

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет авиационной и морской техники

 Красильникова О.А.

«14» 06 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Материаловедение»

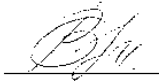
Направление подготовки	26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль) образовательной программы	Кораблестроение
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Материаловедение и технология новых материалов»

Разработчик рабочей программы:

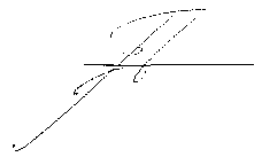
Доцент, Кандидат технических наук

 Белова И.В.

СОГЛАСОВАНО:


Заведующий кафедрой

Кафедра «Материаловедение и технология новых материалов»

 Башков О.В.

Заведующий выпускающей кафедрой

Кафедра «Кораблестроение»

 Каменских И.В.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Материаловедение» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 № 1021, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Кораблестроение» по направлению подготовки «26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

Основание для определения профессиональных компетенций и практической подготовки:
- Профессиональный стандарт 30.001 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И КОНСТРУИРОВАНИЮ В СУДОСТРОЕНИИ».

Обобщенная трудовая функция: В. Выполнение проектно-конструкторской документации и подготовка документов при техническом сопровождении производства судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей.

НЗ-1 Основные принципы построения физических, математических моделей и условия их применения к конкретным процессам и элементам.

Задачи дисциплины	-знать атомно-кристаллическое строение материалов; -знать виды и классификацию материалов -уметь выбирать необходимый материал, решая профессиональные задачи
Основные разделы / темы дисциплины	-Основные понятия материалов, -Макроскопический анализ, - Кристаллизация металлов, - Свойства материалов, - Теория сплавов, - Диаграмма состояния (I, II рода), - Построение диаграммы методом термического анализа, - Диаграмма состояния (III, IV рода), - Диаграмма состояния «железо-углерод», - Маркировка машиностроительных сплавов, - Классификация чёрных металлов, - Микроструктура сталей и чугунов, - Теория термической обработки сталей - Термическая обработка металла

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

Процесс изучения дисциплины «Материаловедение» 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
Общепрофессиональные		

<p>ОПК-4 Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи</p>	<p>ОПК-4.1 Знает основные положения и методы инженерных дисциплин в сфере профессиональной деятельности ОПК-4.2 Умеет решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи ОПК-4.3 Владеет навыками решения прикладных инженерно-технических и организационно-управленческих задач в профессиональной деятельности</p>	<p>Знать состав, структуру, свойства и применение материалов Уметь обоснованно выбирать рациональный материал, его способ получения и обработки, исходя из заданных эксплуатационных требований Владеть навыками анализа требований к материалу и способности выбора материала изделий судостроения, работающих в различных условиях эксплуатации</p>
--	--	---

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материаловедение» изучается на 2 курсе, 3 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и сформированные в процессе изучения дисциплин: «История и перспективы развития океанотехники», «Технология конструкционных материалов».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Материаловедение», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Гидравлика», «Сопроотивление материалов», «Электротехника и электроника», «Детали машин и основы конструирования», «Теория решения инженерных задач в кораблестроении», «Строительная механика и прочность корабля», «Организация судостроительного производства», «Учебная практика (ознакомительная практика)».

Дисциплина «Материаловедение» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся чувства ответственности и умения аргументировать, самостоятельно мыслить, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

Дисциплина «Материаловедение» частично практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий, лабораторных работ, выполнения расчетно-графических работ.

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 академи-
------------------	----------------

	ческих часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	64
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	32
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия) в том числе в форме практической подготовки:	32 8
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	80
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	-

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	
Основы материаловедения				
Основные понятия материалов	2			2
Макроскопический анализ <i>Ознакомление с методами макроскопического анализа и изучение характерных видов макроструктур на образцах железоуглеродистых сплавов.</i>			2	3
Кристаллизация металлов <i>Общая теория сплавов. Строение,</i>	4			2

<i>кристаллизация и свойства сплавов.</i>				
Кристаллизация <i>Изучение законов и процессов кристаллизации при затвердевании капель растворов насыщенных растворов солей.</i>			2	4
Свойства материалов <i>Механические свойства и способы определения их количественных характеристик.</i> <i>Способы определения механических свойств и их количественных характеристик.</i>	4	4*		2
Теория сплавов <i>Изучение основных понятий в теории сплавов.</i>	2			2
Диаграмма состояния (I, II рода) <i>Изучение диаграмм состояния I, II рода. Свойства и особенности.</i>	4			
Диаграмма состояния (I, II рода) <i>Построение диаграмм состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии.</i>		4		2
Построение диаграммы методом термического анализа <i>Построение диаграммы сплава свинец-сурьма методом термического анализа.</i>			4	4
Диаграмма состояния (III, IV рода) <i>Изучение диаграмм состояния III, IV рода. Свойства и особенности.</i>	4			
Диаграмма состояния (III, IV рода)		4		2
Диаграмма состояния «железо-углерод» <i>Изучение диаграммы состояния «железо-углерод». Особенности и свойства сплавов.</i>	4			2
Маркировка машиностроительных сплавов <i>Изучение основных принципов маркировки чёрных и цветных сплавов.</i>	2	4*		2

<i>Ознакомление с принятой отечественной классификацией и обозначениями металлов и сплавов и научиться расшифровывать эти обозначения.</i>				
Классификация чёрных металлов <i>Изучение классификации чёрных металлов и основных принципов деления на различные группы.</i>	2			2
Микроструктура сталей и чугунов <i>Изучение микроструктур сталей и чугунов, особенностей строения, свойств различных фаз.</i>			4	4
Теория термической обработки сталей <i>Изучение теории термической обработки сталей.</i>	4			3
Термическая обработка металла <i>Изучение режимов термической обработки металлов и их свойств.</i>			4	4
РГР				
РГР				40
ИТОГО по дисциплине	32	16	16	80

*- 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

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	21
Выполнение отчета и подготовка к защите лаб. раб.	19
Выполнение РГР	40

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. Материаловедение : учебное пособие для вузов / Л.В. Тарасенко, С.А. Пахомова, М.В. Ун-чикова, С.А. Герасимов / под ред. Л.В. Тарасенко — М. :ИНФРА-М, 2018. — 475 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004868-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967022> (дата обращения: 01.06.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Белова, И.В. Материаловедение : учебное пособие для вузов / И. В. Белова, Н. Е. Емец. - 2-е изд. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2016. - 129с.
3. Материаловедение : учебник для вузов / Под общ.ред. Б.Н.Арзамасова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Машиностроение, 1996. - 384с.
4. Металловедение : учебник для вузов / Под общ.ред. А.П.Гуляева. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: Металлургия, 1986. - 544с.

