

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета авиационной  
и морской техники

Красильникова О.А.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Механика разрушений судовых конструкций»

Направление подготовки	26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль) образовательной программы	Проектирование судовых корпусных конструкций, систем и устройств
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Кораблестроение и компьютерный инжиниринг»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, канд. физ.-мат. наук  
(должность, степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Журбина И.Н.  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
«Кораблестроение и компьютерный  
инжиниринг»  
\_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Куриный В.В.  
(ФИО)

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Механика разрушений судовых конструкций» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 17.08.2020 г. № 1042, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Проектирование судовых корпусных конструкций, систем и устройств» по направлению подготовки «26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 30.024 «ИНЖЕНЕР-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ В ОБЛАСТИ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА».

Обобщенная трудовая функция: В Выполнение исследовательских работ по разработке и верификации концептуальной возможности создания новой технологии в области судостроения и судоремонта.

ТД-4 Интерпретация данных, полученных в результате исследований в области судостроения, формулирование выводов, ТД-6 Проведение испытаний отдельных компонентов технологии судостроения в лабораторных условиях, НЗ-1 Требования к методикам (методам) измерений, НУ-4 Определять степень критичности технологий, положенных в основу выбранной концепции, НУ-5 Анализировать работу технологии на основе работы ее составных частей.

Задачи дисциплины	Формирование понимания будущими специалистами вычислительных методов в задачах механики разрушений, энергетических подходов, предсказания разрушений; формирование знаний принципов проектирования конструкций, работы конструкций с трещинами, разрушения в сварочных соединениях, испытания образцов; формирование умений разрабатывать трещиностойкие конструкции, формирование навыков и компетенций разработки методик расчета прочности и надежности судовых конструкций.
Основные разделы / темы дисциплины	<p><b>Строение металлов:</b> Строение и деформирование металлов теории прочности, Понятие теоретической прочности, дефекты кристаллов, Механизмы хрупкого и вязкого разрушения, усталостное разрушение металлов, влияние микроконцентраторов, Кристаллические тела.</p> <p><b>Механика разрушений:</b> Линейная механика разрушений. Упругое тело, упруго-пластичное тело, Образование и распространение трещин, Критерии разрушения, влияние остаточных напряжений, влияние температуры, хрупкое разрушение, Концентрация напряжений у круглого выреза при одноосном и двуосном напряженном состоянии, Концентрация напряжений у квадратного выреза при одноосном растяжении, Концентрация напряжений в жестких точках при одноосном растяжении, Концентрация напряжений в стенках днищевых стрингеров, Концентрация напряжений в узлах пересечения продольных днищевых балок танкеров с поперечными переборками.</p> <p><b>Концентрация напряжений и методы борьбы:</b> Соппротивление судокорпусных материалов переменному нагружению, Концентрация напряжений в судовых конструкциях, Усталостные трещины в судовых конструкциях и методы борьбы с ними, расчетное проектирование типовых узлов судового корпуса, Расчет безопасности использования панели с</p>

	плоской сквозной трещиной в сварном шве, Расчет безопасности использования стальной крановой балки с начальной трещиной при перепадах температур, Расчет безопасности использования анкерного стержня прессы с начальной поверхностной трещиной.
--	--

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Механика разрушений судовых конструкций» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-4 Способен проводить и подтверждать концептуальную возможность создания новой технологии в области судостроения и судоремонта	<p>ПК-4.1 Знает методы построения моделей исследуемых технологий, процессов, явлений и объектов в области судостроения и судоремонта; этапы разработки новой технологии</p> <p>ПК-4.2 Умеет оценивать надежность, долговечность, работоспособность, технологичность и материалоемкость разрабатываемой технологии в области судостроения и судоремонта; определять возможные сферы применения новой технологии; применять актуальные методы разработки новых технологий в области судостроения и судоремонта</p> <p>ПК-4.3 Владеет навыками верификации разрабатываемой технологии судостроения и судоремонта с использованием математического и компьютерного моделирования; анализа и оценка выбора методов и средств измерений, обработки их результатов</p>	<p>- Знает теоретические основы методов определения параметров механики разрушения; требования к методам измерений разрушений конструкции</p> <p>- Умеет анализировать работу технологии на основе методов моделирования при оценке риска; определять степень критичности технологий</p> <p>- Владеет основами проведения испытаний отдельных компонентов технологии судостроения для определения предельных нагрузок; интерпретации данных, полученных в результате исследований в области трещиностойкости конструкции, формулирование выводов</p>

## 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика разрушений судовых конструкций» изучается на 2 курсе, 3 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору).

