

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор-проректор по
учебной работе
Д.Е. Овчинников
"25" 08 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01.02 «Проектирование сварных конструкций и автоматизация сварочных процессов»

Код и направление подготовки (специальность)	26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль)	Судостроение и судоремонт
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Факультет машиностроения, металлургии и транспорта
Выпускающая кафедра	кафедра "Литейные и высокоэффективные технологии"
Кафедра-разработчик	кафедра "Литейные и высокоэффективные технологии"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	6
3. 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	7
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	7
4.1 Содержание лекционных занятий	8
4.2 Содержание лабораторных занятий	9
4.3 Содержание практических занятий	11
4.4. Содержание самостоятельной работы	12
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	13
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	14
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	14
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	14
9. Методические материалы	15
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	16

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-2 Готовность к техническому и технологическому сопровождению процесса строительства и модернизации судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	ПК-2.1 Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса строительства судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания.	Владеть • Методиками расчёта и оценки сварочных деформаций для типовых корпусных узлов, а также приёмами их компенсации при проектировании и сборке. • Практическими навыками работы с САПР и САМ-модулями для генерации траекторий и управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки. • Приёмами анализа причин брака в сварных соединениях и разработкой корректирующих действий с учётом возможностей автоматизации. • Навыками оформления технологической и исполнительной документации по сварке в соответствии с требованиями классификационных обществ и отраслевых стандартов.
			Знать Нормативно-техническую базу (ГОСТ, ОСТ, РМРС, ISO) по сварке в судостроении, включая требования к контролю качества, сертификации и стандартным/сертификационным испытаниям сварных соединений. Принципы построения и типовые архитектуры автоматизированных сварочных комплексов и роботизированных сварочных ячеек, включая системы слежения за стыком, адаптивное управление и мониторинг параметров Типовые алгоритмы и программные средства (CAD/CAM, специализированные модули сварочных САПР) для подготовки управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки.

		Уметь Проектировать сварные соединения и узлы корпусных конструкций с учётом требований технологичности, минимизации деформаций и возможности автоматизации сварки. Выбирать и обосновывать способ сварки и сварочные материалы для заданных марок сталей/сплавов и условий эксплуатации, с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и сертификации. Разрабатывать технологические карты и маршрутные описания для автоматизированных и роботизированных сварочных операций, включая подготовку кромок, прихватки, контроль и приёмку. Подготавливать геометрию сварного узла в CAD-среде и формировать траектории для автоматизированной/роботизированной сварки с учётом особенностей конструкции, доступности и требований к качеству.
ПК-2.2	Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса модернизации судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	Владеть • Методиками выбора сварочных материалов и оборудования для автоматизированной сварки судовых конструкций из сталей и алюминиевых сплавов. • Навыками настройки и программирования сварочных роботов и автоматизированных комплексов для типовых сварных узлов (стыковые, угловые, тавровые соединения). • Методами оценки качества сварных швов по критериям стандартов и классификационных обществ, включая анализ макро и микроструктур (по данным лаборатории). • Инструментами цифрового проектирования сварных конструкций и подготовки данных для автоматизированного производства (CAD модели, управляющие программы).

			Знать Нормативно-техническую и классификационную базу по техническому сопровождению модернизации судов и плавучих сооружений, требования к сварным соединениям и контролю качества в судостроении. • Принципы и типовые схемы автоматизации сварочных процессов. • Методы неразрушающего контроля сварных соединений и их применение при сертификационных и стандартных испытаниях. • Требования к оформлению результатов испытаний и технической документации при сопровождении модернизации и сертификации.
			Уметь • Выбирать рациональные способы сварки и параметры режимов для типовых узлов судовых конструкций с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и технологичности, а также возможностей средств автоматизации. • Обоснованно применять средства автоматизации (роботы, сварочные тракторы, системы слежения) для конкретных типов сварных соединений и пространственных положений шва. • Использовать CAD/CAM системы и специализированное ПО для подготовки управляющих программ для сварочных роботов и симуляции сварочных операций. • Оформлять техническую документацию по результатам испытаний и сопровождению модернизации, включая протоколы, акты и отчёты для сертификационных целей.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины

ПК-2		Аддитивные технологии в судостроении и судоремонте; Классификация и освидетельствование плавучих объектов; Литейные технологии в судостроении; Механизация и автоматизация судостроительного производства; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Стали и сплавы со специальными свойствами; Судостроительные стали и сплавы; Технологическая оснастка судостроительного и судоремонтного производства; Технология сборки судов; Технология судоремонта
------	--	--

3. 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

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	3 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	48	48
Лабораторные работы	32	32
Лекции	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	2	2
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	58	58
подготовка к зачету	18	18
подготовка к лабораторным работам	24	24
подготовка к лекциям	16	16
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов

1	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	4	8	0	8	20
2	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	4	8	0	16	28
3	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	4	8	0	18	30
4	Цифровые технологии в сварке	4	8	0	16	28
	КСР	0	0	0	0	2
	Итого	16	32	0	58	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
3 семестр				
1	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	Введение. Особенности сварных конструкций в судостроении. Нормативная база.	Роль сварки в судостроении, преимущества и недостатки сварных соединений по сравнению с клёпкой. Особенности сварных конструкций в судостроении. Нормативная база (Правила РМРС, ГОСТ, ОСТ).	2
2	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	Особенности сварных конструкций в судостроении.	Классификация сварных соединений. Конструктивные особенности сварных узлов в корпусных конструкциях.	2
3	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	Сварочные деформации и напряжения в сварных соединениях	Виды сварочных деформаций и напряжений. Причины возникновения сварочных деформаций в судовых конструкциях. Методы компенсации. Технологические приёмы снижения деформаций (последовательность сварки, прихватки, жёсткое закрепление). Методы расчета и оценки сварочных деформаций и напряжений.	2
4	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	Прочность сварных соединений.	Прочность сварных соединений при действии статических и переменных (циклических) нагрузок. Хрупкое разрушение сварных соединений. Влияние сварочных напряжений на прочность и работоспособность сварных соединений и конструкций. Методы расчёта сварных стыковых и угловых швов при статической нагрузке. Учёт концентрации напряжений, усталостной прочности и вибрационных воздействий. Методы оценки несущей способности сварных соединений	2

