

Научная статья
УДК 629.5.035-233.1.003.13:658.58
<https://doi.org/10.24143/2073-5537-2022-3-69-77>
EDN AVIYLD

Экономическая эффективность разработки системы диагностики судового валопровода

**Гурий Алексеевич Кушнер[✉], Анатолий Рашидович Рубан, Ольга Анатольевна Гаврилова,
Мария Владимировна Шендо**

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, guriy.kushner@mail.ru[✉]*

Аннотация. Судовой валопровод обеспечивает функционирование энергетических установок существенной части судов отечественного флота. Совершенствование методов повышения его надежности является важной и актуальной задачей. Часть действующих на гребной и промежуточные валы нагрузок являются случайными по времени и величине, в связи с чем возникает необходимость создания системы диагностики, позволяющей регистрировать действующие на них нагрузки и проводить оценку технического состояния в режиме реального времени. Проект по созданию такого рода системы является наукоемким и сопряжен с проведением большого количества НИОКР и привлечением инвестиций. Предложен подход к обоснованию проведения НИОКР на основе описания его новизны, перспектив коммерциализации, анализа и сегментации рынка, бизнес-модели и расчета плановых экономических показателей. Приведены результаты анализа статистики отказов судовых валопроводов. Предложен подход к повышению надежности судовой энергетической установки на основе одновременной регистрации крутильных, поперечных и продольных колебаний. Проведена количественная оценка объема рынка с учетом волатильности курса валют. Общий объем рынка оценен по количеству судов в эксплуатации с применением методологии показателей РАМ, ТАМ, САМ и СОМ. Определена целевая аудитория проекта по доступным каналам сбыта. Разработана девятиблочная модель и схема коммерциализации. Приведены результаты расчета показателей экономической эффективности инвестиционного проекта: чистого дисконтированного дохода и внутренней нормы доходности. Полученные результаты и примененные подходы могут являться основой для обоснования инвестиционной привлекательности наукоемких проектов в судостроительной отрасли.

Ключевые слова: судовой валопровод, колебания валопровода, система диагностики, экономическая эффективность, бизнес-моделирование

Для цитирования: Кушнер Г. А., Рубан А. Р., Гаврилова О. А., Шендо М. В. Экономическая эффективность разработки системы диагностики судового валопровода // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2022. № 3. С. 69–77. <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2022-3-69-77>. EDN AVIYLD.

Original article

Economic efficiency of development of ship shafting diagnosis system

Guriy A. Kushner[✉], Anatoliy R. Ruban, Olga A. Gavrilova, Maria V. Shendo

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, guriy.kushner@mail.ru[✉]*

Abstract. The ship shafting ensures the operation of power plants for a significant number of ships of the Russian fleet. Improving the methods of increasing its reliability is an important and urgent task. Part of the loads acting on the propeller and intermediate shafts are random in time and magnitude, that is why it becomes necessary to create a diagnostic system to record the loads and assess the technical condition in real time. The project for creating such a system is knowledge-intensive and involves a large amount of R&D and attraction of investments. There has been suggested an approach to substantiate R&D based on the description of its novelty, commercialization prospects, market analysis and segmentation, business model and calculation of planned economic indicators. The results of the statistical analysis of ship shafting failures are given. An approach is proposed to improve the reliability of a ship power plant based on the simultaneous registration of torsional, transverse and longitudinal vibrations. A quantitative assessment of the

market volume was carried out, taking into account the volatility of the exchange rate. The total market size is estimated by the number of vessels in operation by using the methodology of PAM, TAM, SAM and SOM indicators. The target audience of the project was determined by available distribution channels. A nine-block model and commercialization scheme have been developed. The results of calculating the economic efficiency of the investment project are given: net present value and internal rate of return. The results obtained and the applied approaches can serve as a basis for substantiating the investment attractiveness of high-tech projects in the shipbuilding industry.

Keywords: ship shafting, shafting vibrations, diagnostic system, economic efficiency, business modeling

For citation: Kushner G. A., Ruban A. R., Gavrilova O. A., Shendo M. V. Economic efficiency of development of ship shafting diagnosis system. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Economics*. 2022;3:69-77. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2022-3-69-77>. EDN AVIYLD.

