

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДНА ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА, КАК СПОСОБ ПЕРЕХОДА ОТ ВНЕШНЕЙ ЗАДАЧИ К ФОРМИРОВАНИЮ ЛОГИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СУДНА И ИЕРАРХИИ ПОДСИСТЕМ

АОЗТ «Нептун-Судомонтаж»

М.Э. Францев

THE RESEARCH PROJECTING OF THE VESSEL FROM COMPOSITE MATERIALS WITH ELEMENTS OF CONCEPTIONS ANALYSIS IS THE MODE OF THE TRANSITION FROM OUTWARD PROBLEM OF THE PROJECTING TO FORMING LOGIC AND MATHEMATICS MODEL OF VESSEL AND ITS HIERARCHY OF SYSTEMS

«Neptun-Sudomontazh»

M.E. Frantsev

The article is about the mode of transition from outward problem to inside problem of projecting of vessel from composite materials. The vessel do not have home prototype. The mode uses the research projecting with the conceptions and mathematics analysis.

Keywords: the projecting of the vessel, composite materials, the research projecting, logic and mathematics model of vessel

Предложен способ перехода от внешней задачи проектирования к внутренней задаче проектирования судна из композиционных материалов, не имеющего в практике отечественного судостроения близких прототипов, при помощи стадии исследовательского проектирования, использующего методы концептуального и математического анализа.

Большую часть мирового малотоннажного промыслового, служебного и разъездного флота составляют суда, имеющие корпуса из неметаллических композиционных материалов. Однако в настоящее время суда этих типов в современной России проектируются и строятся в весьма ограниченных количествах, несмотря на объективно существующую в них потребность. Для ликвидации сложившегося отставания необходима разработка способов проектирования, учитывающая специфику создания судов из композитов.

С информационной точки зрения проектирование – это процесс последовательного преобразования входной информации об объекте проектирования в виде его функционального представления в выходную информацию в виде проектно-конструкторской и технологической документации. В процессе составления и преобразования описаний объекта проектирования используются также знания о рассматриваемой области и информация об опыте проектирования объектов аналогичного назначения.

Длительное время существовало традиционное представление при проектировании модели судна в виде некоторого набора функций. При попытке повышения степени детализации в описании структуры такой модели неизбежно возникают изменения в описании самой модели проектируемого судна. Существенно более сложные проблемы в изменении описания модели судна возникают при изменении его архитектурно-компоновочного типа и переходе от одной компоновочной схемы к другой в процессе поиска рациональных характеристик.

В соответствии с современными принципами проектирования судов любое судно может быть представлено как система, обладающая сбалансированной совокупностью проектных характеристик. Граница системы определяется совокупностью входов от окружающей среды. Окружающей средой является совокупность естественных и искусственных систем, для которых данная система не является функциональной подсистемой [3].

В настоящее время существует сложившееся с середины 70-х годов прошлого века разделение содержания теории проектирования судов на две взаимосвязанные, но самостоятельные задачи. Первая задача – разработка круга вопросов, связанных с определением характеристик судов, указываемых в задании на проектирование (задача по разработке задания). Вторая задача – разработка круга вопросов, связанных с определением элементов проектируемых судов (задача по разработке проекта) [3-5]. При рассмотрении внешней задачи, как правило, используются среднестатистические данные по уже построенным судам, а при разработке внутренней задачи применяется техническое задание, уже вобравшее в себя черты прототипа.

При создании перспективных типов судов, не имеющих близких прототипов в практике отечественного судостроения, например, судов из композитов, необходимо связующее звено между внешней и внутренней задачами проектирования таких судов. Это связующее зве-

но необходимо для обоснования различных аспектов задачи применения судна и координации их решения с задачами макроэкономики и микроэкономики. Использование приемов исследовательского проектирования на базе методов концептуального анализа в процессе проектирования нового для проектанта типа судна позволяет преодолеть разрыв между имеющимся у разработчика опытом проектирования и технической эксплуатации других судов – с одной стороны, а с другой – экономически и технологически обоснованными требованиями, предъявляемыми к новому проекту.