8.2 Дополнительная литература

1. Черепяхин, А. А. Материаловедение : учебник / А. А. Черепяхин. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 336 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906923-18-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1060478> (дата обращения: 01.06.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Лахтин, Ю.М. Материаловедение : учебник для вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990; 1990. - 527с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Белова, И.В. Материаловедение: учебное пособие для вузов / И. В. Белова, Н. Е. Емец. - 2-е изд. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2016. - 129с.
2. Вагнер С.Н. Бинарные системы: методические указания по выполнению контрольной работы по курсу «Материаловедение»/сост.:С.Н. Вагнер, Н.Е. Емец, А.А. Шпилева.-Комсомольск-на-Амуре:ГОУВПО «КнАГТУ», 2008.-40с.
3. Вагнер С.Н. Задания к контрольной работе «Диаграмма железо-углерод» по курсу «Материаловедение»/сост.:С.Н. Вагнер, Н.Е. Емец.-Комсомольск-на-Амуре:Комсомольский-на-Амуре гос.техн.ун-т, 1998.-5с.

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

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 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.
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.

8.5 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: https://www.openoffice.org/license.html

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 лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 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.

9.4 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.

9.5 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 при работе над конспектом лекции

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций... и т.д.

2. Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале... и т.д.

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

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
208-2	Лаборатория микроструктурных исследований	Биологический микроскоп Primo Star; Металлографический микроскоп Nikon MA200; Микротвердомер НМV-2
133-2	Межфакультетская учебно-научная лаборатория разрушающих методов контроля	Маятниковый копер для испытания металлов по методу Шарпи JB-W300, станок для нанесения U- и V-образного надреза на металлические образцы для испытания на ударную вязкость, стационарный твердомер по Бринеллю ТН-600, стационарный твердомер по Роквеллу HR-150А, стационар-

		ный многофункциональный твердомер по Роквеллу (Супер-Роквелл) ТН-300.
207-2	Лаборатория Материаловедения	Металлографический микроскоп с цифровой камерой Микро-200

10.2 Технические и электронные средства обучения

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 пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитории №207, 208, 133 второго корпуса, оснащенные необходимым оборудованием:

Стандартное или специализированное оборудование, обеспечивающее выполнение заданий	Назначение оборудования
Биологический микроскоп Primo Star	Primo Star - это простой прямой микроскоп, который отлично работает в любой медицинской, биологической или учебной лаборатории широкого профиля. Несколько фиксированных вариантов комплектации дают возможность проводить исследования по всем основным методам современной световой микроскопии.
Металлографический микроскоп с цифровой камерой Микро-200	Металлографический микроскоп с цифровой видеокамерой, совмещенный с ЭВМ и оснащенный программой для обработки изображений.
Металлографический микроскоп Nikon MA200	MA200 позволяет проводить исследования объектов в светлом и темном поле, в поляризационном свете, методом дифференциально-интерференционного контраста.
Микротвердомер НМV-2	Стандартизированные и универсальные измерения твердости покрытий, тонких пленок и хрупких образцов.
Маятниковый копер для испытания металлов по методу Шарпи JB-W300	Маятниковый копер JB-W300 предназначен для испытания металлов по методу Шарпи, который заключается в измерении энергии при разрушении образцов при их испытании на двухопорный ударный изгиб.
Станок для нанесения U- и V-образного надреза на металлические образцы для испытания на ударную вязкость	Станок предназначен для нанесения U- или V-образного концентратора на образцы, предназначенные для испытаний на маятниковых копрах на двухопорный изгиб (метод Шарпи) или консольный изгиб

	(метод Изода).
стационарный твердомер по Бринеллю ТН-600	Предназначен для измерения твердости материалов по методу Бринелля.
Стационарный твердомер по Роквеллу HR-150А	Предназначен для измерения твердости материалов по методу Роквелла.
Стационарный многофункциональный твердомер по Роквеллу (Супер-Роквелл) ТН-300	Предназначен для измерения твердости материалов по методу Роквелла по всему диапазону шкал в соответствии с ГОСТ 9013.

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;
- компьютерный класс 228/3.

11 Иные 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****«Материаловедение»**

Направление подготовки	26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль) образовательной программы	Кораблестроение
Квалификация выпускника	Бакалавр
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 «Материаловедение и технология новых материалов»

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
Общепрофессиональные		
ОПК-4 Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи	<p>ОПК-4.1 Знает основные положения и методы инженерных дисциплин в сфере профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-4.2 Умеет решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи</p> <p>ОПК-4.3 Владеет навыками решения прикладных инженерно-технических и организационно-управленческих задач в профессиональной деятельности</p>	<p>Знать состав, структуру, свойства и применение материалов</p> <p>Уметь обоснованно выбирать рациональный материал, его способ получения и обработки, исходя из заданных эксплуатационных требований</p> <p>Владеть навыками анализа требований к материалу и способности выбора материала изделий судостроения, работающих в различных условиях эксплуатации</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Макроскопический анализ	ОПК-4	Лабораторная работа Тест	Выполнение практических заданий Количество правильных ответов
Кристаллизация		Лабораторная работа Тест	Выполнение практических заданий Количество правильных ответов
Построение диаграммы методом термического анализа		Лабораторная работа Тест	Количество правильных ответов
Микроструктура сталей и чугунов		Лабораторная работа Тест	Выполнение практических заданий Количество пра-

			вильных ответов
Термическая обработка металла		Лабораторная работа Тест	Выполнение практических заданий Количество правильных ответов
РГР		РГР	Выполнение практических заданий, ответы на вопросы, оформление работы

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 Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»			
Лабораторные работы	В течение семестра	Зачтено/ незачтено	Студент правильно выполнил задание лабораторной работы. Показал владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
Тест «Макроскопический анализ»	После выполнения лабораторной работы «Макроскопический анализ»	5	5 баллов –100 % правильных ответов. 4 балла –80% правильных ответов. 3 балла -60 % правильных ответов. 2 балла – меньше 50 % правильных ответов.
Тест «Кристаллизация»	После выполнения лабораторной работы «Кристаллизация»	5	5 баллов –100 % правильных ответов. 4 балла –80% правильных ответов. 3 балла -60 % правильных ответов. 2 балла – меньше 50 % правильных ответов.

Тест «Построение диаграммы методом термического анализа»	После выполнения лабораторной работы «Построение диаграммы методом термического анализа»	5	5 баллов –100 % правильных ответов. 4 балла –80% правильных ответов. 3 балла -60 % правильных ответов. 2 балла – меньше 50 % правильных ответов.
Тест «Микроструктура сталей и чугунов»	После выполнения лабораторной работы «Микроструктура сталей и чугунов»	5	5 баллов –100 % правильных ответов. 4 балла –80% правильных ответов. 3 балла -60 % правильных ответов. 2 балла – меньше 50 % правильных ответов.
Тест «Термическая обработка металлов»	После выполнения лабораторной работы «Термическая обработка металлов»	5	5 баллов –100 % правильных ответов. 4 балла –80% правильных ответов. 3 балла -60 % правильных ответов. 2 балла – меньше 50 % правильных ответов.
РГР	14-16 неделя	5	5 баллов – РГР содержит достаточный объем актуальной информации; материал соответствует теме и плану; материал изложен лаконично и логично; терминология использована целесообразно; правильно использованы и оформлены цитаты; наличие выраженной собственной позиции; 4 балла - РГР содержит достаточный объем актуальной информации; материал соответствует теме и плану; материал изложен лаконично и логично; терминология использована целесообразно. Присутствуют ошибки и неточности в изложении информации и оформлении РГР; 3 балла - РГР содержит не достаточный объем информации; материал соответствует теме и плану; материал изложен лаконично и логично; терминология использована целесообразно;

			2 балла - РГР содержит не достаточный объем актуальной информации; материал не соответствует теме или плану; 0 баллов – задание не выполнено.
ИТОГО:		30 баллов	

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:

Отсутствие хотя бы одной лабораторной работы и / или 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);

Выполнение всех лабораторных работ и 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);

Выполнение всех лабораторных работ и 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);

Выполнение всех лабораторных работ и 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

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

Типовой вариант тестов

Тест «Макроскопический анализ»

Выберите один верный вариант ответа:

1. Какую сталь можно получить при раскислении только Mn?

