

ВІСНИК

ОДЕСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО
МОРСЬКОГО
УНІВЕРСИТЕТУ

33

ДИРЕКТОР ОИИМФ
АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ БУДНИЦКИЙ



Преславным и преисполненным человечности было дело тех, которые пытались защитить от пренебрежения преславные дела выдающихся своей доблестью мужей и спасти от забвения и гибели их бессмертия достойные имена. Для этого на память потомству создаются изображения, высеченные из мрамора или вылитые из меди; для этого ставятся статуи пешие или конные; для этого тратятся средства на возведение колонн и пирамид, доходящих, как сказано, до светил; для этого, наконец, строятся города, посвященные именам тех, которых благодарное потомство считает необходимым передать вечности.

**Галилео Галилей, Флорентийский Патриций,
Государственный математик Падуанской гимназии**

1 сентября 1952 года... Первый из авторов этой статьи вместе с товарищами, зачисленными на первый курс института, направлялся радостный в актовЫй зал, который назывался тогда именем Красной Армии, на посвящение в студенты самого лучшего для них института под названием ОИИМФ. Перед входом в зал стояло руководство института, одетое в строгую морскую форму со всеми регалиями, которая символизировала тогда людей, особенно мужественно проявивших себя в прошедшей войне. Но среди них был человек, одетый в простой темно-синий гражданский костюм, к которому позже обратился директор института (И.П. Григоров) со словами, не пора ли открывать собрание. Этот человек утвердительно махнул рукой и вышел из зала. Как потом выяснилось, это был бывший директор института Александр Васильевич Будницкий, освобожденный с этой должности 29 августа 1950 года.

Что же хорошего было сделано этим человеком для нашего университета? О его деятельности мало написано в литературе по истории морского университета [1, 2, 3, 4], а также недостаточно информации в музее. Он пользовался большим авторитетом и мог активно и положительно влиять на сложные ситуации повседневной жизни. Его фото впервые было размещено в книге [4], а спустя 20 лет опубликованы автобиографические данные [5], но без анализа научной, организаторской и общественной деятельности.

Давайте проследим за основными вехами жизни Александра Васильевича и оценим их с позиций пользы для морского университета.

Александр Васильевич родился в 1905 году в городе Кировограде в семье рабочего. После учебы и службы в армии в 1925 году поступил учиться в Одесский политехнический институт (ОПИ), который окончил в 1929 г. Затем до 1931 года работал инженером на Севастопольском морском заводе и одновременно был деканом судостроительного вечернего техникума и читал курсы сопротивления материалов и строительной механики корабля.

В 1930 году был создан на базе кораблестроительного факультета ОПИ новый вуз ОИИВТ (Одесский институт инженеров водного транспорта). Он располагался в здании бывшего института благородных девиц (позже институт императора Николая I) по улице Внешней (Мечникова), 34. Здание было построено в 1859-1890 годах и является памятником архитектуры и градостроительства. Его строили в разное время по проектам архитекторов А.С. Шашина и Ю.М. Дмитренко.

В новом вузе были созданы пять факультетов: судомеханический, кораблестроительный, эксплуатационный, гидротехнический, экономический, и в этом же году была учреждена аспирантура. С 1931 года по 1935 год Александр Васильевич был аспирантом этого института при кафедре строительной механики корабля и одновременно в качестве ассистента вел занятия по сопротивлению материалов и строительной механике корабля. Будучи аспирантом, он получал за хорошую работу по теме диссертации повышенную стипендию, неоднократно был премирован за раз-

работанные проекты различных судов, активно участвовал в работе нескольких научных семинаров и много занимался общественной работой. В 1935 году успешно защитил диссертацию на тему «Статика днищевых конструкций судов, набранных по смешанной системе», и ему была присвоена ученая степень кандидата технических наук и затем ученое звание доцента. Подлинные документы говорят о блестящих отзывах на диссертационную работу таких знаменитых профессоров, как Н.Н. Заремба-Владычанский (официальный оппонент), Б.Л. Николаи (рецензент), П.А. Миняев (зав. кафедрой). На защите присутствовали семь профессоров и несколько доцентов – ведущих специалистов по теме диссертационной работы. Выступающие дали хорошую оценку этой работе. Приведенная даже эта краткая характеристика показывает, что Александр Васильевич был хорошим организатором, волевой и целенаправленной натурой, имел хорошую научную базу, и в перспективе мог стать крупным ученым в области кораблестроения.

После аспирантуры Александр Васильевич остается работать в ОИИВТе и занимает должности доцента, заведующего кафедрой сопротивления материалов, начальника учебной части и заместителя директора по учебной работе. Он принимает активное участие в работе научных семинаров, в практическом проектировании различных судов (некоторые из них были удостоены Всесоюзной премии). Он готовит к изданию современный учебник по строительной механике корабля, издает конспект лекций для студентов Кораблестроительного факультета по расчету плоских перекрытий и по расчету днища судна при доковании, и конечно, блестяще читает лекции для студентов. Так, на конкурсе, объявленном в 1937 году на лучшего преподавателя, он был премирован в числе трех лучших. Александр Васильевич неоднократно получал премии, грамоты и благодарности за хорошую учебную и большую общественную работы.



Война, начавшаяся в июне 1941 года, коренным образом изменила жизнь института. Началась героическая 73-дневная оборона Одессы.

Большой вклад в оборону Одессы внесли сотрудники института, который наиболее полно описан в сборниках [1, 2, 3, 4, 5].

В середине июля 1941 года было получено распоряжение Наркома морского флота об эвакуации ОИИВТа, которая началась в начале августа. Ответственным за эвакуацию студентов, преподавателей и оборудования, необходимого для проведения учебного процесса на новом месте, был назначен заместитель директора института А.В. Будницкий. Путь эвакуации ОИИВТа проходил через города Ростов-на-Дону, Махачкалу, Красноводск, Чарджу, Ташкент и, наконец, Самарканд.

Основная часть коллектива прибыла в Самарканд 17 ноября 1941 года. В составе приехавших были профессора И.И. Герлих, Б.Я. Левин, доценты Л.В. Елин, А.А. Костюков, А.И. Красотов, Е.С. Овчаренко, М.И. Спитковский, В.И. Сухоцкий, И.С. Френкель, А.П. Шварцман, С.С. Хинкус и другие. Институт пополнился также эвакуированными преподавателями политехнического института – доцентами С.О. Бирулей, В.А. Чебыкиным, Я.Л. Нудельманом, ассистентом С.А. Суховым и другими.

Трудно даже представить, с какими трудностями пришлось Александру Васильевичу встретиться за эти 107 дней пути. Тяжелой, полной риска и лишений была эвакуация вуза. Требовалось сохранить коллектив преподавателей и студентов, а также необходимое для занятий оборудование, чтобы после приезда в пункт назначения сразу начать готовить специалистов морского флота, так нужных стране в военное время. Большие трудности возникали с организацией транспорта передвижения и питания для большого количества студентов и преподавателей. Дополнительные трудности были вызваны тем, что все это происходило во время массовой эвакуации граждан страны и оборудования многих заводов и фабрик. Вот как описывает уполномоченный наркома морского флота СССР Ф.И. Лялин пребывание эвакуируемых сотрудников ОИИВТа в переполненном беженцами городе Махачкале: «Ранним утром под навесом, где раньше хранилась соль, были обнаружены студенты, профессора и преподаватели Одесского института инженеров водного транспорта и Ростовского техникума водного транспорта во главе с заместителем директора института А.В. Будницким. Студенты – главным образом девушки, а преподаватели и профессора – люди весьма почтенного возраста в основном с семьями. У них не было никаких вещей, а студенты, кроме платья, которое находилось на них, ничего не имели». При этом маршрут следования и окончательный пункт дислокации института неоднократно менялись, что вызывало дополнительные трудности.

Необходимо было на новом месте организовать учебный процесс, а это помещения для занятий, общежития для проживания преподавателей и студентов, нехватка учебников, оборудования и просто бумаги для конспектов. Нелегко было устраивать свой быт, организовывать занятия в непригодных помещениях во вторую и третью смены, монтировать оборудование и строить новые помещения для научных исследований. Кроме решения собственных проблем приходилось оказывать помощь местным советским органам. Так была оказана помощь в

надежной работе электростанции, шелкопрядной и шелкоткацкой фабрик и водокомпрессорных станций. Многие студенты и преподаватели совмещали обучение в институте с работой на заводах и в колхозах. Но главное, несмотря на трудности, не было снижено качество учебного процесса. За хорошую подготовку специалистов морского флота институт получил в это тяжелое время переходящее Красное знамя. В 1942 году, наиболее тяжелом для страны, было выпущено 150 так нужных инженеров, были защищены 1 докторская и 4 кандидатских диссертации и выполнен ряд полезных научных разработок, опубликованных в печати. В 1942 году был создан новый факультет – судоводительский.

Реализация всех этих работ стала возможной и благодаря напряженной и целеустремленной работе Александра Васильевича, который приказом Наркома морского флота СССР № 121л от 16.06.1942 года был назначен директором ОИИВТа и заведующим кафедрой строительной механики корабля. Занятый эвакуацией института Александр Васильевич не смог помочь своей семье вовремя эвакуироваться (жена и двое детей 13-ти и 2-х лет). Они поехали в город Кировоград на две недели к родителям Александра Васильевича. Отъехав от Кировограда на двадцать километров, были захвачены немцами. Отец, брат и сын Юрий были угнаны немцами в Германию. Сын работал на лесопильных заводах и лесоразработках в городах Марбурге, Ортельбурге и других местах. В 1945 году сын, брат и отец возвратились в Одессу. Сын Юрий Александрович, окончивший в 1953 году Николаевский кораблестроительный институт, длительное время работал доцентом в ОИИМФе-ОНМУ.