Использование методов концептуального анализа на базе научного анализа и оптимизации позволяет не только заимствовать положительный опыт существующих отечественных или зарубежных разработок, но, при этом, вести осознанный поиск передовых решений в области методологии проектного поиска. При этом рассматриваемыми задачами являются:

- разработка методов сопоставления объектов по технико-экономической эффективности при разных условиях предпочтительности ряда параметров;
- проверка применимости вновь получаемых научных данных на гипотетическом ряде проектов с учётом реальных возможностей отечественного судостроения;
- определение научных проблем, решение которых позволяет значительно улучшить эксплуатационные качества судов.

Основной задачей, реализуемой при помощи концептуального анализа, является выработка принципов, положений и подходов, отражающих технико-экономические, эксплуатационные, технологические и другие значимые условия, сопутствующие созданию судна, и дающие возможность применения методов количественного анализа. Содержание концептуального анализа составляют неформализуемые методы, способы и приемы, приводящие к постановке задачи исследовательского проектирования с использованием методов математического моделирования. В этом смысле теория концептуального анализа представляет собой частный раздел теории проектирования. Она опирается на результаты исследований, проводимых с целью оценки эксплуатационных, технических и других особенностей судов аналогичных размеров и назначения, строящихся в мире, а также эксплуатационных качеств судовых комплектующих. При этом учитываются, как результаты анализа, конвенционные и другие ограничения, налагаемые на проект, требования надзорных органов и ряд других обстоятельств. Итогом этой работы становится применение некоторых балансирующих механизмов, которые позволят свести результаты частного анализа в ряд концептуальных положений общего характера, формулирующих замысел создания перспективного судна.

Наряду с решением основной задачи концептуального проектирования, связанной с формированием, собственно, концепции будущего судна, другим значимым результатом концептуального анализа является система договоренностей, правил, условий и ограничений, позволяющих сформировать поле исходных данных для последующих расчетов. Здесь результатом концептуального анализа также могут быть и сами исходные данные. Иными словами, другой задачей концептуального анализа является подготовка всего процесса проектирования к широкому применению формального инженерного вычислительного аппарата [1].

Совокупность частных результатов, более общих воззрений и некоторых количественных оценок должна обладать определенным интегрирующим эффектом, под которым понимается общее видение замысла будущего проекта, его места в сложившихся структурах эксплуатации флота. Этот результат в большой степени определяет рыночные перспективы проекта судна из композитов.

Предметом исследовательского проектирования в данном случае является совокупность эксплуатационных качеств судна, рассматриваемая с точки зрения реализации его целевых функций при техническом и экономическом обосновании целесообразности их реализации, с целью выбора варианта (или вариантов) судна, наиболее предпочтительного в смысле эффективности решения поставленных задач и возможности его эксплуатации в существующих условиях. Рассматривая исследовательское проектирование как единый процесс, можно выделить три его основные направления: формирование требований к судну, синтез облика судна и анализ его элементов.

Исследовательское проектирование с применением методов концептуального анализа характеризуется общей методологией решения задач, связанных с созданием судов и их комплектованием. Основой этой методологии является комплексное исследование эксплуатационных качеств судна, как сложной технической системы, и поиск оптимального варианта

с учетом использования судна индивидуально или в комплексе с другими судами и плавучими объектами.

Целью исследовательского проектирования с применением методов концептуального анализа применительно к процессу проектирования судна из композиционных материалов является решение следующих задач:

- обоснование направления развития типов судов на перспективу с учетом достижений научно-технического прогресса;
- разработка заданий на проектирование судов, увязанных с внешней задачей проектирования;
- выявление областей, в которых должны разрабатываться общие требования к проектированию судов рассматриваемых типов и обоснование этих требований;
- обоснование направлений развития комплектования судов.

В настоящее время теория проектирования интенсивно развивается, что связано с высокими темпами технического прогресса. Создаются разнообразные виды судовых комплектов, которые позволяют существенно расширить эксплуатационные возможности судов. Широкое использование методов математического моделирования обусловило внедрение в исследовательское проектирование всего разнообразия аппарата математического анализа. При этом цена ошибок, допущенных на ранних стадиях принятия решений, многократно увеличивается по мере совершенствования и удорожания судов. Структура исследования вновь создаваемых проектов судов с использованием методов концептуального анализа включает шесть этапов:

- формирование модели и подготовка к исследованию;
- проведение цикла расчетов и исследований;
- предварительная оценка результатов;
- корректировка модели и/или используемых для исследований данных в рамках внешней задачи и определенных целевых функций;
- проведение проектных проработок, включая графическую часть;
- разработка технико-экономического обоснования.