- а) кипящую;
- б) спокойную;
- в) полуспокойную.

2. Что представляет собой волосовина?

- а) дефект в виде тонких трещин;
- б) дефект в виде мелких вкраплений;
- в) дефект в виде хлопьев.

3. Почему образец, помещённый в реактив Гейна, покрывается красным налётом?

- а) в результате реакции с металлом на поверхности образца осаждается медь;
- б) в результате реакции с металлом на поверхности образца осаждается хлорид меди;
- в) в результате реакции с металлом на поверхности образца осаждается окись меди.

4. Какие виды ликвации бывают?

- а) зональная;
- б) наружная;
- в) круговая.

5. Почему закалённый слой после травления выглядит более тёмным?

- а) в закалённом слое после термической обработки изменилось количество углерода;
- б) в закалённом слое после термической обработки изменилась структура;
- в) в закалённом слое после термической обработки изменилось количество кислорода.

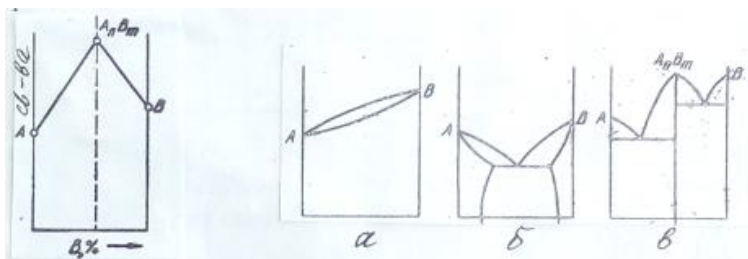
Тест по теме «Кристаллизация»

Выберите один верный вариант ответа:

1. Что такое кристаллизация?
 - а) переход вещества из жидкого в газообразное состояние;
 - б) переход вещества из газообразного, жидкого, твёрдого состояния в твёрдое;
 - в) переход вещества из твёрдого состояния в жидкое.
2. Что является основным условием для начала кристаллизации?
 - а) создание степени переохлаждения;
 - б) создание степени перегрева;
 - в) оба ответа верны.
3. Модифицирование – это...
 - а) ввод в жидкий расплав тугоплавких и поверхностноактивных веществ;
 - б) ввод в жидкий расплав легирующих элементов;
 - в) очищение расплава от различных примесей.
4. Качества металла тем выше, чем
 - а) крупнее его зерно;
 - б) мельче его зерно;
 - в) на качество металла не влияет размер зерна.
5. При малой степени переохлаждения в слитке получают...
 - а) мелкозернистую структуру;
 - б) крупнозернистую структуру;
 - в) величина степени переохлаждения не влияет на размер зерна.

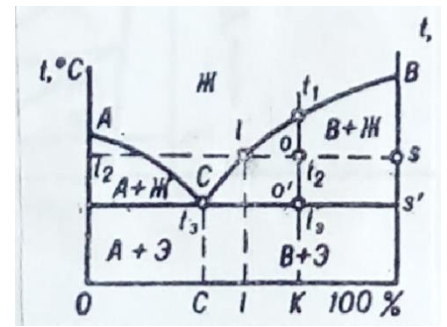
Тест «Построение диаграммы методом термического анализа»

1. При кристаллизации компоненты, входящие в состав сплава, могут образовывать между собой...
 - а) твёрдые растворы;
 - б) механические смеси;
 - в) оба ответа верны.
2. Что такое солидус?
 - а) температура начала кристаллизации;
 - б) температура конца кристаллизации;
 - в) температура конца плавления сплава.
3. Какому типу диаграмм состояния соответствует данная закономерность изменения свойств сплава с изменением концентрации?
 - а) а;
 - б) б;
 - в) в.



4. Отношением каких отрезков определяется количество жидкой фазы в сплаве 1 при температуре t_2 ?

- а) lo/os ;
- б) ls/lo ;
- в) os/ls .



5. При образовании механических смесей...

- а) компоненты растворяются друг в друге;
- б) компоненты химически взаимодействуют друг с другом;
- в) компоненты химически не взаимодействуют и не растворяются друг в друге.

6. Что такое пирометр?

- а) холодный спай термопары;
- б) горячий спай термопары;
- в) термопара+гальванометр.

Тест «Микроструктура сталей и чугунов»

Выберите один верный вариант ответа

1. К какой группе металлов принадлежат железо и его сплавы?

- к тугоплавким;
- к черным;
- к металлам с высокой удельной прочностью.

2. Как называют металлы с температурой плавления выше температуры плавления железа?

- благородные;
- черные;
- тугоплавкие.

3. Как называется структура, представляющая собой твердый раствор углерода в α -железе?

- перлит;
- цементит;
- феррит.

4. На каком участке диаграммы железо-цементит протекает эвтектоидное превращение?

- в области GPSKL;
- в области SECFK;
- на линии PSK.

5. Какую форму графита имеет белый чугун?

- хлопьевидную;
- шаровидную;
- в белом чугуне нет графита.

6. Сколько связанного углерода содержит ферритный серый чугун?

- 4,3%;
- **0,0%**;
- 0,8 %.

7. Какие стали используют для изготовления корпусных конструкций?

8. Какое содержание примесей является допустимым в судостроительных сталях?

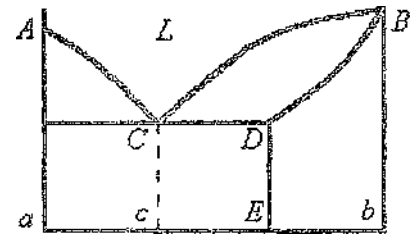
9. Какой принцип маркировки используется для обозначения судостроительных сталей?

Тест «Термическая обработка металлов»

Выберите один верный вариант ответа

1. Какие сплавы системы А-В могут быть закалены?

- а) любой сплав;
- б) сплавы, лежащие между Е и В;
- в) ни один из сплавов.



2. Чем объясняется, что троостит обладает большей твердостью, чем сорбит?