Летом 1943 года ОИИВТ перевели в Астрахань ближе к морю и Одессе. Пятого марта 1944 г. вышло Постановление Госкомитета обороны СССР № 5311 о создании системы мореходных училищ. Наркомом морского флота СССР директор ОИИВТа А.В. Будницкий был назначен начальником оперативной группы министерства с заданием по разработке мероприятий с целью организации в городе Одессе высшего и среднего мореходных училищ и в городе Херсоне среднего мореходного училища. Также от этой группы требовалось подготовить материальную базу и штат работников к эвакуации ОИИВТа из Астрахани в Одессу. Оперативная группа во главе с А.В. Будницким выехала в сторону Одессы еще до ее освобождения и приближалась к ней вместе с войсками маршала Р.Я. Малиновского. Десятого апреля 1944 года войска Третьего Украинского фронта освободили от фашистов Одессу.



Сразу же после освобождения весь коллектив института после передислокации в Одессу включился в восстановительные работы учебных корпусов, общежитий, столовых, а также на объектах в порту и судоремонтных заводах. Делали сами, например, табуретки, столы, даже отливали кастрюли и сковородки. Была сооружена институтская электростанция, создали свое подсобное хозяйство и многое другое [1, 2, 3, 4]. Главной задачей была подготовка высококвалифицированных кадров для морской отрасли страны. Так в 1944 году на первый курс было принято 520 человек, на второй – 69 человек, а на третий – 26 человек, значительно увеличилось количество преподавателей.

Приказом Наркомата морского флота СССР № 215 от 29.08.1945 г. ОИИВТ был переименован в ОИИМФ (Одесский институт инженеров морского флота). Судоводительский факультет, существовавший в годы войны, был передан Ленинградскому высшему мореходному училищу. В этом же году в институте были возрождены гидротехнический и экономический факультеты.

За проведенную работу по эвакуации и реэвакуации института, за организацию учебного процесса в короткий срок и на высоком уровне в Махачкале, а затем в Одессе Александр Васильевич был награжден орденами Трудового Красного Знамени и «Знак почета», медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне», знаком «Почетный работник морского флота». За это же время им было за хорошую работу получено много благодарностей и почетных грамот. Все выданные в разные инстанции характеристики были положительными. Например, в характеристике, выданной 14.01.1950 г. отмечалось: «Дисциплинированный, вы-

держанный, политически грамотный коммунист тов. Будницкий А.В. пользуется большим и вполне заслуженным авторитетом среди студентов, преподавателей и сотрудников института. Возлагаемые на него партийными организациями поручения всегда выполняются с присущими ему добросовестностью, аккуратностью и умением». Во всех проводившихся в то время аттестациях отмечалось, что он вполне соответствует занимаемой должности. Административная, партийная и общественная работы были очень важны в такое тяжелое для страны время, от них зависели судьбы многих людей, и требовали от Александра Васильевича отдачи всех его сил и всего времени, поэтому на науку его просто не хватало.

29 августа 1950 года был издан неожиданный приказ № 568/л Министра морского флота с формулировкой: «Освободить тов. Будницкого Александра Васильевича от должности директора Одесского института инженеров морского флота». Почему и за что в приказе не было указано. Возможно, подписывающий этот приказ не очень хотел этого увольнения. В находящейся в личном деле автобиографии, лично подписанной 29.01.1951 г. Александром Васильевичем, есть такие слова: «В сентябре 1950 г. в связи с серьезными ошибками, допустимыми мною в деле подбора, расстановки и воспитания кадров, от работы в качестве директора был освобожден». Традиционная формулировка партийных органов при увольнении неугодного им человека. В подписанной в то же время директором института И.П. Григоровым положительной характеристике от 07.02.1951 г. сказано, что Александр Васильевич является ведущим преподавателем высокой квалификации и принимает участие в общественно-политической работе, а о причине его освобождения от должности директора нет ни слова. Учитывая характеристику, выданную накануне освобождения от должности (14.01.1950 г., смотри выше), в которой Александр Васильевич считается отличным работником, можно отметить очевидные противоречия всех этих документов. Были и другие причины, в том числе и анонимки. Его четыре предшественника были репрессированы, и никто не остался в живых. Под руководством Александра Васильевича в военное и послевоенное время была проделана большая и трудная, но так нужная работа по сохранению института в рабочем состоянии. Она не могла быть выполнена неработоспособными кадрами, которых якобы подбирал и не воспитывал директор института. Причина увольнения просто состояла в том, что этот человек имел свое мнение по решаемым вопросам и не выполнял слепо указаний порой бездарных, но амбициозных людей, обладающих большой властью. Многие это понимали и верили в его невиновность.

В августе 1951 года Александр Васильевич, так много сделавший для ОИИВТа и ОИИМФа, покинул институт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Кузница инженерных кадров для морского флота (Краткий исторический очерк).* – Одесса, 1990. – 152 с.
2. *Одесский национальный морской университет: История, люди, современность, 1930-2005.* – Одесса: Астропринт, 2005. – 216 с.
3. *Одеський національний морський університет.* – К., 2010. – 176 с.
4. *Одесский институт инженеров морского флота, 50 лет.* – М.: ЦРИА, “Морфлот”, 1980. – 50 с.
5. *Мошнянский А.Ф. Звезда по имени ОИИМФ.* – Одесса: Астропринт, 2001. – 200 с.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2011

Н.С. Сторожук

КАФЕДРА ВЫСШЕЙ И ПРИКЛАДНОЙ (ВиП) МАТЕМАТИКИ
(80 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ ФЛОТУ)

Кафедра создана одновременно с институтом инженеров водного транспорта в 1930 году. Становлением кафедры и ее работой с 1930 по 1937 год руководил видный ученый и педагог доцент Н.Н. Васильев.

В те годы, чтобы открыть путь в науку рабочей молодежи, в своей массе не обладающей достаточной школьной подготовкой, были образованы при высших учебных заведениях рабочие факультеты (рабфаки). Острая жажда знаний сделала многих выпускников рабфака после окончания института со временем руководителями крупных предприятий и организаций в морской отрасли, видными учеными. Так рабфаковец, выпускник ОИИВТ А.А. Костюков, стал доктором технических наук, профессором, заслуженным деятелем науки и техники УССР, а в 1960 году ректором ОИИМФа. Этому способствовало высокое педагогическое мастерство институтских преподавателей точных наук, в частности математики. Совершенствованию этого мастерства уделяли большое внимание администрация и профсоюз института. Был, в частности, проведен конкурс на лучшую лекцию, победителем которого стал доцент Н.Н. Васильев, который читал тогда курс высшей математики на кораблестроительном факультете.

До сего дня кафедра хранит традиции, заложенные ее основателем доцентом Н.Н. Васильевым: непрерывное совершенствование методики преподавания, строгое и доступное изложение учебного материала, высокая требовательность в сочетании с доброжелательным отношением к студентам.

С 1937 по 1949 год заведовал кафедрой профессор Б.Я. Левин. При защите кандидатской диссертации Б.Я. Левину была присуждена ученая степень доктора наук. Известный ученый в области теории аналитических функций Б.Я. Левин возглавлял научный семинар кафедры, в котором участвовали известные затем в стране математики.

С 1949 по 1972 год на кафедре сменилось 9 заведующих кафедрой. Из-за различия их научных интересов на кафедре не сложилось единого направления научно-исследовательской работы, единой математической школы, хотя среди них были видные ученые. В эти годы заведовали кафедрой профессора Л.И. Волковыкий, А.А. Зыков, Кованько, М.Е. Подтягин, Ю.Л. Родин, М.А. Рутман, В.П. Цесевич и доценты Н.И. Белик и А.А. Бобров. Наибольший след оставили после себя член-корреспондент АН УССР В.П. Цесевич, профессора А.А. Зыков, Ю.Л. Родин, доцент А.А. Бобров. Профессор В.П. Цесевич, член-корреспондент Академии наук УССР, крупный ученый в области

астрономии, много внимания уделял методической работе. Им было подготовлено солидное учебное пособие по теории функций комплексного переменного для студентов кораблестроительного и гидротехнического факультетов. К сожалению, оно было изготовлено в машинописном варианте в нескольких экземплярах и, по видимому, не сохранилось.

Профессор Ю.Л. Родин руководил научным семинаром «Моделирование транспортных систем» для преподавателей эксплуатационного факультета, а раньше для этого же факультета работал научный семинар по теоретико-вероятностным методам решения задач транспорта под руководством А.А. Боброва.

Крупный ученый в области теории графов профессор А.А. Зыков руководил в институте научным семинаром по теории графов и организовал ежегодный по сути общесоюзный семинар по теории графов.

