Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.11.2023 13:06:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Московский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана транспортного факультета
_____ /М.Н. Лукьянов/
«10» 08 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Основы физики прочности и механики разрушения

Специальность

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Профиль подготовки (образовательная программа)

«Компьютерный инжиниринг в автомобилестроении»

Квалификация (степень) выпускника
инженер

Форма обучения
Очная

Москва 2022

1. Цели освоения дисциплины.

К основным целям освоения дисциплины «Основы физики прочности и механика разрушения» следует отнести: подготовку специалиста к деятельности, связанной с проектированием ответственных конструкций для различных отраслей машиностроения и транспорта с применением концепций механики разрушения и современных экспериментальных и расчетных средств; подготовку специалистов, способных самостоятельно решать возникающие в инженерной практике задачи анализа и обоснования прочности, долговечности и ресурса машин и конструкций при наличии в них концентраторов напряжений и повреждений в виде трещин, возникших как на стадии изготовления, так и на стадии эксплуатации.

К основным задачам освоения дисциплины «Основы физики прочности и механика разрушения» следует отнести: изучение методов и средств определения трещиностойкости сплавов и новых композитных материалов; ознакомление студентов с современными методами физики и механики разрушения твердого тела; изучение и практическое освоение принципов и методов: 1. расчета прочности по критериям механики разрушения, 2. анализа долговечности и 3. продления ресурса; освоение методов проектирования ответственных конструкций по критерию исключения возможности катастрофического разрушения в результате роста магистральной трещины или накопления критического уровня рассеянных повреждений для заданного вида нагружения; ознакомление с основными принципами обеспечения техногенной безопасности критически важных объектов с применением концепций линейной и нелинейной механики разрушения.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета.

Дисциплина «Основы физики прочности и механика разрушения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 основной образовательной программы специалитета. «Основы физики прочности и механика разрушения» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– Физика
- Математика
- Сопротивление материалов
- Материаловедение
- Механика композиционных материалов
- Надежность механических систем
- Теория упругости
- Теория пластичности
- Теория ползучести

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

В результате освоения дисциплины 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**
ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей	**Знать:** экспериментальные методы определения трещиностойкости металлов и композитов. **Уметь:** определять критический коэффициент интенсивности напряжений и удельную работу разрушения по методу анализа податливости на образцах с надрезами. **Владеть:** методами оценки допустимых размеров дефектов и расчета циклической долговечности на основе линейной и нелинейной механики разрушения.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц, т.е. **180** академических часов (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).

На четвертом курсе в **седьмом** семестре выделяются **2** зачетные единицы, т.е. **72** академических часа (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

На четвертом курсе в **восьмом** семестре выделяется **3** зачетные единицы, т.е. **108** академических часов (из них 54 часа – самостоятельная работа студентов).

Седьмой семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), лабораторные занятия **–** 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – зачет.

Восьмой семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов), лабораторные занятия **–** 1 час в неделю (18 часов), форма контроля - экзамен.

Структура и содержание дисциплины **«Основы физики прочности и механика разрушения»** по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Седьмой семестр

1. Критерии прочности и пластичности.

Физика прочности: строение совершенных кристаллов и их теоретическая прочность. Механические свойства материалов: механизмы пластического деформирования, деформирование монокристаллов, особенности деформирования поликристаллов, ползучесть, классификация видов ползучести. Три вида связей и их особенности. Уравнения теплового движения атомов в решетке. Оценка теоретической прочности на основе рассмотрения взаимодействия атомов совершенного кристаллического тела. Оценка теоретической прочности кристаллов на сдвиг. Пластическая деформация и сдвиг частей кристаллов. Различие теоретической и реальной прочности из-за наличия в твердых телах дефектов.

2. Влияние концентрации напряжений на прочность.

Дефекты кристаллической решетки, механизмы образования трещины. Теория дефектов кристаллического строения: точечные дефекты в кристаллах, дислокации и их классификация, поверхностные дефекты кристаллического строения, дислокации в реальных кристаллических структурах. Поле напряжений вокруг дислокаций, энергия дислокаций, движение и размножение дислокаций, методы наблюдения дислокаций. Дислокационные механизмы образования микротрещин (модели Зинера-Стро-Петча, Коттрелла, Баллафа-Гилмана, Орована-Стро), критерий зарождения и роста дислокационных трещин. Макро- и микровзаимодействие трещин и плоских скоплений дислокаций.

3. Модели рассеянного разрушения.