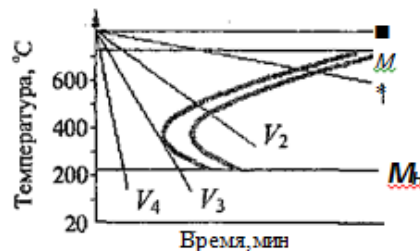
- а) форма цементитных частиц в троостите отличается от формы частиц в сорбите;
- б) троостит содержит больше (по массе) цементитных частиц, чем сорбит;
- в) в троостите цементитные частицы более дисперсны, чем в сорбите.

3. Мартенсит-это...

- а) твердый раствор углерода в γ -железе;
- б) пересыщенный твердый раствор углерода в α -железе;
- в) химическое соединение Fe_3C .

4. Какая из скоростей охлаждения, нанесенных на диаграмму изотермического распада аустенита, является критической?

- а) V_2
- б) V_4
- в) V_3



5. Какой отжиг следует применить для снятия деформационного упрочнения?

- а) рекристаллизационный;
- б) сфероидизирующий;
- в) диффузионный.

6. В чем состоит отличие сталей У10 и У12, закаленных от температуры 760 °С?

- а) в структуре сплава У12 больше вторичного цементита;
- б) отличий нет;
- в) мартенсит сплава У12 содержит больше углерода.

7. Какое влияние оказывает термическая обработка на свойства судостроительных сталей?

Типовое задание РГР

Задание 1

1. Для изготовления деталей, применяемых в судостроении, выбран сплав БрАМц10-2: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

2. Для изготовления конденсаторных труб, используемых в морском судостроении, выбран сплав Л062-1: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) опишите структуру и свойства сплава; в) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплавам этой группы.

3. Для изготовления ряда деталей, используемых в судостроении, выбран сплав БрКМц3-1: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплавам этой группы.

Задание 2

Согласно своему варианту (таблица 1), необходимо вычертить в масштабе диаграмму состояния и приступить к выполнению задания 2:

1) Определить род диаграммы состояния.

2) Во всех областях диаграммы указать структурные составляющие.

3) Построить кривую охлаждения (нагрева), сделав вертикальный разрез диаграммы состояния в соответствии с заданным (по вашему варианту) химическим составом и отметить цифрами 1, 2, 3 ... 5 критические температуры для указанного сплава. Графическое построение кривой охлаждения (нагрева) должно сопровождаться письменным объяснением всех фазовых превращений, происходящих в процессе его охлаждения (нагрева). По мере понижения температуры против каждого участка кривой охлаждения (нагрева) схематично изобразить фазы (структуры), которые в этом интервале существуют. Правильность построения кривой охлаждения (нагрева) проверить, применяя правило фаз Гиббса.

4) Определить количественное соотношение фаз при заданной температуре с применением правила отрезков. Чтобы определить при любой интересующей вас температуре, какие фазы находятся в равновесии и каков их состав и соотношение, необходимо провести в этой двухфазной области диаграммы коноду (горизонталь) до пересечения с ближайшими линиями диаграммы. Точки пересечения дадут вам фазы, которые находятся в равновесии, а проекции этих точек на концентрационную ось (ось абсцисс) – состав фаз. Отрезки коноды, на которые делит ее линия вертикального разреза диаграммы, соответствующая сплаву заданной концентрации, обратно пропорциональны количеству этих фаз.

5) Построить графическую закономерность изменения электросопротивления, твердости в зависимости от химического состава сплавов, применяя законы Н. С. Курганова. Указать другие типичные технологические свойства: обрабатываемость давлением и резанием, литейные свойства (жидкотекучесть, склонность к образованию горячих трещин, к концентрированной или рассеянной пористости).

Таблица 1 – Варианты заданий

Вариант	Система	Процентное содержание компонентов	Условие
1	2	3	4

1 21 31	Pb-Mg	10 % Mg 80 % Mg 60 % Mg	Нагрев Охлаждение Нагрев
14 34 35	Mg-Ca	30 % Ca 60 % Ca 90 % Ca	Охлаждение Нагрев Охлаждение
2 26 36	Sb-Ge	3 % Ge 10 % Ge 73 % Ge	Нагрев Охлаждение Нагрев
13 23 33	Al-Ge	13 % Ge 25 % Ge 75 % Ge	Нагрев Охлаждение Охлаждение
3 29	Sn-Zn	52 % Zn 90 % Zn	Охлаждение Нагрев
25 19 9	Mg-Ge	20 % Ge 40 % Ge 85 % Ge	Нагрев Нагрев Охлаждение
11	Pb-Sb	13 % Sb	Нагрев
5 15	Cu-Ag	30 % Ag 80 % Ag	Охлаждение Нагрев
6 16	Cu-Ni	25 % Ni 50 % Ni	Охлаждение Нагрев
7 17 27	Al-Si	3 % Si 25 % Si 10 % Si	Охлаждение Охлаждение Нагрев
12 22 32	Al-Cu	3 % Cu 33 % Cu 15 % Cu	Охлаждение Охлаждение Охлаждение
8 18 28	Cd-Zn	2 % Zn 10 % Zn 60 % Zn	Охлаждение Охлаждение Нагрев
10 20 30 4	Cu-As	10 % As 25 % As 35 % As 45 % As	Охлаждение Нагрев Охлаждение Нагрев