В 1972 году кафедру возглавил доцент кандидат физико-математических наук В.Н. Дреков, участник боевых действий ВОВ, кавалер ордена Славы III ст, медалей «За победу над Германией», «За взятие Берлина», «За освобождение Праги» и др. (в последствии награжден орденом отечественной войны II ст. и орденом Украины «За мужність» III ст.). Под его руководством была создана лаборатория математического практикума, оснащенная настольными счетными машинами «Искра», которые вскоре были заменены программируемыми микроЭВМ «Электроника МК-56» и «Электроника МК-61». Ввиду отсутствия в то время у преподавателей кафедры опыта пользования программируемой вычислительной техникой был организован учебно-методический семинар, который вел В.Н. Дреков. Он же составил большинство методических инструкций по выполнению заданий математического практикума для студентов. В последствии разделы курса, посвященные методам вычислений были переданы кафедре технической кибернетики и лаборатория прекратила свое существование.

Научно-исследовательская работа в эти годы велась в таких направлениях, как асимптотические и численные методы решения задач математической физики, проблемы прогнозирования, теория операторов в гильбертовых пространствах и др. Члены кафедры оказывали консультативную помощь по математике ученым различных специальных кафедр, участвовали в их хозяйственных темах.

В 1983 году от кафедры высшей математики отпочковалась кафедра прикладной математики, которую возглавил доцент В.Н. Дреков.

Кафедрой высшей математики в 1983 году стал заведовать доктор физико-математических наук, профессор Ю.И. Черский. Ю.И. Черский выдающийся специалист в области функционального анализа и теории аналитических функций, один из основателей одесской школы по крайним задачам теории аналитических функций. Научный семинар, который он вел, посещали и математики других вузов. Под его руководством в этот период были защищены кандидатские диссертации А.Л. Комар-

нищим и Ю.А. Григорьевым – ныне доцентом кафедры. Сам Ю.И. Черский за годы работы в институте написал и опубликовал 9 научных работ.

В 1989 году кафедра высшей математики и кафедра прикладной математики были объединены в кафедру высшей математики. Заведующим кафедрой был назначен доцент В.Н. Дреков, который продолжал руководить кафедрой до 2002 года. За успешную работу он награждался нагрудными знаками «Почетному работнику морского флота СССР» и «Высшая школа СССР. За отличные успехи в работе». В 2008 году ему было присвоено звание профессора ОНМУ, а в 2010 г. – Почетного сотрудника ОНМУ.

С 2002 по 2007 годы кафедрой руководил доктор технических наук Ю.И. Бурименко, опубликовавший за годы своей работы несколько учебных пособий самостоятельно и в соавторстве с членами кафедры. В связи с прикладной направленностью научной деятельности кафедры она получила в 2003 году название «Кафедра высшей и прикладной математики».

С 2007 года кафедру возглавляет ранее работавший деканом факультета довузовской подготовки молодежи, доктор физико-математических наук профессор И.Л. Андронов, а до 2006 года – профессор кафедры астрономии физического факультета Одесского национального университета им. И.И. Мечникова.

И.Л. Андронов – крупный ученый в области астрономии, специалист в области математического моделирования многокомпонентных многомерных сигналов, в том числе, с неравномерным распределением аргументов, а также в области исследования влияния магнитного поля на структуру и эволюцию магнитных тесных двойных звезд. Он продолжает отечественную научную школу исследователей переменных звезд, созданную выдающимся ученым, педагогом, популяризатором и организатором науки членом-корреспондентом АН УССР В.П.Цесевичем (1907-1983). Под его руководством защищено 5 кандидатских диссертаций (Л.С. Кудашкина, ныне доцент ОНМУ, В.И. Марсакова, А.В. Халевин, ныне доценты кафедры астрономии ОНУ, старшие научные сотрудники С.В. Колесников (ОНУ) и А.В. Бакланов (Крымская астрофизическая обсерватория)), еще 3 (В.В. Бреус, Н.А. Вирнина и Л.Л. Чинарова) готовятся к защите. Всего им и его «научными детьми» исследовано более 1400 переменных звезд разных типов. Он член многих международных научных и научно-просветительских обществ, им опубликовано около 400 научных работ в отечественных и международных изданиях, в том числе, многие – в журналах наивысшего рейтинга по официально используемой в Украине международной системе SCOPUS. Научный авторитет И.Л. Андронова в научных кругах мировой астрономической общественности растет с каждым годом, с ним сотрудничают ученые разных отечественных и зарубежных обсерваторий и университетов. По его инициативе, заключены или готовятся к заключению Договора о

сотрудничестве с университетами Кореи, Словакии, Польши, России. Инициатор и координатор международной программы исследования переменных звезд «Междолготная астрономия» (Inter-Longitude Astronomy), в рамках которой проводятся наблюдения с наземных и космических телескопов. Он член редколлегии 5 международных и отечественных научных и 3 научно-популярных журналов, многократно был председателем, сопредседателем или членом международных астрономических конференций. Награжден премией для Молодых ученых Евразийского астрономического общества (1996), Премией им. Академика Н.П. Барабашова Национальной академии наук Украины (2003), нагрудным знаком «Отличник образования Украины» (2010). Кроме того, является заместителем председателя экспертной комиссии МОНУ «Физика, радиофизика и астрофизика» (с 2007 года) и заместителем председателя Государственной аккредитационной комиссии по довузовской подготовке иностранных граждан и граждан Украины (с 2010 года). В 2009 он избран вице-президентом Украинской астрономической ассоциации, официально представляющей Украину в мировом сообществе. В 2004 году решением Международного Астрономического Союза малой планете 11003 присвоено имя «Андронов» как «выдающемуся украинскому звездному астрофизику».

Работающие на кафедре ВиП математики астрономы активно занимаются научной работой в области моделирования математических объектов и процессов под руководством И.Л. Андропова. Л.С. Кудашкина исследует долгопериодические пульсирующие переменные звезды, взаимосвязь их математических характеристик с физическими процессами. В.В. Бреус проводит многоцветную фотометрию и магнитных катаклизмических двойных звездных систем, исследуя эволюцию вращения магнитных белых карликов в промежуточных и асинхронных полярах. Он разработал ряд компьютерных программ, в том числе, использующуюся для фотополариметрии звезд, астероидов и комет на крупнейшем в Украине телескопе им. Академика Г.А. Шайна (Крымская астрофизическая обсерватория), награжден 37 грамотами международного и всеукраинского уровней. Н.А. Вирнина уже открыла и классифицировала около 60 новых переменных звезд, в дополнение к изучению положительных и отрицательных сверхгорбов от прецессирующих аккреционных дисков. Ею обнаружена вторая из известных экзотическая двойная звезда с экстремально мощной ударной волной от аккреционного потока. Награждена дипломами Украинской астрономической ассоциации, Украинского общества любителей астрономии и международной конференции в Польше.

За активную просветительскую и популяризаторскую работу в год астрономии, ректор ОНМУ проф. И.В. Морозова, а также сотрудники кафедры И.Л. Андронов, В.В. Бреус, Н.А. Вирнина и Л.С. Кудашкина награждены дипломами Украинской Астрономической Ассоциации, а

ОНМУ, как организация, отмечен дипломом Международного Астрономического Союза.

В разные годы в течение длительных периодов времени зарекомендовали себя добросовестным и успешным трудом на кафедре доценты Ю.Д. Колыбихин, А.А. Паскаленко, П.Г. Рехтман-Ольшанская, Е.П. Филянская, Ю.Л. Шмульян, С.А. Щеголев; старшие преподаватели Ю.П. Анисимов, П.Г. Башкарев, Л.Н. Захаржевская, Н.И. Кабанова, Г.И. Помельникова, Л.М. Попова, В.Я. Сафронова, В.А. Ситник, М.Я. Фомичев, В.Н. Шабловская; ассистенты В.В. Билай, О.И. Козьярская, В.Л. Круглова, Л.А. Полетаева, А.П. Порпулит, И.В. Скрыпник, Е.С. Ткач; старшие лаборанты Г.З. Годулян, В.И. Давыдова и А.П. Давыдов, Т.С. Булдович и др.

Менее продолжительными были сроки работы доцента Б.П.Бузиновского, старших преподавателей В.В. Матюшкова, О.В. Синявского, ассистентов Л.Н. Грибняк, Н.В. Красносельской, А.Б. Резникова, А.В. Сапожникова, Г.П. Скорик, А.А. Стехун.

В настоящее время коллектив кафедры объединяет опыт ветеранов в лице проф. В.Н. Дрекова, доцентов Ю.А. Григорьева, Н.А. Слынько, Н.С. Сторожука, старших преподавателей Н.А. Мазур и Э.И. Семиренко; ассистентов Н.П. Звекковой и С.Г. Прибегина и энергию молодых – доцентов С.А. Кириллова, Л.С. Кудашкиной и С.Б. Сиваш; старших преподавателей Л.И. Кусик, Г.В. Соколовской; ассистентов Е.Н. Бандурко, В.В. Бреуса, Н.А. Вирниной, Т.Г. Войтик, О.В. Ковалева, Т.Г. Копейкиной, С.Ю. Соколовского.

Ветеран ОНМУ Н.С. Сторожук, участник Великой Отечественной войны на трудовом фронте, работает в университете с 1956 года. Кроме научно-педагогической работы выполнял разные поручения общественно-институтских общественных организаций, был председателем профкома института. С 1974 года руководит довузовской подготовкой молодежи в должностях заведующего подготовительным отделением, заместителя декана, а затем и декана факультета довузовской подготовки молодежи, заведующего центром довузовской подготовки молодежи. За успешную работу он награждался медалями и нагрудными знаками «Почетному работнику морского флота СССР» и «Высшая школа СССР. За отличные успехи в работе». Почетный сотрудник ОНМУ.