Модельные представления о микромеханизмах разрушения на уровне структурных элементов (зерен): транскристаллитный и межзеренный скол, вязкое разрушение (рост пор), разрушение при усталости (бороздчатый рельеф). Связь механики разрушения с физикой твердого тела. Усталость. Усталостный рост трещины. Механизмы роста усталостных трещин, кинетическая диаграмма циклической трещиностойкости. Влияние асимметрии и частоты цикла нагружения на распространение трещин. Механизмы закрытия трещины. Расчет долговечности поврежденных конструкций. Континуальные теории накопления повреждений и разрушения. Деформационное старение и коррозионное растрескивание материалов под нагрузкой.

Восьмой семестр

4. Линейная и нелинейная механика разрушения.

Прочность конструкции при наличии трещин. Теория Гриффитса. Сингулярные задачи для тел с трещинами. Типы трещин. Регулярные и сингулярные составляющие напряжений в твердом теле с трещиной. Коэффициенты интенсивности напряжений (КИН). Асимптотические формулы в декартовых и

полярных координатах. Методы расчета КИН, расчет коэффициента интенсивности напряжений на основе предельного перехода от коэффициента концентрации напряжений у вершины трещины-разреза и с помощью метода сечений. Интенсивность высвобождения энергии упругой деформации. Удельная работа разрушения. Энергетический критерий разрушения. Эквивалентность энергетического критерий разрушения Гриффитса и силового критерия Ирвина. Энергетические представления об интенсивности освобождающейся упругой энергии, работа при виртуальном приросте трещины. Экспериментальные методы в механике разрушения. Характеристики трещиностойкости конструкционных материалов. Предельное равновесие трещины при сложном напряженном состоянии. Наклонная трещина. Задача о направлении роста трещины. Предельное равновесие трещин при комбинированном нагружении. Критерий разрушения при сложном напряженном состоянии при комбинации различных типов смещения берегов трещины. Численные методы в механике разрушения. Зоны пластической деформации у вершины трещины. Деформационные критерии разрушения. Формы зоны пластической деформации. Модель тонкой пластической зоны. Конфигурации пластических зон у вершины трещины типа I в соответствие с критерием текучести Мизеса и изменение пластической зоны по толщине. Поправка Ирвина на пластическую деформацию у вершины трещины. Граница между линейной и нелинейной механикой разрушения. Инвариантные интегралы в механике разрушения. Модель Дагдейла-Леонова-Панасюка узкой зоны пластической деформации перед вершиной трещины. Критерий критического раскрытия в вершине трещины. Теоретическое решение и сопоставление с критерием Гриффитса. Энергетический контурный J-интеграл. Контурная инвариантность J-интеграла. J-интеграл как интенсивность освобождающейся упругой энергии. HRR-сингулярность (Хатчинсон-Розенгрин-Райс) у вершины трещины. Взаимосвязь J-интеграла и раскрытия в вершине трещины. Методы расчета J-интеграла. Метод сечений в упругопластической механике разрушения.

5. Устойчивый и неустойчивый рост трещины.

Основы динамической механики разрушения. Критерии старта, распространения и остановки трещин. Методы повышения трещиностойкости. Условия устойчивого и неустойчивого роста трещины на основе условий равновесия элементов объема в окрестности вершины трещины. Расчет неустойчивого состояния в нелинейной механике разрушения с привлечением концепции энергетического интеграла. Кинетика стабильного роста трещины при упругопластическом разрушении.

6. Механизмы расслоения и расщепления волокнистых композитов.

Энергетический критерий расслоения при изгибе и кручении. Множественное расщепление при растяжении и изгибе. Рост расслоений при сжатии. Расщепление композитных труб при сжатии по форме «китайского фонарика» и при кручении в условиях стеснение депланации сечения. Методы определения сопротивления расслоению. Модели роста расслоений при усталости.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Основы физики прочности и механика разрушения» 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;

– обсуждение и защита на семинарах рефератов по дисциплине;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам испытаний композитов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью и содержанием дисциплины «Основы физики прочности и механика разрушения», и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 40% от объема аудиторных занятий.

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 промежуточных аттестаций:

<u>В седьмом семестре</u>

- реферат по темам: «Критерии прочности и пластичности», «Влияние концентрации напряжений на прочность», «Механика накопления повреждений и рассеянного разрушения», «Методы расчета на усталостную долговечность» (индивидуально для каждого обучающегося).

<u>В восьмом семестре</u>

- подготовка реферата и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением по темам: «Линейная механика разрушения», «Нелинейная механика разрушения», «Механика разрушения волокнистых композитов» (индивидуально для каждого обучающегося).

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов, тем рефератов, зачетных и экзаменационных билетов приведены в приложении 2.