5	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	Современные автоматизированные сварочные установки	Виды автоматизированных сварочных установок: сварочные порталы, сварочные колонны, орбитальные сварочные системы, роботизированные комплексы. Состав автоматизированных сварочных систем: программируемые контроллеры для задания и поддержания траектории, скорости, силы тока; системы слежения за швом (датчики (контактные, оптические); дополнительные модули; интеграция с позиционирующими устройствами.	2
6	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	Роботизированные сварочные комплексы	Современные роботизированные сварочные комплексы, их преимущества и ограничения. Состав роботизированного комплекса: шестиосевой робот-манипулятор, сварочное оборудование, система подачи расходников, позиционеры и зажимные приспособления, система управления и ПО, датчики и системы контроля, вспомогательное оборудование (станция для очистки горелок, системы индукционного подогрева и др). Примеры использования автоматизированных сварочных комплексов в судостроении: сварка плоских узлов (микропанелей, флор, книц), работа в ограниченных пространствах (система ARCMAN™), сварка протяжённых и крупногабаритных конструкций, гибридные технологии.	2
7	Цифровые технологии в сварке	Моделирование сварочных процессов, применение САПР и CAE-систем	Моделирование сварочных процессов с помощью CAE-систем. Знакомство с системами ANSYS, SYSWELD, моделирование температурных полей, напряжений и деформаций в сварных конструкциях. Применение САПР (КОМПАС-3D, AutoCAD) для разработки сварных конструкций, создание рабочих чертежей и построение 3D-моделей для интеграции в роботизированные сварочные комплексы. Цифровые двойники сварочных процессов	2
8	Цифровые технологии в сварке	Цифровизация сварочного производства.	Роботизация и программирование, цифровое управление оборудованием. Датчики и мониторинг процессов в реальном времени: Системы контроля и анализа качества. Интеграция с производственными системами	2
Итого за семестр:				16
Итого:				16

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
3 семестр				
1	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	Изучение нормативной документации	Анализ требований РМРС к сварным соединениям. Нормативные документы и стандарты по сварке в судостроении (ГОСТ, РМРС, ISO и др.). Международные стандарты	2
2	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	Изучение нормативной документации	Анализ требований РМРС к сварным соединениям. Нормативные документы и стандарты по сварке в судостроении (ГОСТ, РМРС, ISO и др.). Международные стандарты	2
3	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	Изучение сварных узлов и соединений.	Анализ типовых сварных узлов корпусных конструкций (на примере чертежей). Определение типов сварных швов, расчёт катетов и длин швов по нормативам. Выбор типа сварного соединения для заданного узла.	2
4	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	Изучение сварных узлов и соединений.	Анализ типовых сварных узлов корпусных конструкций (на примере чертежей). Определение типов сварных швов, расчёт катетов и длин швов по нормативам. Выбор типа сварного соединения для заданного узла.	2
5	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	Расчет сварочных деформаций	Виды сварочных деформаций и напряжений. Оценка сварочных деформаций на примере модельной конструкции (расчёт и экспериментальное измерение). Подбор компенсирующих мероприятий для типового узла. Расчёт сварочных деформаций и напряжений	2
6	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	Расчет сварочных деформаций	Виды сварочных деформаций и напряжений. Оценка сварочных деформаций на примере модельной конструкции (расчёт и экспериментальное измерение). Подбор компенсирующих мероприятий для типового узла. Расчёт сварочных деформаций и напряжений	2
7	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	Расчёт сварного шва на прочность.	Расчёт стыкового и углового шва на статическую и усталостную прочность. Расчет при растяжении(сжатии) и изгибе. Построение эпюр напряжений.	2
8	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	Расчёт сварного шва на прочность.	Расчёт стыкового и углового шва на статическую и усталостную прочность. Расчет при растяжении(сжатии) и изгибе. Построение эпюр напряжений.	2

9	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	Разработка технологической карты сварки	Разработка технологической карты для роботизированной сварки типового узла корпуса: Область применения. Нормативные ссылки. Составление технологической карты для заданного сварного узла. Выбор оборудования, материалов, режимов сварки.	2
10	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	Разработка технологической карты сварки	Разработка технологической карты для роботизированной сварки типового узла корпуса: Область применения. Нормативные ссылки. Составление технологической карты для заданного сварного узла. Выбор оборудования, материалов, режимов сварки.	2
11	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	Изучение устройства и принципа работы сварочного коллаборативного робота Dobot 10.	Оборудование - сварочный коллаборативный робот Dobot 10, инструкция по эксплуатации компьютер со специализированным программным обеспечением, калибровка исходного позиционирования робота	2
12	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	Изучение устройства и принципа работы сварочного коллаборативного робота Dobot 10.	Оборудование - сварочный коллаборативный робот Dobot 10, инструкция по эксплуатации компьютер со специализированным программным обеспечением, калибровка исходного позиционирования робота	2
13	Цифровые технологии в сварке	Программирование сварочного робота.	Разработка программы для сварочного робота для заданного сварного шва. Настройка параметров сварки.	2
14	Цифровые технологии в сварке	Программирование сварочного робота.	Разработка программы для сварочного робота для заданного сварного шва. Настройка параметров сварки.	2
15	Цифровые технологии в сварке	Контроль качества сварного соединения.	Изучение теоретического материала по дефектам сварных швов. Образцы после различных видов сварки. Металлографический и оптический микроскопы. Программное обеспечение для анализа зон сварного шва.	2
16	Цифровые технологии в сварке	Контроль качества сварного соединения.	Изучение теоретического материала по дефектам сварных швов. Образцы после различных видов сварки. Металлографический и оптический микроскопы. Программное обеспечение для анализа зон сварного шва.	2
Итого за семестр:				32
Итого:				32

