Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 15:56:56
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Р. Рыбакова/
«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Динамика дислокаций и пластичность»

Направление подготовки
23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Профиль
«Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

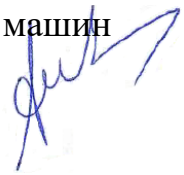
Форма обучения
Очная

Москва 2025 г.

Разработчик(и):

Заведующий кафедрой  /А.А. Скворцов /

Согласовано:

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

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Динамика дислокаций и пластичность» следует отнести:

– формирование теоретических знаний о дислокациях как о специфичных дефектах атомно-кристаллической структуры материалов и их влиянии на процессы пластической деформации материалов при различных внешних воздействиях (механические напряжения, электрический ток, тепловые и магнитные поля), методах решения задач по взаимодействию дефектов структуры, включая формирование примесных атмосфер вблизи дислокаций, а также динамике линейных дефектов в поле действия стопоров различной природы; знаний и навыков в области теоретического и экспериментального исследования дислокационной динамики в условиях различных видов нагружения;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста, в том числе формирование умений по решению задач динамики дефектов структуры и их влиянии на механические характеристики материалов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Динамика дислокаций и пластичность» следует отнести:

– освоение методов расчета и оценки характеристик надбарьерного движения дислокаций, а также движение путем переползания, включая динамику линейных дефектов с примесными атмосферами; определения величины механических напряжений вблизи индивидуальных дислокаций, влияние температуры на особенности миграции; взаимодействие движущихся дислокационных линий с различными типами стопоров, в том числе точечными дефектами и дислокациями «леса»; взаимосвязи динамики дислокаций с механическими характеристиками материалов при различных видах нагружения.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.

Дисциплина «Динамика дислокаций и пластичность» относится к числу учебных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1) основной образовательной программы магистратуры.

«Динамика дислокаций и пластичность» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– Статистическая динамика;

– Надежность и диагностика механических систем;

– Проблемы динамики и прочности транспортно-технологических комплексов;

– Технологическая механика композитов;

– Механика контактного взаимодействия и разрушения.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	ИУК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания. ИУК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям. ИУК-6.3. Выстраивает собственную профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	ИПК-1.1 Систематизирует инженерные данные с учетом технических требований ИПК-1.2 Определяет методики расчетов систем АТС и их компонентов ИПК-1.3 Анализирует влияние ключевых факторов на выходные характеристики АТС и их компонентов ИПК-1.4 Анализирует прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов АТС, связанных особенностями конструкций ИПК-1.5 Анализирует лучшие практики разработки АТС и их компонентов

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов (из них 72 часов – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина «Динамика дислокаций и пластичность» изучается на втором курсе третьем семестре.

Третий семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия **–** 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – экзамен

Структура и содержание дисциплины «Динамика дислокаций и пластичность» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Третий семестр

а. Основные понятия.

Цели и задачи курса. Представление о дислокациях. История вопроса. Дислокации – как специфичные дефекты атомно-кристаллического строения различных материалов (геометрия дислокаций, поле напряжения вблизи дислокации, силы, действующие на дислокацию, струнная модель дислокации). Влияние дислокационной подсистемы на механические, электрические и оптические свойства твердых тел. Динамика дислокаций и процессы пластического течения кристаллов.

б. Строение реальных кристаллов.

Структура материалов и химическая связь. Понятие реальной структуры кристаллов. Классификация дефектов кристаллического строения в твердых телах. Точечные дефекты. Виды точечных дефектов, миграция точечных дефектов. Линейные дефекты. Основные типы дислокаций. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций. Барьер Пайерлса. Динамика дислокаций. Взаимодействие дислокаций: торможение и аннигиляция. Поверхностные дефекты.

в. Экспериментальные методы исследования дислокаций и их динамики

Методы рентгеновской топографии и электронной микроскопии. Методы селективного травления и декорирования дислокаций. Преимущества и недостатки методов. Используемая аппаратура.

г. Движение дислокаций, обусловленное механизмом Пайерлса.

Определение. Движение дислокаций, определяемое периодичностью кристаллической решетки. Задача о движении дислокации в поле периодического потенциала. Модели резких и плавных перегибов. Понятие напряжения Пайерлса.

д. Движение дислокаций в поле точечных препятствий.

