Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.11.2023 12:41:09
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Н. Лукьянов/
«16» февраля 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы строения твердого тела

Направление подготовки/специальность
23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Профиль/специализация
Компьютерный инжиниринг в автомобилестроении

Квалификация
инженер

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Старший преподаватель  /Д.Е. Пшонкин/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»,
д.ф-м.н., доцент  /А.А. Скворцов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
3.3. Содержание дисциплины 9
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
4.1. Основная литература 10
4.2. Дополнительная литература 10
4.3. Электронные образовательные ресурсы 11
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 11
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7. Фонд оценочных средств 13
7.1. Оценочные средства 14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины формирование знаний об основах строения твердого тела– дефектам структуры кристаллических тел, механическим свойствам кристаллов, зонной теорией твердых тел, динамикой кристаллической решетки, магнитными свойствами твердых тел и полупроводниками. Курс призван создать целостное представление о предмете, расширить и дополнить полученные знания из соответствующих разделах общей физики, осветить современные достижения физики твердого тела.

Задачами курса являются:

-Овладение программным материалом

-Умение воспроизводить теоретический материал

-Умение давать качественные объяснения явлениям в рамках основ курса

Обучение по дисциплине «Основы строения твердого тела» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	**Знать:** - строение твердого тела - основные деффекты и виды кристаллических решеток материала. **Уметь:** - объяснить поведение твердых тел при изменениях внешних воздействий и размера структурных элементов. **Владеть:** - методами и навыками расчета физических свойств различных материалов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Изучение дисциплины основано на знаниях и умениях, полученных при изучении следующих дисциплин:

- Физика
- Математика

Знания и умения, полученные на дисциплине необходимы для изучения следующих дисциплин:

- Сопротивление материалов
- Материаловедение
- Теория упругости

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2
1	**Аудиторные занятия**	**36**	36
	В том числе:		
	Лекции		
	Семинарские/практические занятия	36	36
	Лабораторные занятия	0	0
2	**Самостоятельная работа**	**72**	72
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Зачет**	Зачет
	Итого	**108**	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Форма аттестации	
				Л.	Пр.	Лаб.	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К.раб.	Э	З
Второй семестр															
1.2	Вводное практическое занятие. Структуры кристаллов и виды дефектов кристаллической решетки. Типы связей. Энергия связей. Классификация твердых тел по типам связи.	2	1-2		4		8								
2.2	Виды дефектов кристаллической решетки: нульмерные дефекты, одномерные, двумерные и трехмерные дефекты решетки.	2	3-4		4		8								
3.2	Упругая и пластическая деформация. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Испытание материалов на растяжение – сжатие. Механические характеристики материалов. Основные закономерности пластического течения кристаллов. Понятие	2	5-6		4		8								

	дислокаций. Вектор Бюргерса и контур Бюргерса. Краевые, винтовые и смешанные дислокации.														
4.3	Понятие о нормальных колебаниях решетки. Спектр нормальных колебаний решетки. Понятие о фононах. Теплоемкость твердого тела. Теплоемкость электронного газа. Тепловое расширение твердых тел. Теплопроводность.	2	7-8		4		8								
5.2	Способы описания макроскопической системы и коллектива частиц. Невырожденные и вырожденные коллективы частиц. Число состояний микрочастиц. Функция распределения невырожденного газа. Функция распределения вырожденного газа фермионов. Функция распределения вырожденного газа бозонов.	2	9-10		4		8								
6.2	Энергетические уровни свободных атомов. Обобществление электронов в кристаллах. Энергетический спектр электронов в кристалле. Зависимость энергии электрона от волнового вектора. Заполнение зон электронами. Диэлектрики, проводники и	2	11-12		4		8								