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Технологические процессы и организация судостроительного производства», «Проектирование конструкций морской техники», «Технологичность конструкций».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Механика разрушений судовых конструкций», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Механика разрушений судовых конструкций» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения самостоятельных работ, практических занятий.

#### **4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	24
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	0
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	24 14*
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	120
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1: Строение металлов</b>				
Строение и деформирование металлов теории прочности				6
Понятие теоретической прочности, дефекты кристаллов				9
Механизмы хрупкого и вязкого разрушения, усталостное разрушение металлов, влияние микроконцентраторов				9
Кристаллические тела		2		
<b>Раздел 2: Механика разрушений</b>				
Линейная механика разрушений. Упругое тело, упруго-пластичное тело				10
Образование и распространение трещин				10
Критерии разрушения, влияние остаточных напряжений, влияние температуры, хрупкое разрушение				10
Концентрация напряжений у круглого выреза при одноосном и двуосном напряженном состоянии		2		
Концентрация напряжений у квадратного выреза при одноосном растяжении		2		
Концентрация напряжений в жестких точках при одноосном растяжении		2		
Концентрация напряжений у вырезов в стенках днищевых стрингеров		4*		

Концентрация напряжений в узлах пересечения продольных днищевых балок танкеров с поперечными переборками		4*		
РГР. Анализ напряженно-деформированного состояния конструкции				15
<b>Раздел 3: Концентрация напряжений и методы борьбы</b>				
Сопротивление судокорпусных материалов переменному нагружению				12
Концентрация напряжений в судовых конструкциях				12
Усталостные трещины в судовых конструкциях и методы борьбы с ними, расчетное проектирование типовых узлов судового корпуса.				12
Расчет безопасности использования панели с плоской сквозной трещиной в сварном шве		3*		
Расчет безопасности использования стальной крановой балки с начальной трещиной при перепадах температур		3*		
Расчет безопасности использования анкерного стержня пресса с начальной поверхностной трещиной		2		
РГР. Анализ напряженно-деформированного состояния конструкции				15
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>24</b>		<b>120</b>

\* реализуется в форме практической подготовки

### **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	90
Выполнение отчета и подготовка к защите РГР	30

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Тарануха, Н. А. Основы механики разрушения судовых конструкций : учеб. пособие для вузов / Н. А. Тарануха, И. Н. Журбина, О. В. Журбин. – Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2016. – 67 с.

2. Матвиенко, Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения : монография / Ю. Г. Матвиенко. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 328 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.znanium.com/catalog.php?>, (дата обращения: 11.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Механика разрушения и надёжность судовых конструкций : Межвузовский сборник / Горьковский политехнический институт им. А.А. Жданова; редкол. : В.М. Волков (отв.ред.) и др. – Горький: Изд-во ГПИ, 1987. – 124 с.

2. Партон, В. З. Механика упругопластического разрушения: специальные задачи механики разрушения : учеб. пособие для вузов / В.З. Партон, Е.М. Морозов; Предисл. Ю. Н. Работнова. – 2-е изд., испр. – М. : Либроком, 2008. – 190 с.

3. Партон, В. З. Механика упругопластического разрушения: основы механики разрушения : учеб. пособие для вузов / В. З. Партон, Е. М. Морозов. – 3-е изд., испр. – М. : Либроком, 2008. – 349 с.

4. Пестриков, В. М. Механика разрушения : курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. – СПб. : Профессия, 2012. – 551 с.

5. Подскребко, М. Д. Соппротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения : учеб. пособие / М. Д. Подскребко. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. – 669 с. // IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/20141.html> (дата обращения: 11.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ (компьютерный практикум) по курсу «Механика разрушений судовых конструкций» / сост. : И. Н. Журбина. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. – 8 с.

2. Анализ напряженно-деформированного состояния конструкции : метод. указания к расчётно-графической работе по курсу «Механика разрушений судовых конструкций» / сост. : И. Н. Журбина. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. – 6 с.

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор № 4997 эбс ИК3 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г. (с 17 апреля 2021 г. по 16 апреля 2022 г.)



2. Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г. (с 27 марта 2021 г. по 27 марта 2022 г.)

3. Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU (периодические издания) Договор № ЕП 44/3 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 211 272 7000769 270 301 001 0010 002 6311 244 от 04 февраля 2021 г. (с 04 февраля 2021 г. по 04 февраля 2030 г.)