Введение

Практика эксплуатации судов доказывает, что случаи поломок элементов судового валопровода составляют немалую часть от общего числа аварий судов и приводят к существенным экономическим потерям. Валопровод является одной из наиболее нагруженных систем судового энергетического комплекса. Значительная часть нагрузок, действующих на валопровод, являются случайными по времени и по величине, что усложняет их расчет на этапе проектирования вплоть до невыполнимого [1, 2]. В связи с этим не теряет актуальности задача создания системы, позволяющей регистрировать действующие нагрузки и проводить диагностику технического состояния в режиме реального времени. Оснащение такой системой судов в эксплуатации и вновь проектируемых позволит повысить надежность судовых энергетических установок.

Процесс разработки и внедрения системы диагностики как инновационного продукта заключается в последовательных этапах: формирование гипотезы по решению проблемы, прикладные и фундаментальные исследования, НИОКР, создание опытного образца, организация и проведение первичных продаж, запуск массового производства.

Опыт реализации инновационных проектов в судостроении свидетельствует, что наиболее требовательным к обоснованию экономической эффективности проекта для привлечения средств является переход от исследований к этапу опытно-конструкторских работ [3, 4]. Необходимость оценки экономической эффективности НИОКР по выбранному в работе проекту подтверждается тем, что результатом его реализации станет образец импортозамещающей продукции. При обосновании эффективности таких проектов обязательно учитывают [5]:

- 1) жесткую конкуренцию за инвестиционные ресурсы по причине нехватки собственных средств у большинства разработчиков;
- 2) количественно непрогнозируемый уровень поддержки со стороны государственных фондов и слабое распространение опыта частного инвестирования в отдельные НИОКР;
- 3) необходимость внесения изменений в продолжительность и объем финансирования работы.

Также следует учитывать, что успешно реализованный инвестиционный проект НИОКР позволит разработчикам обеспечить возмещение вложенных затрат и окупаемость инвестиций в пределах срока, приемлемого для инвестора [4]. В работе рассмотрены этапы обоснования проведения НИОКР по проекту разработки системы диагностики судового валопровода и их экономическая эффективность для решения актуальной задачи судостроительной отрасли – повышения надежности судовых энергетических установок.

Научно-техническая основа

Проект посвящен созданию программно-аппаратного комплекса, способного обеспечить эксплуатационную надежность судна и повысить безопасность мореплавания путем диагностики фактического состояния и прогнозирования отказов судового валопровода.

Совокупность постоянных и периодических знакопеременных нагрузок, действующих на валопровод судна, нередко приводит к отказам, связанным с превышением циклической прочности [6]. Помимо этого, при совпадении частоты действия отдельной внешней силы или эквивалентной с собственными частотами элементов валопровода возникает разрушающее явление резонанса, сопровождающееся резким увеличением амплитуды крутильных, поперечных или продольных колебаний. Смещение собственных частот в область рабочих частот вращения вызвано износом и повреждениями элементов валопровода: подшипников, демпфера, гребного винта и др. Работа энергоустановки в режиме резонанса представляет опасность и является недопустимой. Опыт авторов работы в проведении торсиографирования подтверждает, что в судовом валопроводе может возникать резонанс как отдельных, так и сразу нескольких видов колебаний в определенном диапазоне частот [7, 8]. Явления резонанса связанных колебаний сегодня не регламентированы в правилах мировых классификационных обществ, однако могут являться существенным фактором, влияющим на безопасность эксплуатации судовой энергетической установки.

Анализ собранной статистики поломок позволяет дать количественную оценку актуальности

исследований – отказы валопроводов судов составляют порядка 15 % всех отказов на судне, из которых в 37 % случаев поломка валопровода происходит из-за трещин гребного вала [9]. Одним из подходов к решению задачи повышения надежности является разработка и внедрение на судах системы диагностики, основанной на методах динамического тензометрирования и вибродиагностики. Авторами проекта предложен подход к повышению надежности судовой энергетической установки на основе одновременной регистрации крутильных, поперечных и продольных колебаний, реализованных в конструктивных блоках устройства (рис. 1) [10].

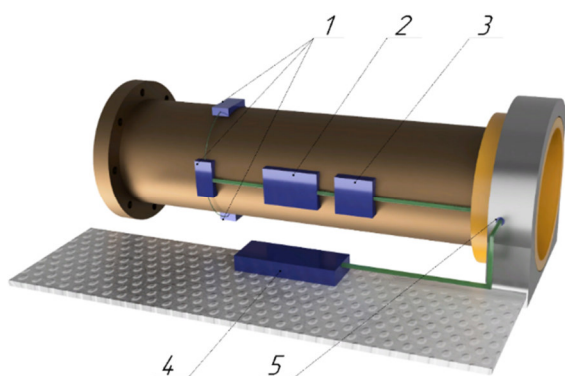


Рис. 1. Размещение блоков системы диагностики на валопроводе судна: 1 – первичные преобразователи; 2 – измерительный блок; 3 – статорный блок; 4 – блок приема и регистрации; 5 – питание

