ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «02» июня 2023 г. № 424-1

# Б1.О.02 Механика разрушений

## рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 12.04.01 Приборостроение
Специализация/профиль – Приборы и методы контроля качества и диагностики
Квалификация выпускника – Магистр
Форма и срок обучения – очная форма 2 года
Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 2
Часов по учебному плану (УП) – 72

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
зачет 2 семестр

**Очная форма обучения** **Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр | 2 | **Итого** |
|---|---|---|
| Вид занятий | Часов по УП | **Часов по УП** |
| **Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*** | 34 | **34** |
| – лекции | 17 | **17** |
| – практические (семинарские) | | |
| – лабораторные | 17 | **17** |
| **Самостоятельная работа** | 38 | **38** |
| **Итого** | 72 | **72** |

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22.09.2017 № 957.

Программу составил(и):
к.т.н., доцент, доцент, Е.В. Зеньков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение», протокол от «2» июня 2023 г. № 13

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент С.В. Пахомов

| 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|---|---|
| **1.1 Цель дисциплины** | |
| 1 | формирование у обучающихся логики мышления, методологической и научной культуры в области организации и проведения научных исследований |
| **1.2 Задачи дисциплины** | |
| 1 | формирование представлений о предмете логики и формах мышления, времени и месте ее возникновения |
| 2 | ознакомление со структурой научного знания и методами научного исследования |
| 3 | выработка представления о критериях научности и о требованиях, которым должно отвечать научное исследование и его результаты |

| 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП | |
|---|---|
| Блок/часть ОПОП | Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть |
| **2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины** | |
| 1 | Б1.О.05 Сетевые технологии в приборостроении |
| 2 | Б1.О.06 Надежность и живучесть технических систем |
| **2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее** | |
| 1 | Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы |

## 3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|
| ОПК-3 Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач | ОПК-3.3 Применяет современные программные пакеты для создания и редактирования документов и технической документации, компьютерного моделирования, решения задач инженерной графики | Знать: методику применения программных пакетов компьютерного моделирования полей деформаций и напряжений вблизи различных дефектов материала высоконагруженных конструкций для оценки возможности выявления этих дефектов физическими методами, а также для оценки возможности разрушения рассматриваемых конструкций в процессе эксплуатации |
| | | Уметь: применять программные пакеты компьютерного моделирования полей деформаций и напряжений вблизи различных дефектов материала высоконагруженных конструкций для оценки возможности выявления этих дефектов физическими методами, а также для оценки возможности разрушения рассматриваемых конструкций в процессе эксплуатации |
| | | Владеть: навыками применения программных пакетов компьютерного моделирования полей деформаций и напряжений вблизи различных дефектов материала высоконагруженных конструкций для оценки возможности выявления этих дефектов физическими методами, а также для оценки возможности разрушения рассматриваемых конструкций в процессе эксплуатации |

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ | Очная форма | | | | | *Код индикатора достижения компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Семестр | Часы | | | | |
| | | | Лек | Пр | Лаб | СР | |
| **1.0** | **Раздел 1. Механика деформирования и обеспечение прочности элементов конструкций.** | | | | | | |
| 1.1 | Тема 1. Схемы разрушения и критерии прочности. Напряжения и деформации в упругом теле | 2 | 2 | | | 2 | ОПК-3.3 |
| 1.2 | Тема 2. Основные законы механики упругого деформирования | 2 | 2 | | | 2 | ОПК-3.3 |
| 1.3 | Тема 3. Напряжённо-деформированное состояние вблизи трещины малых размеров в упругом теле, классификация трещин | 2 | 2 | | | 2 | ОПК-3.3 |

