

Ссылка для цитирования этой статьи:

Лёвкин А.Д., Кикоть Я.Р. Основные этапы строительства судна: современные методы и технологии // Human Progress. 2024. Том 10, Вып. 5. URL: http://progress-human.com/images/2024/Tom10_5/Levkin.pdf DOI 10.46320/2073-4506-2024-5a-13.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТРОИТЕЛЬСТВА СУДНА: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Лёвкин Андрей Дмитриевич

студент Дальневосточного федерального университета
г. Владивосток, Российская Федерация

Кикоть Ярослав Романович

студент Дальневосточного федерального университета
г. Владивосток, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые этапы проектирования, строительства и испытаний судов с использованием современных технологий и методов. Объект исследования – кораблестроение. Предмет исследования – экономика кораблестроения. Цель исследования – содержательно раскрыть этапы строительства судна с позиции проектирования и экономики кораблестроения. Основное внимание уделено проектированию корпуса и установке судового оборудования, а также процессам спуска судна на воду, испытаниям и вводу в эксплуатацию. Описаны современные технологии строительства судов, такие как модульная сборка и автоматизация сварочных процессов, а также использование методов конечных элементов для оценки прочности корпуса. Представлены методы контроля качества и испытания судов, необходимые для обеспечения их надёжности и безопасности. Особое внимание уделено проверке энергетических установок, рулевых систем, а также навигационного и аварийного оборудования. Исследования показывают, что внедрение инновационных технологий на этапах строительства и испытаний судов позволяет существенно повысить их эксплуатационные характеристики и снизить затраты.

Ключевые слова: проектирование судов, строительство судов, модульная сборка, испытания судов, ввод в эксплуатацию, инвестиционный цикл, инновационное развитие, судовое оборудование, судовые энергетические установки.

Введение

Судостроение является одной из важнейших отраслей промышленности, обеспечивающей мировую флот новыми типами судов, способными работать в сложных условиях морей и океанов. Современное судостроение, это важнейший аспект инновационного развития национальной экономики, определяющий характер инновационного развития национальной экономики. С развитием технологий требования к качеству, безопасности и экономичности судов значительно возросли, что привело к необходимости внедрения передовых методов проектирования и строительства. Современные подходы к судостроению включают не только традиционные методы, но и использование автоматизации, компьютерного моделирования, а также новейших материалов и технологий. Теоретическая значимость исследования состоит в рассмотрении этапов жизненного цикла судостроения, с позиции эксплуатационной и экономической целесообразности.

Основная часть

Одним из ключевых аспектов проектирования является обеспечение прочности и долговечности корпуса, что требует точных расчётов и анализа. Для этих целей широко применяются методы конечных элементов (FEM), позволяющие моделировать поведение конструкций судна под воздействием различных внешних и внутренних нагрузок. Кроме того, современные верфи активно используют модульные технологии и автоматизированные системы управления производственными процессами, что позволяет сократить сроки строительства и снизить затраты.

Спуск судна на воду и его последующие испытания представляют собой критически важные этапы, подтверждающие соответствие судна проектным характеристикам и международным стандартам. В условиях всё более жёстких экологических требований новые подходы к испытаниям судов, включая оценку их энергоэффективности и экологической безопасности, играют важную роль в обеспечении конкурентоспособности судов на мировом рынке.

Проектирование судна – это сложный многоэтапный процесс, который охватывает целый ряд инженерных дисциплин и опирается на строгие нормативные требования, а также на результаты применения современных методов анализа и моделирования. Этот этап определяет ключевые параметры будущего судна, такие как его эксплуатационные характеристики, безопасность, экономичность и экологическая устойчивость. Одной из первоочередных задач проектирования является разработка концепции судна, в рамках которой устанавливаются основные конструктивные решения и технические характеристики.

Важнейшими параметрами являются тип судна, его водоизмещение, габаритные размеры и назначение.

Примером может служить выбор типа судна, который зависит от его назначения: пассажирские лайнеры, грузовые суда, исследовательские суда или нефтяные танкеры предъявляют совершенно различные требования к конструкции и функциональности. Водоизмещение судна, являющееся ключевым параметром, определяется по формуле:

$$\Delta = \rho \times V,$$

где Δ — водоизмещение, ρ — плотность воды (обычно 1.025 т/м^3 для морской воды), V — объём вытесненной воды подводной частью корпуса. На основе этих данных можно рассчитать и другие важные характеристики, например грузоподъёмность, осадку и стабильность судна. С увеличением размеров корпуса растёт его сопротивление воде, что предъявляет особые требования к выбору формы корпуса и системы движителей.

