

*Зейлерт Андрей Владимирович*  
*Студент 2 курса магистратуры*  
*департамент «Морской техники и транспорта»*  
*Дальневосточный Федеральный университет*  
*Россия, г. Владивосток*

*Богаутдинов Данил Витальевич*  
*Студент 2 курса магистратуры*  
*департамент «Морской техники и транспорта»*  
*Дальневосточный Федеральный университет*  
*Россия, г. Владивосток*

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ В СУДОСТРОЕНИИ**

**Аннотация:** В статье рассматриваются современные энергоэффективные решения, применяемые в судостроении, направленные на снижение топливных затрат и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Анализируются инновации в проектировании судов, включая оптимизацию формы корпуса, применение легких и прочных материалов, а также интеграцию гибридных и электрических силовых установок. Особое внимание уделяется возобновляемым источникам энергии и системам управления энергопотреблением на борту судов.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, судостроение, оптимизация корпуса, возобновляемые источники энергии, гибридные силовые установки, экологичность, устойчивое судоходство, управление энергопотреблением.

**Annotation:** The article considers modern energy-efficient solutions used in shipbuilding, aimed at reducing fuel costs and decreasing the negative impact on the environment. Innovations in ship design are analyzed, including hull shape optimization, the use of lightweight and durable materials, and the integration of

*hybrid and electric propulsion systems. Particular attention is paid to renewable energy sources and onboard energy management systems.*

**Keywords:** *energy efficiency, shipbuilding, hull optimization, renewable energy sources, hybrid propulsion systems, environmental friendliness, sustainable shipping, energy management.*

## **Введение**

Современные энергоэффективные решения в судостроении имеют решающее значение для снижения операционных затрат и минимизации воздействия судов на окружающую среду. С учетом растущего внимания к вопросам экологии и устойчивого развития, судостроительная отрасль разрабатывает и внедряет различные инновации, направленные на повышение эффективности использования энергии, оптимизацию конструкции судов и интеграцию новых технологий, которые позволяют значительно снизить топливные расходы и уменьшить углеродный след. В рамках этой работы будут рассмотрены ключевые аспекты энергоэффективных решений, их влияние на судостроение и перспективы развития в данной области.

### **Основные направления энергоэффективности судов**

Одним из главных направлений энергоэффективности судов является оптимизация их конструкции. Современные судовые корпуса и их формы проектируются таким образом, чтобы минимизировать сопротивление воды, улучшить гидродинамические характеристики и снизить расход топлива. Применение инновационных материалов, таких как легкие композиты и алюминиевые сплавы, позволяет значительно уменьшить массу судна, что, в свою очередь, ведет к снижению потребления топлива. Использование компьютеров для расчета оптимальной формы корпуса с учетом специфики эксплуатации судна и условий судоходства позволяет точно прогнозировать и минимизировать сопротивление воды, что непосредственно влияет на расход топлива.

Другим важным аспектом является использование энергоэффективных силовых установок, в том числе гибридных и электрических. Гибридные системы позволяют сочетать традиционные двигатели внутреннего сгорания с электрическими моторами, что позволяет снизить топливные затраты и улучшить экономичность судов, особенно на коротких маршрутах и в портах, где работы с высокими оборотами двигателя могут быть заменены электрическим приводом. Это решение также позволяет снизить уровень выбросов вредных веществ в атмосферу, так как электрический мотор работает на более чистой энергии. Электрические судовые системы, несмотря на их более высокую стоимость на этапе проектирования и постройки, значительно сокращают эксплуатационные расходы на топливо и повышают экологичность судоходства. В то же время, для дальнобойных судов применение таких технологий ограничено из-за проблем с автономностью аккумуляторов и запасами энергии.

Возобновляемые источники энергии, такие как солнечные панели и ветровые турбины, также играют важную роль в создании энергоэффективных судов. В последние годы начали внедряться суда с установкой солнечных панелей на палубе, которые позволяют использовать энергию солнца для питания различных систем на борту. Это позволяет значительно сократить потребление топлива для работы неосновных систем, таких как осветительные устройства, системы отопления и кондиционирования, а также бытовая электроника. Ветровые турбины, которые могут быть установлены на верхней части судна, также используются для генерации энергии, частично заменяя потребность в топливе для питания вспомогательных систем. Вдобавок, многие судовладельцы и операторы рассматривают возможность использования гибридных систем, которые могут сочетать солнечные панели, ветровые турбины и традиционные источники энергии для достижения максимальной энергоэффективности.