4.3 Содержание практических занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
3 семестр			
Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	Подготовка к лекциям	Подготовка к лекциям по темам раздела	2
Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	Подготовка к лабораторным занятиям 1-4	Изучение теоретического материала к лабораторным занятиям. Подготовка к защите лабораторной работы.	4
Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	Подготовка к зачету	Подготовка к зачету	2
Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	Подготовка к лекциям	Подготовка к лекциям по темам раздела	4
Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	Подготовка к лабораторным занятиям 5-8	Изучение теоретического материала к лабораторным занятиям. Подготовка к защите лабораторной работы.	6
Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	Подготовка к зачету	Подготовка к зачету	6
Автоматизация и роботизация сварочных процессов	Подготовка к лекциям	Подготовка к лекциям по темам раздела	4
Автоматизация и роботизация сварочных процессов	Подготовка к лабораторным занятиям 9-12	Изучение теоретического материала к лабораторным занятиям. Подготовка к защите лабораторной работы.	8
Автоматизация и роботизация сварочных процессов	Подготовка к зачету	Подготовка к зачету	6
Цифровые технологии в сварке	Подготовка к лекциям	Подготовка к лекциям по темам раздела	4
Цифровые технологии в сварке	Подготовка к лабораторным занятиям 13-16	Изучение теоретического материала к лабораторным занятиям. Подготовка к защите лабораторной работы.	6
Цифровые технологии в сварке	Подготовка к зачету	Подготовка к зачету	6
Итого за семестр:			58

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Люшинский, А.В. Современные технологии сварки. Инженерно-физические основы : учеб.пособие / А. В. Люшинский.- Долгопрудный, Интеллект, 2013.- 238 с.	Книжный фонд
2	Методы предупреждения и устранения сварочных деформаций судовых корпусных конструкций: Учебное пособие / Морозов В.Н., Калининградский государственный технический университет: 2015.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 134558	Электронный ресурс
3	Паркин, А.А. Технологические основы сварки металлов, сплавов и пластмасс плавлением : учебное пособие / А. А. Паркин; Самарский государственный технический университет, Литейные и высокоэффективные технологии.- Самара, 2020.- 333 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 4918	Электронный ресурс
4	Паркин, А.А. Технологические основы электронно-лучевой, плазменной, лазерной сварки металлов и раскроя металлов, сплавов и диэлектрических материалов : учебное пособие / А. А. Паркин; Самарский государственный технический университет, Литейные и высокоэффективные технологии.- Самара, 2021.- 266 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 5288	Электронный ресурс
5	Сварка металлических конструкций: Учебник / Токарев А.О., Сибирский государственный университет водного транспорта: 2022.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 148826	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
6	Жаткин, С.С. Концентрированные потоки энергии и физические основы их генерации : учеб.пособие / С. С. Жаткин, А. А. Паркин; Самар.гос.техн.ун-т, Литейные и высокоэффективные технологии.- Самара, 2016.- 364 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2932	Электронный ресурс
7	Копельман, Л.А. Основы теории прочности сварных конструкций : учеб.пособие / Л. А. Копельман .- 2-е изд., испр.- М., Лань, 2010.- 457 с.	Книжный фонд
8	Расчеты конструкций методом конечных элементов в ANSYS: учебно-методическое пособие / Шаманин А.Ю., Московская государственная академия водного транспорта: 2012.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 47951	Электронный ресурс
Учебно-методическое обеспечение		
9	Изучение процессов аргонодуговой сварки алюминия и его сплавов : методические указания / Самар.гос.техн.ун-т, Литейные и высокоэффективные технологии; сост. С. С. Жаткин.- Самара, 2019.- 36 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3560	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Adobe Reader	Adobe Systems Incorporate (Зарубежный)	Свободно распространяемое
2	Mathcad	PTC (Зарубежный)	Лицензионное
3	Microsoft Office	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
4	Microsoft Windows 7	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Библиотека учебно-методической литературы системы "Единое окно"	http://window.edu.ru/	Ресурсы открытого доступа
2	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	https://cyberleninka.ru	Ресурсы открытого доступа
3	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации.

Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены

Лабораторные занятия

Аудитории для лабораторных занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук). Для исследования образцов используются микротвердомер и микроскопы. Лабораторные работы по сварке проводятся в специализированной лаборатории центра литейных технологий СамГТУ.

Самостоятельная работа

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

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус №8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 12 корпус; ауд. 401 корпус №10).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплён в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершённой. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции –

незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.01.02 «Проектирование сварных конструкций и автоматизация сварочных процессов»

**Фонд оценочных средств
по дисциплине**

Б1.В.01.02 «Проектирование сварных конструкций и автоматизация сварочных процессов»

**Код и направление подготовки
(специальность)**

26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и
системотехника объектов морской
инфраструктуры

Направленность (профиль)

Судостроение и судоремонт

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год начала подготовки

2026

Институт / факультет

Факультет машиностроения, металлургии и
транспорта

Выпускающая кафедра

кафедра "Литейные и высокоэффективные
технологии"

Кафедра-разработчик

кафедра "Литейные и высокоэффективные
технологии"

Объем дисциплины, ч. / з.е.

