

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СУДОСТРОЕНИИ

**ПАТРОВ Ф.В.**

Yessenov University

г. Актау, Казахстан

E-mail: fedor.patrov@yu.edu.kz

**Аннотация.** В статье рассматриваются современные тенденции совершенствования судостроительной отрасли в контексте исследования инновационных технологий. Исследование включает нюансы применения при строительстве судов 3D-печатных технологий, использования безбалластной конструкции корпуса судна и бумаги повышенной упругости из углеродных нанотрубок (buscuraper), с целью уменьшения вредоносных выбросов в атмосферу и увеличения экологичности судов. Особенный интерес уделяется применению данных композитных материалов, которые значительно увеличивают эффективность и сокращают время строительства и автоматизации процессов, содействующих увеличению защищённости и производительности судоходства за счёт минимизации людских погрешностей и оптимизации эксплуатационных данных судов.

**Ключевые слова:** инновационные технологии; 3D-печать; безбалластный корпус; buscuraper; автоматизация процессов; условия эксплуатации; энергоэффективные системы.

### **Введение**

В морской судостроительной отрасли совершается интенсивное введение новых технологий, затрагивающих производство не только судового оборудования, но и процессы его изготовления. Значимой направленностью считается трансформация лидерства в инновациях от военного к гражданскому флоту, что разъясняется рядом условий [1]. Применение инноваторских технологий при постройке судов становится важным этапом в нынешней судостроительной сфере. Современные способы, равно как 3D-печать, автоматизирование действий и использование композитных материалов, существенно повышают результативность и уменьшают период постройки. 3D-печать, в частности, даёт возможность формировать сложные составляющие со значительной точностью, что уменьшает расходы на использованные материалы и упрощает их производство.

Помимо этого, использование концепции управления на базе искусственного интеллекта упрощает ход проектирования и оптимизации конструкционной системы судна. Рассматривая и анализируя значительные потоки информации, технические эксперты имеют все шансы извлекать наиболее верные прогнозы по движению судна в разных обстоятельствах его эксплуатации.

Немаловажным нюансом считается введение стабильных технологий, нацеленных на сокращение отрицательного влияния на окружающую среду. Энергоэффективные концепции, работающие на альтернативной энергии, становятся широко распространёнными. Следовательно, инновации не только совершенствуют рабочие характеристики судов, но также и содействуют формированию экологически безопасного судостроения, отвечающего нынешним условиям.

Помимо этого, после пяти лет эксплуатации судна, выполняется его полный электроэнергетический и экологический аудит, в процессе которого анализируются приобретённые характеристики в сопоставлении с информацией в энергетическом

паспорте. Данное мероприятие даёт возможность обнаружить способности с целью увеличения энергоэффективности и снижения экологического влияния, соблюдая при этом выполнение международных общепризнанных норм и стандартов [2].

### **Материалы и методы исследования**

Среди современных инновационных технологий в судостроении можно выделить несколько направлений: 3D-печатные технологии, безбалластную конструкцию корпуса и бумагу повышенной упругости из углеродных нанотрубок (buckpaper). Исследуем более подробно эти технологии.

Применение современных систем и технологий при постройке судов содействует увеличению их манёвренности, грузоподъёмности, а также их производительности. В данное время, аналогичные технологические процессы в основном применяются с целью абстрактного прогнозирования, формированию академическим оснащением относительно небольших объектов. Наравне с этими данными, отмечаются и эффективные образцы наиболее глубокого использования в кораблестроении *3D-печатных технологий*.

3D-печатные технологические процессы, дают возможность изготавливать настоящие элементы, сложные участки, а также отдельные готовые установки, применяя их трёхмерные виртуальные изображения. В практике виртуальный 3D-предмет как бы «нарезается» на двухмерные образующие, после этого, распечатываются из выбранного материала на особом принтере, в последствии из приобретённых элементов составляется нужная продукция (рисунок 1).