Одной из ключевых технологий, способствующих улучшению энергоэффективности судов, является система управления энергопотреблением на борту. Современные судовые системы управления используют высокотехнологичные платформы для мониторинга и оптимизации потребления энергии, что позволяет максимально эффективно распределять энергию между различными системами судна. Системы управления, основанные на использовании алгоритмов машинного обучения и больших данных, могут прогнозировать потребности судна в энергии, адаптируя работу различных систем в зависимости от текущих условий. Это позволяет минимизировать потерю энергии и повышает общую эффективность работы судна.

Для дальнейшего повышения энергоэффективности в судостроении активно разрабатываются новые виды топлива и инновационные двигатели. В последние годы развивается использование сжиженного природного газа (СПГ) вместо традиционных углеводородных топлив, таких как мазут и дизель. СПГ является более чистым источником энергии, так как его сгорание значительно снижает выбросы оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ), диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) и твердых частиц, что способствует уменьшению воздействия на атмосферу и океанскую экосистему. Наряду с этим, СПГ-двигатели более эффективны, что позволяет снизить расход топлива на долгих рейсах и повысить эксплуатационную эффективность.

Системы стабилизации и управления движением судов также играют важную роль в повышении энергоэффективности. Умные технологии, такие как автоматизированные системы управления траекторией судна, позволяют минимизировать расход топлива за счет точного контроля направления движения и скорости. Такие системы могут быть интегрированы с глобальными навигационными спутниковыми системами и передовыми датчиками для получения информации о погодных условиях и состоянии

морской поверхности, что позволяет судну оптимально адаптироваться к изменяющимся условиям.

### **Перспективы развития**

Перспективы развития энергоэффективных технологий в судостроении обещают новые достижения, которые могут значительно изменить индустрию в ближайшие десятилетия. Совмещение различных технологий, таких как электрификация, использование возобновляемых источников энергии, улучшение гидродинамических характеристик и применение инновационных материалов, позволит создать суда, которые будут значительно более экологичными и экономичными. Внедрение таких решений не только снизит эксплуатационные расходы, но и станет важным шагом к достижению глобальных целей по сокращению углеродных выбросов и защите окружающей среды.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) становятся важной частью в реализации концепции устойчивого развития в судостроении. Они позволяют существенно сократить использование ископаемых видов топлива, снижая тем самым выбросы вредных веществ в атмосферу, а также обеспечивают экономию топлива и снижение эксплуатационных затрат судов. Среди возобновляемых источников энергии, применяемых на судах, основное внимание уделяется солнечным панелям и ветровым турбинам.

Солнечные панели, являющиеся одним из наиболее распространенных видов возобновляемой энергии, обеспечивают судно чистой электроэнергией, получаемой непосредственно от солнца. Это позволяет суднам значительно снизить зависимость от традиционных источников энергии, таких как дизельное топливо. Солнечные панели используются для питания вспомогательных систем судна, таких как освещение, системы вентиляции, кондиционирования и электропитание для бортовых устройств. Такие системы, как правило, устанавливаются на крыше и палубах судов, обеспечивая эффективное использование солнечной энергии в течение дня.

Технологии солнечных панелей, применяемые на судах, включают в себя фотогальванические элементы, которые преобразуют солнечную энергию в электрический ток. Преимущества солнечных панелей заключаются в их низкой стоимости эксплуатации и экологической чистоте. Современные солнечные панели на судах изготавливаются с учетом специфики морской среды, что позволяет им быть устойчивыми к коррозии и воздействиям морской воды. Кроме того, солнечные панели могут быть установлены в различных частях судна, что позволяет оптимально распределить нагрузку по энергообеспечению в зависимости от местоположения солнечного излучения и потребностей судна.

Однако использование солнечных панелей на судах ограничено определенными факторами, такими как зависимость от солнечной активности и погодных условий. На некоторых судах солнечные панели могут обеспечивать лишь часть энергетических потребностей, особенно если судно активно использует вспомогательные системы, требующие значительных объемов энергии. Поэтому для обеспечения стабильного снабжения энергией на борту судна, особенно в условиях длительных рейсов или на больших глубинах, солнечные панели часто комбинируются с другими источниками энергии.