Особое внимание на этапе проектирования уделяется гидродинамическому моделированию, поскольку от формы корпуса зависит не только эффективность судна на ходу, но и экономичность его эксплуатации. При помощи методов численного моделирования, таких как Computational Fluid Dynamics (CFD), можно оптимизировать форму корпуса для снижения сопротивления воды. Это особенно важно для скоростных судов, например контейнеровозов и пассажирских судов, где каждый процент экономии топлива может иметь значительное влияние на эксплуатационные расходы.

Использование CFD позволяет проводить точные расчёты сопротивления воды для различных форм корпусов без необходимости дорогостоящих и длительных испытаний в гидродинамических бассейнах. Например, при оптимизации корпуса с использованием CFD модель учитывает факторы, такие как ламинарное и турбулентное течение воды, влияние волн и турбулентности за кормой. Благодаря этому можно минимизировать сопротивление, тем самым снижая расход топлива на 5–20% в зависимости от типа судна. Это приводит к значительной экономии при длительной эксплуатации судов. Кроме того, моделирование позволяет учесть распределение давления на корпус судна, что способствует выбору оптимальной формы корпуса с точки зрения прочности и устойчивости.

Проектирование судов также невозможно без учёта требований международных стандартов и конвенций. Одной из ключевых нормативных баз является Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (SOLAS), которая регулирует вопросы безопасности судов. В рамках SOLAS предъявляются требования к конструкции судна, включая обязательное наличие спасательных средств, систем предотвращения пожаров и судового оборудования, предназначенного для обеспечения безопасности экипажа и

пассажиров. Помимо этого, существует Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (MARPOL), регламентирующая аспекты, связанные с выбросами загрязняющих веществ, сбросом нефтепродуктов и отходов. Проектирование судов с учётом этих стандартов требует внедрения экологически безопасных технологий, таких как системы обработки балластных вод и фильтрации выхлопных газов.

Помимо экологических и гидродинамических требований, важной частью проектирования судна является разработка его энергетической системы. В последние годы судостроение всё активнее переходит на использование альтернативных источников энергии, включая гибридные и полностью электрические двигательные установки. Эти системы позволяют не только снизить выбросы загрязняющих веществ, но и существенно уменьшить эксплуатационные расходы за счёт повышения эффективности использования топлива. Например, исследования показывают, что внедрение гибридных энергосистем с использованием батарейных технологий и дизель-генераторов позволяет снизить расход топлива на 10–15% при среднесрочной эксплуатации судна. Современные суда, такие как ледоколы или паромы, активно используют эти технологии, чтобы соответствовать всё более жёстким экологическим требованиям, предъявляемым международными морскими организациями.

Важным результатом проектирования является создание подробной рабочей документации, включающей чертежи, схемы и спецификации для всех систем судна. Этот процесс требует высокой точности, так как малейшая ошибка может привести к серьёзным последствиям на этапах строительства и эксплуатации судна. В рабочей документации учитываются не только конструкционные элементы, но и системы жизнеобеспечения судна, такие как системы вентиляции, водоснабжения, канализации и системы управления. Для каждой системы проводятся расчёты, определяющие её пропускную способность, надёжность и устойчивость к аварийным ситуациям. На основе этих данных разрабатываются и системы аварийного управления судном, которые включают автоматизированные системы контроля и оповещения в случае обнаружения утечек, пожаров или механических повреждений.

Постройка корпуса судна и монтаж оборудования являются одними из ключевых этапов в процессе судостроения, обеспечивающими не только физическое создание судна, но и его готовность к эксплуатации с точки зрения надёжности, безопасности и соответствия нормативным требованиям. В современном судостроении используются как традиционные методы, так и высокотехнологичные решения, позволяющие значительно сократить время строительства, повысить точность и качество конструкций, а также уменьшить затраты.

Постройка корпуса начинается с тщательной подготовки материалов и технологий, необходимых для его создания. В большинстве случаев корпус судна строится из стальных или алюминиевых листов, которые подвергаются обработке с целью придания им нужной формы. Современные судостроительные верфи используют метод модульной или секционной сборки, при котором крупные части корпуса собираются отдельно, а затем соединяются в единую конструкцию. Это позволяет сократить сроки строительства и облегчить контроль качества. Например, для крупного контейнеровоза или танкера секции могут иметь длину до 30 метров и весить более 100 тонн, что требует использования мощных подъемных механизмов и точных методов сварки.