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. mtt : журнал «Известия Российской академии наук. Механика твердого тела» : сайт. – Москва, 1993 – . – URL: <http://mtt.ipmnet.ru> (дата обращения: 11.06.2021).

### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных

и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.3 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

### **9.4 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

### **1. Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям**

Практические работы представляют одну из форм освоения теоретического материала с одновременным формированием практических навыков в изучаемой дисциплине. Их назначение – углубление проработки теоретического материала, формирование практических навыков путем регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении всего курса. Процесс подготовки к практическим работам включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу. Непосредственное проведение практических работ предполагает изучение теоретического материала по теме практической работы (по вопросам изучаемой темы), выполнение необходимых расчетов, оформление отчета с заполнением необходимых таблиц, построением графиков, подготовкой выводов по проделанным расчетам; по каждой практической работе проводится контроль: проверяется содержание отчета, проверяется усвоение теоретического материала. Контроль усвоения теоретического материала является индивидуальным.

### **2. Методические указания по выполнению расчетно-графической работы**

Теоретическая часть расчетно-графической работы выполняется по установленным темам с использованием лекционных и практических материалов, материалов для самостоятельного изучения. Излагая материал расчетно-графической работы, следует строго придерживаться плана. Работа не должна представлять пересказ отдельных глав учебника или учебного пособия. В работе проводится анализ полученных результатов, подтверждаются или опровергаются гипотезы, предлагаются конкретные рекомендации. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами и т.д.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Отсутствует

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

#### **Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- читальный зал НТБ КНАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 228 корпус № 3).

## 11 Другие сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

### «Механика разрушений судовых конструкций»

Направление подготовки	26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль) образовательной программы	Проектирование судовых корпусных конструкций, систем и устройств
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Кораблестроение и компьютерный инжиниринг»

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-4 Способен проводить и подтверждать концептуальную возможность создания новой технологии в области судостроения и судоремонта	<p>ПК-4.1 Знает методы построения моделей исследуемых технологий, процессов, явлений и объектов в области судостроения и судоремонта; этапы разработки новой технологии</p> <p>ПК-4.2 Умеет оценивать надежность, долговечность, работоспособность, технологичность и материалоемкость разрабатываемой технологии в области судостроения и судоремонта; определять возможные сферы применения новой технологии; применять актуальные методы разработки новых технологий в области судостроения и судоремонта</p> <p>ПК-4.3 Владеет навыками верификации разрабатываемой технологии судостроения и судоремонта с использованием математического и компьютерного моделирования; анализа и оценка выбора методов и средств измерений, обработки их результатов</p>	<p>- Знает теоретические основы методов определения параметров механики разрушения; требования к методам измерений разрушений конструкции</p> <p>- Умеет анализировать работу технологии на основе методов моделирования при оценке риска; определять степень критичности технологий</p> <p>- Владеет основами проведения испытаний отдельных компонентов технологии судостроения для определения предельных нагрузок; интерпретации данных, полученных в результате исследований в области трещиностойкости конструкции, формулирование выводов</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1-3	ПК-4	Тест	Общая сумма баллов, которая может быть получена за тест.
Разделы 1-3		Защита результатов выполнения практических работ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> <li>- способность синтезировать новую информацию;</li> <li>- способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения;</li> </ul>

			- установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
Разделы 2-3		Расчетно-графическая работа	- понимание методики и умение ее правильно применить; - качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ: соответствие требованиям единой системы конструкторской документации); достаточность пояснений.

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Защита результатов выполнения практических работ	В течении семестра	5 баллов за каждую работу (максимально возможная сумма – 45 баллов)	<b>5 баллов</b> выставляется, если студент имеет глубокие знания учебного материала по теме практической работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий, используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания. <b>4 балла</b> выставляется, если студент показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея не-

			<p>полное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.</p> <p><b>3 балла</b> выставляется, если студент в целом освоил материал практической работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.</p> <p><b>2 балла</b> выставляется студенту, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала практической работы, который полностью не раскрыл содержание вопросов, не смог ответить на уточняющие и дополнительные вопросы. Студент даёт неверную оценку ситуации, неправильно выбирает алгоритм действий.</p>
Тест	16 неделя	10 баллов	<b>2 балла</b> за каждый правильный ответ
Расчётно-графическая работа	16 неделя	40 баллов	<p><b>40 баллов</b> – студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p><b>30 баллов</b> – студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p><b>20 баллов</b> – студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p><b>10 баллов</b> – при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>



<b>ИТОГО:</b>		95 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

##### **Задания практических работ (типовые)**

Практическая работа № 1. Кристаллические тела.