Fig. 1. Arrangement of blocks of the diagnostic system on the ship shafting: 1 - primary converters; 2 - measuring block; 3 - stator block; 4 - block of receiving and registration; 5 - power supply

Система диагностики фактического состояния и прогнозирования отказов валопровода судна представляет собой программно-аппаратный комплекс, который укрупненно состоит из вращающейся вместе с валом (первичные преобразователи, измерительный и статорный блоки) и стационарной (блок приема и регистрации, питание) частей. Информация о колебаниях и деформациях вала передается при помощи радиосвязи антенными системами и проходит обработку, на основе которой формируется заключение о работоспособности.

Перспективы коммерциализации

Обязательным для судовладельца в России является торсиографирующее судовых движительных установок, а именно проверка демпферов крутильных колебаний двигателей внутреннего сгорания. Применяемое сегодня измерительное оборудование регистрирует только параметры крутильных колебаний валопровода и не является прямым

аналогом предложенного решения, поскольку не рассматривает такие параметры, как напряжения от изгибных и осевых колебаний, а также общую (структурную) вибрацию валопровода. Однако это позволяет принять данный сегмент рынка в качестве отправной точки в расчетах перспектив коммерциализации.

В работе проведена количественная оценка объема рынка в натуральных величинах по причине волатильности курса валют, территория распространения – Российская Федерация. Общий объем рынка оценен по количеству судов в эксплуатации с применением методологии показателей РАМ, ТАМ, САМ и СОМ [11]:

1. ТАМ (Total Addressable/Available Market). В соответствии с данными Российского морского регистра судоходства в 2022 г. общее число транспортных, обеспечивающих, рыбопромысловых и научно-исследовательских судов под флагом России составляет более 3 500 ед. На классификационном учете Российского речного регистра состоит более 24 000 судов, большая часть которых оснащена судовым валопроводом. Согласно данным официального отчета Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) расчетный показатель «наличие морских судов» Федерального агентства морского и речного транспорта за 2021 г. составил 2 704 ед.

2. РАМ (Potential Available Market). Прогнозная оценка величины потенциально доступного объема рынка предлагаемого продукта может быть дана с учетом того, что применение методов вибродиагностики актуально в глобальных отраслях: машиностроение, промышленное оборудование, строительство. Согласно данным официального отчета ЕМИСС количество крупных и средних предприятий и организаций по собирательной классификационной группировке видов экономической деятельности «Промышленность» на основе ОКВЭД2 превышает 16 000 предприятий. Всего на территории РФ действует более 450 000 промышленных предприятий, величину РАМ с учетом специфики проекта возможно принять в количестве 10 % общего числа.

3. САМ (Served/Serviceable Available Market). Оценка доступного объема целевого рынка проведена на основе официальных данных ФАУ «Российский речной регистр» [12]. Подтверждены сведения о 838 случаях повреждений судов и их элементов, из которых 114 – повреждения судовых валопроводов. Повреждения судовых валопроводов ежегодно составляют в среднем 13 % от общего числа повреждений элементов судов. С учетом географической досягаемости и оценки возможностей по распространению продукции объем рынка САМ принят в 500 ед.

4. SOM (Serviceable & Obtainable Market, или Share of Market). Предварительная оценка реально достижимого объема целевого рынка, определяющего долю рынка проекта с учетом возможности роста и конкуренции – оснащение системой диагностики 50 судов отечественного флота в течение 5 лет.

Значения полученных показателей PAM, TAM, SAM и SOM представлены на рис. 2. В расчете

объема рынка применен обобщенный подход к сбору информации. Проведен собственный анализ первичных данных на основе собранной статистической информации, подготовлен официальный запрос и проведены переговоры с экспертами рынка. Сбор вторичных данных обеспечен материалами официальной статистики единой межведомственной информационно-статистической системы России.