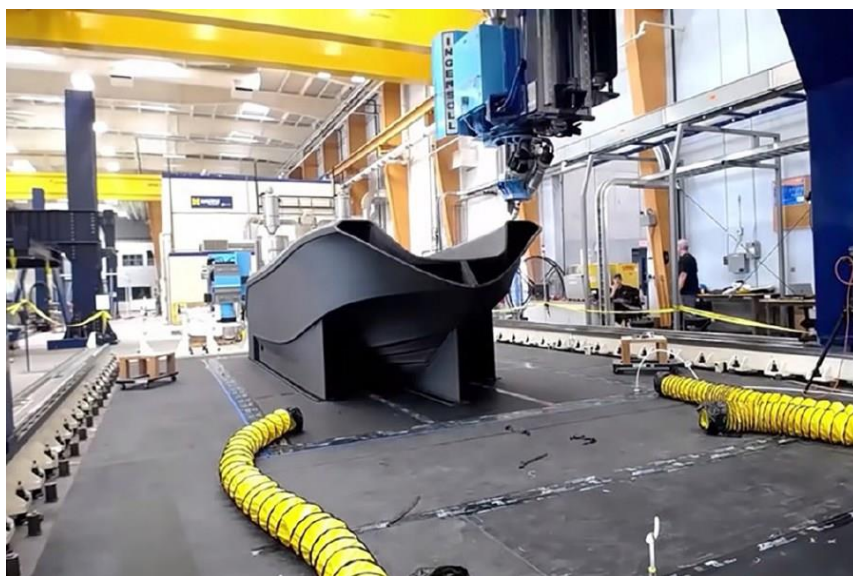


Рисунок 1 – Изготовление корпуса катера с помощью 3D-печати.

Так экспертам Центра надводного вооружения ВМС США (NSWC) получилось подобным способом сформировать полноразмерную модель нового лазаретного корабля *Comfort*. Исходником с целью «выкраивания» элементов, позже напечатанных на 3D-принтере, стал комплект *CAD*-чертежей корабля, а установка изготавливалась при поддержке особого компьютерного программного обеспечения проекта. Следовательно, гражданский и военный флот представляет главную значимость в формировании судостроительной промышленности, показывая образцы эффективного использования новых технологий, что в дальнейшем обретают собственное использование и в боевом секторе [3].

Эксперты считают, что в гражданском судостроении 3D-печатные технологические процессы имеют все шансы получить своё использование в непростых конструкциях элементов остова судна, к примеру, носовой бульбы, либо развития обводов в местах винторулевой категории.

В нынешний период деятельности, согласно изучению перспектив наиболее обширного индустриального использования 3D-печатных технологий, ориентированных на разрешение 2-ух ключевых трудностей: увеличения надёжности приобретённых на 3D-принтере элементов и составленных из них узлов и деталей, и кроме того, в уменьшение производственных расходов.

Применение 3D-печати в судостроении, хотя и располагается сегодня на изначальной позиции, ранее уже показывала потрясающие возможности. К тому же, большое изнашивание ключевых фондов, использование устарелых технологий и проектов, недостаток грамотных экспертов, тормозят темпы формирования данной отрасли. Обстановку ухудшает мощная направленность на боевое кораблестроение, что уже ограничивает способности в гражданском секторе из-за дефицита созданных логистических направлений [4].

Для решения этой проблемы, необходимо выполнить первые шаги:

- Прототипирование: 3D-печать даёт возможность стремительно и дёшево сформировать макеты элементов корабля, оптимизируя их форму и работоспособность. Данное действие активизирует процедуру исследования, а также уменьшит затраты на формирование физических модификаций.

- Специальные компоненты: в судостроении 3D-печать применима с целью изготовления не очень больших, но значимых элементов, таких как:

- механические элементы: детали механизмов, зубчатые колёса, валы, винты;

- элементы остова: опорные установки, палубные компоненты, вентиляционные концепции;

- детали внутреннего убранства: мебелировка, компоненты отделки, панели.

- Ремонт и усовершенствование: 3D-печать упрощает процедуру ремонтных работ испорченных элементов, разрешая формировать точные копии и стремительно возобновлять работоспособность.

В дальнейшем проводить этап за этапом к переходу на большие объекты:

- Модульная сборка: методика 3D-печати даёт возможность формировать непростые модульные установки, что легко и просто комбинируется в общий корпус судна. Это предоставляет вероятность создавать суда различного тоннажа, от не очень больших лодок вплоть до больших фрахтовых судов, с минимальными расходами времени, а также материальных ресурсов.