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
ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе - их отдельные компоненты, формируются поэтапно в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

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

Показателем оценки компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей				
знать: экспериментальные методы определения трещиностойкость металлов и композитов.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний об экспериментальных методах определения трещиностойкости металлов и композитов	Обучающийся демонстрирует неполные знания об экспериментальных методах определения трещиностойкости металлов и композитов, допускает значительные ошибки, проявляет недостаточность знаний, испытывает значительные затруднения при попытке применить знания для новых экспериментальных методов.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний об экспериментальных методах определения трещиностойкости металлов и композитов, но допускает незначительные ошибки, неточности.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний об экспериментальных методах определения трещиностойкости металлов и композитов, свободно оперирует приобретёнными знаниями.

уметь: определять критический коэффициент интенсивности напряжений и удельную работу разрушения по методу анализа податливости на образцах с надрезами.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять критический коэффициент интенсивности напряжений и удельную работу разрушения по методу анализа податливости на образцах с надрезами, не понимает смысла данной процедуры.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умения определять критический коэффициент интенсивности напряжений и удельную работу разрушения по методу анализа податливости на образцах с надрезами, допускает значительные ошибки, испытывает затруднения при переносе умения на другие виды испытания.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умения определять критический коэффициент интенсивности напряжений и удельную работу разрушения по методу анализа податливости на образцах с надрезами, но допускает незначительные ошибки, испытывает некоторые затруднения при переносе умения на другой тип образцов.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умения определять критический коэффициент интенсивности напряжений и удельную работу разрушения по методу анализа податливости на образцах с надрезами, свободно оперирует умениями, применяет их для других видов испытаний.
владеть: методами оценки допустимых размеров дефектов и расчета циклической долговечности на основе линейной и нелинейной механики разрушения.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами оценки допустимых размеров дефектов и расчета циклической долговечности на основе линейной и нелинейной механики разрушения, не может объяснить сути и цели такого анализа.	Обучающийся в неполном объеме владеет методами оценки допустимых размеров дефектов и расчета циклической долговечности на основе линейной и нелинейной механики разрушения, проявляет недостаточное владение навыками, испытывает значительные затруднения при применении навыков для новых видов испытаний.	Обучающийся частично владеет методами оценки допустимых размеров дефектов и расчета циклической долговечности на основе линейной и нелинейной механики разрушения, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые вид образца.	Обучающийся в полном объеме владеет методами оценки допустимых размеров дефектов и расчета циклической долговечности на основе линейной и нелинейной механики разрушения, установления требуемых размеров образцов, проявляет способности свободно применять умения для

				новых типов образцов.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта 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 проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы физики прочности и механика разрушения», а именно: выполнившие лабораторные работы и выступившие с докладом по своему реферату.

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным показателям в таблицах, 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 выполнено более одного вида учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

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 «Основы физики прочности и механика разрушения», т.е. конкретно: – прошедшие промежуточный контроль, - выполнившие лабораторные работы, - освоившие упражнения на семинарах, - выступившие с докладом по своему научному реферату.

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	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний об основных подходах и моделях физики прочности и механики разрушения, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических расчетах.
Удовлетворительно	Обучающийся демонстрирует неполные знания об основных моделях и методах механики разрушения, проявляет недостаточные знания, испытывает затруднения при попытке применить знания по механике разрушения для новых видов конструкций.
Неудовлетворительно	Не выполнено более одного вида учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые конструкции

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Емельянов, В. Н. Механика сплошной среды: теория напряжений и основные модели : учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 162 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06619-7.
URL: https://urait.ru/bcode/453527

б) дополнительная литература:

1. Сопротивление материалов. Твердость и трещиностойкость наноструктурных керамик : учебное пособие для вузов / О. Л. Хасанов [и др.]. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 150 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01010-7.
URL: https://urait.ru/bcode/470460
2. Попова, Л. И. Физика прочности и пластичности : учебное пособие / Л. И. Попова, Д. А. Болдырев. — Тольятти : ТГУ, 2017. — 74 с. — ISBN 978-5-8259-1149-6.
URL: https://e.lanbook.com/book/139631

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Операционная система Windows 7 (или ниже)
MS Office 2013 (или ниже).

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.
Специализированная лаборатория кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» оснащенная:

1. Учебная испытательная машина МИ-40КУ
2. Маятниковый копер МК-300
3. Машина для испытаний на усталость
4. Комплекс для демонстрации механических и демпфирующих свойств пластичных материалов
5. Устройство для наглядной демонстрации ползучести материалов WP600

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.