108 / 3

**Форма контроля (промежуточная
аттестация)**

Зачет

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-2 Готовность к техническому и технологическому сопровождению процесса строительства и модернизации судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	ПК-2.1 Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса строительства судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания.	Владеть • Методиками расчёта и оценки сварочных деформаций для типовых корпусных узлов, а также приёмами их компенсации при проектировании и сборке. • Практическими навыками работы с САПР и САМ-модулями для генерации траекторий и управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки. • Приёмами анализа причин брака в сварных соединениях и разработкой корректирующих действий с учётом возможностей автоматизации. • Навыками оформления технологической и исполнительной документации по сварке в соответствии с требованиями классификационных обществ и отраслевых стандартов.
			Знать Нормативно-техническую базу (ГОСТ, ОСТ, РМРС, ISO) по сварке в судостроении, включая требования к контролю качества, сертификации и стандартным/сертификационным испытаниям сварных соединений. Принципы построения и типовые архитектуры автоматизированных сварочных комплексов и роботизированных сварочных ячеек, включая системы слежения за стыком, адаптивное управление и мониторинг параметров Типовые алгоритмы и программные средства (CAD/CAM, специализированные модули сварочных САПР) для подготовки управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки.

		Уметь Проектировать сварные соединения и узлы корпусных конструкций с учётом требований технологичности, минимизации деформаций и возможности автоматизации сварки. Выбирать и обосновывать способ сварки и сварочные материалы для заданных марок сталей/сплавов и условий эксплуатации, с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и сертификации. Разрабатывать технологические карты и маршрутные описания для автоматизированных и роботизированных сварочных операций, включая подготовку кромок, прихватки, контроль и приёмку. Подготавливать геометрию сварного узла в CAD-среде и формировать траектории для автоматизированной/роботизированной сварки с учётом особенностей конструкции, доступности и требований к качеству.
ПК-2.2	Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса модернизации судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	Владеть • Методиками выбора сварочных материалов и оборудования для автоматизированной сварки судовых конструкций из сталей и алюминиевых сплавов. • Навыками настройки и программирования сварочных роботов и автоматизированных комплексов для типовых сварных узлов (стыковые, угловые, тавровые соединения). • Методами оценки качества сварных швов по критериям стандартов и классификационных обществ, включая анализ макро и микроструктур (по данным лаборатории). • Инструментами цифрового проектирования сварных конструкций и подготовки данных для автоматизированного производства (CAD модели, управляющие программы).

		Знать Нормативно-техническую и классификационную базу по техническому сопровождению модернизации судов и плавучих сооружений, требования к сварным соединениям и контролю качества в судостроении. • Принципы и типовые схемы автоматизации сварочных процессов. • Методы неразрушающего контроля сварных соединений и их применение при сертификационных и стандартных испытаниях. • Требования к оформлению результатов испытаний и технической документации при сопровождении модернизации и сертификации.
		Уметь • Выбирать рациональные способы сварки и параметры режимов для типовых узлов судовых конструкций с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и технологичности, а также возможностей средств автоматизации. • Обоснованно применять средства автоматизации (роботы, сварочные тракторы, системы слежения) для конкретных типов сварных соединений и пространственных положений шва. • Использовать CAD/CAM системы и специализированное ПО для подготовки управляющих программ для сварочных роботов и симуляции сварочных операций. • Оформлять техническую документацию по результатам испытаний и сопровождению модернизации, включая протоколы, акты и отчёты для сертификационных целей.

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Основы проектирования сварных конструкций в судостроении				

ПК-2.1 Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса строительства судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания.	Знать Нормативно-техническую базу (ГОСТ, ОСТ, РМРС, ISO) по сварке в судостроении, включая требования к контролю качества, сертификации и стандартным/сертификационным испытаниям сварных соединений. Принципы построения и типовые архитектуры автоматизированных сварочных комплексов и роботизированных сварочных ячеек, включая системы слежения за стыком, адаптивное управление и мониторинг параметров Типовые алгоритмы и программные средства (CAD/CAM, специализированные модули сварочных САПР) для подготовки управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Уметь Проектировать сварные соединения и узлы корпусных конструкций с учётом требований технологичности, минимизации деформаций и возможности автоматизации сварки. Выбирать и обосновывать способ сварки и сварочные материалы для заданных марок сталей/сплавов и условий эксплуатации, с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и сертификации. Разрабатывать технологические карты и маршрутные описания для автоматизированных и роботизированных сварочных операций, включая подготовку кромок, прихватки, контроль и приёмку. Подготавливать геометрию сварного узла в CAD-среде и формировать траектории для автоматизированной/роботизированной сварки с учётом особенностей конструкции, доступности и требований к качеству.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Владеть • Методиками расчёта и оценки сварочных деформаций для типовых корпусных узлов, а также приёмами их компенсации при проектировании и сборке. • Практическими навыками работы с САПР и САМ-модулями для генерации траекторий и управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки. • Приёмами анализа причин брака в сварных соединениях и разработкой корректирующих действий с учётом возможностей автоматизации. • Навыками оформления технологической и исполнительной документации по сварке в соответствии с требованиями классификационных обществ и отраслевых стандартов.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Нет	Да

ПК-2.2 Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса модернизации судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	Уметь • Выбирать рациональные способы сварки и параметры режимов для типовых узлов судовых конструкций с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и технологичности, а также возможностей средств автоматизации. • Обоснованно применять средства автоматизации (роботы, сварочные тракторы, системы слежения) для конкретных типов сварных соединений и пространственных положений шва. • Использовать CAD/CAM системы и специализированное ПО для подготовки управляющих программ для сварочных роботов и симуляции сварочных операций. • Оформлять техническую документацию по результатам испытаний и сопровождению модернизации, включая протоколы, акты и отчёты для сертификационных целей.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Владеть • Методиками выбора сварочных материалов и оборудования для автоматизированной сварки судовых конструкций из сталей и алюминиевых сплавов. • Навыками настройки и программирования сварочных роботов и автоматизированных комплексов для типовых сварных узлов (стыковые, угловые, тавровые соединения). • Методами оценки качества сварных швов по критериям стандартов и классификационных обществ, включая анализ макро и микроструктур (по данным лаборатории). • Инструментами цифрового проектирования сварных конструкций и подготовки данных для автоматизированного производства (CAD модели, управляющие программы).	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Нет	Да
	Знать Нормативно-техническую и классификационную базу по техническому сопровождению модернизации судов и плавучих сооружений, требования к сварным соединениям и контролю качества в судостроении. • Принципы и типовые схемы автоматизации сварочных процессов. • Методы неразрушающего контроля сварных соединений и их применение при сертификационных и стандартных испытаниях. • Требования к оформлению результатов испытаний и технической документации при сопровождении модернизации и сертификации.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений				