Плоскость в пределах кристалла определяется индексами Миллера (кристаллографические индексы). Для определения кристаллографических индексов ( $hkl$ ) плоскости необходимо:

1. Найти координаты пересечения плоскости по трем осям в единицах элементарной ячейки.
2. Определить обратные величины этих значений.
3. Привести их к наименьшему целому, кратному каждому из полученных чисел.

Практическая работа № 2. Концентрация напряжений у круглого выреза при одноосном и двуосном напряженном состоянии.

Найти радиальные и окружные напряжения на кромке выреза.

Построить график  $\sigma_r$  и  $\sigma_\theta$ , определить на каком расстоянии от кромки выреза  $\sigma_r = \sigma_{r \max}$

Практическая работа № 3. Концентрация напряжений у квадратного выреза при одноосном растяжении.

Определить концентрацию напряжений в плоской панели с локальным углублением для двух типов материала: по модели Гука и по модели Нео-Гука (резиноподобный материал).

Практическая работа № 4. Концентрация напряжений в жестких точках при одноосном растяжении.

- Расчет напряжений в шве;
- Определение радиуса концентратора напряжений;
- Расчет теоретического коэффициента концентрации;
- Определение  $\sigma_I$ ,  $\sigma_m$  для заданных  $r$ .
- Построение диаграммы предельных напряжений сварных соединений.

Практическая работа № 5 (реализуется в форме практической подготовки). Концентрация напряжений у вырезов в стенках днищевых стрингеров.

Требуется сконструировать часть борта судна около лацпорта: определить радиус скругления угла лацпорта, а также толщину подкрепляющего вварного листа у выреза, если подкрепление необходимо для снижения концентрации напряжений.

Практическая работа № 6 (реализуется в форме практической подготовки). Концентрация напряжений в узлах пересечения продольных днищевых балок танкеров с поперечными переборками.

Для судна, характеристики и район плавания которого приведены в предыдущей работе (ЛР №5), требуется определить геометрические параметры сечения сварного соединения наружной обшивки днища и поперечной переборки: катет шва при Т-образном соединении и радиус кривизны сечения шва у мест перехода от основного к наплавленному металлу. Критерий оценки - возникновение трещины усталости у корня сварного шва на внутренней поверхности обшивки днища.

Практическая работа № 7 (реализуется в форме практической подготовки). Расчет безопасности использования панели с плоской сквозной трещиной в сварном шве.

Практическая работа № 8 (реализуется в форме практической подготовки). Расчет безопасности использования стальной крановой балки с начальной трещиной при перепадах температур. Является ли эксплуатация безопасной, если вязкость разрушения стали

$$K_{IC} = 165 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{\frac{1}{2}} ?$$

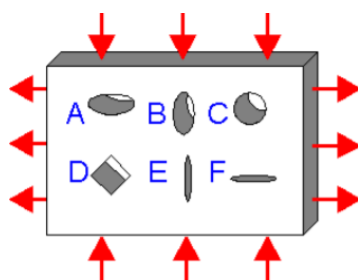
Практическая работа № 9. Расчет безопасности использования анкерного стержня пресса с начальной поверхностной трещиной.

Обследование методами неразрушающего контроля позволило обнаружить в анкерном стержне пресса поверхностную трещину глубиной  $l = 4,5 \text{ мм}$ . Заводу необходимо, чтобы пресс работал. На сколько можно отложить замену стержня?

### Тест (типовой вариант)

#### Тест-билет № 1

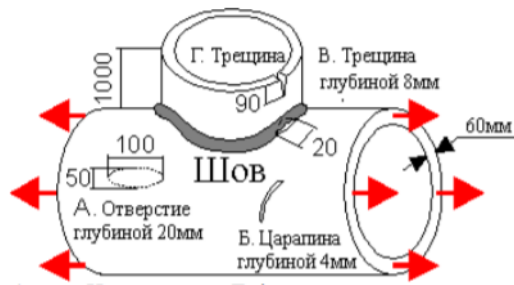
**Вопрос №1:** Каждый дефект имеет одинаковый максимальный размер. Какой дефект самый опасный?