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ | Очная форма | | | | | *Код индикатора достижения компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Семестр | Часы | | | | |
| | | | Лек | Пр | Лаб | СР | |
| 1.4 | Лабораторная работа 1. Напряжённое состояние упругого куба при одноосном растяжении, роль физических констант – модуля Юнга коэффициента Пуассона | 2 | | | 2 | 2 | ОПК-3.3 |
| 1.5 | Лабораторная работа 2. О затухании краевого эффекта от действия краевых нагрузок в осесимметричных телах | 2 | | | 2 | 2 | ОПК-3.3 |
| 1.6 | Лабораторная работа 3. О затухании возмущений напряжённого состояния (принцип Сен-Венана) вблизи дефектов малого размера | 2 | | | 2 | 2 | ОПК-3.3 |
| 1.7 | Тема 4. Энергетический критерий Гриффитца и концепция Гриффитца-Орована Ирвина | 2 | 2 | | | 2 | ОПК-3.3 |
| 1.8 | Тема 5. Сопротивление росту трещины | 2 | 2 | | | 2 | ОПК-3.3 |
| 1.9 | Лабораторная работа 4. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малого сквозного кругового отверстия и эллиптического отверстия | 2 | | | 2 | 2 | ОПК-3.3 |
| 1.10 | Лабораторная работа 5. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малой сквозной трещины | 2 | | | 2 | 2 | ОПК-3.3 |
| 1.11 | Лабораторная работа 6. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малой сферической поры и малой поры, имеющей эллипсоидальную (сфероидальную) форму | 2 | | | 2 | 2 | ОПК-3.3 |
| **2.0** | **Раздел 2. Усталостное разрушение материала.** | | | | | | |
| 2.1 | Тема 6. Особенности и условия усталостных разрушений | 2 | 2 | | | 2 | ОПК-3.3 |
| 2.2 | Тема 7. Общие закономерности усталостного разрушения металлов | 2 | 2 | | | 2 | ОПК-3.3 |
| 2.3 | Тема 8. Докритический рост трещины | 2 | 2 | | | 3 | ОПК-3.3 |
| 2.4 | Тема 9. Долговечность по числу циклов при малоцикловой усталости | 2 | 1 | | | 3 | ОПК-3.3 |
| 2.5 | Лабораторная работа 7. Разрушение балок и брусьев пластическим деформированием равномерно распределённой нагрузкой, прямоугольных пластин пластическим деформированием при равномерной нагрузке и труб пластическим деформированием внутренним давлением | 2 | | | 2 | 2 | ОПК-3.3 |
| 2.6 | Лабораторная работа 8. Напряжённое состояние вблизи дефектов типа непроваров в сварных швах и непроклеев слоистых конструкций и в зоне контакта выпуклых тел (Задача Герца) | 2 | | | 2 | 2 | ОПК-3.3 |
| 2.7 | Лабораторная работа 9. Напряжённое состояние в зонах контакта ролика подшипника с его кольцом, глубина рытвин контактного износа и рост трещин в условиях циклического нагружения | 2 | | | 1 | 2 | ОПК-3.3 |
| | Форма промежуточной аттестации – зачет | 2 | | | | | |
| | Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию) | | 17 | | 17 | 38 | |