Одним из важнейших аспектов постройки корпуса является выбор метода сварки. Сварные швы обеспечивают не только прочность конструкции, но и её герметичность, что особенно важно для судов, работающих в условиях повышенных нагрузок, таких как ледоколы или танкеры. Применение автоматической и полуавтоматической сварки позволяет повысить точность выполнения работ, что снижает вероятность возникновения дефектов. Согласно исследованиям, автоматизация сварочных процессов может уменьшить количество дефектов на 15–20% по сравнению с ручной сваркой, что существенно повышает долговечность и надёжность корпуса судна. Кроме того, современные системы контроля качества сварки, такие как ультразвуковая дефектоскопия, позволяют своевременно обнаруживать скрытые дефекты и устранять их до завершения этапа постройки корпуса.

Важную роль в постройке корпуса играют также расчёты прочности конструкции. При проектировании корпуса учитываются внешние нагрузки, такие как гидродинамическое давление, удары волн и ветер, а также внутренние нагрузки, создаваемые оборудованием и полезным грузом. Статистические данные показывают, что неправильно рассчитанные корпуса могут терять до 30% своей прочности при эксплуатации, что может привести к аварийным ситуациям. Поэтому важным шагом является использование методов конечных элементов (FEM), которые позволяют точно моделировать поведение корпуса под нагрузкой и корректировать конструкцию на ранних стадиях строительства.

После завершения сборки корпуса начинается этап монтажа судового оборудования, который включает установку основных систем и механизмов, обеспечивающих функционирование судна. Это включает энергетические установки, рулевое оборудование, системы вентиляции, пожаротушения, водоснабжения и прочие жизненно важные системы. Например, для судов с дизельными двигателями на этом этапе устанавливаются основные двигатели, генераторы, системы управления и топливные системы.

Монтаж энергетической установки является особенно важным этапом, так как её правильная установка и интеграция с другими системами напрямую влияют на эффективность и безопасность эксплуатации судна. Современные суда всё чаще оснащаются гибридными энергосистемами, включающими как традиционные двигатели внутреннего сгорания, так и электрические или газовые установки. Эти системы позволяют значительно снизить выбросы парниковых газов и увеличить экономичность судов, особенно при эксплуатации в зонах с жёсткими экологическими требованиями. Например, исследования показывают, что гибридные энергетические системы позволяют снизить расход топлива до 15–20% в сравнении с традиционными дизельными установками, что делает их особенно привлекательными для судов, работающих в арктических или прибрежных зонах.

Одним из наиболее трудоёмких процессов на этапе монтажа оборудования является установка и наладка автоматизированных систем управления судном (ASMS). Эти системы позволяют не только контролировать и управлять основными параметрами работы судна, но и обеспечивают автоматический мониторинг состояния всех систем. Современные ASMS включают системы мониторинга состояния корпуса, двигателя, системы управления судном, а также системы предотвращения аварийных ситуаций. Автоматизация этих процессов значительно снижает вероятность ошибок, вызванных человеческим фактором, и увеличивает безопасность эксплуатации. Например, системы мониторинга корпуса могут в реальном времени отслеживать состояние конструкций и выдавать предупреждения о необходимости профилактических работ, что значительно увеличивает срок службы судна.

На этапе монтажа также производится установка навигационного оборудования, которое включает в себя радары, эхолоты, спутниковые системы связи и другие устройства, обеспечивающие безопасную навигацию. Установка и настройка этих систем требует высокой точности, так как даже малейшие ошибки могут привести к сбоям в их работе. Современные навигационные системы интегрированы с системами автоматического управления, что позволяет существенно упростить процесс навигации, особенно в сложных условиях, таких как густой туман или ледовые поля.

Кроме того, важной частью монтажа является установка оборудования для обеспечения безопасности на борту. Это включает системы пожаротушения, спасательные средства, системы аварийного освещения и сигнализации. Согласно стандартам Международной морской организации (ИМО), все суда должны быть оснащены системами, способными обнаруживать и предотвращать аварийные ситуации, такие как пожары или утечки топлива. Современные системы пожаротушения могут включать как традиционные водяные системы,

так и системы на основе инертных газов, которые эффективно тушат пожары в закрытых отсеках, не причиняя вреда оборудованию и экипажу.