ПК-2.1 Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса строительства судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания.	Уметь Проектировать сварные соединения и узлы корпусных конструкций с учётом требований технологичности, минимизации деформаций и возможности автоматизации сварки. Выбирать и обосновывать способ сварки и сварочные материалы для заданных марок сталей/сплавов и условий эксплуатации, с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и сертификации. Разрабатывать технологические карты и маршрутные описания для автоматизированных и роботизированных сварочных операций, включая подготовку кромок, прихватки, контроль и приёмку. Подготавливать геометрию сварного узла в CAD-среде и формировать траектории для автоматизированной/роботизированной сварки с учётом особенностей конструкции, доступности и требований к качеству.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Знать Нормативно-техническую базу (ГОСТ, ОСТ, РМРС, ISO) по сварке в судостроении, включая требования к контролю качества, сертификации и стандартным/сертификационным испытаниям сварных соединений. Принципы построения и типовые архитектуры автоматизированных сварочных комплексов и роботизированных сварочных ячеек, включая системы слежения за стыком, адаптивное управление и мониторинг параметров Типовые алгоритмы и программные средства (CAD/CAM, специализированные модули сварочных САПР) для подготовки управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Владеть • Методиками расчёта и оценки сварочных деформаций для типовых корпусных узлов, а также приёмами их компенсации при проектировании и сборке. • Практическими навыками работы с САПР и САМ-модулями для генерации траекторий и управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки. • Приёмами анализа причин брака в сварных соединениях и разработкой корректирующих действий с учётом возможностей автоматизации. • Навыками оформления технологической и исполнительной документации по сварке в соответствии с требованиями классификационных обществ и отраслевых стандартов.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Нет	Да

ПК-2.2 Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса модернизации судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	Уметь • Выбирать рациональные способы сварки и параметры режимов для типовых узлов судовых конструкций с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и технологичности, а также возможностей средств автоматизации. • Обоснованно применять средства автоматизации (роботы, сварочные тракторы, системы слежения) для конкретных типов сварных соединений и пространственных положений шва. • Использовать CAD/CAM системы и специализированное ПО для подготовки управляющих программ для сварочных роботов и симуляции сварочных операций. • Оформлять техническую документацию по результатам испытаний и сопровождению модернизации, включая протоколы, акты и отчёты для сертификационных целей.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Владеть • Методиками выбора сварочных материалов и оборудования для автоматизированной сварки судовых конструкций из сталей и алюминиевых сплавов. • Навыками настройки и программирования сварочных роботов и автоматизированных комплексов для типовых сварных узлов (стыковые, угловые, тавровые соединения). • Методами оценки качества сварных швов по критериям стандартов и классификационных обществ, включая анализ макро и микроструктур (по данным лаборатории). • Инструментами цифрового проектирования сварных конструкций и подготовки данных для автоматизированного производства (CAD модели, управляющие программы).	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Нет	Да
	Знать Нормативно-техническую и классификационную базу по техническому сопровождению модернизации судов и плавучих сооружений, требования к сварным соединениям и контролю качества в судостроении. • Принципы и типовые схемы автоматизации сварочных процессов. • Методы неразрушающего контроля сварных соединений и их применение при сертификационных и стандартных испытаниях. • Требования к оформлению результатов испытаний и технической документации при сопровождении модернизации и сертификации.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
Автоматизация и роботизация сварочных процессов				

ПК-2.1 Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса строительства судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания.	Знать Нормативно-техническую базу (ГОСТ, ОСТ, РМРС, ISO) по сварке в судостроении, включая требования к контролю качества, сертификации и стандартным/сертификационным испытаниям сварных соединений. Принципы построения и типовые архитектуры автоматизированных сварочных комплексов и роботизированных сварочных ячеек, включая системы слежения за стыком, адаптивное управление и мониторинг параметров Типовые алгоритмы и программные средства (CAD/CAM, специализированные модули сварочных САПР) для подготовки управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Владеть • Методиками расчёта и оценки сварочных деформаций для типовых корпусных узлов, а также приёмами их компенсации при проектировании и сборке. • Практическими навыками работы с САПР и САМ-модулями для генерации траекторий и управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки. • Приёмами анализа причин брака в сварных соединениях и разработкой корректирующих действий с учётом возможностей автоматизации. • Навыками оформления технологической и исполнительной документации по сварке в соответствии с требованиями классификационных обществ и отраслевых стандартов.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Нет	Да
	Уметь Проектировать сварные соединения и узлы корпусных конструкций с учётом требований технологичности, минимизации деформаций и возможности автоматизации сварки. Выбирать и обосновывать способ сварки и сварочные материалы для заданных марок сталей/сплавов и условий эксплуатации, с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и сертификации. Разрабатывать технологические карты и маршрутные описания для автоматизированных и роботизированных сварочных операций, включая подготовку кромок, прихватки, контроль и приёмку. Подготавливать геометрию сварного узла в CAD-среде и формировать траектории для автоматизированной/роботизированной сварки с учётом особенностей конструкции, доступности и требований к качеству.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет

ПК-2.2 Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса модернизации судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	Владеть • Методиками выбора сварочных материалов и оборудования для автоматизированной сварки судовых конструкций из сталей и алюминиевых сплавов. • Навыками настройки и программирования сварочных роботов и автоматизированных комплексов для типовых сварных узлов (стыковые, угловые, тавровые соединения). • Методами оценки качества сварных швов по критериям стандартов и классификационных обществ, включая анализ макро и микроструктур (по данным лаборатории). • Инструментами цифрового проектирования сварных конструкций и подготовки данных для автоматизированного производства (CAD модели, управляющие программы).	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Нет	Да
	Знать Нормативно-техническую и классификационную базу по техническому сопровождению модернизации судов и плавучих сооружений, требования к сварным соединениям и контролю качества в судостроении. • Принципы и типовые схемы автоматизации сварочных процессов. • Методы неразрушающего контроля сварных соединений и их применение при сертификационных и стандартных испытаниях. • Требования к оформлению результатов испытаний и технической документации при сопровождении модернизации и сертификации.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Уметь • Выбирать рациональные способы сварки и параметры режимов для типовых узлов судовых конструкций с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и технологичности, а также возможностей средств автоматизации. • Обоснованно применять средства автоматизации (роботы, сварочные тракторы, системы слежения) для конкретных типов сварных соединений и пространственных положений шва. • Использовать CAD/CAM системы и специализированное ПО для подготовки управляющих программ для сварочных роботов и симуляции сварочных операций. • Оформлять техническую документацию по результатам испытаний и сопровождению модернизации, включая протоколы, акты и отчёты для сертификационных целей.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
Цифровые технологии в сварке				

ПК-2.1 Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса строительства судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания.	Уметь Проектировать сварные соединения и узлы корпусных конструкций с учётом требований технологичности, минимизации деформаций и возможности автоматизации сварки. Выбирать и обосновывать способ сварки и сварочные материалы для заданных марок сталей/сплавов и условий эксплуатации, с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и сертификации. Разрабатывать технологические карты и маршрутные описания для автоматизированных и роботизированных сварочных операций, включая подготовку кромок, прихватки, контроль и приёмку. Подготавливать геометрию сварного узла в CAD-среде и формировать траектории для автоматизированной/роботизированной сварки с учётом особенностей конструкции, доступности и требований к качеству.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Знать Нормативно-техническую базу (ГОСТ, ОСТ, РМРС, ISO) по сварке в судостроении, включая требования к контролю качества, сертификации и стандартным/сертификационным испытаниям сварных соединений. Принципы построения и типовые архитектуры автоматизированных сварочных комплексов и роботизированных сварочных ячеек, включая системы слежения за стыком, адаптивное управление и мониторинг параметров Типовые алгоритмы и программные средства (CAD/CAM, специализированные модули сварочных САПР) для подготовки управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Владеть • Методиками расчёта и оценки сварочных деформаций для типовых корпусных узлов, а также приёмами их компенсации при проектировании и сборке. • Практическими навыками работы с САПР и САМ-модулями для генерации траекторий и управляющих программ для автоматизированной и роботизированной сварки. • Приёмами анализа причин брака в сварных соединениях и разработкой корректирующих действий с учётом возможностей автоматизации. • Навыками оформления технологической и исполнительной документации по сварке в соответствии с требованиями классификационных обществ и отраслевых стандартов.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Нет	Да

ПК-2.2 Осуществляет на практике техническое и технологическое сопровождение процесса модернизации судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	Знать Нормативно-техническую и классификационную базу по техническому сопровождению модернизации судов и плавучих сооружений, требования к сварным соединениям и контролю качества в судостроении. • Принципы и типовые схемы автоматизации сварочных процессов. • Методы неразрушающего контроля сварных соединений и их применение при сертификационных и стандартных испытаниях. • Требования к оформлению результатов испытаний и технической документации при сопровождении модернизации и сертификации.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Уметь • Выбирать рациональные способы сварки и параметры режимов для типовых узлов судовых конструкций с учётом требований к прочности, коррозионной стойкости и технологичности, а также возможностей средств автоматизации. • Обоснованно применять средства автоматизации (роботы, сварочные тракторы, системы слежения) для конкретных типов сварных соединений и пространственных положений шва. • Использовать CAD/CAM системы и специализированное ПО для подготовки управляющих программ для сварочных роботов и симуляции сварочных операций. • Оформлять техническую документацию по результатам испытаний и сопровождению модернизации, включая протоколы, акты и отчёты для сертификационных целей.	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Да	Нет
	Владеть • Методиками выбора сварочных материалов и оборудования для автоматизированной сварки судовых конструкций из сталей и алюминиевых сплавов. • Навыками настройки и программирования сварочных роботов и автоматизированных комплексов для типовых сварных узлов (стыковые, угловые, тавровые соединения). • Методами оценки качества сварных швов по критериям стандартов и классификационных обществ, включая анализ макро и микроструктур (по данным лаборатории). • Инструментами цифрового проектирования сварных конструкций и подготовки данных для автоматизированного производства (CAD модели, управляющие программы).	вопросы для самоконтроля по разделу, отчеты по лабораторным работам, тестирование.	Нет	Да

Примерные вопросы к зачёту по дисциплине «Проектирование сварных конструкций и автоматизация сварочных процессов в судостроении»

Раздел «Основы проектирования сварных конструкций в судостроении»