- Особые конструкции: 3D-печать раскрывает способности с целью формирования специфических судов с неповторимыми конфигурациями и многообразным перечнем возможностей. К примеру, создание корабля с наилучшей аэродинамикой, умеющим преодолевать мощные волнения, либо корабля с оригинальной концепцией очищения морской воды.

- Новые материалы: 3D-печать даёт возможность использовать новые вещества, подобные композитам, эти суда будут более лёгкими, крепкими и устойчивыми к коррозии.

Вызовы и возможности. Невзирая на рост применения, 3D-печать в судостроении ещё никак не достигнет абсолютного становления.

Основные вызовы - это:

- масштабируемость: изготовление значительных судовых фрагментов требует больших 3D-принтеров и особых технологий;

- стоимость: в нынешнее время 3D-печать является дорогим процессом, для повсеместного применения технологии необходимо снизить её цену;

- качество: выполнение качественной печати больших деталей и узлов остаётся вызовом.

Тем не менее, возможности формирования технологических процессов на 3D-печати в судостроении, весьма обнадеживающие:

- уменьшение сроков строительства: 3D-печать даст возможность судостроительным фирмам существенно сократить время постройки кораблей;

- снижение цены: технология 3D-печати прогнозирует уменьшить стоимость изготовления судов, что делает их более конкурентно способными;
- экологичность: 3D-печать будет содействовать уменьшению выбросов в атмосферу, а также уменьшит число отходов в судостроительной сфере;
- увеличение безопасности: 3D-печать даст возможность формировать суда с усовершенствованными данными защищённости, к примеру, с наиболее крепкими корпусами.

Формирование 3D-печати в судостроении способно послужить причиной к революции в данной отрасли. Это даст возможность производить наиболее действенные, безвредные и экологичные суда, раскрыть новые способности в сфере их проектирования и постройки.

Рассмотрим и исследуем использование, а также применение *безбалластной конструкции* остова судна. Использование такой концепции в кораблестроении будет содействовать практически обнулению промышленных и природоохранных рисков, сопряжённых с трудностями закачки / сброса балластных вод [9].

Исследуем функционирование данной концепции: базисная модель безбалластного судового остова подразумевает прокладку 2-ух туннельных труб вдоль подводной части корабля, с носа до кормы, со сквозным протоком заборной воды при следовании «в балласте». Обе туннельные трубы, идущие вдоль подводного остова корабля, выполняются основным компонентом. При перемещении «в балласте» влага беспрепятственно протекает через данные трубы, формируя результат «плавучести». Изнутри труб возможно установить специально предназначенный клапан, регулирующий течение воды, способствующий улучшению осадки и контролируемости управляемости корабля (рисунок 2).

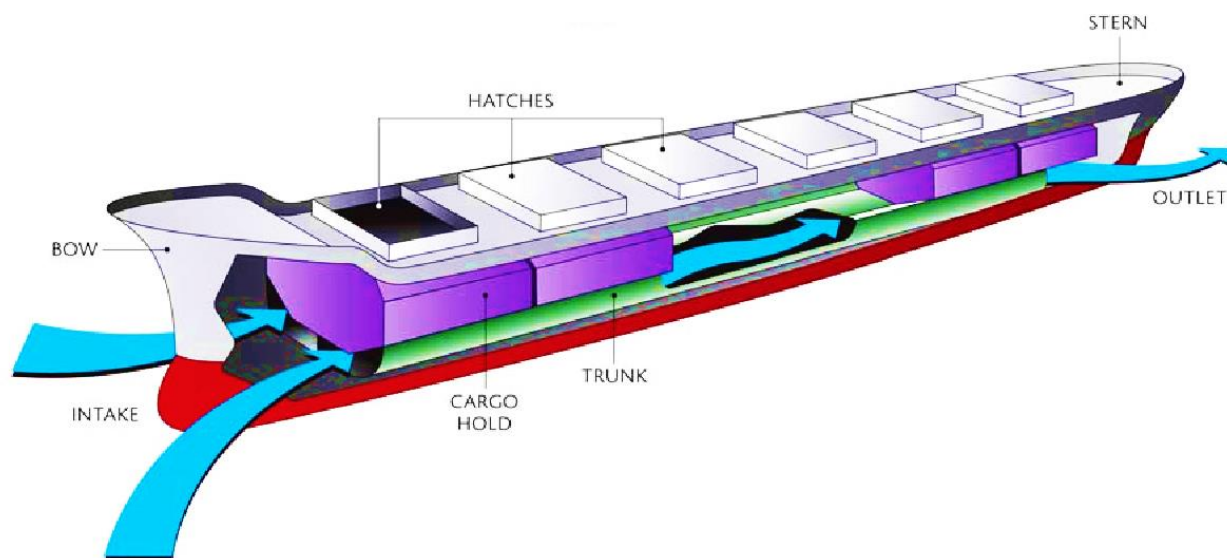


Рисунок 2 – Безбалластная конструкция остова судна.