## 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

#### 6.1.1 Основная литература

| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 6.1.1.1 | Леденев, В. В. Теоретические основы механики деформирования и разрушения : монография / В. В. Леденев, В. Г. Однолько, З. Х. Нгуен. — Тамбов : ТГТУ, 2020. — 315 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/320159 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |
| 6.1.1.2 | Плескачевский, Ю. М. Деформирование и разрушение элементов конструкций из неоднородных материалов в условиях термосилового нагружения : монография / Ю. М. Плескачевский, Ю. А. Чигарева, П. И. Ширвель. — Минск : БНТУ, 2018. — 228 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/174816 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |
| **6.1.2 Дополнительная литература** | | |
| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
| 6.1.2.1 | Шилов, М. А. Физика прочности и механика разрушения : учебное пособие для вузов / М. А. Шилов. — Москва : Юрайт, 2024. — 175 с. — URL: https://urait.ru/bcode/544300 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |
| 6.1.2.2 | Беляев, Н. М. Сопротивление материалов : [учеб. пособие] / Н. М. Беляев ; авт. предисл. А. К. Синицкий. — Изд. 15-е, перераб. — М. : Альянс, 2014. — 607 с. — Текст : непосредственный. | 29 |
| 6.1.2.3 | Горшков, А. Г. Теория упругости и пластичности : учебник / А. Г. Горшков, Э. И. Старовойтов, Д. В. Тарлаковский. — Москва : Физматлит, 2002. — 417 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76683 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |
| 6.1.2.4 | Цвик, Л. Б. Модельные задачи вычислительной теории упругости : учеб.-метод. пособие / Л. Б. Цвик, В. М. Агафонов ; Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ. — Иркутск : ИрГУПС, 2017. — 128 с. — Текст : непосредственный. | 39 |
| **6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)** | | |
| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
| 6.1.3.1 | Зеньков Е.В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.02 Механика разрушений по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, профиль Приборы и методы контроля качества и диагностики / Е.В. Зеньков; ИрГУПС. – Иркутск: ИрГУПС, 2023. – 13 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_3257_1408_2023_1_signed.pdf | Онлайн |
| **6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»** | | |
| 6.2.1 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — https://elibrary.ru/ | |
| 6.2.2 | Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/ | |
| 6.2.3 | Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/ | |
| 6.2.4 | Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/ | |
| **6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы** | | |
| **6.3.1 Базовое программное обеспечение** | | |
| 6.3.1.1 | Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01 | |
| 6.3.1.2 | Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01 | |
| 6.3.1.3 | FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/ | |
| 6.3.1.4 | Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/ | |
| 6.3.1.5 | Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License. | |
| **6.3.2 Специализированное программное обеспечение** | | |
| 6.3.2.1 | NASTRAN (Patran CAE Solid Modeling Class pack, MD Nastran Exterior Acoustics Team pack, Fatigue Complete Package Team pack, MD Adams, Easy5) сетевая версия, сертификат RE008453ISR, контракт от 25.10.2016 № 0334100010016000106-0000756-0. | |
| **6.3.3 Информационные справочные системы** | | |
| 6.3.3.1 | Не предусмотрены | |
| **6.4 Правовые и нормативные документы** | | |
| 6.4.1 | Не предусмотрены | |

| 7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | |
|---|---|
| 1 | Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80 |
| 2 | Компьютерный класс «АРМ кафедры «Физика, механика и приборостроения» Д-316 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). |
| 3 | Учебная аудитория В-216 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), ноутбук (переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). |
| 4 | Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся:<br>– читальные залы;<br>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507;<br>– помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521 |

| 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|---|---|
| Вид учебной деятельности | Организация учебной деятельности обучающегося |
| Лекция | Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.<br>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии |
| Лабораторная работа | Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.<br>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:<br>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;<br>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;<br>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; |

| | |
|---|---|
| | - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;<br>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;<br>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);<br>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;<br>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;<br>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;<br>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;<br>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);<br>- наблюдение развития явлений, процессов и др.<br>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.<br>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:<br>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;<br>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;<br>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.<br>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину |
| Самостоятельная работа | Обучение по дисциплине «Механика разрушений» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.<br>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» |
| Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет | |

**Приложение № 1 к рабочей программе**

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

# 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
## Программа контрольно-оценочных мероприятий.
## Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Механика разрушений» участвует в формировании компетенций:

ОПК-3. Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

**Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения**

| № | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства (форма проведения*) |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| **1.0** | **Раздел 1. Механика деформирования и обеспечение прочности элементов конструкций** | | | |
| 1.1 | Текущий контроль | Тема 1. Схемы разрушения и критерии прочности. Напряжения и деформации в упругом теле | ОПК-3.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.2 | Текущий контроль | Тема 2. Основные законы механики упругого деформирования | ОПК-3.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.3 | Текущий контроль | Тема 3. Напряжённо-деформированное состояние вблизи трещины малых размеров в упругом теле, классификация трещин | ОПК-3.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.4 | Текущий контроль | Лабораторная работа 1. Напряжённое состояние упругого куба при одноосном растяжении, роль физических констант – модуля Юнга коэффициента Пуассона | ОПК-3.3 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 1.5 | Текущий контроль | Лабораторная работа 2. О затухании краевого эффекта от действия краевых нагрузок в осесимметричных телах | ОПК-3.3 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 1.6 | Текущий контроль | Лабораторная работа 3. О затухании возмущений напряжённого состояния (принцип Сен-Венана) вблизи дефектов малого размера | ОПК-3.3 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 1.7 | Текущий контроль | Тема 4. Энергетический критерий Гриффитса и концепция Гриффитса-Орована-Ирвина | ОПК-3.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.8 | Текущий контроль | Тема 5. Сопротивление росту трещины | ОПК-3.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.9 | Текущий контроль | Лабораторная работа 4. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малого сквозного кругового отверстия и эллиптического отверстия | ОПК-3.3 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 1.10 | Текущий контроль | Лабораторная работа 5. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малой сквозной трещины | ОПК-3.3 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 1.11 | Текущий контроль | Лабораторная работа 6. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малой | ОПК-3.3 | Лабораторная работа (письменно/устно) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | сферической поры и малой поры, имеющей эллипсоидальную (сфероидальную) форму | | |
| **2.0** | **Раздел 2. Усталостное разрушение материала** | | | |
| 2.1 | Текущий контроль | Тема 6. Особенности и условия усталостных разрушений | ОПК-3.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 2.2 | Текущий контроль | Тема 7. Общие закономерности усталостного разрушения металлов | ОПК-3.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 2.3 | Текущий контроль | Тема 8. Докритический рост трещины | ОПК-3.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 2.4 | Текущий контроль | Тема 9. Долговечность по числу циклов при малоцикловой усталости | ОПК-3.3 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 2.5 | Текущий контроль | Лабораторная работа 7. Разрушение балок и брусьев пластическим деформированием равномерно распределённой нагрузкой, прямоугольных пластин пластическим деформированием при равномерной нагрузке и труб пластическим деформированием внутренним давлением | ОПК-3.3 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 2.6 | Текущий контроль | Лабораторная работа 8. Напряжённое состояние вблизи дефектов типа непроваров в сварных швах и непроклеев слоистых конструкций и в зоне контакта выпуклых тел (Задача Герца) | ОПК-3.3 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 2.7 | Текущий контроль | Лабораторная работа 9. Напряжённое состояние в зонах контакта ролика подшипника с его кольцом, глубина рытвин контактного износа и рост трещин в условиях циклического нагружения | ОПК-3.3 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| | Промежуточная аттестация | Раздел 1. Механика деформирования и обеспечение прочности элементов конструкций.<br>Раздел 2. Усталостное разрушение материала. | | Зачет (собеседование)<br>Зачет - тестирование (компьютерные технологии) |

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

## Описание показателей и критериев оценивания компетенций. Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

| № | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Тестирование (компьютерные технологии) | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Фонд тестовых заданий |
| 2 | Лабораторная работа | Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы.<br>Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты |

Промежуточная аттестация

| № | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Зачет | Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету |
| 2 | Тест – промежуточная аттестация в форме зачета | Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Фонд тестовых заданий |

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

| Шкала оценивания | Критерии оценивания | Уровень освоения компетенции |
|---|---|---|
| «зачтено» | Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы | Высокий |
| | Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении | Базовый |

| | | |
|---|---|---|
| | задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов | |
| | Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы | Минимальный |
| «не зачтено» | Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов | Компетенция не сформирована |

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

| Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|
| «зачтено» | Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования |
| «не зачтено» | Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования |

## Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Тестирование

| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «отлично» | «зачтено» | Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования |
| «хорошо» | | Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования |
| «удовлетворительно» | | Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования |

Лабораторная работа

| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «отлично» | «зачтено» | Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний.<br>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме |
| «хорошо» | | Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.<br>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета) |
| «удовлетворительно» | | Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. |

| | | |
|---|---|---|
| | | Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен.<br>Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.<br>Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки |

# 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

## 3.1 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

| Индикатор достижения компетенции | Темы в соответствии с РПД | Характеристика ТЗ | Количество тестовых заданий, типы ТЗ |
|---|---|---|---|
| ОПК-3.3 | Схемы разрушения и критерии прочности. Напряжения и деформации в упругом теле | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Основные законы механики упругого деформирования | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Напряжённо-деформированное состояние вблизи трещины малых размеров в упругом теле, классификация трещин | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Напряжённое состояние упругого куба при одноосном растяжении, роль физических констант – модуля Юнга коэффициента Пуассона | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | О затухании краевого эффекта от действия краевых нагрузок в осесимметричных телах | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | О затухании возмущений напряжённого состояния (принцип Сен-Венана) вблизи дефектов малого размера | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Энергетический критерий Гриффитса и концепция Гриффитса-Орована-Ирвина | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Сопротивление росту трещины | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малого сквозного кругового отверстия и эллиптического отверстия | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малой сквозной трещины | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малой сферической поры и малой поры, имеющей эллипсоидальную (сфероидальную) форму | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Особенности и условия усталостных разрушений | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Общие закономерности усталостного разрушения металлов | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Докритический рост трещины | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Долговечность по числу циклов при малоцикловой усталости | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Разрушение балок и брусьев пластическим деформированием равномерно распределённой нагрузкой, прямоугольных пластин пластическим деформированием при равномерной нагрузке и труб пластическим деформированием внутренним давлением | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Напряжённое состояние вблизи дефектов типа непроваров в сварных швах и непроклеев слоистых | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | конструкций и в зоне контакта выпуклых тел (Задача Герца) | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ОПК-3.3 | Напряжённое состояние в зонах контакта ролика подшипника с его кольцом, глубина рытвин контактного износа и рост трещин в условиях циклического нагружения | Знание | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Умение | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Итого | 54 – ОТЗ<br>54 – ЗТЗ |

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

1. Выберите правильный ответ.

Три образца с трещинами из низкоуглеродистой стали, инструментальной стали и однонаправленного аллюминий - бор композита были исследованы. Какой тип разрушения соответствует каждому материалу?

A. 1 - композит 2 - низкоуглеродистая сталь 3 - инструментальная сталь
B. **1** - инструментальная сталь **2** - композит **3** - низкоуглеродистая сталь
C. **1** - низкоуглеродистая сталь **2** - композит **3** - инструментальная сталь
D. **1** - низкоуглеродистая сталь **2** - инструментальная сталь **3** – композит.
Ответ: A.

2. Выберите правильный ответ.

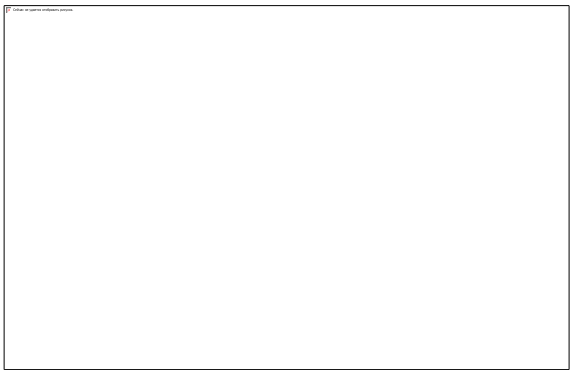
Выберите образец для испытания на хрупкое разрушение?

A B C D

A._____
B._____
C. _____
D. _____
Ответ: B.

3. Выберите правильный ответ.

Какая кривая точно отражает трещиностойкость углеродистой стали?



A._____
B._____
C. _____
D. _____
Ответ: A.

4. Выберите правильный ответ.

Изображены три варианта роста усталостной трещины в достаточно толстом стальном образце с дефектом. Какой из вариантов точно отражает фронт трещины?

A B C

A._____
B._____
C. _____
Ответ: B.

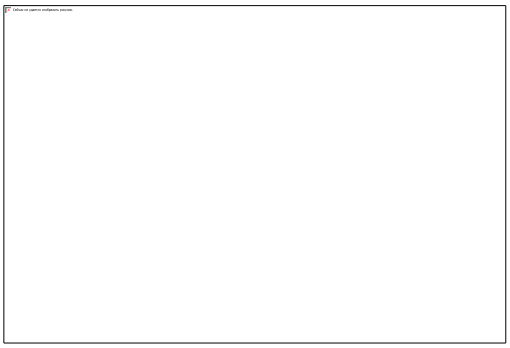
5. Выберите правильный ответ.

В каком месте произойдет разрушение?

A._____
B._____
C. _____
D. _____
Ответ: A.

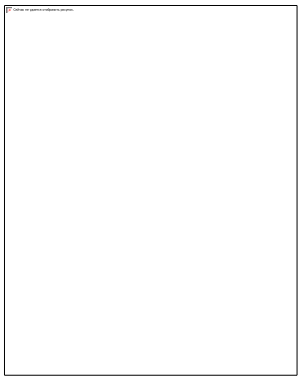
6. Выберите правильный ответ.