Ветровые турбины представляют собой еще один важный источник возобновляемой энергии, активно применяемый на судах для генерации электричества. Принцип работы ветровых турбин основан на преобразовании кинетической энергии ветра в механическую, которая затем преобразуется в электрический ток. Ветровые турбины, устанавливаемые на судах, могут обеспечить питание вспомогательных систем и снизить потребность в использовании дизельных генераторов.

Основное преимущество ветровых турбин состоит в том, что они могут генерировать энергию при любых условиях, если на судно поступает ветер. В отличие от солнечных панелей, ветровые турбины могут работать

круглосуточно, обеспечивая постоянное снабжение судна электроэнергией. Однако эффективность ветровых турбин зависит от силы и стабильности ветра, что также ограничивает их использование в некоторых климатических зонах и на судах, которые часто находятся в безветренных регионах.

Для повышения эффективности использования ветровых турбин на судах современные системы могут учитывать направление и скорость ветра, оптимизируя работу турбины. Некоторые модели судов оснащены ветровыми турбинами, которые могут быть выдвижными, что позволяет их эффективно устанавливать в условиях, когда турбина не используется, или когда условия для ее работы не соответствуют оптимальным.

Комбинирование солнечных панелей и ветровых турбин на борту судов позволяет существенно повысить эффективность использования возобновляемых источников энергии, снижая зависимость от традиционных энергоснабжающих систем. Однако для эффективного управления этими источниками энергии необходима специализированная система управления энергопотреблением, которая интегрирует все источники энергии на борту судна и оптимизирует их использование.

Одним из основных функций системы управления энергопотреблением является мониторинг уровня заряда аккумуляторов и источников энергии. Это позволяет точно определить, какие системы могут работать на возобновляемых источниках энергии и когда следует переключиться на дизельные генераторы или другие источники энергии.

Развитие технологий в области управления энергопотреблением также направлено на повышение уровня автоматизации. Все больше судов оснащаются интеллектуальными системами, которые самостоятельно регулируют потребление энергии, минимизируя вмешательство экипажа. Интеграция этих систем с глобальными навигационными спутниковыми системами и датчиками позволяет прогнозировать изменения в потребности в

энергии в зависимости от внешних условий и оптимизировать управление энергоресурсами.

### **Заключение**

Таким образом, современные энергоэффективные решения в судостроении играют ключевую роль в снижении операционных затрат и минимизации негативного воздействия судов на окружающую среду. Инновации в оптимизации конструкции, использование легких материалов, переход на гибридные и электрические силовые установки, а также интеграция возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и ветровые турбины, значительно повышают эффективность использования энергии и сокращают углеродный след. Кроме того, современные системы управления энергопотреблением на борту позволяют оптимизировать распределение энергии и минимизировать ее потери. Эти направления не только способствуют устойчивому развитию судостроительной отрасли, но и открывают новые перспективы для повышения экологичности и экономичности судоходства в будущем.

### **Использованные источники:**

1. Резникова К.М., Максимов В.Е., Попов Д.А. Судостроение 4.0: современные технологии и перспективы концепции // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2021 №1, <https://resources.today/PDF/02INOR121.pdf> (доступ свободный).
2. Плехова Ю.О., Ефимычев А.Ю. Особенности оперативного планирования на предприятиях судостроения // Актуальные проблемы экономики и управления: Сборник научных статей по итогам VI Всероссийской научно-практической конференции. Электронное издание. / ред. кол. – С.Н. Яшин, Ю.С. Ширяева. – Н.Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского. – 2016. – С.

218–221. – URL: <http://www.iee.unn.ru/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/Sbornik-APEiU-25.05.pdf>.

3. Игнатъева Н.А. Современное состояние и перспективы развития судостроения в Российской Федерации // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4–6. – С. 1159–1162. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25814019>.
4. Середохо В.А., Макеев С.М. Проект «Цифровая верфь»: создание экосистемы предприятия для развития цифрового производства // Инновации. – 2019. – № 9 (251). – С. 19–22. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41802917>.