9. 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 «Основы физики прочности и механика разрушения» по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. (специалист)

п.п.	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
Седьмой семестр															
1.1	Физика прочности: строение совершенных кристаллов и их теоретическая прочность. Механические свойства материалов: механизмы пластического деформирования, деформирование монокристаллов, особенности деформирования поликристаллов, ползучесть, классификация видов ползучести. Три вида связей и их особенности.	7	1-2	2			2					+			
1.2	Лабораторная работа. Определение параметров линейного и квадратичного критериев, учитывающих направленный вид разрушения однонаправленных и ортогонально армированных пластиков.	7	1-2			2	2					+			
2.1	Уравнения теплового движения	7	3-4	2			2					+			

	атомов в решетке. Оценка теоретической прочности на основе рассмотрения взаимодействия атомов совершенного кристаллического тела. Оценка теоретической прочности кристаллов на сдвиг.														
2.2	Лабораторная работа. Критерии прочности для намоточных труб при растяжении, кручении и сложном напряженном состоянии.	7	3-4			2	2					+			
3.1	Пластическая деформация и сдвиг частей кристаллов. Различие теоретической и реальной прочности из-за наличия в твердых телах дефектов	7	5-6	2			2					+			
3.2	Лабораторная работа Определение параметров линейного критерия расслоения композитных балок при изгибе. Выдача задания на реферат	7	5-6			2	2					+			
4.1	Дефекты кристаллической решетки, механизмы образования трещины. Теория дефектов кристаллического строения: точечные дефекты в кристаллах, дислокации и их классификация, поверхностные дефекты кристаллического строения, дислокации в реальных кристаллических структурах.	7	7-8	2			2					+			
4.2	Лабораторная работа.	7	7-8			2	2					+			

	Оценка феноменологического размера области усреднения напряжений и характерного расстояния от вершины трещины или отверстия. Определение параметров поврежденности и повреждаемости для модели докритического затупления отверстий в композитах.														
5.1	Поле напряжений вокруг дислокаций, энергия дислокаций, движение и размножение дислокаций, методы наблюдения дислокаций. Дислокационные механизмы образования микротрещин (модели Зинера-Стро-Петча, Коттрелла, Баллафа-Гилмана, Орована-Стро), критерий зарождения и роста дислокационных трещин. Макро- и микровзаимодействие трещин и плоских скоплений дислокаций.	7	9-10	2			2					+			
5.2	Лабораторная работа. Нахождение параметров уравнения Пэриса для роста трещины при усталостном нагружении.	7	9-10			2	2					+			
6.1	Модельные представления о микромеханизмах разрушения на уровне структурных элементов (зерен): транскристаллитный и межзеренный скол, вязкое разрушение (рост пор),	7	11-12	2			2					+			

	разрушение при усталости (бороздчатый рельеф).														
6.2	Лабораторная работа. Метод податливости для определения критической скорости высвобождения энергии. Построение зависимости податливости от длины надреза.	7	11-12			2	2					+			
7.1	Связь механики разрушения с физикой твердого тела. Усталость. Усталостный рост трещины. Механизмы роста усталостных трещин, кинетическая диаграмма циклической трещиностойкости.	7	13-14	2			2					+			
7.2	Лабораторная работа. Определение критического КИН при изгибе надрезанных балок. Оценка линейности диаграммы разрушения.	7	13-14			2	2					+			
8.1	Влияние асимметрии и частоты цикла нагружения на распространение трещин. Механизмы закрытия трещины. Расчет долговечности поврежденных конструкций.	7	15-16	2			2					+			
8.2	Лабораторная работа. Нелинейная механика разрушения. Метод нагружения серии образцов для оценки критического значения J-интеграла. Метод многократного нагружения одного образца для оценки	7	15-16			2	2					+			

	критического значения J-интеграла.														
9.1	Континуальные теории накопления повреждений и разрушения. Деформационное старение и коррозионное растрескивание материалов под нагрузкой	7	17-18	2			2								
9.2	Лабораторная работа. Определение сопротивления расслоению при раздирании двухконсольных образцов. Определение сопротивления расслоению при изгибе и при растяжении образцов с межслойной трещиной.	7	17-18			2	2					+			
	Форма аттестации														
	Всего часов по дисциплине в седьмом семестре			18		18	36					реферат			3
Восьмой семестр															
10	Прочность конструкции при наличии трещин. Теория Гриффитса. Сингулярные задачи для тел с трещинами. Типы трещин. Регулярные и сингулярные составляющие напряжений в твердом теле с трещиной. Коэффициенты интенсивности напряжений (КИН). Асимптотические формулы в декартовых и полярных координатах. Методы расчета КИН, расчет	8	1-2	2	2	2	6					+			