**Ответ:** Трещины самые опасные дефекты. Трещина, перпендикулярная растягивающему усилию является самой опасной.

Правильный ответ Е.

**Вопрос №2:** Элемент нефтяной платформы имеет 4 обнаруженных дефекта. Какой дефект самый опасный?



**Ответ:** А. Неверно. Дефект не имеет острых углов.

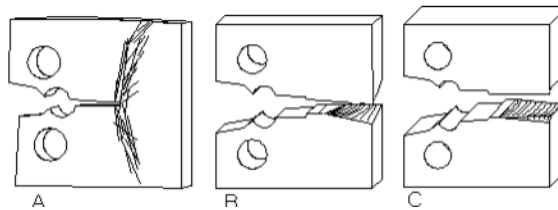
В. Неверно. Дефект опасен, но трещина в сварном шве - наиболее серьезный дефект.

С. Верно. Дефект в зоне термического влияния от сварного тепла. Внутренние силовые линии проходят через сварной шов.

Д. Неверно. Трещина не находится в поле растягивающих напряжений.

Правильный ответ С.

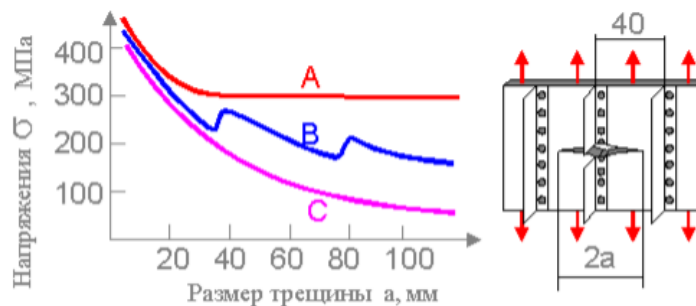
**Вопрос №3:** На рисунке изображены три образца из углеродистой стали после испытаний. Какой образец имеет самую высокую трещиностойкость КС?



**Ответ:** Высокая трещиностойкость КС соответствует более высокой вязкости. Образец А демонстрирует это свойство наиболее ярко.

Правильный ответ А.

**Вопрос №4:** Усталостная трещина разрушает стрингер и растет дальше. Какая кривая точно отражает зависимость критического напряжения от размера трещины?



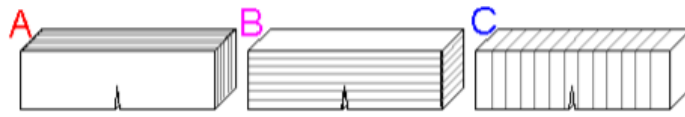
**Ответ:** А. Неверно. Размер трещины должен влиять на критическое напряжение.

В. Верно. На кривой должны быть два пика критического напряжения, когда трещина достигает стрингеров.

С. Неверно. Зависимость типична для листа без стрингеров.

Правильный ответ В.

**Вопрос №5:** Для какого типа укладки слоев трещиностойкость выше?



**Ответ:** А. Неверно Слои 'раскалывают' трещину, но не останавливают ее.

В. Верно Слои являются препятствием на пути трещины.

С. Неверно Слои не влияют на трещину или уменьшают трещиностойкость.

Правильный ответ В.

Перечень остальных тестовых вопросы для контроля текущей успеваемости приведены в УМКД.

### Расчетно-графическая работа

Данная расчётно-графическая работа ориентирована на формирование и развитие у студентов умений и навыков расчета напряженного состояния и установление связи между внешними нагрузками и напряжениями в конструкции на стадии проектирования.

Задание для РГР с указанием варианта выдается по списку группы.

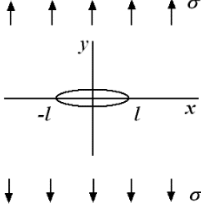
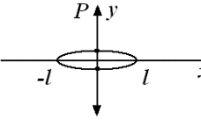
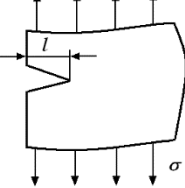
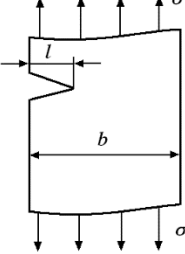
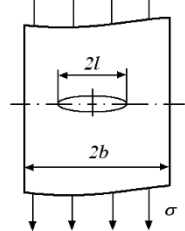
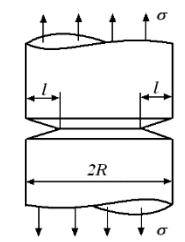
Исходные данные представленные в таблице 1. В таблице 2 представлены схемы (по вариантам) для расчёта.