При этом, формирование модели исследования охватывает следующий круг вопросов:

- выработки концепции проектируемого судна с использованием формальных и неформальных методов и оценок;
- определения задач, которые предполагается решать за счет эксплуатации разрабатываемого судна;
- определения перечня основного оборудования судна, включающего комплекс целевого использования, разработки модели применения, в рамках которой предполагается эксплуатировать создаваемое судно;
- уточнения состава задач, разработки требований к математической модели судна, выбора и формирования критериев технико-экономической оценки;
- выбора и/или назначения независимых варьируемых параметров, формирования программной реализации математической модели проектируемого судна совместно с моделью его эксплуатации;
- формирования структуры информационной модели в соответствии с полученной реализацией математической модели и наполнением ее данными.

При составлении проектного замысла создания судна необходимо ответить на целый ряд вопросов. Поэтому проблема сбора и обработки исходной информации занимает важное место в концептуальном анализе. Эта информация может быть представлена как множеством научных фактов, количественных и качественных данных, знаний о наблюдаемых процессах и явлениях, так и результатами их обработки: анализом, обобщением и выявленными закономерностями, прогнозируемыми тенденциями развития. Иными словами, результаты обработки исходной информации также представляют собой информацию, но более высокого качества. [1]

Выполнение проектных проработок и технико-экономического обоснования обычно проводится в виде спирального цикла, в процессе которого уточняются следующие аспекты:

- задание граничных условий для варьируемых характеристик, корректировка постоянных расчета и ряда статистических коэффициентов в соответствии с принятыми граничными условиями;
- задание (изменение) состава комплектования очередного варианта проектируемого судна;

- корректировка базы данных комплектующих элементов по результатам предыдущих циклов исследования;
- задание (или корректировка) архитектурно-компоновочной схемы судна и элементов его подсистем;
- проведение расчетов по определению эксплуатационных характеристик и технико-экономических показателей варианта проектируемого корабля;
- получение графического изображения архитектурно-компоновочных схем и схем размещения основных компонентов судна.

При этом существует проблема избирательности и достоверности используемой информации. Концептуальное исследование начинается с подготовки исходных данных, которые являются основой всего последующего анализа. В качестве исходных данных могут выступать: описание в виде качественных характеристик предполагаемых районов эксплуатации судов, осуществляющих реализацию аналогичных задач в рассматриваемых районах; статистические характеристики этих судов; результаты выводов промежуточного анализа.

При этом основными моментами являются сбор и верификация исходных данных, упорядочение и накопление формируемой информации.

Поэтому одним из важнейших способов, применяемым для восстановления недостающих данных при концептуальном анализе, являются законы и закономерности широкого спектра кораблестроительных дисциплин. При этом необходимо учитывать, что по мере смещения исследования в область концептуального анализа точность получаемой количественной информации и надежность качественных характеристик будут неизбежно снижаться. Поэтому в качестве дополнения необходимо использовать синтетические методы теории принятия решений или других разделов системного анализа. Так, при определении необходимого уровня точности вычисления, например, водоизмещения, критерием должна служить не относительная погрешность в определении этой величины, а лишь тот порог, превышение которого могло бы привести к качественному изменению вывода выполняемого анализа. Такой подход в теории принятия решений получил название определения параметра с точностью до альтернативы. При определении необходимого уровня точности информации, используемой при концептуальном проектировании, возможно использование и таких свойств сложных систем, как симметрия, сбалансированность и др. [1, 2].

Одной из важных проблем концептуального анализа является классификация данных и комплексов данных. В рамках решения задачи упорядочения исходной информации и верификации данных, важным этапом является отнесение исследуемого судна к тому или иному типу. Этот этап особенно важен еще и потому, что он представляет собой не только уточнение исходных данных, но и является начальным этапом подготовки к проведению анализа по аналогии, поскольку тип судна представляет собой признак одного из наиболее характерных свойств, на которое во многом определяется весь последующий анализ. Этот анализ опирается как на временные факторы существования объекта исследования, так и на его распространение в одном временном срезе среди собственно изучаемых объектов и объектов близких областей исследований, которые могли бы послужить аналогами изучаемому объекту.