	коэффициента интенсивности напряжений на основе предельного перехода от коэффициента концентрации напряжений у вершины трещины-разреза и с помощью метода сечений.														
11	Интенсивность высвобождения энергии упругой деформации. Удельная работа разрушения. Энергетический критерий разрушения. Эквивалентность энергетического критерий разрушения Гриффитса и силового критерия Ирвина. Энергетические представления об интенсивности освобождающейся упругой энергии, работа при виртуальном приросте трещины. Экспериментальные методы в механике разрушения. Характеристики трещиностойкости конструкционных материалов. Предельное равновесие трещины при сложном напряженном состоянии. Наклонная трещина. Задача о направлении роста трещины. Предельное равновесие трещин при комбинированном нагружении.	8	3-4	2	2	2	6					+			
12	Критерий разрушения при	8	5-6	2	2	2	6					+			

	сложном напряженном состоянии при комбинации различных типов смещения берегов трещины. Численные методы в механике разрушения. Зоны пластической деформации у вершины трещины. Деформационные критерии разрушения. Формы зоны пластической деформации. Модель тонкой пластической зоны. Конфигурации пластических зон у вершины трещины типа I в соответствие с критерием текучести Мизеса и изменение пластической зоны по толщине. Поправка Ирвина на пластическую деформацию у вершины трещины.														
13	Граница между линейной и нелинейной механикой разрушения. Инвариантные интегралы в механике разрушения. Модель Дагдейла-Леонова-Панасюка узкой зоны пластической деформации перед вершиной трещины. Критерий критического раскрытия в вершине трещины. Теоретическое решение и сопоставление с критерием Гриффитса.	8	7-8	2	2	2	6					+			
14	Энергетический контурный J-интеграл. Контурная инвариантность J-интеграла. J-	8	9-10	2	2	2	6					+			

	интеграл как интенсивность освобождающейся упругой энергии. HRR-сингулярность (Хатчинсон-Розенгрин-Райс) у вершины трещины. Взаимосвязь J-интеграла и раскрытия в вершине трещины. Методы расчета J-интеграла. Метод сечений в упругопластической механике разрушения														
15	Основы динамической механики разрушения. Критерии старта, распространения и остановки трещин. Методы повышения трещиностойкости. Условия устойчивого и неустойчивого роста трещины на основе условий равновесия элементов объема в окрестности вершины трещины.	8	11-12	2	2	2	6					+			
16	Расчет неустойчивого состояния в нелинейной механике разрушения с привлечением концепции энергетического интеграла. Кинетика стабильного роста трещины при упругопластическом разрушении	8	13-14	2	2	2	6					+			
17	Энергетический критерий расслоения при изгибе и кручении. Множественное расщепление при растяжении и изгибе. Рост расслоений при сжатии.	8	15-16	2	2	2	6					+			
18	Расщепление композитных труб	8	17-18	2	2	2	6					+			

	при сжатии по форме «китайского фонарика» и при кручении в условиях стеснение депланации сечения. Методы определения сопротивления расслоению. Модели роста расслоений при усталости														
	Всего часов по дисциплине в восьмом семестре			18	18	18	54					реферат		Э	
	Итого			36	18	36	90					2 Реф.		Э	З

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Специальность: 23.05.01 НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

профиль «Компьютерный инжиниринг в автомобилестроении»

Форма обучения: очная

Кафедра: Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основы физики прочности и механика разрушения

Составители:

Профессор, д.т.н. Полилов А.Н.

Москва, 2022 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

КОМПЕТЕНЦИИ					
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**	**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенции**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей	**Знать:** экспериментальные методы определения трещиностойкости металлов и композитов. **Уметь:** определять критический коэффициент интенсивности напряжений и удельную работу разрушения по методу анализа податливости на образцах с надрезами. **Владеть:** методами оценки допустимых размеров дефектов и расчета циклической долговечности на основе линейной и нелинейной механики разрушения.	Лекция, практическое занятие, лабораторная работа, самостоятельная работа	**Р** **УО** **З** **Э**	**Базовый уровень** - способен оценивать допустимые дефекты на основе линейной и нелинейной механики разрушения **Повышенный уровень** - способен оценивать допустимые дефекты на основе линейной и нелинейной механики разрушения, определять критический коэффициент интенсивности напряжений и давать рекомендации по улучшению конструкций.

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Основы физики прочности и механика разрушения»

№ 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	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
3	Зачет (З)	Средство проведения промежуточной аттестации по результатам выполнения всех видов учебной работы в течении семестра с проставлением оценки «зачтено» или «не зачтено»	Примеры зачетных билетов
4	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

Приложение 3

Примеры зачетных и экзаменационных билетов по курсу «Основы физики прочности и механика разрушения»

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 физики прочности и механика разрушения
Специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства
Курс 4, семестр 7

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 4.

1. Ползучесть, классификация видов ползучести.
2. Механизмы закрытия трещины.