Движение дислокаций в поле точечных дефектов. Связь дислокационной динамики с макроскопическими параметрами механическими характеристиками кристаллов (скорость пластической деформации, напряжения деформации и т.д.). Механизмы упрочнения твердых растворов. Упругое взаимодействие между дислокациями и точечными дефектами. Термоактивационные и атермические процессы преодоления препятствий. Вязкое и высокоскоростное движение дислокаций.

е. Динамика дислокаций в различных материалах

Движение дислокаций в металлах и сплавах. Особенности дислокационной динамики в монокристаллах полупроводников. Движение в поле действия различных типов стопоров (периодичность кристаллической решетки, стопоры на основе легирующей примеси, дислокации «леса»). Ионные кристаллы – как модельный объект для изучения дислокационной динамики.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Динамика дислокации и пластичность» 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:

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых курсовых проектов;

– проведение устного опроса студентов;

– проведение видео презентаций по динамике дислокаций и связи её с механическими свойствами кристаллов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Динамика дислокаций и пластичность».

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

В третьем семестре

- подготовка курсового проекта и их защита.
- обсуждение тематики курсового проекта на семинарских занятиях.

Курсовые проекты проводятся по индивидуальному заданию.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для устного опроса для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы контрольных вопросов и экзаменационных билетов, приведены в приложении 3.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в

соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: Основные гипотезы движения дислокаций в кристаллах. Механизмы взаимодействия дислокаций с другими структурными дефектами кристаллической решетки. Основные характеристики движения дислокаций в диэлектриках полупроводниках, металлах и их сплавах	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Основных гипотез движения дислокаций в кристаллах. Механизмов взаимодействия дислокаций с другими структурными дефектами кристаллической решетки. Основных характеристики движения дислокаций в диэлектриках полупроводниках, металлах и их сплавах	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основных гипотез движения дислокаций в кристаллах. Механизмов взаимодействия дислокаций с другими структурными дефектами кристаллической решетки. Основных характеристики движения дислокаций в диэлектриках полупроводниках, металлах и их сплавах . Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основных гипотез движения дислокаций в кристаллах. Механизмов взаимодействия дислокаций с другими структурными дефектами кристаллической решетки. Основных характеристики движения дислокаций в диэлектриках полупроводниках, металлах и их сплавах , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Основных гипотез движения дислокаций в кристаллах. Механизмов взаимодействия дислокаций с другими структурными дефектами кристаллической решетки. Основных характеристики движения дислокаций в диэлектриках полупроводниках, металлах и их сплавах и их сплавах, свободно оперирует приобретенными знаниями.

уметь: Определять основные характеристики движения дислокаций в диэлектриках, полупроводниках, металлах и их сплавах. Создания расчетных схем на основе струнной модели дислокации	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять основные характеристики движения дислокаций в диэлектриках, полупроводниках, металлах и их сплавах. Создания расчетных схем на основе струнной модели дислокации	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: определять основные характеристики движения дислокаций в диэлектриках, полупроводниках, металлах и их сплавах. Создания расчетных схем на основе струнной модели дислокации. Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: Определять основные характеристики движения дислокаций в диэлектриках, полупроводниках, металлах и их сплавах. Создания расчетных схем на основе струнной модели дислокации . Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: Определять основные характеристики движения дислокаций в диэлектриках, полупроводниках, металлах и их сплавах. Создания расчетных схем на основе струнной модели дислокации . Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Навыками создания расчетных схем на основе струнной модели дислокации. Навыками определения сил, действующих на дислокацию в кристалле при наличии внешних механических напряжений, электрических, тепловых и магнитных полей.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет Навыками создания расчетных схем на основе струнной модели дислокации. Навыками определения сил, действующих на дислокацию в кристалле при наличии внешних механических напряжений, электрических, тепловых и магнитных полей.	Обучающийся владеет Навыками создания расчетных схем на основе струнной модели дислокации. Навыками определения сил, действующих на дислокацию в кристалле при наличии внешних механических напряжений, электрических, тепловых и магнитных полей., допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при	Обучающийся частично владеет Навыками создания расчетных схем на основе струнной модели дислокации. Навыками определения сил, действующих на дислокацию в кристалле при наличии внешних механических напряжений, электрических, тепловых и магнитных полей., но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет Навыками создания расчетных схем на основе струнной модели дислокации. Навыками определения сил, действующих на дислокацию в кристалле при наличии внешних механических напряжений, электрических, тепловых и магнитных полей, свободно применяет полученные навыки в