Подобным способом намечается избежать вынужденного перенесения морских жителей и бактерий с одной экосистемы в иную, которым как правило сопутствует классическое сбрасывание балластных вод при подготовке к приёму груза.

В нынешний период безбалластные технологические процессы пребывают на стадии изучения и исследования (с точки зрения сохранения совокупной стабильности остова и манёвренных свойств корабля), тем не менее, в перспективе видятся довольно многообещающие перспективы для гражданского кораблестроения.

Концепция безбалластного остова – это не просто теоретическое стремление, но определенная техническая цель, разрешение которой способно повернуть другой стороной кораблестроение.

Положительные свойства применения безбалластного остова:

- экологическая защищённость: полное отсутствие балластных вод уменьшает угрозу распространения инвазивных разновидностей флоры и фауны, засорения морской среды и патологии экосистем;
- экономическая результативность: неприменение балластной системы существенно уменьшает цену корабля, затраты на его эксплуатацию и период прохождения рейса;
- повышение защищённости: отсутствие балластных вод понижает угрозу риска аварийных остановок, сопряжённых с затоплением либо перегрузкой;
- повышение манёвренности: вероятность координировать течение воды в туннельных трубах, что даёт возможность улучшить контролируемость корабля и его отдачу на волнения моря.

Научно-технические особенности применения безбалластного остова:

- материалы: туннельные трубы обязаны изготавливаться из долговечных и коррозионно-устойчивых материалов [5], способных переносить влияние давления воды и наружных нагрузок;
- гидродинамика: модель труб, их размещение и диаметр проектируются с учётом оптимизации струи воды, а также минимизации противодействия движению потока;
- система управления: применима действенная концепция, осуществляющая контроль течения воды через трубы, координирующая осадку и управляемость корабля в разных обстоятельствах движения;
- безопасность: данная концепция защищает от дефектов, утечек и нештатных ситуаций.

Вызовы и предлагаемые решения:

- сложность установки: формирование подобных труб отвечает высоким технологиям и конкретным расчётам, кроме того, обязательному проведению испытаний в ситуациях прогнозирования и моделирования;
- повышенное противодействие: туннельные трубы имеют все шансы формировать вспомогательное противодействие перемещению потока воды, при этом необходима оптимизация формы трубы и место её расположения в корпусе судна;
- влияние на темп движения судна: данная концепция способна несущественно уменьшить темп корабля, что делает возможным оптимизацию конструкции корпуса судна с целью достижения равновесия между экономией горючего и природоохранными мероприятиями.

Возможности:

- развитие технологий: возникновение новых материалов и технологий даст возможность улучшить конструкционную систему труб и уменьшить их противодействие;
- моделирование и проверка: использование передового программного обеспечения и прогнозирования, даст возможность улучшить конструкцию и свойства корабля;
- внедрение в судостроение: сборка и тестирование опытной модели судов с безбалластным корпусом будет основным шагом в развитии данной концепции.

Безбалластный корпус – это новаторский этап в кораблестроении, что даст возможность сформировать наиболее экологически чистые, безвредные и экономные суда. Эта теория предполагает последующих изучений, исследования и тестирований, её возможности с целью преобразования морской промышленности очень значительны. Нужен акцент на экономию ресурсов и формирование безопасных, а также экологически чистых действий по сооружению судов [6].

*Viscuroper*, один из наиболее многообещающих материалов 21 столетия, раскрывает новые интересы в разных сферах, от авиации и вплоть до строительства судов. Вследствие собственной оригинальной текстуре из углеродных нанотрубок, *viscuroper* имеет не только высочайшую крепость, но и обладает превосходной эластичностью, что даёт возможность использовать его во всевозможных применениях. К примеру, в аэрокосмической сфере его

легкий вес, а также надёжность делают вероятным формирование наиболее результативных и экономичных систем (рисунок 3).