Утверждено на заседании кафедры «___» сентября 20__ г., протокол № ___

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/

Перечень вопросов к зачету

Вопросы к зачету	**Код компетенции**
Физика прочности: строение совершенных кристаллов и их теоретическая прочность.	**ОПК-1**
Механические свойства материалов: механизмы пластического деформирования.	**ОПК-1**
Механические свойства материалов: деформирование монокристаллов.	**ОПК-1**
Механические свойства материалов: особенности деформирования поликристаллов	**ОПК-1**
Ползучесть, классификация видов ползучести.	**ОПК-1**
Три вида связей и их особенности.	**ОПК-1**
Уравнения теплового движения атомов в решетке.	**ОПК-1**
Оценка теоретической прочности на основе рассмотрения взаимодействия атомов совершенного кристаллического тела.	**ОПК-1**
Оценка теоретической прочности кристаллов на сдвиг.	**ОПК-1**
Пластическая деформация и сдвиг частей кристаллов.	**ОПК-1**
Различие теоретической и реальной прочности из-за наличия в твердых телах дефектов.	**ОПК-1**
Дефекты кристаллической решетки, механизмы образования трещины.	**ОПК-1**

Теория дефектов кристаллического строения: точечные дефекты в кристаллах, дислокации и их классификация, поверхностные дефекты кристаллического строения, дислокации в реальных кристаллических структурах.	**ОПК-1**
Поле напряжений вокруг дислокаций, энергия дислокаций, движение и размножение дислокаций, методы наблюдения дислокаций.	**ОПК-1**
Модели Зинера-Стро-Петча, Коттрелла.	**ОПК-1**
Модели Баллафа-Гилмана, Орована-Стро	**ОПК-1**
Критерий зарождения и роста дислокационных трещин.	**ОПК-1**
Макро- и микровзаимодействие трещин и плоских скоплений дислокаций	**ОПК-1**
Модельные представления о микромеханизмах разрушения на уровне структурных элементов	**ОПК-1**
Транскристаллитный и межзеренный скол	**ОПК-1**
Вязкое разрушение (рост пор), разрушение при усталости (бороздчатый рельеф)	**ОПК-1**
Связь механики разрушения с физикой твердого тела.	**ОПК-1**
Усталость. Усталостный рост трещины.	**ОПК-1**
Механизмы роста усталостных трещин, кинетическая диаграмма циклической трещиностойкости.	**ОПК-1**
Влияние асимметрии и частоты цикла нагружения на распространение трещин.	**ОПК-1**
Механизмы закрытия трещины.	**ОПК-1**
Расчет долговечности поврежденных конструкций.	**ОПК-1**
Континуальные теории накопления повреждений и разрушения.	**ОПК-1**
Деформационное старение и коррозионное растрескивание материалов под нагрузкой	**ОПК-1**

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 физики прочности и механика разрушения
Специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства
Курс 4, семестр 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5.

1. Прочность конструкции при наличии трещин.
2. Энергетический контурный J-интеграл.

Утверждено на заседании кафедры «___» сентября 20__ г., протокол № ___

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/

Перечень вопросов к экзамену

Вопросы к экзамену	**Код компетенции**
Прочность конструкции при наличии трещин	**ОПК-1**
Теория Гриффитса	**ОПК-1**
Сингулярные задачи для тел с трещинами	**ОПК-1**
Регулярные и сингулярные составляющие напряжений в твердом теле с трещиной	**ОПК-1**
Типы трещин	**ОПК-1**
Коэффициенты интенсивности напряжений (КИН)	**ОПК-1**
Асимптотические формулы в декартовых и полярных координатах	**ОПК-1**
Методы расчета КИН, расчет коэффициента интенсивности напряжений на основе предельного перехода от коэффициента концентрации напряжений у вершины трещины-разреза и с помощью метода сечений	**ОПК-1**
Интенсивность высвобождения энергии упругой деформации	**ОПК-1**
Удельная работа разрушения	**ОПК-1**
Энергетический критерий разрушения	**ОПК-1**
Эквивалентность энергетического критерий разрушения Гриффитса и силового критерия Ирвина.	**ОПК-1**
Энергетические представления об интенсивности освобождающейся упругой энергии, работа при виртуальном приросте трещины	**ОПК-1**
Характеристики трещиностойкости конструкционных материалов. Предельное равновесие трещины при сложном напряженном состоянии	**ОПК-1**
Наклонная трещина	**ОПК-1**
Задача о направлении роста трещины	**ОПК-1**
Предельное равновесие трещин при комбинированном нагружении	**ОПК-1**
Критерий разрушения при сложном напряженном состоянии при комбинации различных типов смещения берегов трещины	**ОПК-1**
Численные методы в механике разрушения	**ОПК-1**
Зоны пластической деформации у вершины трещины	**ОПК-1**