		применении навыков в новых ситуациях.		ситуациях повышенной сложности.
ПК-1 Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов.				
знать: Основные параметры дислокационной динамики, в том числе их температурную зависимость Отличительные особенности динамики краевых и винтовых дислокаций	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Основные параметры дислокационной динамики, в том числе их температурную зависимость Отличительные особенности динамики краевых и винтовых дислокаций	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основные параметры дислокационной динамики, в том числе их температурную зависимость Отличительные особенности динамики краевых и винтовых дислокаций Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду методов расчета, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основные параметры дислокационной динамики, в том числе их температурную зависимость Отличительные особенности динамики краевых и винтовых дислокаций , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Основные параметры дислокационной динамики, в том числе их температурную зависимость Отличительные особенности динамики краевых и винтовых дислокаций свободно оперирует приобретёнными знаниями.

уметь: Проводить расчеты энергии активации процесса перемещения в металлах, диэлектриках и полупроводниках Определять скорости перемещения дислокаций в кристаллах	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость; определять линейные и угловые перемещения поперечных сечений при различных видах нагружения	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость; определять линейные и угловые перемещения поперечных сечений при различных видах нагружения. Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость; определять линейные и угловые перемещения поперечных сечений при различных видах нагружения. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость; определять линейные и угловые перемещения поперечных сечений при различных видах нагружения. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: Методы расчета величины барьеров Пайерлса I и II рода Методами расчета взаимодействия дислокаций с различными типами стопоров, на базе легирующей примеси, дислокаций «леса» и собственными барьерами кристаллической решетки	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет Методами расчета величины барьеров Пайерлса I и II рода Методами расчета взаимодействия дислокаций с различными типами стопоров, на базе легирующей примеси, дислокаций «леса» и собственными барьерами кристаллической решетки	Обучающийся частично владеет методами расчета на прочность и жесткость; Методами расчета величины барьеров Пайерлса I и II рода Методами расчета взаимодействия дислокаций с различными типами стопоров, на базе легирующей примеси, дислокаций «леса» и собственными барьерами кристаллической решетки, допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по	Обучающийся частично владеет Методами расчета величины барьеров Пайерлса I и II рода Методами расчета взаимодействия дислокаций с различными типами стопоров, на базе легирующей примеси, дислокаций «леса» и собственными барьерами кристаллической решетки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся в полном объеме владеет Методами расчета величины барьеров Пайерлса I и II рода Методами расчета взаимодействия дислокаций с различными типами стопоров, на базе легирующей примеси, дислокаций «леса» и собственными барьерами кристаллической решетки,

		ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков.	операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

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

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Динамика дислокаций и пластичность.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	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.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует хорошее 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
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются существенные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по некоторым показателям, испытывает затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Основная литература

1. Бажанов, В. Л. Механика деформируемого твердого тела: учебное пособие для вузов / В. Л. Бажанов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 178 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04104-0. URL: https://urait.ru/bcode/492733
2. Суворов, Э. В. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов: учебное пособие для вузов / Э. В. Суворов. — 2-е

изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06011-9
URL: https://urait.ru/bcode/492544

Дополнительная литература

1. Андреев, В. И. Механика неоднородных тел: учебное пособие для вузов / В. И. Андреев. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03841-5.
URL: https://urait.ru/bcode/489498

2.Шевченко, О.Ю. Основы физики твердого тела [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2010. — 76 с.
Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/43443

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте mospolytech.ru в разделе «Библиотека»
Операционная система Windows 7 (или ниже)
MS Office 2013 (или ниже)
Электронный образовательный ресурс «Динамика дислокаций и пластичность» https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=2036

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория для проведения лекционных и практических занятий оснащенная столами учебными со скамьями (столами, стульями); аудиторной доской; рабочее место преподавателя: стол, стул.
Компьютерный класс (Н-212) оснащенный персональными компьютерами с установленным программным обеспечением, маркерной доской, подвесным проектором с интерактивной доской.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

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, правовую, 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 итоговым зачетам и экзаменам.

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.