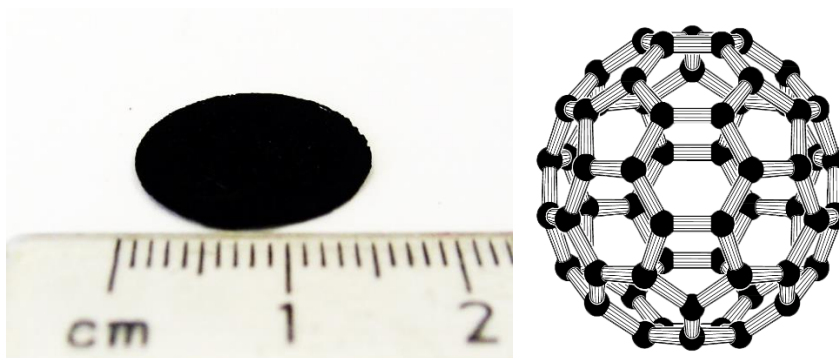


Рисунок 3 – *Buckypaper* изготовлен из углеродных нанотрубок.

При изготовлении *buckypaper* применяются технологические процессы, позволяющие осуществлять контроль ориентации нанотрубок. Каждая трубка в 50000 раз тоньше волоса человека. Данная углеродная «бумага» в 10 раз имеет меньший удельный вес, нежели классическая судостроительная сталь, однако и в 500 раз крепче её, что уже существенно улучшает его механические качества. Поэтому, болочка корпуса судна фактически не подвергается коррозии и обрастанию, а кроме того корпус меньше чувствителен при пожарах [7]. Подобные характерные черты создают *buckypaper* совершенным претендентом на использование их в сфере армирования композитных веществ. Это даёт возможность сформировать конструкции, владеющие высочайшей стабильностью к техническим перегрузкам и влиянию на окружающую среду.

В противодействии к наружным перегрузкам, *buckypaper* в 2 раза твёрже алмаза. Изготовленное сырьё имеет превосходную электро- и тепло проводимость, умеет надёжно выполнять фильтрацию тонкодисперсных суспензий. Согласно анализам отраслевых экспертов, корабль, выстроенный из подобного материала будет легче в своей массе, при этом крепче и долговечнее стального при одинаковых объёмах, и как результат, затребует минимальных расходов на горючее для выхода на плановую рейсовую скорость.

Академические исследования продолжают изучать возможности *buckypaper*. В частности, его значимость в изготовлении новых видов энергетических приборов, например, суперконденсаторы и батареи, это сулит переворот в мире энергетики. Применение *buckypaper* может послужить причиной к производству лёгких и силовых источников энергии, способных изменить рынок мобильных технологий.

Таким образом, *buckypaper* не просто инноваторский материал, а реальная платформа для предстоящих академических и технических открытий. Его использование в различных сферах акцентирует внимание на значимость углеродных наноматериалов, которые готовы изменить обычные технологические процессы и сделать их наиболее действенными и экономичными [10].

#### **Результаты исследования**

Применяемые технологические процессы в кораблестроении охватывают обширный диапазон инноваций, обращённых в усовершенствование производительности, защищённости, а также экологичности судов. Одним из основных нюансов представляется методика кораблестроения, что исследует движения формирования судов, их связь и развитие. Методика кораблестроения основывается на фундаментальные и прикладные науки: математика, физика, химия, проектирование судов, теория корабля и прочие.

Следовательно, результаты исследования обусловлены некоторыми основными условиями. Во-первых, глобализация экономики и повышение объёмов международной торговли содействуют увеличению спроса на морские транспортировки, что призывает к повышению количества судов, к увеличению их производительности и защищённости. Всё

это формирует необходимость в новых технических и научных решениях, обращённых к усовершенствованию характеристик судов, снижению эксплуатационных затрат и минимизацию влияния на окружающую среду.

Во-вторых, желание к уменьшению влияния на окружающую среду и осуществление международных природоохранных стереотипов приводит к потребности исследования, а также введения инноваторских технологий. Это содержит в себе применение других разновидностей горючего, подобных СПГ (сжиженный природный газ) и применения технологий «зелёного водорода», а кроме того, исследование концепций очищения выпускных газов и балластных вод.