Учебно-вспомогательный персонал кафедры в настоящее время составляют старшие лаборанты М.В. Ермакова (секретарь кафедры), М.Н. Бурназаки, и лаборанты-совместители В.В. Бреус и Н.А. Вирнина.

Кафедра выполняет учебную работу на всех факультетах (кроме юридического), в центре довузовской подготовки молодежи и в центре последипломного образования и повышения квалификации.

Кроме традиционного курса высшей математики преподаватели кафедры читают такие курсы, как теория вероятностей и математическая статистика, дискретная математика, математическое программирование,

На кафедре создана и постоянно обновляется большая библиотека методического обеспечения учебного процесса, которая содержит конспекты лекций, учебные пособия по всем разделам курса высшей математики, методические указания, задания для самостоятельной работы и контроля знаний.

Под руководством преподавателей кафедры, студенты ОНМУ ежегодно участвуют во всеукраинской математической олимпиаде. Так, студентка Е. Шихеева под руководством Л.И. Кусик занимала 2 (2008 г.) и 3 (2009 г.) места.

Научная деятельность кафедры от ее основания и доньше ведется в рамках одной обширной темы «Математический анализ и его приложения». Конкретные аспекты, разрабатываемые членами кафедры, определяются их научными интересами и задачами, возникающими в процессе сотрудничества со специальными кафедрами университета, а также отечественными и зарубежными университетами и обсерваториями.

УДК 378.4(091)

В.В. ЛЕВЧЕНКО

К ВОПРОСУ СТАНОВЛЕНИЯ И ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ОДЕССКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО МОРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

В статье рассматривается этап становления и развития исторического пути одного из наистарейших высших учебных заведений Украины – Одесского национального морского университета (ОНМУ). На основе опубликованных и репрезентованных архивных источников автор показывает преемственность ОНМУ со структурными подразделениями Политехнического института, что дает основания считать годом зарождения университета 1918 год.

У статті розглядається етап становлення та розвитку історичного шляху одного з найстаріших вищих навчальних закладів України – Одеського національного морського університету (ОНМУ). На основі опублікованих та репрезентованих архівних джерел автор показує спадкоємність ОНМУ з структурними підрозділами Політехнічного інституту, що дає підставу вважати роком заснування університету 1918 рік.

Ключевые слова: *Одесский национальный морской университет, преемственность, инфраструктура, высшее инженерно-водное образование.*

Ключові слова: *Одеський національний морський університет, спадкоємність, інфраструктура, вища інженерно-водна освіта.*

В 2010 году Одесский национальный морской университет (ОНМУ) отметил свой 80-летний юбилей. Большой путь был пройден высшим учебным заведением за это время, и не будет преувеличением сказать, что история развития университета свидетельствует о его весомой деятельности в сфере образования и науки. Пройдя непростой путь становления и развития, продемонстрировав большие потенциальные возможности, богатейший опыт и развитую научно-техническую базу, вуз сумел завоевать репутацию одного из ведущих научно-образовательных центров в подготовке специалистов для береговых предприятий водного транспорта.

В современной интерпретации истории университета есть много ключевых исторических дат: 1930 год – официально сообщено об открытии Одесского института инженеров водного транспорта (ОИИВТ); 1945 год – его переименование в Одесский институт инженеров морского

флота (ОИИМФ); 1994 год – переименование в Одесский государственный морской университет (ОГМУ); 2002 год – присвоение университету статуса национального (ОНМУ). Обращая внимание, на некоторые забытые фрагменты истории вуза, и желая восстановить историческую справедливость, хотелось бы вспомнить даты – 1918 и 1920 годов. На первый взгляд покажется удивительным, какое отношение имеют эти даты к вузу, организованному в 1930 году. Но это только на первый взгляд. Первая дата важна тем, что 15 сентября 1918 года был открыт Одесский политехнический институт (ОПИ), на двух отделениях которого – судостроительном и гидротехническом, зарождались и развивались основы высшего образования для подготовки кадров инженерно-водного комплекса [1. С. 66, 90]. Вторая дата – 1920 год – размещение ОПИ в здании закрытого к тому времени Института благородных девиц, которое по сегодняшний день является одним из трёх корпусов ОНМУ. Подробнее о событиях и фактах, которые произошли в эти годы, их роли и значении в истории университета пойдёт речь в данной публикации.

Цель данного исследования заключается в том, чтобы не только вспомнить забытые страницы истории ОНМУ и поставить вопрос о его точном возрасте, но и отобразить некоторые аспекты формирования высшего инженерно-водного образования в стране и определить роль ОНМУ в подготовке инженеров водного транспорта для отечественного флота в период 1920-40-х гг.

История ОНМУ неразрывно связана с общим развитием высшего технического образования в Российской империи, СССР и Украине. Истоки развития и становления вуза были подготовлены всем ходом развития системы технического образования и науки. Чтобы лучше понять эволюцию становления, современное состояние и дальнейшее развитие университета, обратимся к фактам истории.

Первая мировая война и революции 1917 года коренным образом изменили политическую и социальную сферу жизни общества, неотъемлемой частью которых стала глобальная трансформация культуры, вместе с её составляющей – системой высшего образования. В течение XX столетия общество пережило не одну модернизацию, каждая из которых определенным образом меняла его социально-экономическое устройство и всякий раз доказывала, насколько сложным является решение проблемы развития и совершенствования высшей школы [2].

Не миновали эти перипетии и высшую школу Одессы [3], частью которой был и ОПИ [4]. Идея создания в Одессе высшего учебного заведения технического типа была озвучена в докладе представителей «Союза студентов-техников» на собрании инициативной группы общественных деятелей, где обсуждался вопрос об учреждении Политехникума. Катализатором этих действий в свою очередь стало то, что к концу 1917 года в Одессе оказалось значительное количество демобилизованных из армии студентов различных технических вузов Российской империи, призванных на воинскую службу с первого и второго курсов. «Так как

переживаемые безвременье и развал хозяйственной жизни страны, – отмечалось в докладе, – не должны останавливать культурного строительства края, то приходится признать желательным осуществление в Одессе Политехникума в как можно ближайшее время». Для решения этой задачи немаловажным было желание самих городских властей открыть в одном из крупнейших городов страны, являвшегося научно-образовательным центром и главным портом южного региона Политехнический институт. В свою очередь решение данной задачи ориентировало на подготовку технических кадров в контексте промышленного развития страны.

Инициатива студентов-техников была поддержана Одесским отделением Технического общества, и вскоре Городская дума приняла решение об учреждении в Одессе Политехнического института. При Техническом обществе сформировался организационный комитет из представителей заинтересованных учреждений и научно-технической интеллигенции (А.А. Нилус, Ч.Д. Кларк, Г. К.Суслов, И.Ю. Тимченко, Н.Н. Васильев и другие, всего 79 человек). Комитет был поделен на три комиссии: программно-учебную (35 человек), организационную (22) и финансово-хозяйственную (22), представители которых и провели подготовительную работу по организации института [5. Л. 14-15]. В короткое время был разработан «Устав Одесского политехнического института», где определялась его структура, и указывалось, что управление институтом возлагается на Попечительский совет (19 человек), Совет института, Технический комитет, факультетские собрания, ректора и проректора института. Здесь же определялся состав этих органов, порядок их избрания и их компетенции [5. Л. 1-19]. «Союз студентов-техников» предварительно провел регистрацию абитуриентов и студентов и распределил их по специальностям и курсам. При комплектовании студенческого корпуса преимущество отдавалось выпускникам (или бывшим студентам) средних и высших учебных заведений технического профиля (студенты физико-математических факультетов принимались в последнюю очередь) [6. Л. 4-5 об.]. Последний фактор свидетельствует о намерениях организаторов вуза вести подготовку именно техников-практиков для разных отраслей промышленности.

В работе по организации учебно-научной деятельности ОПИ активное участие брали также представители «Союза студентов-техников». 8 ноября 1918 года Правление «Союза» до полного оформления полномочного студенческого органа института делегировало по два представителя в Попечительный Совет (А.М. Левицкий, И.В. Серебрянников), Совет профессоров (Р.А. Рейхенберг, С.Д. Левенсон) и Советы факультетов: механический (С.Д. Левенсон, Д.О. Кеслер) и инженерно-строительный (Л.Ф. Жидек, О.А. Гершберг) [5. Л. 21]. После окончания ОПИ в 1921 году, некоторые представители студенческого самоуправления в дальнейшем стали штатными сотрудниками института. Так, И.В. Серебрянников в 1921 году занял должность заведующего библиотекой,

А.М. Левицкий в том же году стал помощником ректора по хозяйственной части [7. Л. 18 об., 21], а С.Д. Левенсон со временем – профессором, первым заведующим кафедрой двигателей внутреннего сгорания ОИИВТ [8. Л. 15].

ОПИ начал работу 15 сентября 1918 года [6. Л. 1], а его торжественно-официальное открытие и начало первых лекций состоялось три дня спустя – 18 сентября [4]. В связи с этим событием в газете «Одесский вестник» появилось сообщение о том, что начинает свою жизнь долгожданный и необходимый для развития промышленности юга страны институт [9].