	полупроводники.														
7.2	Магнитное поле в магнетиках. Магнитные свойства твердых тел. Магнитные свойства атомов. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Природа ферромагнетизма. Антиферромагнетизм. Магнитный резонанс.	2	13-14		4		8								
8.2	Собственные и примесные полупроводники. Понятие о дырках. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей в полупроводниках. Неравновесные носители. Работа выхода. Контакт двух металлов. Контакт металла с полупроводником. Контакт двух полупроводников с различным типом проводимости. p-nпереход в полупроводниках.	2	15-16		4		8								
9.2	Контакт двух металлов. Контакт металла с полупроводником. Контакт двух полупроводников с различным типом проводимости. p-nпереход в полупроводниках.	2	17-18		4		8								
Всего за 2-ой семестр					36		72								+
ИТОГО					36		72								+

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1.Кристаллическая структура твердого тела, дефекты кристаллической решетки.

Основные понятия физики твердого тела. Агрегатные состояния вещества. Применение принципов основ строения твердого тела в теории и практике. Типы связей. Энергия связей. Классификация твердых тел по типам связи. Виды дефектов кристаллической решетки: нульмерные дефекты, одномерные, двумерные и трехмерные дефекты решетки.

Тема 2.Механические свойства кристаллов, упругие деформации, пластические деформации, закон Гука, понятие дислокаций.

Упругая и пластическая деформация. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Испытание материалов на растяжение – сжатие. Механические характеристики материалов. Основные закономерности пластического течения кристаллов. Понятие дислокаций. Вектор Бюргерса и контур Бюргерса. Краевые, винтовые и смешанные дислокации.

Тема 3. Тепловые свойства кристаллов, динамика решетки.

Понятие о нормальных колебаниях решетки. Спектр нормальных колебаний решетки. Понятие о фононах. Теплоемкость твердого тела. Теплоемкость электронного газа. Тепловое расширение твердых тел. Теплопроводность.

Тема 4.Элементы физической статистики, вырожденные и невырожденные коллективы.

Способы описания макроскопической системы и коллектива частиц. Невырожденные и вырожденные коллективы частиц. Число состояний микрочастиц. Функция распределения невырожденного газа. Функция распределения вырожденного газа фермионов. Функция распределения вырожденного газа бозонов.

Тема 5.Зонная теория твердых тел.

Энергетические уровни свободных атомов. Обобществление электронов в кристаллах. Энергетический спектр электронов в кристалле. Зависимость энергии электрона от волнового вектора. Заполнение зон электронами. Диэлектрики, проводники и полупроводники.

Тема 6.Магнитные свойства твердых тел.

Магнитное поле в магнетиках. Магнитные свойства твердых тел. Магнитные свойства атомов. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Природа ферромагнетизма. Антиферромагнетизм. Магнитный резонанс.

Тема 7.Полупроводники и контактные явления в твердых телах.

Собственные и примесные полупроводники. Понятие о дырках. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей в полупроводниках. Неравновесные носители. Работа выхода. Контакт двух металлов. Контакт металла с полупроводником. Контакт двух полупроводников с различным типом проводимости. p-nпереход в полупроводниках.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1 «Вводное практическое занятие. Основные понятия физики твердого тела. Агрегатные состояния вещества»

Практическое занятие №2 «Применение принципов основ строения твердого тела в теории и практике. Структуры кристаллов и виды дефектов кристаллической решетки»

Практическое занятие №3 «Типы связей. Энергия связей. Классификация твердых тел по типам связи»

Практическое занятие №4 «Упругая и пластическая деформация. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Испытание материалов на растяжение – сжатие. Механические характеристики материалов»

Практическое занятие №5 «Основные закономерности пластического течения кристаллов. Понятие дислокаций. Вектор Бюргерса и контур Бюргерса. Краевые, винтовые и смешанные дислокации»

Практическое занятие №6 «Способы описания макроскопической системы и коллектива частиц. Невырожденные и вырожденные коллективы частиц. Число состояний микрочастиц. Функция распределения невырожденного газа. Функция распределения вырожденного газа фермионов. Функция распределения вырожденного газа бозонов»