Спуск судна на воду является одним из важнейших этапов в судостроении, знаменующим завершение основной части строительства и переход к испытаниям и подготовке судна к эксплуатации. Этот процесс требует тщательной подготовки и соблюдения строгих инженерных процедур, так как на момент спуска судно уже должно иметь собранный и герметичный корпус, а также установленные основные системы, включая рулевое управление и энергетическую установку. Спуск на воду – это первый контакт судна с его рабочей средой, и он сопряжён с рядом технических и организационных задач, направленных на обеспечение безопасности судна и минимизацию рисков повреждения.

Современные верфи применяют различные технологии спуска судов на воду, выбор которых зависит от размеров и типов судов, особенностей верфи и условий эксплуатации. Основные методы включают скользящий спуск по стапелям, использование сухих доков и плавучих доков. Один из наиболее традиционных и широко используемых методов — это скользящий спуск по стапелям, который применяется для судов среднего и крупного тоннажа. В этом случае судно устанавливается на специальные деревянные или стальные слипы, которые покрыты смазочными материалами для облегчения скольжения. При спуске судно движется по стапелям с помощью силы тяжести, достигая воды за считанные минуты.

Для этого метода критически важно правильно рассчитать и подготовить все этапы спуска. Масса судна и трение между корпусом и стапелями должны быть сбалансированы таким образом, чтобы судно плавно сошло на воду, не подвергнувшись резким ударам и перегрузкам. Примером удачного применения этого метода является спуск танкеров и контейнеровозов водоизмещением до 200 000 тонн, когда за счёт правильно рассчитанной динамики судно без повреждений попадает в воду.

Тем не менее, при скользящем спуске существует риск возникновения «скока», когда судно после соприкосновения с водой испытывает резкие вибрации или даже подскакивает над поверхностью воды. Этот эффект особенно опасен для судов с хрупким или длинным корпусом, таких как пассажирские лайнеры или крупные грузовые суда. Для предотвращения таких ситуаций инженеры тщательно рассчитывают скорость и угол спуска, а также используют дополнительные амортизационные устройства.

Альтернативным и более современным методом является спуск с использованием сухих доков. В этом случае судно строится в сухом доке, который представляет собой специальное углубление на верфи с герметичными воротами. После завершения постройки и установки необходимого оборудования док заполняется водой, и судно постепенно

поднимается на плаву. Этот метод особенно эффективен для крупных судов, так как позволяет контролировать процесс спуска более точно, минимизируя риски механических повреждений корпуса. Данный метод часто используется для судов водоизмещением свыше 300 000 тонн, таких как супертанкеры или круизные лайнеры.

Преимущество спуска через сухой док заключается в возможности проведения тщательных проверок судна перед его спуском. После того как док заполняется водой, судно остаётся в статическом положении, что позволяет инженерам и техническому персоналу проверить герметичность корпуса, работу рулевых устройств и других систем, а также исправность оборудования, установленного на борту. Это снижает риск возникновения нештатных ситуаций при первом спуске судна на воду.

Также существуют плавучие доки, представляющие собой специализированные понтоны, на которые судно устанавливается перед спуском. Плавучий док погружается в воду, постепенно опуская судно до его свободного плавания. Этот метод менее распространён, но имеет свои преимущества в условиях ограниченного пространства верфи или при необходимости спуска сразу нескольких судов.

Независимо от выбранного метода, процесс спуска судна сопровождается серией испытаний, направленных на проверку функциональности его основных систем и устойчивости на воде. Одним из таких испытаний является швартовное испытание, которое проводится непосредственно после спуска. Это испытание позволяет проверить работу главных двигателей, систем управления, электрооборудования, а также надёжность крепления судовых механизмов. Проверка проводится на стационарном положении судна у причала, что даёт возможность протестировать его системы без риска для судна и экипажа.

Особое внимание уделяется проверке герметичности корпуса и работы насосных систем. Системы, отвечающие за откачку воды, должны эффективно работать, чтобы предотвратить любые аварийные ситуации, связанные с попаданием воды в трюмы или машинные отделения. Также важную роль играют системы водоснабжения и топливные системы, которые должны быть проверены до начала морских испытаний.