Деформационные критерии разрушения	**ОПК-1**
Формы зоны пластической деформации	**ОПК-1**
Модель тонкой пластической зоны	**ОПК-1**
Конфигурации пластических зон у вершины трещины типа I в соответствие с критерием текучести Мизеса	**ОПК-1**
Поправка Ирвина на пластическую деформацию у вершины трещины	**ОПК-1**
Граница между линейной и нелинейной механикой разрушения	**ОПК-1**
Инвариантные интегралы в механике разрушения	**ОПК-1**
Модель Дагдейла-Леонова-Панасюка узкой зоны пластической деформации перед вершиной трещины	**ОПК-1**
Критерий критического раскрытия в вершине трещины	**ОПК-1**
Теоретическое решение и сопоставление с критерием Гриффитса	**ОПК-1**
Энергетический контурный J-интеграл	**ОПК-1**
Контурная инвариантность J-интеграла	**ОПК-1**
J-интеграл как интенсивность освобождающейся упругой энергии	**ОПК-1**
Основы динамической механики разрушения	**ОПК-1**
Критерии старта, распространения и остановки трещин	**ОПК-1**
Методы повышения трещиностойкости	**ОПК-1**
Условия устойчивого и неустойчивого роста трещины на основе условий равновесия элементов объема	**ОПК-1**
Кинетика стабильного роста трещины при упругопластическом разрушении	**ОПК-1**
Энергетический критерий расслоения при изгибе и кручении	**ОПК-1**
Множественное расщепление при растяжении и изгибе	**ОПК-1**
Рост расслоений при сжатии	**ОПК-1**
Расщепление композитных труб при сжатии по форме «китайского фонарика»	**ОПК-1**
Методы определения сопротивления расслоению	**ОПК-1**
Модели роста расслоений при усталости	**ОПК-1**

Примерные вопросы для устного опроса по дисциплине «Основы физики прочности и механика разрушения» для оценки компетенций (ОПК-1)

1. Что такое тензорно-полиномиальные критерии, и каков их геометрический образ в пространстве напряжений?
2. Как строятся предельные поверхности по Работнову для совместно работающих упруго-пластических структур?
3. На чём основана формулировка критериев прочности, учитывающих направленный характер разрушения волокнистых композитов?

4. Как записываются линейные критерии прочности для двух видов разрушения однонаправленных композитов?
5. Как определить из экспериментов параметры линейного критерия прочности?
6. В чём недостаток традиционной формулы Журавского для определения прочности межслоевого сдвига при изгибе коротких балок?
7. Как определять параметры линейного критерия расслоения по результатам статических и циклических испытаний на изгиб?
8. Как найти параметры критерия прочности композитных труб по обработке экспериментальных данных в координатах проекций напряжений на плоскость, содержащую направление волокон?
9. К какому основному выводу приводит модель ромба из нерастяжимых нитей при двухосном растяжении?
10. Как определить оптимальный угол армирования для двухосного растяжения?
11. Каковы этапы послойного расчета композитных конструкций?
12. В чём причина остановки трещины непрочной поверхностью раздела?
13. Каковы механизмы «сбрасывания» концентрации напряжений в волокнистых композитах с хрупкой матрицей?
14. Как оценить концентрацию напряжений около оставшейся после расщепления мелкой выточки?
15. Почему и в какой степени различаются теоретический и эффективный коэффициенты концентрации напряжений?
16. Как растрескивание матрицы снижает эффект от концентрации напряжений?
17. Чем по смыслу различаются параметры поврежденности и повреждаемости?
18. На чем основана гипотеза введения характерного «радиуса затупления» отверстия?
19. Сформулируйте основные положения механики рассеянного разрушения.
20. Что такое параметр (тензор) поврежденности и кинетическое уравнение его роста?
21. Как строится модель линейного суммирования повреждений и в чем её основной недостаток?
22. Какова модель нелинейного суммирования повреждений?
23. Как позволяет построение кривых остаточной прочности учитывать влияние последовательности блоков циклического нагружения?
24. С чем связан масштабный эффект прочности тонких хрупких волокон?
25. В чем – по Гриффитсу - состоит энергетическая теория роста трещин?