В первом учебном году (1918/19) ОПИ состоял из трёх факультетов: механический (отделения – механическое (промышленного машиностроения и технологии металлов и дерева), судостроительное, электротехническое); инженерно-строительный (отделения – сухопутно-дорожного строительства, мелиоративно-гидротехническое, санитарного зодчества); экономический (отделения – публично-хозяйственное и частно-хозяйственное) [6. Л. 1-1 об.]. Каждое из отделений в свою очередь распалось на ряд направлений с целью подготовки специалистов в соответствующих отраслях.

Рассматривая аспект преемственности ОНМУ с ОПИ, следует отметить, что судостроительное и мелиоративно-гидротехническое отделения являлись основными структурными подразделениями, где происходило становление и развитие инженерно-водного высшего образования. Характерным подтверждением преемственности двух вузов могут быть предметы учебных планов двух отделений. На судостроительном отделении преподавались курсы теории корабля, корабельной архитектуры, вибрации судов, судовых механизмов, строительной механики корабля, а на мелиоративно-гидротехническом – гидравлика, гидрогеология и буровые работы, приморские сооружения, водные сообщения, использование водной силы, гидрология, плотины [6. Л. 1-1 об.]. Сопоставляя учебные курсы двух выше упомянутых отделений ОПИ и двух факультетов ОНМУ (кораблестроительного и воднотранспортных и шельфовых сооружений) приходим к выводу, что первые две структурные единицы, вследствие многочисленных трансформаций высшей школы Одессы на протяжении XX века, более чем через девяносто лет являются профильными факультетами ОНМУ.

Анализ структуры института, его учебных планов, профессорско-преподавательского состава, условий приёма абитуриентов дают возможность констатировать, что в первые годы существования инфраструктура [10] ОПИ соответствовала стандартам технического университета рубежа XX-XXI веков. В то время как в начале XX века система высшего образования Российской империи предусматривала наличие только классических университетов, а высшим статусом вуза инженерно-промышленного профиля были институты [11].

Таким образом, в 1918 году усилиями властей и научного сообщества Одессы, реализуя план по созданию в городе учебно-научного центра в области технических знаний, начал свою деятельность ОПИ. По своей инфраструктуре и функциональным возможностям созданный институт являлся одним из современных вузов технического профиля в Российской империи.

Учитывая необходимость подготовки профессионально-технических кадров и исторический момент становления ОПИ, уже во время второго учебного года его руководство провело реорганизацию структуры института. В 1919 году приём абитуриентов проводился на факультеты: механический (отделения – заводских инженеров, железнодорожных инженеров, прокатных инженеров, машиностроительное, гидромеханическое, электромеханическое, судостроительное); инженерно-строительный (отделения – санитарной техники, мелиорации, водных сооружений и портов, железных дорог и мостов, городских и земских дорог и мостов); экономический (отделения – торгово-промышленное, кооперативное, публично-хозяйственное, государственного, городского и земского хозяйства) [6. Л. 6]. Из перечисленных отделений два – судостроительное, водных сооружений и портов являются прямыми предшественниками двух базовых факультетов ОНМУ – кораблестроительного и воднотранспортных и шельфовых сооружений, которые на протяжении уже более восьмидесяти входят в его инфраструктуру.

В начале 1920 года в судьбе ОПИ, как и всей страны, произошли радикальные изменения. После победы большевиков в революции и гражданской войне начался новый этап в развитии системы высшего образования, произошло рождение новой структуры высшей школы, противостоящей логике и элементам старой дореволюционной схемы. Экономические факторы кризисной ситуации, которая сложилась в стране, обусловили острую потребность в разработке программы возрождения и развития промышленности. В связи с этим система высшего образования была переключена под лекало советской власти.

12 марта 1920 года ОПИ был национализирован и перешел в разряд государственных [3. С. 49], а с подчинением всех вузов Одессы Отделу высших учебных заведений Народного комиссариата просвещения УССР [12] его факультетский состав увеличился на одну структурную единицу – сельскохозяйственный факультет [13. Л. 36].

Становление первого на юге страны технического вуза проходило в крайне неблагоприятных экономических условиях. После гражданской войны бездействовали или функционировали не в полную мощь порты, судоремонтные заводы, были разрушены железные дороги. Новое руководство страны придавало большое значение восстановлению промышленности, которая остро нуждалась в специалистах высокой квалификации. В связи с этим перед руководством ОПИ ставилась задача подготовки новых кадров, в том числе инженерно-водной отрасли. Поскольку абитуриенты, вступающие в институт, имели слабый общеобразова-

тельный уровень, то его администрация организовала рабочий факультет – один из первых в УССР.

Учитывая важную значимость ОПИ в налаживании экономического потенциала страны, по решению властей, заведению выделили здания закрытого на то время Института благородных девиц (на сегодняшний день «старый» корпус ОНМУ), Одесского учебного округа и примыкавшие к ним территории между улицами Внешней (ныне Мечникова) и Балковской. Помещения бывших Сабанских казарм (улица Канатная, 23), где с 1918 года размещался ОПИ, в 1920 году с установлением в Одессе советской власти было занято Губернской чрезвычайной комиссией [6. Л. 2 об.].

Процесс реорганизации высшей школы в первые годы советской власти был сложным и не всегда логичным. После одного года функционирования в структуре ОПИ в марте 1921 года из его состава выделили сельскохозяйственный факультет на базе, которого был создан Одесский сельскохозяйственный институт [14. Л. 4]. За ОПИ было оставлено основное здание бывшего Института благородных девиц и прилегающее одноэтажное здание (лазарет-изолятор). Именно это помещение было отведено под гидравлическую лабораторию, в которой в соответствии с потребностями хозяйственного строительства были открыты три отделения: гидротехническое (по вопросам санитарной гидротехники и регулирования водных путей сообщения), гидромеханическое (по вопросам водоснабжения и утилизации водных масс), судостроительное (по испытанию моделей судов и винтов) [8. Л. 70]. Этот факт подтверждает активное развитие в стенах ОПИ специальностей инженерно-водного профиля.

Одними из организаторов инфраструктуры ОПИ были учёные, которые активно участвовали в становлении высшего инженерно-водного образования в Одессе [1. Л. 6-10], а их научно-преподавательская деятельность в 1930-40-е годы связана с ОИИВТ. 15 февраля 1921 года ректором ОПИ был назначен Г.К. Суслов, деканом механического отделения – Ч. Д. Кларк, деканом инженерно-строительного отделения – Б.Н. Кандыба. 29 апреля 1921 года Б.Н. Кандыба был утверждён заведующим гидротехническим кабинетом, а Ч. Д. Кларк заведующим машинно-котельной станцией. 16 февраля 1921 года Н.Н. Васильев назначен проректором по административной части [8. Л. 20-21, 38].

К 1925 году ОПИ добился значительных успехов в подготовке квалифицированных специалистов инженерно-водного профиля, став одним из научно-образовательных центров в этой области в СССР. В это время ОПИ включал в себя судостроительный факультет с отделениями судостроения и судомеханики, а также инженерно-строительный (с гидротехническим отделением) и энергетический факультет [1. С. 6].

Благодаря повышенному вниманию и участию со стороны государства социальный статус естественных наук, частью которых являлись знания инженерно-водной области, значительно вырос. Что нашло своё

воплощение в форсированном развертывании институциональной структуры науки, масштабной подготовке профессиональных кадров, кардинальном расширении и актуализации проблематики [15. С. 95]. Модернизация высшего инженерно-водного образования проходила в условиях жесточайшего финансового, технического, кадрового дефицита, поскольку накопление его внутренних ресурсов значительно отставало от темпов развития. Водный транспорт СССР находился в состоянии хронического кризиса на протяжении 1920-30-х годов. В течение этих лет вся отрасль страдала от нехватки специалистов. В такой ситуации должности инженеров заполнялись техниками и практиками и часто оставались вакантными. Недостаток инженеров и техников в портах объяснялся не только общей для всей страны проблемой индустриализации, но и отсутствием специалистов в достаточном количестве ещё в дореволюционный период.

На рубеже 1929-1930 годов руководство страны всё чаще стало озвучивать предложение о переводе высшего образования полностью на отраслевое подчинение, восстановлении университетов и последовательного осуществления реформы высшей школы с целью усиления ответственности за подготовку кадров. 5 марта 1930 года состоялось заседание Политбюро ЦК ВКП(б), на котором был заслушан и обсужден доклад комиссии, утвержден проект резолюции по дальнейшей реформе системы высшего образования в СССР. Обобщая и логически завершая резолюции партийного руководства, было принято решение передать все технические вузы, большинство технических факультетов вузов в распоряжение ВСНХ СССР, через него – Советам народного хозяйства республик и хозяйственным объединениям. В ходе осуществляемой реформы все руководство по вопросам подготовки кадров сосредотачивалось в руках хозяйственных (профильных) народных комиссариатов и объединений. Последние также занимались методическим обеспечением учебного процесса, но под контролем Народного комиссариата просвещения.

ОИИВТ – типичный пример реализации на практике решений правительства о расширении сети и создании профильных вузов. Он был выведен из структуры ОПИ буквально за несколько месяцев, во многом благодаря поддержке руководства отрасли, имеющимся кадрам преподавателей и энтузиазму коллектива нового института. Подобным образом создавались в это время многие новые профильные вузы по всему СССР.