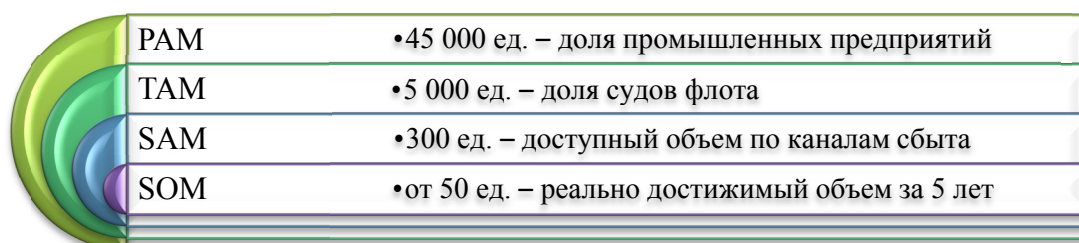


Рис. 2. Оценка объема рынка

Fig. 2. Market size estimation

О перспективах развития отрасли можно судить по выборке показателя «Производство основных видов продукции в натуральном выражении (в со-

ответствии с ОКПД2)» Федеральной службы государственной статистики по типам произведенных судов (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Производство судов в России

Ship building in Russia

Тип судна, количество	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Суда морские пассажирские	1	2	1	2
Суда речные пассажирские	12	9	17	29
Суда пассажирские смешанного плавания «река-море»	1	2	2	1
Суда наливные морские	2	0	0	0
Суда наливные речные	0	7	1	0
Суда наливные смешанного плавания «река-море»	7	3	0	0
Суда сухогрузные морские	1	0	8	0
Суда грузопассажирские морские	1	0	0	0
Суда сухогрузные речные	2	1	1	2
Суда сухогрузные смешанного плавания «река-море»	0	5	9	18
Суда рыболовные; суда-рыбозаводы и прочие суда для переработки или консервирования рыбных продуктов	0	35	0	40
Суда рыболовные	0	35	0	40

По оценке, приведенной в Государственной программе РФ «Развитие рыбохозяйственного комплекса», отрасль продолжает демонстрировать положительную динамику по многим ключевым показателям. Ежегодно по программе инвестиционных квот строятся более 25 судов, а до 2030 г. ожидается строительство не менее 150 рыбопромысловых судов на российских верфях с использованием не только инвестиционных квот, но и других инструментов стимулирования обновления рыбопромыслового флота. Среди классов судов России до 2035 г. востребованы к постройке 150 рыбопромысловых судов, 100 земснарядов, 100 танкеров для перевозки сырой нефти. Строительство современных судов неразрыв-

но связано с необходимостью повышения их надежности и безопасности.

Предложенной в работе системой диагностики можно оснастить как новые суда, так и уже существующие. Поэтому прямыми потребителями разрабатываемой системы являются судовладельцы (эксплуатация, диагностика до/после ремонта), судоремонтные, судостроительные предприятия (выходной контроль) а также компании, оказывающие услуги по тorsiографированию демпферов крутильных колебаний. Всего на территории России зарегистрировано более 800 компаний-судовладельцев, более 140 судоходных компаний, более 110 научных и проектных организаций.

Целевая аудитория проекта по доступным каналам сбыта:

1. Судовладельцы – эксплуатация, диагностика до/после ремонта. По состоянию на 2022 г. в Астраханской области – 41 компания-судовладелец, например ООО «ЮгТранс», ООО «Южная линия», ООО «ЮниТанкер», ОАО «Лукойл-Нижневожжскнефть» и др.

2. Судоходные компании – эксплуатация, диагностика до/после ремонта. По состоянию на 2022 г. в Астраханской области зарегистрировано 6 судоводных компаний: Omskiy Shipping LLC, ООО «ВЕГА», ООО «Новая Судоходная Компания», ООО «ПФК Буксировщик», ООО СК «Аркшиппинг», ООО «Филиал СК АРК».

3. Научные и проектные предприятия – проведение исследований и испытаний. По состоянию на 2022 г. в Астраханской области действуют 3 крупных предприятия: ООО «Моринжгеология», ООО «Сайпем С.п.А.», ЗАО «Югшельфгеопроект».

4. Судостроительные и судоремонтные заводы – выходной контроль. По состоянию на 2022 г.

в РФ насчитывается более 50 крупных компаний: ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз» (Санкт-Петербург), ОАО «Адмиралтейские верфи» (Санкт-Петербург), ОАО «Амурский судостроительный завод» (Комсомольск-на-Амуре), ЗАО «Ахтубинский судостроительно-судоремонтный завод» (Ахтубинск), ООО «Балтийский завод – судостроение» (Санкт-Петербург) и др., из которых АО «Южный центр судостроения и судоремонта» и АО «ССЗ им. Ленина» (Астрахань) находятся в области реально достижимого объема сбыта в течение ближайших лет.