26. Что такое ЛМР - «линейная механика разрушения»?
27. Как по формуле типа Гриффитса оценить допустимую длину трещины?
28. Что такое КИН (коэффициент интенсивности напряжений) и какова его размерность?
29. Какова связь коэффициента интенсивности напряжений со скоростью высвобождения упругой энергии?
30. Назовите и поясните три моды продвижения трещины.
31. Какие требования предъявляются к размерам образцов и к линейности диаграмм разрушения для применения методов ЛМР?
32. Как строится модель пластической зоны Леонова-Панасюка-Дагдейла?
33. Что такое критерий раскрытия трещины?
34. Каков смысл энергетического инвариантного J-интеграла и как с его помощью связать линейную и нелинейную механику разрушения?
35. Как экспериментально определяется J-интеграл при существенно нелинейной диаграмме разрушения?
36. Что делать, если эксперименты по определению трещиностойкости на малых образцах оказались некорректными?
37. Как применяется линейная механика разрушения к волокнистым композитам?
38. Как энергетическая теория Гриффитса позволяет получить энергетический критерий расслоения или расщепления композита?
39. Как описать масштабный эффект прочности на основе энергетического критерия расслоения при изгибе и кручении?
40. Каков механизм расслоения с выщелкиванием слоев при сжатии?
41. Что такое характерная толщина выщелкиваемой полоски и как она связана с опасным расположением дефекта?
42. Какова схема разрушения композитной трубы по форме «китайского фонарика»?
43. Как определить рациональные размеры однонаправленной композитной трубы при сжатии и при кручении?

Темы рефератов по дисциплине «Основы физики прочности и механика разрушения»
для оценки компетенций (ОПК-1)

7 семестр

1. Механические свойства материалов: механизмы пластического деформирования, деформирование монокристаллов
2. Три вида связей и их особенности
3. Уравнения теплового движения атомов в решетке
4. Оценка теоретической прочности на основе рассмотрения взаимодействия атомов совершенного кристаллического тела
5. Оценка теоретической прочности кристаллов на сдвиг
6. Пластическая деформация и сдвиг частей кристаллов
7. Различие теоретической и реальной прочности из-за наличия в твердых телах дефектов
8. Дефекты кристаллической решетки, механизмы образования трещины
9. Теория дефектов кристаллического строения: точечные дефекты в кристаллах, дислокации и их классификация, поверхностные дефекты кристаллического строения, дислокации в реальных кристаллических структурах.
10. Поле напряжений вокруг дислокаций, энергия дислокаций, движение и размножение дислокаций, методы наблюдения дислокаций.
11. Дислокационные механизмы образования микротрещин (модели Зинера-Стро-Петча, Коттрелла, Баллафа-Гилмана, Орована-Стро)
12. Критерий зарождения и роста дислокационных трещин
13. Макро- и микровзаимодействие трещин и плоских скоплений дислокаций
14. Модельные представления о микромеханизмах разрушения на уровне структурных элементов (зерен)
15. Связь механики разрушения с физикой твердого тела
16. Усталость. Усталостный рост трещины.
17. Влияние асимметрии и частоты цикла нагружения на распространение трещин
18. Механизмы роста усталостных трещин, кинетическая диаграмма циклической трещиностойкости
19. Механизмы закрытия трещины
20. Расчет долговечности поврежденных конструкций
21. Континуальные теории накопления повреждений и разрушения
22. Деформационное старение и коррозионное растрескивание материалов под нагрузкой
23. Разрушение при усталости
24. Транскристаллитный и межзеренный скол

25. Вязкое разрушение (рост пор)
26. Оценка теоретической прочности кристаллов на сдвиг
27. Деформирование монокристаллов, особенности деформирования поликристаллов

8 семестр

1. Прочность конструкции при наличии трещин
2. Теория Гриффитса
3. Сингулярные задачи для тел с трещинами.
4. Регулярные и сингулярные составляющие напряжений в твердом теле с трещиной.
5. Типы трещин.
6. Коэффициенты интенсивности напряжений (КИН)
7. Асимптотические формулы в декартовых и полярный координатах.
8. Интенсивность высвобождения энергии упругой деформации.
9. Энергетический критерий разрушения
10. Характеристики трещиностойкости конструкционных материалов.
11. Предельное равновесие трещины при сложном напряженном состоянии.
12. Предельное равновесие трещин при комбинированном нагружении.
13. Критерий разрушения при сложном напряженном состоянии при комбинации различных типов смещения берегов трещины.
14. Наклонная трещина. Задача о направлении роста трещины.
15. Деформационные критерии разрушения
16. Модель Дагдейла-Леонова-Панасюка узкой зоны пластической деформации перед вершиной трещины
17. Теоретическое решение и сопоставление с критерием Гриффитса
18. Энергетический контурный J-интеграл.
19. HRR-сингулярность у вершины трещины
20. Метод сечений в упругопластической механике разрушения.
21. Основы динамической механики разрушения.
22. Методы повышения трещиностойкости.
23. Условия устойчивого и неустойчивого роста трещины на основе условий равновесия элементов объема в окрестности вершины трещины.
24. Кинетика стабильного роста трещины при упругопластическом разрушении.
25. Энергетический критерий расслоения при изгибе и кручении
26. Расщепление композитных труб при сжатии по форме «китайского фонарика»
27. Модели роста расслоений при усталости.