1. Назовите основные преимущества сварных соединений по сравнению с клёпаными в судостроении.
2. Перечислите основные типы сварных соединений, применяемые в корпусных конструкциях судна, и укажите области их применения.
3. Охарактеризуйте конструктивные элементы сварных швов и их влияние на прочность и технологичность соединения.
4. Какие требования предъявляются к проектированию сварных узлов в условиях знакопеременных нагрузок, характерных для судовых конструкций?
5. Объясните принципы выбора разделки кромок под сварку в зависимости от толщины металла и способа сварки.
6. Раскройте особенности проектирования сварных соединений из сталей повышенной прочности для корпусных конструкций.
7. Как учитываются технологические факторы (свариваемость, жёсткость конструкции, последовательность сборки) при проектировании сварных узлов?
8. Опишите основные правила расстановки сварных швов для минимизации концентрации напряжений в корпусных конструкциях.
9. Какие нормативные документы (ГОСТ, ОСТ, РМРС) регламентируют проектирование сварных конструкций в судостроении?
10. Приведите примеры типовых сварных узлов судового корпуса (соединение обшивки с набором, стыки листов обшивки) и особенности их проектирования.
11. Объясните влияние геометрии сварного шва на усталостную прочность судовых конструкций.
12. Как проектируются сварные соединения разнотолщинных элементов в судостроении?

Раздел «Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений»

13. Объясните физическую природу возникновения сварочных деформаций и напряжений.
14. Перечислите и охарактеризуйте основные виды сварочных деформаций (коробление, волнистость, угловые деформации, укорочение), характерные для судовых корпусных конструкций.
15. Как влияет термический цикл сварки на структуру и свойства металла в зоне термического влияния (ЗТВ)?
16. Назовите и раскройте основные методы снижения сварочных напряжений и деформаций на этапе проектирования (рациональный выбор типа соединения, симметричное расположение швов и т. д.).
17. Охарактеризуйте технологические методы уменьшения деформаций при изготовлении судовых секций (обратная деформация, жёсткое закрепление, предварительный подогрев).
18. Какие методы правки сварочных деформаций применяются в судостроении (термическая, термомеханическая, механическая)?
19. Объясните методику расчёта остаточных сварочных деформаций для плоских полотнищ.
20. Раскройте понятие «концентрация напряжений» в сварных соединениях и факторы, влияющие на её величину.

21. Как оценивается прочность сварных соединений при статическом нагружении? Основные расчётные формулы.
22. Опишите особенности расчёта сварных соединений на усталостную прочность применительно к судовым конструкциям.
23. Какие дефекты сварных швов (поры, шлаковые включения, непровары, трещины) наиболее опасны для прочности судовых конструкций и почему?
24. Как влияют остаточные напряжения на несущую способность и долговечность сварных судовых конструкций?
25. Приведите примеры типичных разрушений сварных соединений в судостроении и их причины.

Раздел «Автоматизация и роботизация сварочных процессов»

26. Перечислите основные виды автоматизированной сварки, применяемые в судостроении (автоматическая сварка под флюсом, сварка в среде защитных газов, электрошлаковая сварка), и области их применения.
27. Охарактеризуйте преимущества и недостатки автоматической сварки под флюсом при изготовлении судовых секций.
28. Объясните принцип работы и особенности применения электрошлаковой сварки для толстостенных конструкций корпуса судна.
29. Раскройте структуру и основные компоненты автоматизированного сварочного комплекса для судостроения.
30. Какие типы сварочных роботов применяются в современном судостроении? Опишите их кинематические схемы и рабочие зоны.
31. Перечислите и охарактеризуйте основные системы отслеживания сварного шва (оптические, тактильные, дуговые), используемые в роботизированной сварке.
32. Какие задачи решает система управления сварочным роботом (траектория движения, параметры режима, коррекция отклонений)?
33. Как осуществляется программирование сварочных роботов (обучение по точкам, offline-программирование)?
34. Опишите специфику роботизации сварки в условиях судостроительного производства (крупногабаритные конструкции, пространственное положение швов).
35. Какие технологические ограничения существуют при роботизации сварки судовых конструкций?
36. Как обеспечивается качество сварных швов при использовании автоматизированных и роботизированных систем?
37. Приведите примеры успешного внедрения роботизированной сварки на российских и зарубежных судостроительных предприятиях.

Раздел «Цифровые технологии в сварке»

38. Раскройте понятие «цифровой двойник» применительно к сварочному производству в судостроении.
39. Какие программные комплексы (ANSYS, SYSWELD, Simufact Welding) используются для моделирования сварочных процессов и расчёта деформаций?
40. Опишите методику численного моделирования сварочных деформаций и напряжений (пошаговый нагрев, учёт фазовых превращений).
41. Как применяются технологии 3D-сканирования и лазерного контроля для обеспечения точности сборки и качества сварных швов в судостроении?

Тестовые задания по компетенциям

по дисциплине Б1.В.01.02 «Проектирование сварных конструкций и автоматизация сварочных процессов»
для направления 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
профиль "Судостроение и судоремонт"

Контролируемые компетенции:

ПК-2 Готовность к техническому и технологическому сопровождению процесса строительства и модернизации судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания

Номер задания	Содержание задания	Наименование темы РПД	Семестр
1.	Какой тип сварного соединения чаще всего применяется при сборке плоских секций корпуса судна? А) Угловое Б) Тавровое В) Стыковое Г) Нахлесточное	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	3
2.	Что является основным критерием при выборе типа сварного соединения в судостроении? А) Простота выполнения Б) Обеспечение равнопрочности соединения основному металлу В) Минимизация стоимости материалов Г) Эстетический вид шва	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	3
3.	Какая особенность характерна для проектирования сварных узлов в судостроении с точки зрения технологичности? А) Максимальное количество прихваток Б) Применение только ручной дуговой сварки В) Минимизация количества пересечений сварных швов Г) Использование исключительно двусторонних швов	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	3