Подтверждением того факта, что предшественник ОНМУ в 1930 году был выведен из структуры ОПИ как его часть является Постановление СНК УССР (выписка из протокола № 19/672) от 12 июня 1930 года «Про реорганізацію ВИШ'ів та ВТИШ'ів і про передачу їх у відання відповідних наркоматів». Таким образом, исходя из названия и содержания данного Постановления, ОПИ был подвергнут «реорганизации», следствием которой было разделение его инфраструктуры на сеть новых профильных институтов. Вследствие чего структурные подразделения (факультеты и отделения) ОПИ стали предшественниками многих новосозданных заведений высшей школы УССР: Одесский энергетический

институт (факультеты теплотехнический, механический, хладотехники) организованный на основе энергетического факультета; Одесский институт связи (факультеты радиотехники, топографии и телефонии) организованный на основе факультета связи; Николаевский судостроительный институт (факультеты судостроительный и машиностроительный) организованный на базе Николаевского машиностроительного института и судостроительного факультета ОПИ; Одесский институт морского транспорта (ОИМТ) в составе гидротехнического, эксплуатационного и механического факультетов организованный на базе факультетов портостроительства и гидротехнических сооружений. ОИМТ подчинялся ведомству Народного комиссариата путей сообщения [16. С. 1-8].

Вскоре ОИМТ был переподчинён Народному комиссариату водного транспорта и стал именоваться ОИИВТ [1. С. 8]. В начале учебного года в структуру института был введён судостроительный факультет. Соответственно трансформации структурных подразделений ОПИ все студенты были переведены на соответствующие специальности новых вузов. Интересен тот факт, что студенты старших курсов прошедшие четырёхлетнее обучение в ОПИ стали первыми выпускниками только созданных институтов. Так, Г.В. Неизвестный, будучи студентом судостроительного факультета ОПИ с 1926 года (система высшего образования предусматривала четырёхлетнее обучение), в 1930 году вошёл в состав первого выпуска инженеров-судостроителей ОИИВТ [1. С. 20, 22]. Данный факт является ещё одним ярким примером преемственности ОИИВТ с ОПИ в период реорганизации высшей школы Одессы в 1930 году.

Как результат реорганизации системы высшего образования в 1930 году ОПИ был реорганизован на несколько профильных институтов, в том числе и ОИМТ-ОИИВТ, который с профессорско-преподавательским составом и студенческим корпусом соответствующих отделений продолжили свою деятельность в помещениях своего предшественника. К 1933 году сложилась постоянная сеть вузов и была определена номенклатура специальностей для каждого из них, которая и сохранялась долгое время.

В основу подтверждения преемственности между ОПИ (1918-1930) и ОНМУ (1930-2010) мы вводим три составляющие части: передача ОИИВТ материальной базы ОПИ; традиции студенческого сообщества, которое с реорганизацией института продолжило образование в новом заведении (следует отметить приобщение выпускников к научно-педагогической деятельности) и часть преподавательских кадров ОПИ, которые в ОИИВТ стали не только основой профессорско-преподавательского состава, но и самым важным звеном в преемственности – продолжали развивать знания в инженерно-водной области науки.

Есть ещё один факт, который подтверждает преемственность ОИИВТ с ОПИ. В 1945 году на государственном уровне были проведены торжественные мероприятия в честь 25-летнего юбилея со дня основания

ОИИВТ [17]. Аргументы, которые послужили основой для празднования 25-й годовщины, находим в приказе по ОИИМФ от 24 ноября 1945 года за подписью директора А.В. Будницкого, где указано, что «В этом году исполняется 25 лет со времени организации кораблестроительного факультета Одесского политехнического института, на базе которого был создан Институт инженеров водного транспорта» [18. Л. 131, 134].

Таким образом, отбрасывая идеологические предрассудки советской власти, которая, празднуя в 1945 году юбилей ОИИМФ, пренебрегла двумя годами деятельности «кораблестроительного факультета» ОПИ в досоветский период (1918-1920) и, учитывая каноны преемственности вузов – последовательную передачу инфраструктуры, ОНМУ имеет все основания для чествования в 2018 году своего 100 летнего юбилея.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Одесский национальный морской университет: История. Люди. Современность: 1930-2005 /* Ред. кол.: И.В. Морозова и др. – Одесса, 2005.
2. Демидова Е. И. *Формирование советской системы высшего образования.* – Саратов: Изд-во СГСЭУ, 2007. – С. 7.
3. Левченко В.В. *Трансформація вищої школи Одеси (1917-1922): проекти та реалії // Юго-Запад. Одессика. Историко-краеведческий научный альманах.* – Одесса, 2009. – Вып. 8. – С.36-52; Левченко В.В. *Історія Одеського інституту народної освіти (1920-1930 рр.): позитивний досвід невдалого експерименту.* – Одеса, 2010. – 428 с.
4. *Одесский государственный политехнический университет, 1918-1998 /* За ред. В.П. Малахова. – Одесса, 1998.
5. *Государственный архив Одесской области (ГАОО).* – Ф. Р-126. – Оп. 1. – Д. 9.
6. ГАОО. – Ф. Р-126. – Оп. 1. – Д. 4.
7. ГАОО. – Ф. Р-126. – Оп. 1. – Д. 129.
8. ГАОО. – Ф. Р-5397. – Оп. 4. – Д. 20.
9. *Одесский вестник.* – 1918. – 18 сентября.
10. *«Инфраструктура» – совокупность материальных, организационных и человеческих ресурсов или сложная система обеспечения научной деятельности, которая включает такие компоненты: «субъекты науки» (учёные, научное сообщество), организацию науки; систему научно-исследовательских учреждений; систему издания научной продукции; коммуникационную и информационную систему; материально-техническую и финансовую базы науки; систему введения в практику результатов научной деятельности.*

- Подробнее см.: Урсу Д.П. Современная историография стран Тропической Африки. 1960-1980. – М., 1983. – С. 113; Попова Т. М. Историография в лицах, проблемах, дисциплинах: Из истории Новороссийского университета. – Одесса, 2007. – С. 81-84.*
11. Иванов А. Е. Высшая школа России в конце XIX-начале XX века. – М., 1991. – С. 358-359, 368.
 12. Отдел высших учебных заведений – в июне-июле 1920 года местный самостоятельный орган реформирования структуры высшей школы Одессы (заведующий Е.Н. Щепкин), непосредственно подчинялся НКП УССР. В ведомство данного органа переходили все субъекты и функции реорганизации системы высшей школы в Одессе. *Подробнее см.: Левченко В.В. Історія Одеського інституту народної освіти (1920-1930 рр.): позитивний досвід невдалого експерименту. – Одеса, 2010. – С. 71-72.*
 13. ГАОО. – Ф. Р-126. – Оп. 1. – Д. 91.
 14. ГАОО. – Ф. Р-1395. – Оп. 1. – Д. 11.
 15. Лельчук В. С. Научно-техническая революция и промышленное развитие СССР. – М., 1987.
 16. Бюлетень Народного Комісаріату Освіти УСРР. – 1930. – № 27.
 17. Левченко В. В. До історії Одеського національного морського університету: 25-річний ювілей 1945 р. – історична вигадка чи реальність? // 63 науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу: Зб.тез доповідей. – Одеса: ОНМУ, 2010. – С. 62-63.
 18. ГАОО. – Ф. Р-5397. – Оп. 4. – Д. 42.

Стаття надійшла до редакції 09.09.2010

Рецензент – доктор історичних наук, професор, завідувач кафедри «Українознавство» Одеського національного морського університету **М.І. Михайлуца**.

УДК 621.187.12:66.048

В.Д. БОЙКО, В.Х. КИРИЛЛОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛНООБРАЗОВАНИЙ
НА ПОВЕРХНОСТИ ТОНКОГО СЛОЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ,
ТЕКУЩЕЙ ПО НАКЛОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Для судовых пленочных водоопреснителей тепломассообменные процессы опреснения осуществляются на свободной поверхности тонкого слоя жидкости. Безволновое ламинарное течение пленки жидкости является нестойким. На поверхности пленки, вниз за потоком, возникают нелинейные волнообразования. В статье производится вычислительное исследование подобногорода волн большой амплитуды.

Для судових плівкових водопріснювачів тепломасообмінні процеси опріснення здійснюються на вільній поверхні тонкого шару рідини. Безхвильова ламінарна течія плівки рідини є нестійкою. На поверхні плівки, вниз за потоком, виникають нелінійні хвилеутворення. У роботі проводиться чисельне дослідження подібного роду хвиль великої амплітуди.

Ключевые слова: пленочный водоопреснитель, испаритель, конденсатор, математическая модель, уравнения пограничного слоя, метод Рунге-Кутта, вычислительный эксперимент, подобного вида волн большой амплитуды.

Ключові слова: плівковий водопріснювач, випарник, конденсатор, математична модель, рівняння пограничного шару, метод Рунге-Кутта, обчислювальний експеримент, подібного роду хвиль великої амплітуди.

Актуальность. Вес, стоимость и габариты адиабатических испарителей при равной производительности и параметрах первичного и вторичного пара оказываются меньше, чем у кипящих испарителей. Это обусловило их широкое использование на многих судах в последнее время.

В указанных опреснителях тепломассообменные процессы опреснения осуществляются на свободной поверхности тонкого слоя жидкости. Течение пленки жидкости в таком процессе является неустойчивым. На поверхности пленки, вниз по потоку, возникают нелинейные волнообразования, которые могут существенно влиять на производительность и энергетическую эффективность опреснителя.