Вид разрушения - **отрыв**. В каком направлении стартует трещина?



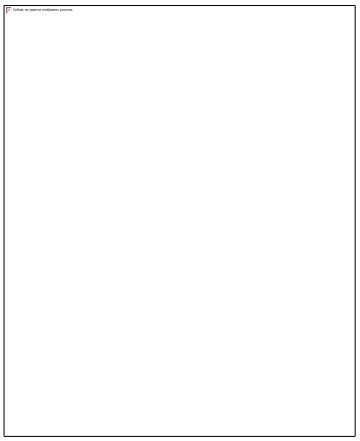
A._____
B._____
C. _____
D. _____
Ответ: D.

7. Выберите правильный ответ.
Что произойдет в вершине трещины?



**A.** **I** – раскрытие
**B.** **II** – сдвиг
**C.** **I+II** - смешанный способ
**D.** Нет правильного ответа
Ответ: C.

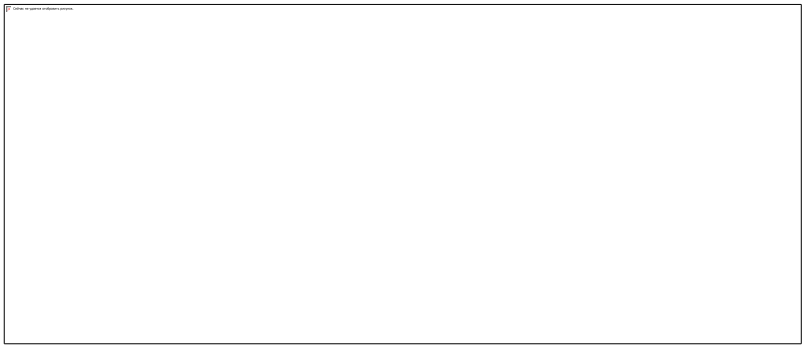
8. Выберите правильный ответ.
Напряжения, возникающие в вершине трещины в пластине, работающей на растяжение. Все размеры даны в миллиметрах. Напряжение в отмеченной точке равно:



A. 100 МПа
B. 144 МПа
C. 200 МПа
D. >400 МПа
Ответ: D.

9. Выберите правильный ответ.

Причина роста трещины - местная пластическая деформация. Какой ожидается форма фронта трещины в толстом стальном образце?



A._____
B._____
C. _____
D Нет правильного ответа.
Ответ: A.

10. Дайте ответ на поставленный вопрос.

Приведите пример несущего элемента строительной, машиностроительной или транспортной конструкции, напряжённо-деформированное состояние (НДС) которого близко к НДС равномерно и одноосно растягиваемого бруса

Ответ: Корпус автосцепки.

11. Дайте ответ на поставленный вопрос.

Какая характеристика механических свойств материала определяет поперечное сужение равномерно растягиваемого стержня.

Ответ: Коэффициент Пуассона.

12. Дайте ответ на поставленный вопрос.

Как влияет значение коэффициента Пуассона на величину концентрации напряжений в заделке одноосно растягиваемого стержня?

Ответ: Не влияет.

13. Дайте ответ на поставленный вопрос.

Каков диапазон возможных изменений значений коэффициента Пуассона для различных материалов?

Ответ: От 0 до 0,5.

14. Дайте ответ на поставленный вопрос.

Где расположены зоны местного повышения уровня напряжений в случае равномерного одноосного растяжения стержня, один из концов которого жёстко защемлён (фиксирован)?

Ответ: В зоне заделки и приложения сил растяжения.

15. Дайте ответ на поставленный вопрос.

Где в технике может быть использовано решение задачи теории упругости о трещине в деформируемой конструкции?

Ответ: Колесо железнодорожного вагона, корпус автосцепки.