4.	Какой документ регламентирует требования к сварным соединениям в судостроении в РФ? А) ГОСТ 14771-76 Б) СП 16.13330.2017 В) Правила Российского морского регистра судоходства (РМРС) Г) СНиП 3.03.01-87	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	3
5.	Какой фактор в первую очередь учитывается при выборе сварочных материалов для корпусных конструкций судна? А) Цвет обмазки электрода Б) Соответствие механических свойств наплавленного металла требованиям РМРС В) Стоимость сварочных материалов Г) Скорость плавления электрода	Основы проектирования сварных конструкций в судостроении	3
6.	Какой вид сварочных деформаций наиболее характерен для длинных стыковых швов в судостроении? А) Местное выпучивание Б) Продольная усадка и изгиб конструкции В) Кручение балки Г) Поперечное растяжение	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	3
7.	Какой метод позволяет снизить остаточные сварочные напряжения в судовых конструкциях? А) Увеличение силы сварочного тока Б) Применение поэтапной сварки и обратноступенчатого метода В) Выполнение сварки без предварительного подогрева Г) Увеличение ширины шва	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	3
8.	Какой параметр определяет несущую способность стыкового сварного шва? А) Высота усиления шва Б) Ширина шва В) Расчётная толщина шва и	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	3

	предел текучести наплавленного металла Г) Количество проходов		
9.	Какой дефект сварного шва наиболее опасен с точки зрения усталостной прочности судовых конструкций? А) Непровар корня шва Б) Подрез В) Трещина Г) Пористость	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	3
10.	Как влияет концентрация напряжений на долговечность сварного соединения корпуса судна? А) Снижает усталостную прочность и способствует образованию трещин Б) Не оказывает влияния В) Повышает прочность соединения Г) Улучшает коррозионную стойкость	Сварочные деформации и напряжения. Прочность сварных соединений	3
11.	Какая технология наиболее распространена для автоматизации сварки в судостроении? А) Ручная дуговая сварка Б) Газовая сварка В) Контактная сварка Г) Автоматическая сварка под флюсом (SAW)	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	3
12.	В чём основное преимущество роботизированной сварки по сравнению с ручной? А) Возможность работы в труднодоступных местах без подготовки Б) Стабильность качества и повторяемость результатов В) Более низкая стоимость оборудования Г) Отсутствие необходимости в программировании	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	3
13.	Какой тип сварочной установки применяется для сварки крупногабаритных судовых секций в	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	3

	стационарных условиях? А) Переносной сварочный аппарат Б) Сварочный портал или самоходная сварочная каретка В) Мобильный робот на гусеничном ходу Г) Ручной манипулятор		
14.	Что такое «слежение за стыком» в автоматизированной сварке? А) Визуальный контроль сварщиком Б) Автоматическое корректирование траектории горелки с помощью датчиков В) Периодическая проверка качества шва Г) Контроль температуры детали	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	3
15.	Какой фактор ограничивает применение полностью роботизированной сварки в судостроении? А) Высокая стоимость сварочных материалов Б) Низкая скорость ручной сварки В) Сложность геометрии судовых конструкций и необходимость адаптации к неточностям сборки Г) Недостаточная мощность источников питания	Автоматизация и роботизация сварочных процессов	3
16.	Какую роль играет CAD/CAM-система в подготовке сварочных операций? А) Только визуализация конструкции Б) Генерация управляющих программ для сварочных роботов и планирование траектории швов В) Контроль качества сварных швов Г) Расчёт сварочных деформаций	Цифровые технологии в сварке	3
17.	Что позволяет определить численное моделирование сварочных процессов (например, в ANSYS или	Цифровые технологии в сварке	3

	SYSWELD)? А) Распределение остаточных напряжений и деформаций в конструкции Б) Стоимость сварочных работ В) Цвет сварного шва Г) Оптимальный график работы сварщиков		
18.	Для чего применяются системы мониторинга сварочных параметров в реальном времени? А) Для контроля стабильности процесса и раннего выявления отклонений Б) Для автоматического отключения питания при аварии В) Для расчёта заработной платы сварщиков Г) Для составления отчётов для бухгалтерии	Цифровые технологии в сварке	3
19.	Что представляет собой концепция «цифрового двойника» в контексте сварочных технологий? А) Копия чертежа в электронном виде Б) Виртуальная модель изделия, отражающая его состояние на всех этапах жизненного цикла, включая сварку В) База данных сварочных дефектов Г) Программа для расчёта режимов сварки	Цифровые технологии в сварке	3
20.	Какие данные обычно собираются в системах сбора сварочных данных (welding data management)? А) Личные данные сварщиков Б) Стоимость материалов В) Время обеденного перерыва Г) Параметры режима сварки, идентификация сварщика, результаты контроля качества	Цифровые технологии в сварке	3

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Учебная дисциплина как правило формирует несколько компетенций, процедура оценивания представлена в таблице и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1	Опрос по самостоятельно изученным темам	Периодически на лабораторных работах/устно	экспертный	Зачет/незачет	рабочая книжка преподавателя
2	Контрольная точка 1 (тест)	1 раз после изучения разделов 1-2/письменно	экспертный	Зачет/незачет	журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя, ЭИОС
3	Контрольная точка 2 (тест)	1 раз после изучения разделов 3-4/письменно	экспертный	Зачет/незачет	журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя, ЭИОС
1	Опрос по лабораторным работам	Периодически на лабораторных работах /устно	экспертный	зачет/незачет	рабочая книжка преподавателя
2	Промежуточная аттестация – зачет	На этапе промежуточной аттестации/устно	экспертный	зачет/незачет	зачетная книжка, ведомость, ЭИОС, рабочая книжка преподавателя

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы, практические занятия, практика оцениваются: «зачет», «незачет». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

Шкала оценивания:

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на **(50)%** и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций **(80)%** более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на **(60)%** и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций **(40)%** и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем **(40)%** (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в табл.

Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 - 100
4	4	61-85
3	3	51-60
2 и 1	2, Незачет	0-50
5, 4, 3	Зачет	51-100