Цель работы. Провести численное исследование условий возникновения нелинейных процессов и их влияние на процесс опреснения.

Изложение основного материала. Структурная схема пленочного опреснителя показана на рис. 1.

Предлагаемый водоопреснитель состоит из двух основных частей – испарителя и конденсатора. Обе части опреснителя выполнены в виде вертикальных кожухотрубных теплообменников.

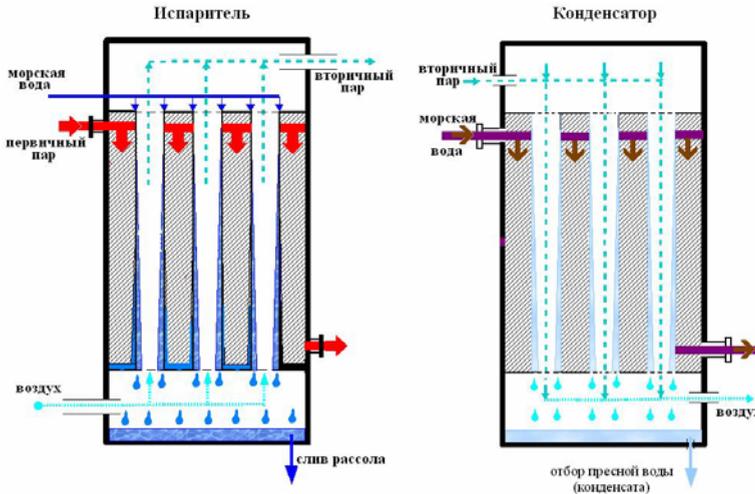


Рис. 1. Структурная схема пленочной опреснительной установки

В верхнюю часть кожухотрубного испарителя подается морская вода, которая в виде тонкой пленки стекает по внутренней поверхности вертикальных трубок. Внешняя поверхность этих трубок прогревается первичным паром, подаваемым в межтрубное пространство. В результате испарения морской воды в области вертикальных труб образуется вторичный пар.

Из испарителя вторичный пар попадает в конденсатор, где охлаждается забортной водой. Поступая в верхнюю часть трубной доски и охлаждаясь, вторичный пар конденсируется на внутренней поверхности труб. Стекающий дистиллят попадает в поддон конденсатора.

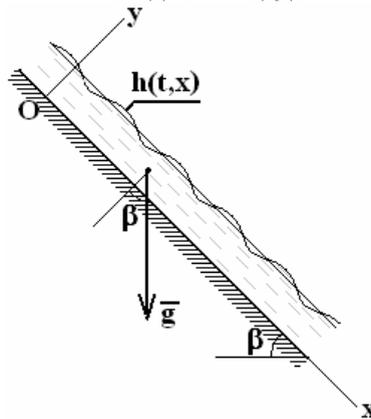


Рис. 2. Схема плёночного течения

Течение тонкого слоя вязкой жидкости по наклонной поверхности описывается уравнениями пограничного слоя [2-4]:

уравнения движения –

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + g \sin \beta \quad (1)$$
$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + g \cos \beta = 0$$

уравнение неразрывности –

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

Граничные условия на свободной поверхности при $y = h(t,x)$ имеют вид

$$v = \frac{\partial h}{\partial t} + u \frac{\partial h}{\partial x} \quad (3)$$

$$p + \sigma \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = p_0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} = 0 \quad (5)$$

Заметим, что (3) – это кинематическое условие, а (4), (5) – динамические условия (непрерывность нормальных и касательных напряжений).

В соотношениях (1) – (5) приняты следующие обозначения:

ρ – плотность жидкости, кг/м³;

ν – кинематическая вязкость жидкости, м²/с.

σ – коэффициент поверхностного натяжения, Н/м.

На наклонной поверхности при $y = 0$ имеет место условие прилипания

$$u = v = 0. \quad (6)$$

В уравнениях (1)-(2) и граничных условиях (3)-(6) неизвестными функциями являются:

- компоненты скорости $u(t,x,y)$ (продольная скорость) и $v(t,x,y)$ (поперечная скорость), м/с;
- давление $p(t,x,y)$, Па;
- уравнение свободной поверхности $y = h(t,x)$ (локальная толщина плёнки жидкости, м).

Упростим исходную дифференциальную задачу (1)-(6).

Из уравнения неразрывности (2) определяем поперечную компоненту скорости $v(t,x,y)$

$$v = - \int_0^y \frac{\partial u}{\partial x} dy. \quad (7)$$

Из второго уравнения системы (1) следует –

$$p(t,x,y) = -\rho g y \cos \beta + f(x).$$

Из условия непрерывности нормальных напряжений (4) на свободной поверхности $y = h(t,x)$ имеет место соотношение

$$p(t,x,y) = -\sigma \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + p_0 = -\rho g h \cos \beta + f(x), \quad (p_0 = \text{const} - \text{давление со стороны газа на свободной поверхности})$$

откуда следует, что

$$f(x) = \rho g h \cos \beta - \sigma \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + p_0.$$

Таким образом, искомое распределение давления при волновом режиме течения определяется следующим соотношением:

$$p(t,x,y) = -\sigma \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \rho g (h-y) \cos \beta + p_0. \quad (8)$$

Получив из (8) соотношение $\frac{\partial p}{\partial x} = -\sigma \frac{\partial^3 h}{\partial x^3} + \rho g \frac{\partial h}{\partial x} \cos \beta$, в результате первое уравнение системы (1) с учётом предыдущего соотношения и формулы (7) запишем в виде

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} - \int_0^y \frac{\partial u}{\partial x} dy \cdot \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\sigma}{\rho} \frac{\partial^3 h}{\partial x^3} + v \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - g \frac{\partial h}{\partial x} \cos \beta + g \sin \beta \quad (9)$$

Уравнение (9) – это интегро-дифференциальное уравнение относительно функций $u(t,x,y)$ и $h = h(t,x)$.

Из кинематического условия при $y = h(t,x)$ с учётом соотношения (7), имеем

$$\frac{\partial h}{\partial t} + u \frac{\partial h}{\partial x} + \int_0^h \frac{\partial u}{\partial x} dy = 0.$$

Введём новую неизвестную функцию

$$q(t, x) = \int_0^h u dy$$

Величина q представляет собой расход жидкости, приходящийся на единицу ширины плёнки.

Тогда кинематическое условие на свободной поверхности приобретает простейший вид

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0. \quad (11)$$

При этом математическая модель волнового плёночного течения по наклонной поверхности определяется следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} - \int_0^y \frac{\partial u}{\partial x} dy \cdot \frac{\partial u}{\partial y} &= \frac{\sigma}{\rho} \frac{\partial^3 h}{\partial x^3} + \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - g \frac{\partial h}{\partial x} \cos \beta + g \sin \beta \\ \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} - \int_0^y \frac{\partial u}{\partial x} dy \cdot \frac{\partial u}{\partial y} &= \frac{\sigma}{\rho} \frac{\partial^3 h}{\partial x^3} + \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - g \frac{\partial h}{\partial x} \cos \beta + g \sin \beta \\ \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} &= 0 \quad q(t, x) = \int_0^h u dy. \end{aligned} \quad (12)$$

$$u = 0, \quad \text{при } y = 0.$$

Предполагая параболическое распределение продольной составляющей скорости

$$u(t, x, y) = \frac{3q}{h} \left(\frac{y}{h} - \frac{1}{2} \frac{y^2}{h^2} \right), \quad (13)$$

подставим (13) в первое уравнение системы (12) и усредним его по толщине слоя жидкости от $y = 0$ до $y = h(t, x)$. В результате система (12) приводится к двум дифференциальным уравнениям относительно неизвестных функций $q = q(t, x)$ и $h = h(t, x)$

$$h^2 \frac{\partial q}{\partial t} + 2,4qh \frac{\partial q}{\partial x} - 1,2q^2 \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{\sigma}{\rho} h^3 \frac{\partial^3 h}{\partial x^3} - 3\nu q - g h^3 \left(\frac{\partial h}{\partial x} \cos \beta - \sin \beta \right) \quad (14)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0. \quad (15)$$

Приведём данную систему уравнений (14) – (15) к безразмерному виду.

Вводятся следующие безразмерные переменные:

$$\bar{h} = \frac{h}{h_0}, \quad \bar{x} = \frac{x}{h_0}, \quad \bar{q} = \frac{q}{q_0}, \quad \bar{t} = \frac{t q_0}{h_0^2}, \quad (16)$$

где $h_0 = \sqrt[3]{\frac{3\nu q_0}{g \sin \beta}}$, м – толщина ламинарной (безволновой) плёнки жидкости (формула Нуссельта), при известном расходе q_0 , м²/с.

$Re = \frac{q_0}{\nu}$, $\gamma = \frac{\sigma}{\mu} \left(\frac{3}{\nu g \sin \beta} \right)^{1/3}$ (μ – динамическая вязкость жидкости, (Н с) / м²).