Таким образом, способом перехода от внешней задачи к внутренней задаче проектирования судна из композиционных материалов, не имеющего в практике отечественного судостроения близких прототипов, является стадия его исследовательского проектирования, использующего методы концептуального и математического анализа. При этом оно опирается на использование комплексов данных о предполагаемых районах эксплуатации, статистических характеристиках судов - прототипов, осуществляющих реализацию аналогичных задач, а также результаты выводов промежуточного анализа, которые надлежащим образом собраны, упорядочены и прошли процедуру верификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Захаров, И.Г. Концептуальный анализ в военном кораблестроении / И.Г. Захаров. - СПб.: Судостроение, 2001. -264 с.
- 2 Захаров, И.Г. Обоснование выбора. Теория практики / И.Г. Захаров. -СПб.: Судостроение, 2006. -527 с.
- 3 Пашин, В.М. Оптимизация судов / В.М. Пашин. -Л.: Судостроение, 1983.
- 4 Царев, Б.А. Модульные задачи в проектировании судов / Б.А. Царев. -Л.: Ленингр. ко-

раблестроит. ин-т, 1978. -96 с.

5 Царев, Б.А. Оптимизационное проектирование скоростных судов / Б.А. Царев. -Л.: Ленингр. кораблестроит. ин-т, 1988. -102 с.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: проектирование судов, композиционные материалы, исследовательское проектирование, концептуальный анализ, логико-математическая модель

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Францев Михаил Эрнстович, канд. техн. наук, директор АОЗТ «Нептун-Судомонтаж»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 141703, Московская область. г. Долгопрудный, пос. Водники, АОЗТ «Нептун-Судомонтаж»

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫХОДА СУДНА ИЗ ЗОНЫ РЕЗОНАНСНОЙ КАЧКИ

ФГОУ ВПО «Новосибирская государственная академия водного транспорта»

В.П. Умрихин, С.В. Петровский

THE SOFTWARE FOR THE PROBLEM'S SOLUTION OF VESSEL'S EXIT FROM RESONANCE ZONE ROLLING AND PITCHING
«Novosibirsk state academy of water transport»

V.P. Umrikhin, S.V. Petrovskiy

The scientific article mentions a problem of modern use of storm diagrams in ship conditions. In practice creation of a program method for problem's solution of vessel's exit from resonance zone rolling and pitching is shown.

Keywords: software, vessel, resonance, rolling, pitching

Научная статья затрагивает проблему современного использования штормовых диаграмм в судовых условиях. На практике показано создание программного способа решения задачи по выходу судна из опасных зон резонансной качки.

К настоящему времени проблема создания программного обеспечения для решения задачи по выходу судна из зоны резонансной качки весьма актуальна, несмотря на многочисленные работы в данной области. Дело в том, что все эти работы ведутся конструкторскими бюро, либо на стадии проектирования судна, либо же в процессе его эксплуатации, но для конкретного типа судна. В то время как универсальных программ для расчета резонансных зон практически не существует, либо, если и существуют, то используются они в рамках одной судоходной компании. Например, программа «Статика», позволяющая оценивать мореходные качества судна в штормовых условиях, применяется только на однотипных судах «Мурманского морского пароходства» и дочерней ее компании «NB».

На этапах создания программного обеспечения производится полная количественная и качественная оценка как параметров волнения, так и параметров качки судна на волнении. Зачастую расчет связан с определенными вычислительными трудностями, поэтому для практической оценки периодов собственных колебаний судна часто используются приближенные формулы. Судоводитель в процессе несения ходовой вахты не в состоянии производить сложные математические расчеты, которые без труда могут решаться в конструкторских бюро. Исходя из этого, большинство формул, применяемых для расчета периодов качки судна, были упрощены для практического использования всеми без исключения пользователями. Например, формула для расчета собственного периода бортовой качки имеет вид

$$\tau_{\theta} = cB/\sqrt{h_0} . \quad (1)$$

Эта формула широко используется для приближенной оценки периода бортовой качки не только в проектных расчетах, но и в практике судовождения, поэтому ее иногда называют «капитанской» формулой. Входящий в нее коэффициент C можно определить по рекомендации Международной морской организации (ИМО), приведенной в «Кодексе по остойчивости судов всех типов» и имеющей вид [1]

$$c = 0,746 + 0,046 \frac{B}{T} - 0,086 \frac{L}{100} , \quad (2)$$

где B – ширина судна, м;

T – осадка судна, м;

L – длина судна, м.

Создание программного обеспечения подобного рода для различных типов судов обусловлено не только их отсутствием или недостатками имеющихся программ, но, даже в