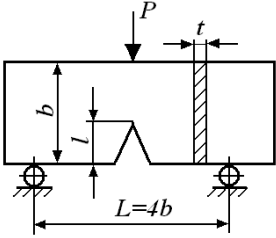
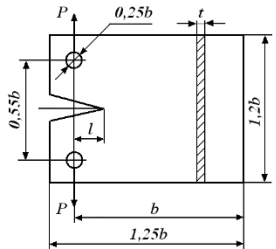
Рассчитать конструкцию с образованной в ней трещиной на разрушение. При этом для каждой схемы известны геометрические размеры элемента конструкции и трещины, параметры трещиностойкости материала конструкции.

Таблица 1 – Исходные данные

№ варианта	$B$ , мм	$l/B$	$h$ , мм	$l/h$	$t$ , мм	$l/t$	$W/t$	$b$ , мм	$l/b$	$a/b$	$r$ , мм
1	100	0,45	550	0,025	10	0,45	1	550	0,025	0,025	7,5
2	150	0,40	500	0,050	15	0,40	2	500	0,050	0,050	10,0
3	200	0,35	450	0,100	20	0,35	3	450	0,100	0,100	12,5
4	250	0,30	400	0,150	25	0,30	4	400	0,150	0,150	15,0
5	300	0,25	350	0,200	25	0,25	5	350	0,200	0,200	17,5
6	350	0,20	300	0,250	20	0,20	5	300	0,250	0,250	20,0
7	400	0,15	250	0,300	15	0,15	4	250	0,300	0,300	22,5
8	450	0,10	200	0,350	10	0,10	3	200	0,350	0,350	25,0

Таблица 2 – Варианты заданий с расчётными схемами

Номер варианта	Форма образца и схема нагружения	Условие нагружения	Формула для Коэффициента интенсивности напряжений
1		Неограниченная плоскость с трещиной, растяжение перпендикулярно трещине	$K = \sigma\sqrt{\pi l}$
2		Неограниченная плоскость с трещиной, растяжение сосредоточенными силами	$K = \frac{P}{\sqrt{\pi l}}$
3		Полуплоскость с краевой поперечной трещиной, растяжение перпендикулярно трещине	$K = 1,12\sigma\sqrt{\pi l}$
4		Полоса с краевой поперечной трещиной, осевое растяжение	$K = \sigma\sqrt{l}Y(\lambda),$ $\lambda = \frac{l}{b},$ $Y(\lambda) = 1,99 - 0,41\lambda +$ $+ 18,70\lambda^2 - 38,48\lambda^3 +$ $+ 53,85\lambda^4$
5		Полоса с центральной поперечной трещиной, осевое растяжение	$K = \sigma\sqrt{\pi l}Y(\lambda),$ $\lambda = \frac{l}{b},$ $Y(\lambda) = 1 + 0,13\lambda -$ $- 0,29\lambda^2 + 1,53\lambda^3$
6		Цилиндр с внешней кольцевой трещиной, осевое растяжение	$K = \sigma\sqrt{l}Y(\lambda),$ $\lambda = \frac{l}{b},$ $\lambda = 0,03 \quad Y(\lambda) = 1,88;$ $\lambda = 0,05 \quad Y(\lambda) = 1,82;$ $\lambda = 0,10 \quad Y(\lambda) = 1,66;$ $\lambda = 0,20 \quad Y(\lambda) = 1,41;$ $\lambda = 0,40 \quad Y(\lambda) = 1,01$

Номер варианта	Форма образца и схема нагружения	Условие нагружения	Формула для Коэффициента интенсивности напряжений
7		Балка с краевой поперечной трещиной, изгиб сосредоточенной силой	$K = \frac{6P\sqrt{l}}{tb} Y(\lambda),$ $\lambda = \frac{l}{b},$ $Y(\lambda) = 1,93 - 3,07\lambda + 14,53\lambda^2 - 25,11\lambda^3 + 25,81\lambda^4$
8		«Компактный» образец, растяжение сосредоточенными силами	$K = \frac{P\sqrt{l}}{tb} Y(\lambda),$ $\lambda = \frac{l}{b},$ $Y(\lambda) = 29,60 - 185,00\lambda + 655,00\lambda^2 - 1017,00\lambda^3 + 639,00\lambda^4$