режимдоступа: <http://www.iprbookshop.ru/16656>.— ЭБС «IPRbooks»

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Зегря Г.Г. Основы физики полупроводников [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зегря Г.Г., Перель В.И.— Электрон.текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 336 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12941>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Федотов А.К. Физическое материаловедение. Часть 1. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Федотов А.К.— Электрон.текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2010.— 400 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20161>.— ЭБС «IPRbooks»,
6. М.Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс]/ Гольдаде В.А., Пинчук Л.С.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2009.— 648 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11505> .— ЭБС «IPRbooks»,

ИСТОЧНИКИ ИОС

7. Физика твердого тела. Режим доступа: <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.3.6.2/default.aspx>. По паролю

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для чтения лекций, проведения лабораторных работ и коллоквиумов: аудитории, оборудованные компьютерами, и ресурсы материально-технического и учебно-методического обеспечения.

Помещения для самостоятельной работы студентов: аудитории, оборудованные компьютерами с выходом в Интернет.

Информационное и учебно-методическое обеспечение: электронная библиотека СГТУ им. Гагарина Ю.А., электронная информационно-образовательная среда СГТУ им. Гагарина Ю.А.