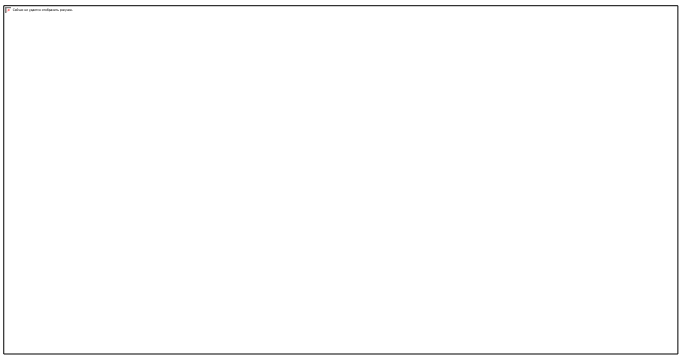
16. Дайте ответ на поставленный вопрос.

В чём состоит особенность решения задачи о распределении напряжений вблизи трещины в деформируемом теле? Ограничены ли напряжения вблизи вершины трещины?

Ответ: В определении коэффициента интенсивности напряжений К, определяющего способность материала сопротивляться трещиноподобным дефектам.

17. Выберите правильный ответ.

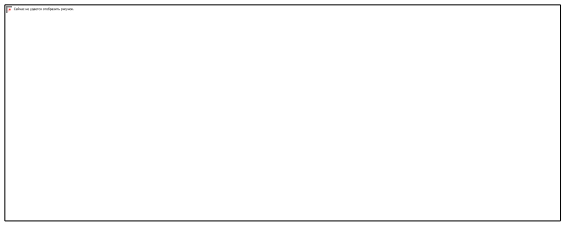
Для точки можно указать шесть компонент напряжений. Сколько компонент напряжений не равны нулю при кручении?



A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

Ответ: D.

18. Выберите правильный ответ. В какой точке растягивающие напряжения максимальны?



A._____
B._____
C. _____
D. _____
E. _____

Ответ: B.

### 3.2 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для

их защиты

«Лабораторная работа 1. Напряжённое состояние упругого куба при одноосном растяжении, роль физических констант – модуля Юнга коэффициента Пуассона»

**Цель работы:** на основе использования точного решения рассматриваемой модельной задачи о растяжении бруса необходимо привести вывод о погрешности метода конечных элементов (МКЭ) в зависимости от положения точки наблюдения в исследуемом растягиваемом брусе.

Вопросов для защиты

1. Какие механические свойства материала необходимо задавать в качестве исходных данных при решении задачи теории упругости для бруса, изготовленного из однородного изотропного материала?
2. Чему равны теоретические значения компонент напряжений и деформаций, возникающих при одноосном растяжении бруса вдоль его продольной оси?
3. Что такое конечный элемент?
4. Для чего применяется метод конечных элементов?
5. Как строится отрезок прямой линии, ограниченный двумя заданными точками в препроцессоре используемого программного комплекса?
6. Как строится поверхность, ограниченная замкнутым четырёхугольником в используемом программном комплексе?
7. Как строится объём прямоугольного бруса в используемом программном комплексе?
8. Как задаётся размер конечного элемента в используемом программном комплексе?
9. Как задаются в используемом программном комплексе силы, действующие на растягиваемый брус?
10. Чем объясняется ложная неравномерность напряжённого состояния, полученного с помощью МКЭ, в угловых точках нагружаемого конца бруса?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Лабораторная работа 2. О затухании краевого эффекта от действия краевых нагрузок в осесимметричных телах»

**Цель работы:** изучение влияние приложенных нагрузок на особенности напряжённо-деформированного состояния упругого тела, а также влияние на это НДС системы самоуравновешенных внешних воздействий.

Вопросов для защиты

1. Какие характеристики механических свойств материала одноосно растягиваемого бруса необходимы для определения напряжений в его точках? Для определения напряжений и перемещений в этих точках?
2. В каких физических единицах происходит в используемом программном средстве вывод результатов расчёта напряжений, деформаций и перемещений?
3. В каких физических единицах задаётся величина модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона? Чему они равны для большинства конструкционных сталей?
4. В чем заключается принцип Сен-Венана.
5. Каким образом в работе задается сосредоточенная нагрузка?
6. Какие граничные условия применялись к дискретной модели?
7. Какие расчетные значения выводились в цветовой заливке?
8. Какое влияние оказывают самоуравновешенные нагрузки на напряженное состояние деформируемых тел?