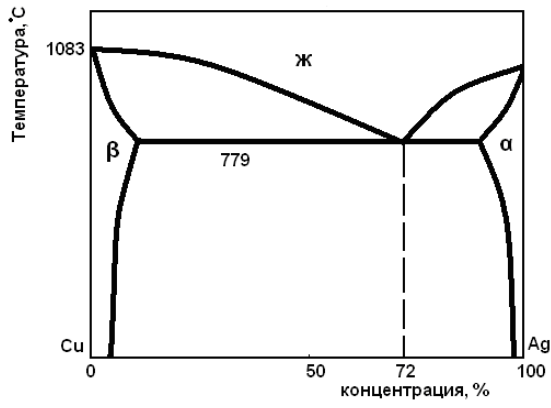


Рисунок А.1 – Диаграмма Cu-Ag

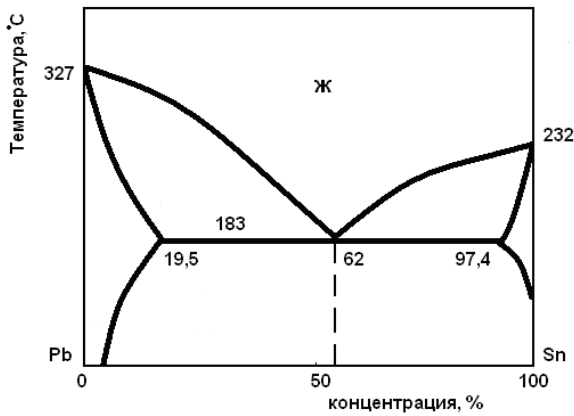


Рисунок А.2 – Диаграмма Pb-Sn

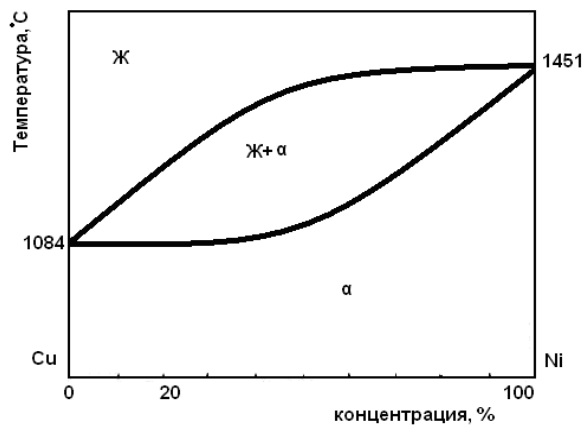


Рисунок А.3 – Диаграмма Cu-Ni

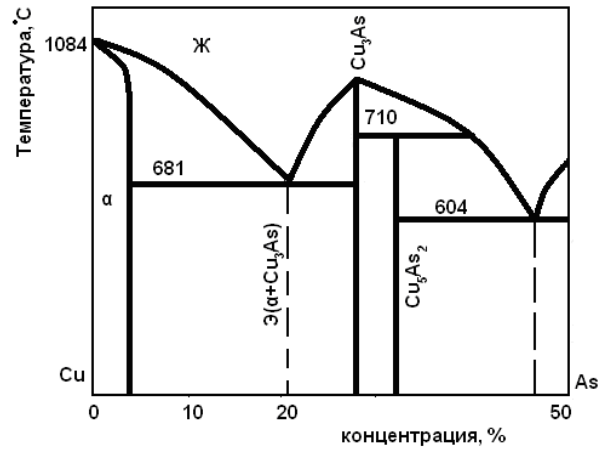


Рисунок А.4 – Диаграмма Cu-As

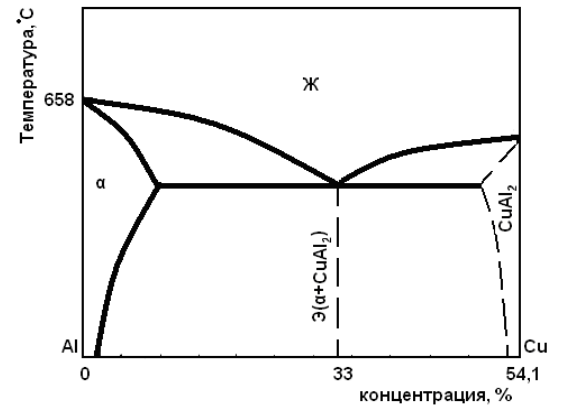


Рисунок А.5 – Диаграмма Al-Cu

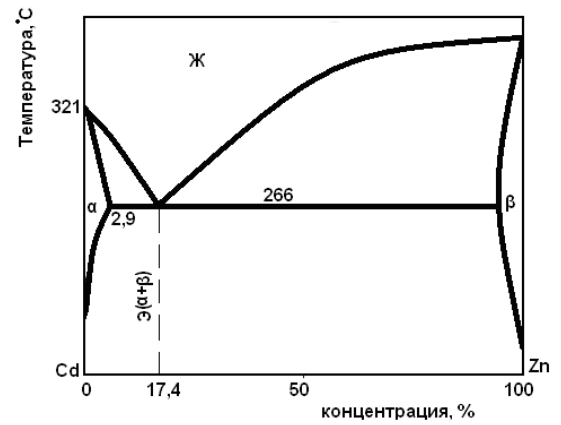


Рисунок А.6 – Диаграмма Cd-Zn

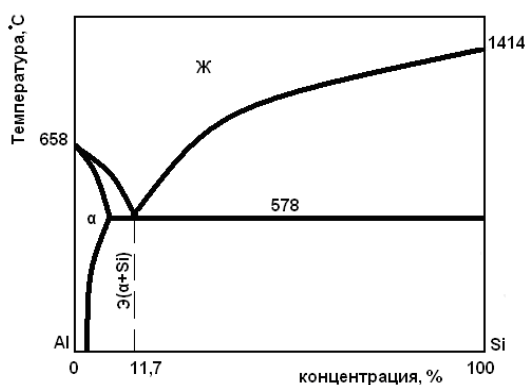


Рисунок А.7 – Диаграмма Al-Si

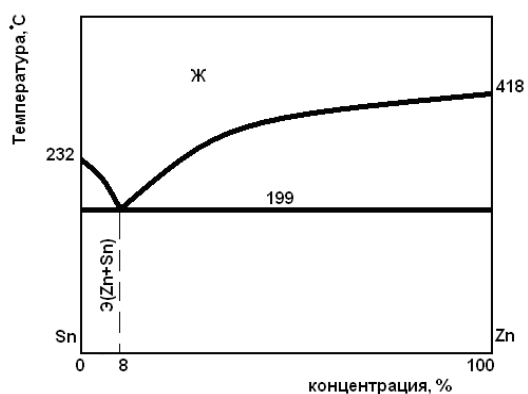


Рисунок А.8 – Диаграмма Sn-Zn

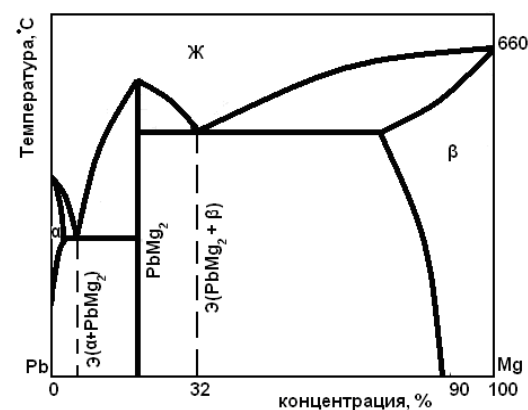


Рисунок А.9 – Диаграмма Pb-Mg

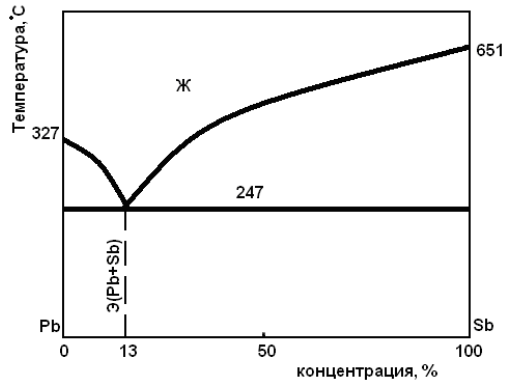


Рисунок А.10 – Диаграмма Pb-Sb

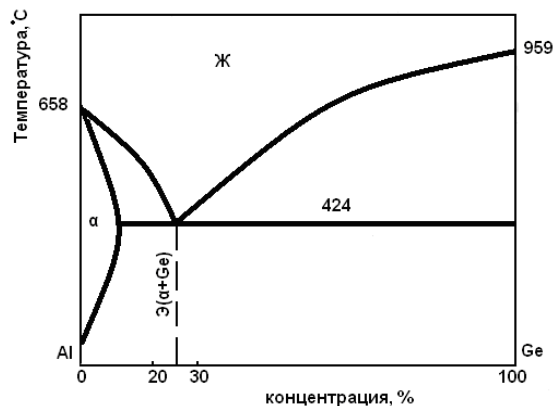


Рисунок А.11 – Диаграмма Al-Ge

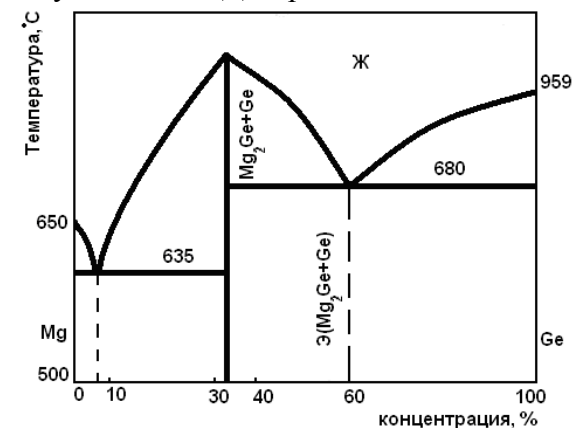


Рисунок А.12 – Диаграмма Mg-Ge

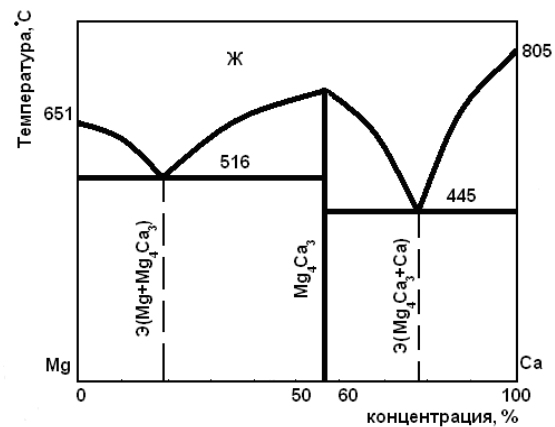


Рисунок А.13 – Диаграмма Mg-Ca

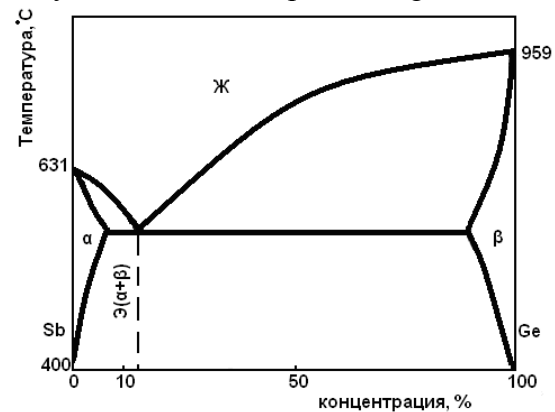


Рисунок А.14 – Диаграмма Sb-Ge

Задание 3

Самостоятельно изучить материал «Выбор материала для корпусных конструкций» (Приложение А) и ответить на один вопрос, согласно варианту, соответствующему последней цифре зачетной книжки:

1. Какие факторы являются определяющими при выборе материала для корпусных конструкций?
2. Каким испытаниям подвергают корпусные материалы?
3. Какие основные требования предъявляют к судостроительным сталям?
4. Какое содержание углерода допустимо в корпусных сталях?
5. Какие марки сталей используют для изготовления корпусных конструкций?
6. Почему довольно редко изготавливают корпуса малых судов из стали?
7. Какие материалы предпочтительны для спортивных яхт?
8. Как защищают от коррозионного воздействия в морских условиях корпуса из дюралюминия?
9. Почему титановые сплавы ограничено используют для изготовления корпусных конструкций?
10. Какой срок службы у лодок, изготовленных из различных судостроительных материалов?

Приложение А

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В зависимости от типа судна при постройке предпочтение отдается той конструкции и конструкционным материалам, использование которых должно быть не только материально оправдано, но и соответствовать назначению изделия.

Для быстроходных моторных яхт с остроскулыми обводами целесообразно применение магналиев, при серийной постройке моторных яхт целесообразно изготавливать корпуса из стеклопластика. Для спортивных парусных яхт, участвующих в гонках, применение стеклопластика как конструкционного материала единственный выход для улучшения спортивных характеристик яхты. Для больших и комфортабельных моторных яхт со средней скоростью до 25 узлов и двигающихся в водоизмещающем режиме основным конструкционным материалом является судостроительная сталь.