Бизнес-модель и плановые экономические показатели

За основу проектируемой бизнес-модели проекта взят девятиблочный шаблон А. Остервальдера и И. Пинье [13], который с достаточной точностью позволяет описать модель продаж ценностного предложения (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Бизнес-модель

Business-model

Основные партнеры	Основные направления деятельности	Предлагаемые преимущества	Отношения с клиентами	Сегменты клиентов
По типам партнерских отношений: – отношения «поставщик – производитель»; – целевая аудитория; – сотрудничество с неконкурентами: университеты; – конкуренты: совместная деятельность и поставка ресурсов	Основные виды: – производство; – проведение испытаний (консалтинг); – техническая поддержка	Применение системы диагностики на судах позволит: – производить диагностику валопровода по фактическому состоянию; – прогнозировать «усталостные» разрушения	Основные: – персональная поддержка; – особая персональная поддержка	– судовладельцы; – судоходные компании; – научные и проектные предприятия; – судостроительные заводы
	Основные ресурсы – персонал (команда специалистов); – материальные (экспериментальная база); – информационные (патенты, результаты исследований, каналы распространения); – финансовые (свободные денежные средства)		В перспективе: создание ценности совместно с потребителем	
Структура расходов Основные расходы на функционирование: закупка основных материалов и оплата труда с отчислениями	Ценности продукта заключаются: – в новизне; – индивидуальности; – снижении расходов; – снижении рисков		Каналы связи По степени значимости для потребителя: – партнерские (у заинтересованных организаций); – прямые (через интернет-площадки)	
		Потоки выручки Основной поток доходов – от разовых сделок согласно ценностному предложению. Готовность клиентов платить за ценность обеспечивается двумя факторами: 1. Эксплуатация продукта позволит повысить безопасность мореплавания и снизить затраты при авариях судов. 2. Стоимость услуг по проведению испытаний и измерений в течение срока службы судна сопоставима с конечной ценой продукта		

Бизнес-модель В2В (бизнес-для-бизнеса) проекта предусматривает следующую схему коммерциализации продукта. Потенциальные потребители: юридические лица, владеющие судном или техникой. Коммерческая модель проекта предполагает основные виды доходов по производству, пусконаладке и техническому обслуживанию предлагаемой в проекте системы диагностики в виде комплекта модернизации судовых энергетических установок. Дополнительными потоками прибыли являются проведение технических испытаний и исследований колебаний судовых валопроводов, в том числе торсиографирование демпферов крутильных колебаний, предоставление услуг по первичному вводу системы в эксплуатацию, обучение пользователей и интеграция с имеющимися на судне информационными системами.

Экономическая окупаемость НИОКР проекта рассчитана на основе сумм финансирования двух этапов программы «Старт» Фонда содействия инновациям. Выполнение задач программы «Старт-1» предполагает проведение прикладных научных исследований и экспериментальных разработок (изготовление прототипа продукта, а также его испытания), которые позволят проверить реализуемость заложенных в НИОКР подходов и решений для снятия научно-технических рисков реализации проекта в целом, а также позволят оценить возможность создания на последующих стадиях реализации проекта продукта и его востребованность на рынке. Этап «Старт-2» реализации проекта направлен на обеспечение проведения НИОКР на основе полученного ранее научно-технического задела, результаты которого позволят перейти к коммерциализации создаваемой инновационной продукции.

В основе большинства методов определения экономической эффективности инвестиционных проектов в рыночной экономике лежит вычисление чистого дисконтированного дохода (NPV),

позволяющего сопоставить все денежные притоки и оттоки, приводя их к текущему моменту времени и внутренней нормы доходности (IRR), позволяющей оценить степень привлекательности альтернативного размещения ресурсов.

Для проектов, содержащих большую долю НИОКР, потоки доходов и расходов, как правило, разнесены во времени. Для вычисления NPV в этом случае используется зависимость [5], решаемая методом последовательных приближений. В разработанной нами модели продажи предусмотрены в первый год реализации проекта, поэтому была использована следующая формула для определения чистого дисконтированного дохода:

$$NPV_1 = \sum_{t=0}^T \frac{P(t)}{(1 + K_1)^t} - I,$$

где t – годы реализации инновационного проекта ($t = 1, 2, 3, \dots, T$); $P(t)$ – чистый денежный поток за год; K_1 – ставка дисконтирования; I – первоначальные инвестиции.