Третье условие – это непрерывное повышение требований к защищённости и уюту морских транспортировок. Создание авангардных навигационных концепций, улучшающих системы управления судном и автоматизацией, кроме того, применение новых материалов и систем дают возможность увеличить безопасность плавания корабля и гарантировать наилучшие условия для экипажа и пассажиров.

В конечном итоге, рост в сфере цифровых технологий раскрывает новые возможности для кораблестроения. Использование искусственного интеллекта, машинного обучения и сети интернета в действиях проектирования, постройки и эксплуатации судов даёт возможность улучшить их производительность, уменьшать опасности и совершенствовать услуги.

**Заключение.** В заключении необходимо заметить, что влияние новых технологий на планирование, построение и обслуживание судов представляется многофункциональным и трудным процессом. Такие новинки, как искусственный интеллект, автоматизация и аддитивные технологические процессы [8], значительно стимулируют проектные циклы, а также улучшают достоверность конструктивных решений. Тем не менее, вместе они порождают новые вызовы для судовых инженеров, сопряженные с потребностью непрерывного обучения и приспособления к меняющимся обстоятельствам.

Одной из основных проблем сегодняшнего кораблестроения является интегрирование стабильных практик и экосистемных подходов в проектировании судов. Это требует от экспертов не только технических знаний, но и мастерства действовать в междисциплинарных командах, что тоже содействует инновациям. Кроме этого, потребность соблюдения жёстких общепризнанных норм и регуляторных условий предъявляет вспомогательные требования к качеству и защищённости конструкции судна, что нередко противоречит стремлению к быстрому осуществлению планов.

В окончательном результате, трансформация к новым технологиям в кораблестроении тянет за собою равно как существенные превосходства, так и значительные проблемы, что создаёт в данной сфере особенную активность и важность для последующих изучений и исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Мясников Ю.Н. Методы прогнозирования технического состояния судового энергетического оборудования / В.С. Никитин, А.А. Равин, О.В. Хруцкий. Труды Крыловского государственного научного центра. – 2018. – № 4(386). – С. 117-132.

[2]. Сенюшкин Н.С. Концепция развития современного судостроения / Н.С. Сенюшкин, К.А. Телегина. Молодой ученый. – 2019. – № 4 (27). – Т.1. – С. 56-59.

[3]. Мясников Ю.Н. Эксплуатация флота по фактическому техническому состоянию – задача сегодняшнего дня / Судостроение. – 2015. – № 2. – С. 49-52.

[4]. Резникова К.М. Судостроение 4.0: современные технологии и перспективы концепции / В.Е. Максимов, Д.А. Попов. Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». – 2021. – № 1. – С. 56-69.

[5]. Францев М.Э. Проектная оценка эксплуатационных нагрузок и характеристик долговечности корпусов судов из композиционных материалов / М.Э. Францев // Морской вестник. – 2018. – № 4(28). – С. 93-98.

[6]. Игнатьева Н.А. Современное состояние и перспективы развития судостроения в Российской Федерации / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4-6. – С. 1159-1162.

[7]. П.Р. Гришин Опыт применения 3D-печати в судовом машиностроении на примере ремонта системы судовой пожарной автоматики // А.В. Дектярев, А.В. Пчелинцев и др. Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2019. - №54/55. – С. 87-95.

[8]. Дектярев А.В. Аддитивные технологии в судостроении и перспективы их развития. – BeauBassin (Mauritius): Lamp Academic Publishing, – 2018. - 177 с.

[9].[https://www.maritime-executive.com/article/moving-towards-a-ballast-free-future#gs.d58C\\_zo](https://www.maritime-executive.com/article/moving-towards-a-ballast-free-future#gs.d58C_zo)

[10].[https://www.korabel.ru/news/comments/novye\\_tehnologii\\_dlya\\_sudostroeniya\\_sem\\_super-razrabotok.html](https://www.korabel.ru/news/comments/novye_tehnologii_dlya_sudostroeniya_sem_super-razrabotok.html)

## REFERENCES

[1]. Myasnikov Yu.N. Methods of forecasting the technical condition of marine power equipment / V.S. Nikitin, A.A. Ravin, O.V. Khrutsky. Proceedings of the Krylov State Scientific Center. – 2018. – № 4(386). – Pp. 117-132.