После завершения спуска судно проходит серию морских испытаний, на которых проверяется его маневренность, устойчивость и соответствие проектным характеристикам. Эти испытания являются завершающим этапом перед передачей судна заказчику и вводом его в эксплуатацию. Например, на этапе морских испытаний оцениваются такие параметры, как максимальная скорость судна, расход топлива, работа двигателей на различных режимах, а также устойчивость судна на ходу при неблагоприятных погодных условиях.

Важной частью испытаний после спуска является проверка работоспособности спасательных систем и систем безопасности. Все суда, в соответствии с международными стандартами (SOLAS), должны быть оснащены спасательными шлюпками, системами аварийного освещения, противопожарным оборудованием и системами аварийной сигнализации. Эти системы также проходят обязательные испытания до выхода судна в первый рейс.

Испытания и ввод судна в эксплуатацию представляют собой заключительный и важнейший этап судостроительного процесса. Эти процедуры необходимы для проверки всех систем и механизмов судна в реальных условиях эксплуатации, а также для подтверждения его соответствия проектным характеристикам, международным стандартам и требованиям заказчика. Испытания делятся на два основных этапа: швартовные испытания, которые проводятся у причала, и ходовые испытания, которые осуществляются непосредственно в море.

Швартовные испытания начинаются сразу после спуска судна на воду и направлены на проверку работоспособности всех систем в статическом положении, то есть пока судно находится на причале. В ходе этих испытаний тестируются энергетические установки, системы электроснабжения, системы управления и жизнеобеспечения, насосные и вентиляционные системы. Одним из ключевых элементов швартовных испытаний является проверка главной энергетической установки (ГЭУ), которая включает главный двигатель, генераторы и системы подачи топлива. Эти системы должны функционировать без сбоев, обеспечивая стабильную работу судна в различных режимах. Например, для судов с дизельными двигателями проверяется пуск двигателя, его работа на различных оборотах, переход на резервные источники энергии и работа систем охлаждения. Дополнительно на этапе швартовных испытаний проверяются системы рулевого управления, якорные устройства и вспомогательные механизмы. Важно убедиться, что системы управления работают без задержек и сбоев, а также что судно способно реагировать на команды рулевого устройства с необходимой точностью. Согласно статистическим данным, сбои в работе рулевых механизмов могут привести к серьёзным аварийным ситуациям, особенно в условиях маневрирования в портах и при прохождении узких водных путей.

Проверка герметичности корпуса судна и трюмных отсеков также является важной частью швартовных испытаний. Она проводится путём заполнения отсеков водой для имитации экстремальных условий. Таким образом, можно выявить возможные утечки или слабые места конструкции корпуса. Особое внимание уделяется проверке

водонепроницаемых перегородок, которые должны обеспечивать надёжную защиту от затопления в аварийных ситуациях.

После успешного завершения швартовных испытаний судно переходит к ходовым испытаниям. Этот этап проводится в открытом море и представляет собой проверку эксплуатационных характеристик судна в реальных условиях. Ходовые испытания включают тестирование таких параметров, как максимальная скорость судна, маневренность, устойчивость на ходу, расход топлива, работа двигателей на различных режимах и взаимодействие систем управления. Например, для крупнотоннажных грузовых судов важно проверить, соответствует ли максимальная скорость заявленным характеристикам, так как это влияет на сроки доставки груза и экономичность рейса.

Одним из критически важных элементов ходовых испытаний является проверка устойчивости судна в различных погодных условиях. Для этого судно испытывается при различных уровнях нагрузки, что позволяет определить его поведение в штормовых условиях, на волнах и при сильном ветре. В ходе испытаний оцениваются крен, дифферент и способность судна восстанавливаться после воздействия внешних сил. Например, для пассажирских лайнеров устойчивость является особенно важной характеристикой, поскольку она напрямую влияет на комфорт и безопасность пассажиров.

Также на ходовых испытаниях проводится проверка систем безопасности судна. Эти системы включают оборудование для предотвращения аварийных ситуаций, противопожарные системы, системы эвакуации и спасательные средства. Испытания проводятся в условиях, максимально приближённых к реальным, с целью убедиться, что судно готово к реагированию на любые чрезвычайные ситуации. В соответствии с международными стандартами SOLAS, суда должны быть оснащены системами оповещения и эвакуации, спасательными шлюпками и плотами, которые способны обеспечить безопасную эвакуацию всех пассажиров и экипажа.