Рентабельность инвестиций определяется индексом доходности PI , который составил 1,33. При расчете внутренней нормы доходности для определения NPV_2 был принят коэффициент дисконтирования $K_2 = 1$ (100 %). Внутренняя норма доходности была рассчитана по формуле

$$IRR = K_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 + NPV_2} (K_2 - K_1).$$

Расчет основных плановых экономических показателей произведен в соответствии с разработанной бизнес-моделью, калькуляцией себестоимости, плановой ценой и планом продаж по производству и проведению технических испытаний и исследований. Результаты расчета приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Table 3

Основные экономические показатели проекта
General figures of economic performance of the project

Экономические показатели, тыс. руб.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.
Планируемое количество продаж систем диагностики, ед.	1	3	7	16	30
Планируемое количество технических испытаний и исследований, ед.	1	2	8	12	18
Планируемое количество услуг по технической поддержке и обслуживанию оборудования, ед.	–	2	8	16	25
Выручка от коммерциализации проекта, всего, тыс. руб.	1 200	3 600	9 900	20 400	36 150
В том числе:					
– выручка от продажи оборудования, тыс. руб.	900	2 700	6 300	14 400	27 000
– выручка от проведения технически испытаний, тыс. руб.	300	600	2 400	3 600	5 400
– выручка от услуг технической поддержки, тыс. руб.	–	300	1 200	2 400	3 750
Затраты, всего, тыс. руб.	800	2 400	6 600	13 600	24 100
В том числе:					
– затраты на производство, тыс. руб.	600	1 800	4 200	9 600	18 000
– затраты на проведение технических испытаний, тыс. руб.	200	400	1 600	2 400	3 600
– затраты на услуги технической поддержки, тыс. руб.	–	200	800	1 600	2 500

Экономические показатели, тыс. руб.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.
Прибыль от продаж, тыс. руб.	400	1 200	3 300	6 800	12 050
Единый налог по упрощенной системе с объектом, доходы – 6 %	72	216	594	1 224	2 169
Чистая прибыль, тыс. руб.	328	984	2 706	5 576	9 881
Рентабельность продукции, %	41	41	41	41	41
Рентабельность продаж, %	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3
Амортизационные отчисления	40	140	460	880	1 460
Чистый денежный поток, тыс. руб.	368	1 124	3 166	6 456	11 341
Коэффициент дисконтирования, %	8,5				
Сумма капитальных вложений, тыс. руб.	12 000				
Чистый дисконтированный доход (NPV проекта), тыс. руб.	3 975,31				
Индекс доходности	1,33				
Внутренняя норма доходности проекта (IRR проекта), %	33,8				
Срок окупаемости проекта, лет	4,5				

Таблица 4

Table 4

Срок окупаемости проекта

Pay-out terms of the project

Годы	Денежные поступления, тыс. руб.	Коэффициент дисконтирования $K = 1 / (1 + K)^t$	Текущая стоимость денежных потоков, тыс. руб.	Текущая стоимость нарастающим итогом, тыс. руб.
1	368	0,9217	339,17	339,17
2	1 124	0,8496	954,95	1 294,12
3	3 166	0,7831	2 479,29	3 773,41
4	6 456	0,722	4 661,23	8 434,64
5	11 341	0,6648	7 539,5	15 974,14

Проведенные расчеты доказали, что в течение 5 лет проект себя полностью окупит и обеспечит рентабельность продукции на уровне 41 %. Рентабельность продаж ожидается на уровне 27,3 %. Показатель чистого дисконтированного дохода NPV составит за пятилетний период 3 975,31 тыс. руб. Внутренняя норма доходности проекта (IRR) составит 33,8 %, на каждый рубль вложенных инвестиций планируется получить 1,33 руб. чистых денежных потоков (чистой прибыли и амортизации). Таким образом, все показатели экономической оценки инвестиционного проекта свидетельствуют о его экономической эффективности.

Заключение

Представленное в работе научно-техническое обоснование проекта, его новизна, перспективы коммерциализации, анализ рынка, бизнес-модель и расчет плановых экономических показателей

эффективности позволяют считать проект создания системы диагностики судового валопровода экономически целесообразным. Реализация наукоемких проектов в судостроительной отрасли зачастую требует существенных вложений на этапе НИОКР, поэтому важным является обоснование вложенных затрат и окупаемость инвестиций в пределах приемлемого срока. Преимуществом предлагаемого проекта является небольшая сумма первоначальных капитальных вложений. Значение чистого дисконтированного дохода в результате реализации проекта может значительно вырасти при включении в расчет денежного потока величины предотвращенного ущерба от простоя судна в результате повреждения судового валопровода. Полученные в работе результаты могут являться основой для обоснования инвестиционной привлекательности других проектов в судостроении и смежных отраслях.