10.Методические рекомендации для преподавателя

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 и содержание 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.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме письменного экзамена с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных или экзаменационных 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 или экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Динамика дислокаций и пластичность» по направлению подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» (магистр)

№ 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
Третий семестр															
1	Цели и задачи курса. Представление о дислокациях. История вопроса. Дислокации – как специфичные дефекты атомно-кристаллического строения различных материалов (геометрия дислокаций, поле напряжения вблизи дислокации, силы, действующие на дислокацию, струнная модель дислокации). Влияние дислокационной подсистемы на механические, электрические и оптические свойства твердых тел. Динамика дислокаций и процессы пластического течения кристаллов.	3	1-2	2	2		10								
2	Структура материалов и химическая связь. Понятие реальной структуры кристаллов. Классификация дефектов кристаллического строения в	3	3-4	2	2		10								

	твердых телах. Точечные дефекты. Виды точечных дефектов, миграция точечных дефектов. Линейные дефекты. Основные типы дислокаций. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций. Барьер Пайерлса. Динамика дислокаций. Взаимодействие дислокаций: торможение и аннигиляция. Поверхностные дефекты.														
3	Методы рентгеновской топографии и электронной микроскопии. Методы селективного травления и декорирования дислокаций. Преимущества и недостатки методов. Используемая аппаратура	3	5-6	2	2		10								
4	Определение.Движение дислокаций, определяемое периодичностью кристаллической решетки. Задача о движении дислокации в поле периодического потенциала. Модели резких и плавных перегибов. Понятие напряжения Пайерлса	3	7-8	2	2		10								
5	Движение дислокаций в поле точечных дефектов. Связь дислокационной динамики с макроскопическими параметрами механическими характеристиками	3	9-10	2	2		10								

	кристаллов (скорость пластической деформации, напряжения деформации и т.д.). Механизмы упрочнения твердых растворов.														
6	Упругое взаимодействие между дислокациями и точечными дефектами. Термоактивационные и атермические процессы преодоления препятствий. Вязкое и высокоскоростное движение дислокаций.	3	11-14	4	4		11								
7	Движение дислокаций в металлах и сплавах. Особенности дислокационной динамики в монокристаллах полупроводников. Движение в поле действия различных типов стопоров (периодичность кристаллической решетки, стопоры на основе легирующей примеси, дислокации «леса»). Ионные кристаллы – как модельный объект для изучения дислокационной динамики.	3	15-18	4	4		11	+							
Всего за 3-ий семестр				18	18		72								
ВСЕГО				18	18		72							+	

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки:	23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
Профили:	«Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов»
Формы обучения:	очная
Кафедра:	Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Динамика дислокаций и пластичность»

Составитель: **д.ф.-м.н., профессор Скворцов А.А.**

Москва, 2025 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Динамика дислокаций и пластичность				
ФГОС ВО **23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»**				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:				
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства**
индекс	**Формулировка**			
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	ИУК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания. ИУК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям. ИУК-6.3. Выстраивает собственную профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.	Лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	**УО, Курс.П, Экз.**

ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	ИПК-1.1 Систематизирует инженерные данные с учетом технических требований ИПК-1.2 Определяет методики расчетов систем АТС и их компонентов ИПК-1.3 Анализирует влияние ключевых факторов на выходные характеристики АТС и их компонентов ИПК-1.4 Анализирует прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов АТС, связанных особенностями конструкций ИПК-1.5 Анализирует лучшие практики разработки АТС и их компонентов	Лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	**УО, Курс.П, Экз.**

Перечень оценочных средств по дисциплине ***Динамика дислокаций и пластичность***

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Курсовой проект (Курс.П)	Средство проверки умений и навыков поиска и осмысления необходимой информации.	Примеры тем на курсовой проект
3	Экзамен (Экз)	Средство проведения промежуточной аттестации по результатам выполнения всех видов учебной работы в течении семестра с проставлением оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «не удовлетворительно»	Примеры экзаменационных билетов и вопросы для подготовки к экзамену

Приложение 3

Пример экзаменационных билетов по курсу «Динамика дислокаций и пластичность»

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 Динамика дислокаций и пластичность
Направление 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
Курс 2, семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7.

1. Движение дислокации в идеальном кристалле.
2. Скольжение дислокаций и диффузионная ползучесть

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

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/

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 Динамика дислокаций и пластичность
Направление 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
Курс 2, семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8.

1. Поля напряжений дислокаций.
2. Переползание дислокаций со ступеньками.