Кроме того, обязательной частью ходовых испытаний является тестирование навигационного оборудования. Радары, эхолоты, системы автоматической идентификации судов (AIS), спутниковые системы связи и другое навигационное оборудование должны быть проверены на предмет точности и надёжности. Важным аспектом является корректное функционирование автопилота и других систем автоматического управления судном, что особенно актуально для судов, которые работают в условиях ограниченного видения или при необходимости автономного движения на больших расстояниях.

После успешного прохождения всех испытаний судно готово к передаче заказчику и вводу в эксплуатацию. Этот процесс включает в себя оформление всех необходимых

документов, подтверждающих соответствие судна международным стандартам, таким как Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (SOLAS) и Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (MARPOL). Также проводится окончательная проверка всех систем на соответствие требованиям классификационных обществ, таких как Lloyd's Register или DNV GL.

Заключение

Ввод судна в эксплуатацию предполагает его первый коммерческий рейс или выполнение миссий по назначению, то есть именно на этом этапе формируется накопленный денежный поток выгод. Перед этим проводится окончательная проверка всех систем и механизмов судна, чтобы убедиться, что оно готово к безопасной и эффективной работе в долгосрочной перспективе. Важно отметить, что даже после ввода в эксплуатацию судно продолжает проходить регулярные проверки и техобслуживание для поддержания его исправного состояния. То есть, кораблестроение, как вид экономической деятельности является процессом с высокой капиталоемкостью. Международные стандарты требуют проведения периодических инспекций судов, а также капитального ремонта через определённые промежутки времени.

Список литературы

1. Гаврилов В.И. Основы проектирования и строительства судов. СПб.: Судостроение, 2021. 280 с.
2. Иванов Н.В. Современные технологии строительства судов. М.: Наука, 2022. 320 с.
3. Петров А.А. Инновационные методы в судостроении. Владивосток: Дальневосточное издательство, 2020. 290 с.
4. Харрингтон М.А. Строительство и проектирование судов. 4-е изд. Нью-Йорк: McGraw-Hill Education, 2021. 456 с.
5. Нильсен П. и Кристенсен Т. Усовершенствованный дизайн судов для обеспечения большей безопасности и эффективности.
6. О'Брайен К.Р. Судостроение и морская инженерия. Бостон: Cengage Learning, 2020. 400 с.

THE MAIN STAGES OF THE SHIP'S CONSTRUCTION: MODERN METHODS AND TECHNOLOGIES

Levkin Andrey Dmitrievich

Student of the Far Eastern Federal University
Vladivostok, Russian Federation

Kikot Yaroslav Romanovich

Student of the Far Eastern Federal University
Vladivostok, Russian Federation

Abstract. The article discusses the key stages of the design, construction and testing of ships using modern technologies and methods. The object of research is shipbuilding. The subject of the study is the economics of shipbuilding. The purpose of the study is to reveal the stages of ship construction in a meaningful way from the perspective of design and economics of shipbuilding. The main attention is paid to the design of the hull and installation of marine equipment, as well as the processes of launching the vessel, testing and commissioning. Modern ship construction technologies, such as modular assembly and automation of welding processes, as well as the use of finite element methods to assess the strength of the hull, are described. The methods of quality control and testing of vessels necessary to ensure their reliability and safety are presented. Special attention is paid to the inspection of power plants, steering systems, as well as navigation and emergency equipment. Research shows that the introduction of innovative technologies at the stages of construction and testing of ships can significantly improve their operational characteristics and reduce costs.

Key words: ship design, ship construction, modular assembly, ship testing, commissioning, investment cycle, innovative development, ship equipment, ship power plants.

References

1. Gavrilov V.I. Fundamentals of ship design and construction. St. Petersburg: Shipbuilding, 2021. 280 p.
2. Ivanov N.V. Modern technologies of ship construction. M.: Nauka, 2022. 320 p.
3. Petrov A.A. Innovative methods in shipbuilding. Vladivostok: Far Eastern Publishing House, 2020. 290 p.
4. Harrington M.A. Construction and design of ships. 4th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2021. 456 p.
5. Nielsen P. and Christensen T. Improved vessel design to ensure greater safety and efficiency.
6. O'Brien K.R. Shipbuilding and marine engineering. Boston: Cengage Learning, 2020. 400 p.