Список источников

1. Чура М. Н. О методике прогнозирования начальной стадии усталостного разрушения гребного вала судна // Эксплуатация мор. трансп. 2021. № 1 (98). С. 73–78.
2. Румб В. К. Имитационное моделирование нагрузок на валопроводы ледоколов и судов ледового плавания // Мор. вестн. 2017. № 1 (61). С. 60–63.
3. Евтодьева М. Г. Международная кооперация и инвестиции в военном и гражданском судостроении

4. Россия // Вестн. Акад. воен. наук. 2018. № 4. С. 65.
4. Зайцева Ю. С., Шумкова К. Г. Особенности оценки инвестиционной привлекательности НИОКР с использованием информационных комплексных систем для предприятий машиностроения // Науч. вестн. 2020. № 7 (24). С. 33–40.
5. Вертий Б. Д., Савватеев В. А. Подходы к оценке экономической эффективности проведения НИОКР по

созданию импортозамещающей специальной продукции // Гос. аудит. Право. Экономика. 2016. № 2. С. 101–109.

6. Худяков С. А., Пальчик К. Б., Сюсюка Е. Н. Анализ дефектов валопроводов морских судов и методы их устранения // Эксплуатация мор. трансп. 2019. № 2. С. 89–92.

7. Кушнер Г. А., Мамонтов В. А., Глухов А. Н., Горбачев М. М. Экспериментальное исследование поперечных и крутильных колебаний валопроводов буксира типа ОТ-2400 // Науч.-техн. сб. Рос. мор. регистра судоходства. 2017. № 46-47. С. 86–88.

8. Рубан А. Р., Покусаев М. Н., Мамонтов В. А., Горбачев М. М., Ковалев О. П. Исследование крутильных колебаний машинно-двигательного комплекса разездного речного судна «РК-2091» проекта 376 // Мор. интеллектуал. технологии. 2019. № 1-4 (43). С. 88–92.

9. Кушнер Г. А., Мамонтов В. А., Волков Д. А. Анализ причин повреждений и отказов судовых валопроводов // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская

техника и технология. 2021. № 3. С. 33–39.

10. Пат. 2761142 Рос. Федерация, МПК G01M 15/00(2021.08), G01M 15/02(2021.08). Телеметрический комплекс технического диагностирования судового валопровода / Кушнер Г. А. № 2021106890; заявл. 16.03.2021; опубл. 06.12.2021, Бюл. № 34.

11. Невоструев П. Ю. Идентификация рынка и его параметров в условиях поиска ценности для потребителя // Маркетинг MBA. Маркетинговое упр. предприятием. 2019. Т. 10. № 3. С. 90–99.

12. О предоставлении информации: письмо главного управления ФАУ «Российский речной регистр» № 23-02.2-1966 от 09.09.2020 / ФАУ «Российский речной регистр». 1 с.

13. Кукушкин С. Н. Бизнес-модель организации в экономике знаний // Вестн. Рос. экон. ун-та им. Г. В. Плеханова. 2018. № 6 (102). С. 24–31.

References

1. Chura M. N. O metodike prognozirovaniia nachal'noi stadii ustalostnogo razrusheniia grebnogo vala sudna [Of method for predicting ship propeller shaft fatigue failure at initial stage]. *Ekspluatatsiia morskogo transporta*, 2021, no. 1 (98), pp. 73-78.

2. Rumb V. K. Imitatsionnoe modelirovanie nagruzok na valoprovody ledokolov i sudov ledovogo plavaniia [Simulation modeling loads on shafting of icebreakers and ice-going vessels]. *Morskoi vestnik*, 2017, no. 1 (61), pp. 60-63.

3. Evtod'eva M. G. Mezhdunarodnaia kooperatsiia i investitsii v voennom i grazhdanskom sudostroenii Rossii [International cooperation and investment in military and civil shipbuilding in Russia]. *Vestnik Akademii voennykh nauk*, 2018, no. 4, p. 65.

4. Zaitseva Iu. S., Shumkova K. G. Osobennosti otsenki investitsionnoi privlekatel'nosti NIOKR s ispol'zovaniem informatsionnykh kompleksnykh sistem dlia predpriiatii mashinostroeniia [Features of assessing investment attractiveness of R&D using information complex systems for engineering enterprises]. *Nauchnye vesti*, 2020, no. 7 (24), pp. 33-40.

5. Vertii B. D., Savvateev V. A. Podkhody k otsenke ekonomicheskoi effektivnosti provedeniia NIOKR po sozdaniiu importozameshchayushchei spetsial'noi produktsii [Approaches to assessing economic efficiency of R&D to create import-substituting special products]. *Gosudarstvennyi audit. Pravo. Ekonomika*, 2016, no. 2, pp. 101-109.