Важным фактором в выборе конструкционного материала для яхты является стоимость, поскольку стоимость корпусу вместе с технологической оснасткой и трудоемкостью может достигать 60 % от общей стоимости яхты. Использование в качестве судостроительного материала титана очень проблематично, поскольку стоимость титана в настоящее время в 200 раз больше стоимости судостроительной стали, а технология обработки в 250 раз дороже, чем технология обработки стали.

Судостроительная сталь – это относительно недорогая специальная сталь, удовлетворяющая требованиям свариваемости, деформации и обладающая минимально допустимыми для определенных условий эксплуатации физико-механическими свойствами. Для обеспечения качественной сварки содержание углерода в стали не должно превышать 0,23 %. В судостроительной стали жестко ограничивается содержание фосфора и серы. Обычная судостроительная сталь имеет предел текучести 240 МПа, предел прочности 410-500 МПа и относительное удлинение при разрыве 22 %.

Для постройки судов относительно малой длины (менее 60 м) используется тонколистовая сталь. Листовой материал для постройки яхт подвергается испытанию на изгиб. Классификационные общества требуют испытывать на изгиб образец, вырезанный из листа. Для обычной судостроительной стали образец должен подвергаться на изгиб в холодном состоянии и выдержать его без трещин.

подавляющее большинство лодок серийного производства, выпускавшихся предприятиями нашей страны, изготавливается с корпусами из легких сплавов – дюралюминия (при клепаной конструкции) и магналиев (при использовании сварки). Крупносерийное производство подобных судов требует достаточно сложного оборудования и достаточного собственного производства алюминия. Кроме России алюминиевые лодки крупносерийно производятся только в США и Австралии.

Для постройки лодок чаще всего применяют листы из дюралюминия Д16АТ, подвергаемые закалке для достижения высокой прочности. Это позволяет применять для наружной обшивки сравнительно тонкие листы: 1,5-2 мм для днища и 1,2-1,8 мм для бортов (при длине лодки 3,5-5 м). При гибке листов в обычном холодном состоянии под малым радиусом в материале появляются трещины, поэтому необходима предварительная термообработка (нагрев до 350°C, охлаждение на воздухе). После гибки деталь нужно вновь закалить нагревом до 500 °C и охлаждением в воде.

При постройке корпусов малых судов сварка дюралюминия не применяется. При нагреве металла в зоне сварного шва сплав утрачивает прочность. Обычно прочность сварных соединений дюралюминия составляет 40-60 % прочности основного металла.