Практическое занятие №7 «Энергетические уровни свободных атомов. Обобществление электронов в кристаллах. Энергетический спектр электронов в кристалле»

Практическое занятие №8 «Зависимость энергии электрона от волнового вектора. Заполнение зон электронами. Диэлектрики, проводники и полупроводники»

Практическое занятие №9 «Магнитное поле в магнетиках. Магнитные свойства твердых тел. Магнитные свойства атомов. Природа диамагнетизма»

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Бажанов, В. Л. Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие для вузов / В. Л. Бажанов. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 178 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04104-0.
URL: https://urait.ru/bcode/453913

2. Материаловедение и технология материалов в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / Г. П. Фетисов [и др.] ; под редакцией Г. П. Фетисова. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 386 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06770-5.
URL: https://urait.ru/bcode/434496

4.2 Дополнительная литература

1. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества: учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 369 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1755-0/
URL: https://urait.ru/bcode/425491

4.3 Электронные образовательные ресурсы

«Основы строения твердого тела»:
https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=2510

5. Материально-техническое обеспечение

• Аудитории для практических занятий кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» (ауд. Н-211а, Н-209) оснащенные:

1. Меловая доска
2. Проектор
3. Настенный экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Методика преподавания дисциплины «Сопротивление материалов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза с последующим расчетом и защитой;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых расчетно-графических работ;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования;

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;

- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;

- познакомится с видами учебной работы;

- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то

необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность исодержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Зачет по дисциплине проводится в форме письменного зачета с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных билетах. В билет вносится два теоретических и один практический вопрос из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий зачет лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

5. Использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговому зачету.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

7. Фонд оценочных средств

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы строения твердого тела»:

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями,

	умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.1 Оценочные средства

Зачетного билета:

Пример зачетного билета по курсу «Основы строения твердого тела»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина Основы строения твердого тела
Направление 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»
Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 7.

1. Упругая и пластическая деформация твердых тел. Закон Гука.
2. Основные закономерности пластического течения материалов.

Утверждено на заседании кафедры « » _____ 202_ г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/

Перечень вопросов к экзамену (УК-1)

Вопросы	**Код компетенции**
Цели и задачи курса. История развития науки о физике твердого тела. Основные гипотезы и допущения.	УК-1
Агрегатные состояния вещества.	УК-1
Особенности строения твердого тела.	УК-1
Силы Ван-дер-Ваалса.	УК-1
Ионная связь в кристаллах	УК-1
Ковалентная связь в кристаллах	УК-1
Металлическая связь в кристаллах	УК-1
Силы отталкивания в твердых телах	УК-1
Кристаллическая решетка и решетка Бравэ	УК-1
Обозначение узлов и направлений в кристалле	УК-1
Обозначение плоскостей в кристалле, индексы Миллера	УК-1
Дефекты кристаллической решетки	УК-1
Дефекты Френкеля и Шотткиб примеси в твердых телах	УК-1
Упругая и пластическая деформация твердых тел. Закон Гука	УК-1
Основные закономерности пластического течения кристаллов	УК-1
Понятие о дислокациях. Основные типы дислокаций	УК-1
Силы, необходимые для перемещения дислокаций	УК-1
Разрушение твердых тел. Хрупкое и вязкое разрушение	УК-1
Теоретическая и реальная прочность твердых тел	УК-1
Способы описания состояния коллектива частиц. Термодинамическое описание и статистическое описание коллектива частиц	УК-1
Число состояний для микрочастиц	УК-1
Функция распределения для невырожденного газа	УК-1
Функция распределения для вырожденного газа фермионов	УК-1
Функция распределения для вырожденного газа бозонов	УК-1
Тепловые свойства твердых тел. Понятие о нормальных колебаниях решетки	УК-1
Спектр нормальных колебаний решетки	УК-1
Понятие о фононах	УК-1
Теплоемкость твердого тела	УК-1
Теплоемкость электронного газа	УК-1
Тепловое расширение твердых тел	УК-1