6. Khudiakov S. A., Pal'chik K. B., Siusiuka E. N. Analiz defektov valoprovodov morskikh sudov i metody ikh ustraneniia [Analysis of defects in sea vessels shafting and methods of their elimination]. *Ekspluatatsiia morskogo transporta*, 2019, no. 2, pp. 89-92.

7. Kushner G. A., Mamontov V. A., Glukhov A. N., Gorbachev M. M. Eksperimental'noe issledovanie poperechnykh i krutil'nykh kolebaniia valoprovodov buksira tipa OT-2400 [Experimental study of transverse and torsional vibra-

tions of shaft lines of OT-2400 type tug]. *Nauchno-tekhnikeskii sbornik Rossiiskogo morskogo registra sudokhodstva*, 2017, no. 46-47, pp. 86-88.

8. Ruban A. R., Pokusaev M. N., Mamontov V. A., Gorbachev M. M., Kovalev O. P. Issledovanie krutil'nykh kolebaniia mashinno-dvizhitel'nogo kompleksa raz'ezdno rechnogo sudna «RK-2091» proekta 376 [Investigation of torsional vibrations of machine-propulsion complex of crew river vessel RK-2091 project 376]. *Morskie intelektual'nye tekhnologii*, 2019, no. 1-4 (43), pp. 88-92.

9. Kushner G. A., Mamontov V. A., Volkov D. A. Analiz prichin povrezhdenii i otkazov sudovykh valoprovodov [Analysis of causes of ship shafting damages and failures]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Morskaia tekhnika i tekhnologiia*, 2021, no. 3, pp. 33-39.

10. Kushner G. A. *Telemetricheskii kompleks tekhnicheskogo diagnostirovaniia sudovogo valoprovoda* [Telemetric complex for technical diagnostics of ship shafting]. Patent RF, no. 2021106890, 06.12.2021.

11. Nevostruev P. Iu. Identifikatsiia rynka i ego parametrov v usloviakh poiska tsennosti dlia potrebitelia [Identification of market and its parameters in search for value for consumer]. *Marketing MBA. Marketingovoe upravlenie predpriiatiem*, 2019, vol. 10, no. 3, pp. 90-99.

12. О предоставлении информации: пис'мо главного управления ФАУ «Российский речной регистр» № 23-02.2-1966 от 09.09.2020 [On provision of information: letter of the main department of the FAU "Russian River Register" No. 23-02.2-1966 dated 09.09.2020]. ФАУ «Российский речной регистр». 1 p.

13. Kukushkin S. N. Biznes-model' organizatsii v ekonomike znaniia [Business model of organization in knowledge economy]. *Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta im. G. V. Plekhanova*, 2018, no. 6 (102), pp. 24-31.

Статья поступила в редакцию 01.08.2022; одобрена после рецензирования 30.08.2022; принята к публикации 13.09.2022
The article was submitted 01.08.2022; approved after reviewing 30.08.2022; accepted for publication 13.09.2022

Информация об авторах / Information about the authors

Гурий Алексеевич Кушнер — кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры судостроения и энергетических комплексов морской техники; Астраханский государственный технический университет; guriy.kushner@mail.ru

Анатолий Рашидович Рубан — кандидат технических наук, доцент; профессор кафедры судостроения и энергетических комплексов морской техники; Астраханский государственный технический университет; a.ruban1974@mail.ru

Ольга Анатольевна Гаврилова — кандидат экономических наук, доцент; профессор кафедры производственного менеджмента; Астраханский государственный технический университет; gavdiridpo@yandex.ru

Мария Владимировна Шендо — кандидат экономических наук, доцент; заведующий кафедрой производственного менеджмента; Астраханский государственный технический университет; smasha76@mail.ru

Guriy A. Kushner — Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Shipbuilding and Marine Engineering Complexes; Astrakhan State Technical University; guriy.kushner@mail.ru

Anatoliy R. Ruban — Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Shipbuilding and Power Engineering Complexes; Astrakhan State Technical University; a.ruban1974@mail.ru

Olga A. Gavrilova — Candidate of Economics, Assistant Professor; Professor of the Department of Production Management; Astrakhan State Technical University; gavdiridpo@yandex.ru

Maria V. Shendo — Candidate of Economics, Assistant Professor; Head of the Department of Production Management; Astrakhan State Technical University; smasha76@mail.ru