Существенным недостатком дюралюминия является его сравнительно низкая коррозионная стойкость, особенно в морской воде. Особенно интенсивно коррозия развивается в соленой морской воде, поэтому эксплуатация лодок с корпусами из дюралюминиевых сплавов в морских условиях не рекомендуется. Обычно листы металла плакируют для защиты дюралюминия от коррозии в процессе производства и хранения металла. На готовые корпуса из дюралюминия наносят лакокрасочные покрытия по специальной схеме.

Основной принцип конструкции лодок из дюралюминия – в подкреплении тонкой обшивки большим числом продольных ребер жесткости – стрингеров, которые опираются на сравнительно редко расположенные шпангоуты.

В мелком судостроении наибольшее распространение получили алюминиево-магниевые сплавы марки АМг5, предназначенные для листовых конструкций, и АМгб1 для листов и профилей. Листы и профили из этих сплавов обладают пластичностью, позволяющей подвергать их гибке в холодном состоянии, хорошо свариваются в среде защитных инертных газов (чаще всего применяется аргоно-дуговая электросварка). Прочность сварных швов обеспечивается не ниже 90 % основного металла. Сплавы типа АМг обладают более высокой коррозионной стойкостью, чем дюралюминий, и могут использоваться для корпусов судов, эксплуатируемых в морской воде.

Алюминиево-магниевые сплавы обладают несколько меньшей прочностью, чем дюралюминий, поэтому обшивку лодок делают более толстой, чтобы обеспечить при эксплуатации ровную, без вмятин, поверхность корпуса. В случае изготовления сварного корпуса очень трудно избежать коробления тонкой обшивки при ее сварке с набором: по сравнению со сталью алюминий обладает в 2 раза более высоким коэффициентом линейного расширения при нагреве, следовательно и деформации при сварке больше. Поэтому используют для наружной обшивки листы толщиной не < 2 мм, а при сварке корпусов длиной более 5 м – уже толщиной 3-4 мм.

Первой отечественной цельносварной лодкой из легких сплавов является мотолодка «Крым» (опытные образцы были изготовлены в 1969 г.). Конструкция ее в известной мере копировала клепаный корпус – с большим числом продольных ребер жесткости, привариваемых к наружной обшивке. Длительный опыт эксплуатации позволил выявить слабые места в этой конструкции и рекомендовать более рациональную схему подкрепления днища. Для уменьшения коробления обшивки в процессе сварки уменьшены протяженность и калибры сварных угловых швов, увеличен объем контактной электросварки. Другой путь уменьшения объема сварки корпуса – применение штампованных конструкций обшивки с ребрами жесткости.

Для постройки пластмассовых корпусов в отечественном судостроении используются стеклопластики. Исходными материалами для них являются ненасыщенные полиэфирные смолы и армирующие стеклонаполнители в виде тканей, холстов и жгутов (ровницы). Постройка или формование корпуса лодки производится в матрице – обычно разъемной по килю наружной форме корпуса. Поверхность матрицы тщательно шпаклюется и полируется, благодаря чему наружные поверхности корпуса лодки получают блестящую гляцевую поверхность. При формовании на матрицу сначала наносят разделительный слой, например, из поливинилового спирта или воска, который обеспечивает свободное отделение готовой обшивки от поверхности матрицы. Затем наносят декоративный слой связующего – смолы с соответствующими добавками – ускорителем и инициатором, а также пигментом для окрашивания этого слоя в желаемый цвет. После желатинизации декоративного слоя начинается формование обшивки, которое состоит в последовательной укладке слоев армирующей стеклоткани и тщательной прикатке их валиками к поверхности формы. В зависимости от толщины армирующей ткани таких слоев укладывают 4-8 (для корпусов длиной до 6 м).

Стеклоткань придает пластику необходимую прочность. Наиболее прочный и плотный пластик получается при использовании тонкой ткани сатинового переплетения типа Т-11- ГВС-9 по ГОСТ 19170-73. При собственной толщине ткани в 0,38 мм один ее слой в обшивке дает толщину 0,5 мм. Другой тип тканей, используемых для формования корпусов лодок, – стеклорогожа или ткань жгутового переплетения. Эта ткань более толстая – например, марки ТР-07 имеет толщину 0,7 мм, поэтому для получения той же толщины обшивки, что и при использовании сатиновой ткани, достаточно уложить вдвое меньшее количество слоев рогожи. Однако плотные жгуты волокон рогожи хуже пропи-

тываются связующим и при слабой прикатке слоев к матрице такая обшивка нередко фильтрует воду. Поэтому часто обшивку формируют из тканей обоих типов: наружные слои делают из сатиновой стеклоткани (при большой толщине прокладывают также один-два промежуточных слоя между стеклорогожей), внутренние – из стеклорогожи.

Для формования используется так называемая стеклосетка СЭ – очень тонкая и редкая ткань, хорошо пропитываемая связующим. Уложенная в самый наружный слой, она выравнивает поверхность, скрадывает грубую текстуру нижележащего слоя стеклоткани и хорошо держит слой окрашенного связующего.

При использовании любого стеклонаполнителя стараются выдержать соотношение массы связующего со стеклотканью примерно 1:1. В отечественном судостроении получила применение полиэфирная смола типа НПС-609-21М – менее токсичная и более дешевая, чем эпоксидные смолы ЭД-5 и ЭД-6, используемые чаще всего для ремонта.

Толщина обшивки легких пластмассовых гребных лодок составляет обычно 2,5-3 мм, глиссирующих корпусов длиной до 5 м – 4-6 мм, толщина их бортов – 3,5-5 мм. Как правило, корпуса гребных лодок не нуждаются в подкреплении набором, их жесткость и прочность обеспечивается посадками различного рода и гофрам в обшивке, а также пенопластовым наполнителям и банкам. Днище глиссирующих лодок подкрепляют продольными стрингерами и флорами из фанеры или пенопласта, оклеенного снаружи стеклопластиком.

Значительное число гребных лодок строится в России из шпона – древесно-слоистого пластика, состоящего из тонких (0,5-1,5 мм) и узких (50-200 мм) полос, которые получают лущением с вращающейся круглой заготовки – березового чурбана. Чурбан предварительно пропаривают и лист шпона снимают с него ножом по спирали. Из нескольких слоев, накладываемых друг на друга перпендикулярно, склеивают обычную фанеру. Узкими полосами шпона можно покрыть поверхность любой кривизны, а если их склеить на этой поверхности в несколько слоев, то после высыхания клея получится легкая и прочная скорлупа. Иногда лодки из шпона называют лодками из формованной фанеры.

Шпоновая (скорлупная) обшивка обладает такими ценными свойствами, как монолитность и эластичность при небольшой объемной массе. Как и стеклопластик, она нуждается в минимальном подкреплении набором, в то время как готовая скорлупа практически при такой же толщине весит вдвое легче пластмассовой. Формование корпусов из шпона механизировано – лодки запрессовывают в автоклаве при температуре 60°C и давлении 3 кгс/см². Толщина готовой обшивки составляет 4,5-5 мм. Корпуса шпоновых лодок не имеют шпангоутов, обшивка подкрепляется килем, стрингерами и привальными брусками; поперечную жесткость корпусу придают банки.