### 3.3 Перечень теоретических вопросов к зачету

(для оценки знаний)

Раздел 1 «Механика деформирования и обеспечение прочности элементов конструкций. Условия роста трещин»

1. Схемы разрушения и критерии прочности.
2. Напряжения и деформации в упругом теле.
3. Основные законы механики упругого деформирования.
4. Математические модели механики упругого деформирования.
5. Численный анализ математических моделей механики деформирования.
6. Напряжённо-деформированное состояние вблизи трещины малых размеров в упругом теле, классификация трещин.
7. Элементы теории упруго-пластического деформирования.
8. Напряжённое состояние упругого куба при одноосном растяжении, роль физических констант – модуля Юнга коэффициента Пуассона.
9. О затухании краевого эффекта от действия краевых нагрузок в осесимметричных телах.
10. О затухании возмущений напряжённого состояния (принцип Сен-Венана) вблизи дефектов малого размера.
11. Энергетический критерий Гриффитса.
12. Интенсивность выделения энергии и концепция Гриффитса-Орована-Ирвина.
13. Сопротивление росту трещины.
14. Скорость роста трещины, ветвление трещин.
15. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малой сквозной трещины (виртуальное компьютерное моделирование распределения напряжений).
16. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малого сквозного кругового отверстия (виртуальное компьютерное моделирование распределения напряжений).
17. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малого эллиптического отверстия (виртуальное компьютерное моделирование распределения напряжений).
18. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малой сквозной трещины.
19. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малой сферической поры.
20. Напряжённое состояние вблизи дефектов в виде малой поры, имеющей эллипсоидальную (сфероидальную) форму.

Раздел 2 «Усталостное разрушение материала»

1. Особенности и условия усталостных разрушений.
2. Основные параметры цикла нагружения.
3. Общие закономерности усталостного разрушения металлов.
4. Докритический рост трещины (стадия живучести конструкций).
5. Усталостные трещины и бороздки усталости.
6. Долговечность по числу циклов при малоцикловой усталости.
7. Расчёт элементов конструкций на долговечность.
8. Разрушение балок и брусьев пластическим деформированием равномерно распределённой нагрузкой.
9. Разрушение прямоугольных пластин пластическим деформированием при равномерной нагрузке.
10. Разрушение труб пластическим деформированием внутренним давлением.
11. Напряжённое состояние вблизи дефектов типа непроваров в сварных швах и непроклеев слоистых конструкций.
12. Напряжённое состояние в зоне контакта выпуклых тел (Задача Герца).
13. Напряжённое состояние в зонах контакта ролика подшипника с его кольцом, глубина рытвин контактного износа.
14. Рост трещин (живучесть конструкций) в условиях циклического нагружения.

### 3.4 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

(для оценки умений)

1. Представить аналитическое решение задачи Колосова-Инглиса
2. Представить аналитическое решение задачи о деформировании тела с трещиной отрыва малых размеров (решение Инглиса).
3. Каким уравнением описывается коэффициент интенсивности напряжений.
4. Как оценивается погрешность результатов численного моделирования задач о

деформировании тел с трещинами.
5. В чём состоят значение коэффициента интенсивности напряжений для оценки прочности высоконагруженных несущих элементов конструкций.
6. Представить аналитическое решение задачи механики деформирования об одноосном растяжении упругого пространства со сферической полостью.

### 3.5 Перечень типовых практических заданий к зачету

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Рассказать основные этапы моделирования задачи Колосова-Инглиса с применением численного метода
2. Рассказать основные этапы моделирования задачи о деформировании тела с трещиной отрыва (решение Инглиса).
3. Рассказать основные этапы моделирования задачи механики деформирования об одноосном растяжении упругого пространства со сферической полостью.
4. Особенности моделирования характеристик НДС вблизи вершины трещины малой длины, находящейся в тонкой упругой пластине.

## 4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

| Наименование оценочного средства | Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения |
|---|---|
| Тестирование (компьютерные технологии) | Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончанию ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста |
| Лабораторная работа | Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено.<br>Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы.<br>Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия |

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

### Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

### Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

| Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля | Шкала оценивания |
|---|---|
| Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю | «зачтено» |
| Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю | «не зачтено» |

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то

промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.