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

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/

Перечень вопросов для подготовки к экзамену для оценки компетенций (УК-6, ПК-1)

1. Цели и задачи курса «Динамика дислокаций и пластичность»
2. Дислокации – как специфичные дефекты атомно-кристаллического строения различных материалов
3. Влияние дислокационной подсистемы на механические, электрические и оптические свойства твердых тел
4. Динамика дислокаций и процессы пластического течения кристаллов
5. Структура материалов и химическая связь.
6. Понятие реальной структуры кристаллов.
7. Классификация дефектов кристаллического строения в твердых телах.
8. Точечные дефекты.
9. Виды точечных дефектов, миграция точечных дефектов.
10. Линейные дефекты.
11. Основные типы дислокаций. Вектор Бюргерса.
12. Плотность дислокаций. Барьер Пайерлса.
13. Динамика дислокаций. Взаимодействие дислокаций: торможение и аннигиляция.
14. Поверхностные дефекты.
15. Методы рентгеновской топографии и электронной микроскопии.
16. Методы селективного травления и декорирования дислокаций.
17. Движение дислокаций, определяемое периодичностью кристаллической решетки.
18. Задача о движении дислокации в поле периодического потенциала
19. Модели резких и плавных перегибов.
20. Понятие напряжения Пайерлса.
21. Движение дислокаций в поле точечных дефектов.
22. Связь дислокационной динамики с макроскопическими параметрами механическими характеристиками кристаллов.
23. Механизмы упрочнения твердых растворов.
24. Упругое взаимодействие между дислокациями и точечными дефектами.
25. Термоактивационные и атермические процессы преодоления препятствий.
26. Вязкое и высокоскоростное движение дислокаций.
27. Движение дислокаций в металлах и сплавах.
28. Особенности дислокационной динамики в монокристаллах полупроводников.
29. Движение в поле действия различных типов стопоров.
30. Ионные кристаллы – как модельный объект для изучения дислокационной динамики.

Примерные темы курсовых проектов для оценки компетенций (УК-6, ПК-1)

1. Дислокации в аморфных телах.
2. Над барьерное движение дислокаций.
3. Примесные атмосферы вблизи дислокации и их влияние на динамику дислокации.
4. Механизм двойникования монокристаллов.
5. Динамика дислокаций в поле внутренних напряжений кристалла.
6. Динамика дислокаций в поле точечных препятствий. Влияние температуры.
7. Движение дислокации в идеальном кристалле.
8. Процессы переползания дислокаций, модели плавных и резких перегибов.
9. Упругое взаимодействие между дислокациями и точечными дефектами.
10. Термоактивационные и атермические процессы преодоления препятствий дислокаций.
11. Особенности динамики дислокаций в полупроводниках.
12. Атмосфера Котрелла и ее влияние на динамику дислокаций.
13. Ультразвуковые методы диагностики дислокационной структуры.
14. Процессы размножения аннигиляции дислокаций.
15. Электростимулированная динамика дислокаций.
16. Дислокационные источники Франка-Рида.
17. Движение дислокаций в полупроводниках. Механизмы, определяющие подвижность линейных дефектов.

Вопросы для проведения устного опроса для оценки компетенций (УК-6, ПК-1)

1.Движение дислокации в идеальном кристалле.

2.Термоактивационные процессы преодоления препятствий.

3. Модели плавных перегибов.

4. Модели резких перегибов.

5.Поля напряжений дислокации.

6. Краевые дислокации.

7. Винтовые дислокации.

8.Диффузионная ползучесть.

9.Механизмы, определяющие подвижность линейных дефектов.

10.Механизмы высокотемпературной деформации чистых металлов.

11.Струнная модель дислокации.

12. Динамика дислокаций в процессе деформации.

13.Высокотемпературная деформация сплавов.

14. Роль процессов восстановления структуры.

15. Атермические процессы преодоления препятствий.

16. Движение дислокаций в поле точечных препятствий.

17.Движение дислокаций по механизму Пайерлса.

18.Поля дислокаций.

19.Упругое взаимодействие между дислокациями и точечными дефектами.

20.Диффузионная ползучесть.

21. Цели и задачи курса.

22. Влияние дислокационной подсистемы на механические свойства твердых тел.

23. Влияние дислокационной подсистемы на электрические свойства твердых тел.

24. Влияние дислокационной подсистемы на оптические свойства твердых тел.

25. Методы рентгеновской топографии.

26. Методы электронной микроскопии.

27. Виды точечных дефектов.

28. Метод селективного травления.

29. Метод декорирования дислокаций.

30. Поверхностные дефекты.