Дерево как судостроительный материал используют и при изготовлении сравнительно крупных яхт и при самостоятельной постройке катеров. При этом классическая конструкция деревянного корпуса заменяется на обшивку, клеенную из узких реек, отдельные пояса которой надежно соединены между собой при помощи водостойкого клея и гвоздей. Гнутоклеенные или ламинированные конструкции используют и при изготовлении таких деталей набора корпуса, как шпангоуты, киль, бимсы и т.п. Благодаря этому удается изготовить корпусные детали из небольших по размерам качественных заготовок древесины.

К недостаткам древесины как судостроительного материала относится то, что дерево впитывает влагу и рассыхается, изменяя свои размеры, подвержено загниванию и повреждению древоточцами, имеет неодинаковую прочность при нагружении вдоль и поперек волокон. Постройка легких и прочных корпусов связана с тщательным отбором древесины и высоким качеством работ. Для наружной обшивки деревянных судов применяют сосну, ель, кедр, для набора корпуса кроме сосны используют дуб и ясень – твердые и очень прочные породы древесины.

Некоторые широко распространенные породы, например, береза, осина, бук, ольха для постройки корпусов лодок непригодны. Они сильно впитывают влагу, легко загнивают, особенно в контакте с металлическим крепежом, и не обладают достаточной прочностью.

Для обшивки, палуб, надстроек малых судов широко применяется фанера. Наиболее прочной и водостойкой является бакелитовая фанера марок БФС и БФВ по ГОСТ 11539-73, которая выпускается толщиной 5, 7, 10 и 12 мм. Эта фанера имеет большую объемную массу – 1,2 т/м, при окраске с нее необходимо удалять наружный слой смолы. Там, где наиболее важны прочность и небольшая масса конструкции, используют 5-слойную авиационную фанеру марок БС-1, БП-1 и БПС-1 по ГОСТ 102-75. Слои этой фанеры склеены бакелитовой пленкой и смолой С-1; она выпускается толщиной от 1 до 12 мм. Для корпусов небольших моторных лодок при условии тщательного наружного покрытия корпуса (лучше всего оклейка стеклопластиком) может быть применена строительная фанера марок ФСФ или ФК по ГОСТ 3916-69.

Фанера, как и любой другой листовой материал, нуждается в хорошем подкреплении набором с тем, чтобы исключить ее «работу» как мембраны – со знакопеременными колебаниями. Современная тенденция – к применению преимущественно продольного набора, опирающегося на редко поставленные жесткие поперечные шпангоутные рамы или переборки. В качестве набора используются фанерные же элементы конструкции, такие как выгородки рундуков, воздушных отсеков и т.п. Ряд небольших гребных лодочек строят без традиционных реек в соединении по скуле и килю – здесь используют проволоочные скрепки и склейку по пазам снаружи и изнутри лентами из стеклоткани на эпоксидном связующем.

Фанерные лодки могут служить в течение 10-12 лет при правильной конструкции и хорошей защите наружной поверхности. Большое значение имеет надежное закрытие всех кромок фанеры по скуле, транцу, по линии борта – именно отсюда начинается расслоение фанеры и ее загнивание.

Стальные корпуса малых судов довольно редки. Вследствие большой объемной массы стали использование этого материала становится оптимальным при сравнительно больших размерах судов – длине 6 м и более. Такие корпуса строят из углеродистой стали обыкновенного качества марки Ст3 или из качественной стали 15.

Толщина наружной обшивки на лодке длиной 6 м составляет от 1,2 мм, на катере длиной более 12 м – до 3 мм. Набор делается из полос, полособульбов и угольников соответствующих размеров (обычно высотой профиля от 25 до 60 мм в указанных пределах длины 6-12 м).

Наиболее простой и дешевый способ постройки стальных корпусов – сварка. Однако даже опытным сварщикам сложно обеспечить качественный шов при толщине металла немногим более миллиметра. Так как обшивку при сварке сильно коробит, то обычно берут листы толщиной не менее 2 мм, что существенно утяжеляет корпус. При клепаной конструкции можно выбрать минимальную (0,8-1,2 мм) толщину листов. Стальные корпуса не только тяжелее аналогичных по размерам деревянных, пластмассовых и алюминиевых, но и требуют большего внимания при эксплуатации.


Деревянные лодки – наиболее дешевые, материал доступен, легок в обработке, а сборка корпуса с фанерной и даже с дощатой обшивкой достаточно проста. Однако в эксплуатации эти материалы недолговечны, особенно если летом лодка стоит постоянно на воде, а зимой хранится под открытым небом. В таких условиях фанера начинает расслаиваться через 4-5 лет, легко повреждается при ударах и вытаскивании лодки на берег. Деревянный корпус нуждается в постоянном уходе, частых ремонтах, хорошей защите шпаклевкой и красками от воды. При хорошем уходе, хранении на берегу и защите корпуса от воды лодка может служить и до 30 лет.

Лодки из дюралюминия и особенно магналиев выносливее и долговечнее, хотя им также необходим ежегодный профилактический малярный ремонт. В клепаном корпусе с большим числом деталей набора сложно поддерживать чистоту. В районе агрессивных сточных вод дюралевый набор и, реже, обшивка начинает интенсивно разрушаться; в нормальных же условиях срок службы алюминиевых лодок превышает 15 лет.

Большинство выпускаемых в настоящее время алюминиевых лодок имеют недостаточно высокое качество отделки, не позволяющее сравнивать их с лодками из стеклопластика. Алюминиевые лодки при плавании на волнении «гремят» и резонируют при работе подвесного мотора; нередко в них появляется течь от ослабевших заклепок.

Лодки из стеклопластика – самые дорогие, но не корродируют и не гнивают. Корпус не набухает, его масса не увеличивается от намокания, срок службы до 25-30 лет. Пластмассовые лодки – самые элегантные по внешнему виду, отличаются высокими эксплуатационными качествами. При их проектировании конструктор имеет возможность применить наиболее оптимальные обводы корпуса, но необходимо тщательно соблюдать технологию изготовления. Стеклопластик повреждается при абразивном трении. Если корпус не имеет хорошей защиты от истирания, например, защиты киля или обшивки с внутренней стороны корпуса, то после нескольких навигаций лодка будет нуждаться в серьезном ремонте. Другая опасность – открытая поверхность армирующей стеклоткани, которая быстро изнашивается под воздействием внешней среды и истирания.

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Основание внесения изменения	Количество страниц изменения	Подпись разработчика РПД
1	<p>Протокол № 4 от « 21 » 06 2021 г. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ № 1 К УЧЕБНОМУ ПЛАНУ ОПОП «Кораблестроение» по направлению подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры, набор 2021 г. Основание изменений - приказ Минобрнауки России от 26.11.2020 N 1456 "О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования": 1. Изложить в новой редакции категорию ОПК «Естественно-научное и математическое мышление»: ОПК-4</p>	2	
2			