[2]. Senyushkin N.S. The concept of the development of modern shipbuilding / N.S. Senyushkin, K.A. Telegina. A young scientist. – 2019. – № 4 (27). – Vol. 1. – pp. 56-59.

[3]. Myasnikov Yu.N. Fleet operation according to the actual technical condition is the task of today / Shipbuilding. - 2015. – No. 2. – pp. 49-52.

[4]. Reznikova K.M. Shipbuilding 4.0: modern technologies and prospects of the concept / V.E. Maksimov, D.A. Popov. Online magazine "Waste and Resources". - 2021. – No. 1. – pp. 56-69.

[5]. Frantsev M.E. Design assessment of operational loads and durability characteristics of ship hulls made of composite materials / M.E. Frantsev // Marine Bulletin. – 2018. – № 4(28). – Pp. 93-98.

[6]. Ignatieva N.A. The current state and prospects of shipbuilding development in the Russian Federation / International Journal of Applied and Fundamental Research. - 2016. – No. 4-6. – pp. 1159-1162.

[7]. P.R. Grishin The experience of using 3D printing in marine engineering on the example of repairing a ship's fire automation system // A.V. Dektyarev, A.V. Pchelintsev et al. Scientific and technical collection of the Russian Maritime Register of Shipping. – 2019. - No.54/55. – pp. 87-95.

[8]. Dektyarev A.V. Additive technologies in shipbuilding and prospects for their development. – BeauBassin (Mauritius): Lamp Academic Publishing, – 2018. - 177 p.

[9].[https://www.maritime-executive.com/article/moving-towards-a-ballast-free-future#gs.d58C\\_zo](https://www.maritime-executive.com/article/moving-towards-a-ballast-free-future#gs.d58C_zo)

[10].[https://www.korabel.ru/news/comments/novye\\_tehnologii\\_dlya\\_sudostroeniya\\_sem\\_super-razrabotok.html](https://www.korabel.ru/news/comments/novye_tehnologii_dlya_sudostroeniya_sem_super-razrabotok.html)



# КЕМЕ ЖАСАУДА ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ

**Патров Фёдор Владимирович**  
Есенов Университеті, Ақтау қ, Қазақстан

**Аңдатпа.** Мақалада инновациялық технологияларды зерттеу контекстінде кеме жасау саласын жетілдірудің заманауи тенденциялары қарастырылады. Зерттеуге атмосфераға зиянды шығарындыларды азайту және кемелердің экологиялылығын арттыру мақсатында кеме корпусының балластсыз конструкциясын және көміртекті нанотүтікшелерден (buckypaper) жоғары серпімді қағазды пайдалану, 3D-баспа технологияларын кеме құрылысында қолдану нюанстары кіреді. Адам қателіктерін азайту және кемелердің пайдалану деректерін оңтайландыру арқылы кеме қатынасының қауіпсіздігі мен өнімділігін арттыруға ықпал ететін процестерді салу және автоматтандыру уақытын едәуір арттыратын және тиімділікті арттыратын осы Композициялық материалдарды қолдануға ерекше қызығушылық бар.

**Түйін сөздер:** инновациялық технологиялар; 3D басып шығару; балластсыз корпус; buckypaper; процестерді автоматтандыру; пайдалану шарттары; энергияны үнемдейтін жүйелер.

## THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN SHIPBUILDING

**Patrov Fedor Vladimirovich**  
Yessenov University, Aktau, Kazakhstan

**Annotation.** The article examines the current trends in the improvement of the shipbuilding industry in the context of the study of innovative technologies. The study includes the nuances of using 3D printing technologies in the construction of ships, the use of a ballast-free hull structure and high-elasticity carbon nanotube paper (buckypaper), in order to reduce harmful emissions into the atmosphere and increase the environmental friendliness of ships. Particular interest is paid to the use of these composite materials, which significantly increase efficiency and reduce the time of construction and automation of processes that contribute to increasing the safety and productivity of navigation by minimizing human errors and optimizing the operational data of ships.

**Key words:** innovative technologies; 3D printing; ballast-free housing; buckypaper; process automation; operating conditions; energy-efficient systems.