В результате безразмерная форма уравнений (14)-(15) представляется как

$$\bar{h}^2 \frac{\partial \bar{q}}{\partial \bar{t}} + 2,4 \bar{q} \bar{h} \frac{\partial \bar{q}}{\partial \bar{x}} + \left(\frac{3}{Re} \bar{h}^3 \text{ctg} \beta - 1,2 \bar{q}^2 \right) \frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{x}} = \frac{\gamma}{Re^{5/3}} \bar{h}^3 \frac{\partial^3 \bar{h}}{\partial \bar{x}^3} + \frac{3}{Re} (\bar{h}^3 - \bar{q}) \quad (17)$$

$$\frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{t}} + \frac{\partial \bar{q}}{\partial \bar{x}} = 0. \quad (18)$$

В дальнейшем знак «-» для безразмерных величин опускаем. Решение уравнений (17)-(18) ищем в виде стационарной волны

$$\begin{aligned} h(\xi) &= h(x - c t) \\ q(\xi) &= q(x - c t), \end{aligned}$$

где $\bar{c} = \frac{c h_0}{q_0}$ – безразмерная скорость волны (c – скорость волны, м/с);

$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{h_0}$ – безразмерная длина волны (λ – длина волны, м).

Для стационарной волны $\frac{\partial h}{\partial t} = -c \frac{\partial h}{\partial \xi}$ и $\frac{\partial q}{\partial x} = \frac{\partial q}{\partial \xi}$, тогда уравнение (18)

$$\frac{\partial}{\partial \xi} (q - ch) = 0 \quad \text{имеет интеграл} \quad q - ch = \text{const}.$$

Постоянную в этом выражении определяем из условий

$$\frac{1}{\lambda} \int_0^\lambda q d\xi = q^0, \quad \frac{1}{\lambda} \int_0^\lambda h d\xi = 1, \quad (19)$$

т.е. предполагается, что нелинейные эффекты искажают расход жидкости, оставляя неизменной толщину слоя жидкости.

Таким образом,

$$q = ch + q^0 - c \quad (20)$$

Подставим данное выражение для q в уравнение (17), учитывая

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -c \frac{\partial q}{\partial \xi} = -c^2 \frac{\partial h}{\partial \xi}, \quad \frac{\partial q}{\partial x} = \frac{\partial h}{\partial \xi} = c \frac{\partial h}{\partial \xi},$$

получим

$$\frac{\gamma}{Re^{5/3}} h^3 \frac{\partial^3 h}{\partial \xi^3} + \frac{1}{5} \frac{\partial h}{\partial \xi} \left[6(q^0 - c)^2 - c^2 h^2 - \frac{15}{Re} h^3 \operatorname{ctg} \beta \right] + \frac{3}{Re} (h^3 - ch - q^0 + c) = 0$$

или

$$\frac{\partial^3 h}{\partial \xi^3} + \delta_1 \frac{\partial h}{\partial \xi} \left[6 \frac{(q^0 - c)^2}{h^3} - \frac{c^2}{h} - \frac{15}{Re} \operatorname{ctg} \beta \right] + \delta_2 \frac{h^3 - ch - q^0 + c}{h^3} = 0, \quad (21)$$

где $\delta_1 = \frac{Re^{5/3}}{5\gamma}$, $\delta_2 = \frac{3Re^{2/3}}{\gamma}$.

Искомое решение данного уравнения должно удовлетворять условиям периодичности

$$h(0) = h(\lambda), \quad h'(0) = h'(\lambda), \quad h''(0) = h''(\lambda), \quad (22)$$

а также условию
$$\frac{1}{\lambda} \int_0^\lambda h d\xi = 1 \quad (23)$$

Для данной задачи (21)-(23), если заданы параметры δ_1 , δ_2 , β , и c , то длина волны λ , расход q^0 и профиль волны $h = h(\xi)$ определяются в ходе решения.

Преобразуем уравнение (21), содержащее пять параметров δ_1 , δ_2 , β , c и q^0 к уравнению с тремя параметрами. Положим

$$h = \frac{H}{H_0}, \quad \xi = \frac{x_1}{\sqrt[3]{\delta_2 H_0}}, \quad c = \frac{D}{H_0}, \quad q^0 = c + \frac{1-D}{H_0^3},$$

$$\Delta = \frac{\delta_1}{\delta_2^{2/3} H_0^{11/3}}, \quad \varphi = \frac{15}{Re} H_0^3 \operatorname{ctg} \beta, \quad (24)$$

где $H_0 = \frac{1}{\lambda_1} \int_0^{\lambda_1} H d\xi$, $\lambda_1 = \sqrt[3]{\delta_2 H_0} \cdot \lambda$. При этом условие (23) выполняется.

В результате преобразований (24) для профиля волны $H = H(x_l)$ имеем следующее дифференциальное уравнение:

$$H''' + \frac{\Delta}{H} \left[6 \frac{(1-D)^2}{H^2} - D^2 - \varphi H \right] H' + \frac{H^3 - DH + D - 1}{H^3} = 0, \quad (25)$$

содержащее три параметра Δ , D и φ .

Выделим оптимальный волновой режим, при котором расход жидкости имеет максимальное значение, именно этот режим наблюдается при эксперименте [4].

$$q^0(H_0) = c + \frac{1-D}{H_0^3} = \frac{D}{H_0^2} + \frac{1-D}{H_0^3} = \frac{DH_0 + 1 - D}{H_0^3}.$$

Условие экстремума $\frac{dq^0}{dH_0} = 0$ даёт

$$H_0 = \frac{3D-1}{2D}. \quad (26)$$

Таким образом, если в задаче (25)-(26) задать число Рейнольдса Re , угол β наклонной поверхности и значение фазовой скорости $D > 3$, то длина волны λ и профиль волны $H = H(x_l)$ для оптимального волнового режима определяются из (25). Данная задача сводится к задаче Коши при условии периодичности

$$H(0) = H(\lambda), \quad H'(0) = H'(\lambda), \quad H''(0) = H''(\lambda) \quad (27)$$

Начальная точка $\xi = 0$ выбирается в соответствии с вершиной волны при $\xi = 0$, $H'(0) = 0$.

Дифференциальное уравнение (25) сводится к системе трёх уравнений первого порядка, численное решение которой ищется методом Рунге-Кутты (решатель ode45 системы компьютерной математики MatLab). Для выявления периодического решения проводится вычислительный эксперимент. Неизвестные величины $H(0)$, $H''(0)$ подбираются так, чтобы невязки $H(0) - H(\lambda)$, $H'(0) - H'(\lambda)$, $H''(0) - H''(\lambda)$ достигли наименьших значений.

В качестве начального приближения использовались Δ и $D > 3$ для положительного солитона при $\lambda = \infty$ []. Затем решение продолжается в сторону меньших λ .

Результаты численных экспериментов представлены на соответствующих графиках (рис. 3-7.) для формы свободной поверхности $H = H(\xi)$

I. $\beta = 90^0$; $\gamma = 4868,1$; $\varphi = 0$
 $Re = 14,9517$; $D = 7,31$; $\Delta = 0,06$
 $H(0) = 2,98971$; $H'(0) = 0$; $H''(0) = -0,404$
 $H(\lambda) = 2,9903$; $H'(\lambda) = 0,0338$; $H''(\lambda) = -0,455$
 $H_{min} = 0,7001$; $\lambda = 21,3497$

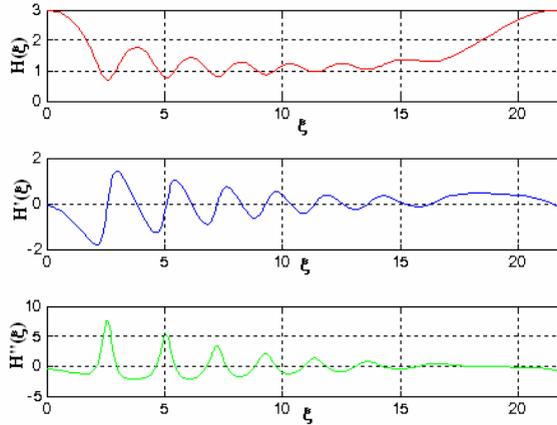


Рис. 3. Результаты численного эксперимента I

II. $\beta = 60^0$; $\gamma = 5107,2$; $\varphi = 1,2573$
 $Re = 14,9517$; $D = 7,31$; $\Delta = 0,059$
 $H(0) = 2,8977$; $H'(0) = 0$; $H''(0) = -0,4$
 $H(\lambda) = 2,8982$; $H'(\lambda) = 0,0214$; $H''(\lambda) = -0,4416$
 $H_{min} = 0,7129$; $\lambda = 16,9426$

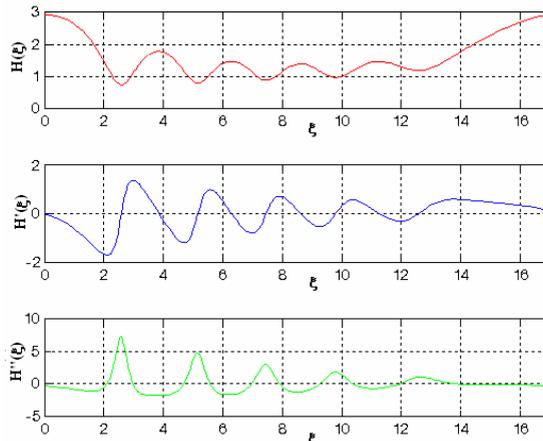


Рис. 4. Результаты численного эксперимента II

III. $\beta = 45^0$; $\gamma = 5464,3$; $\varphi = 2,1778$
 $Re = 14,9517$; $D = 7,31$; $\Delta = 0,0577$
 $H(0) = 2,6166$; $H'(0) = 0$; $H''(0) = -0,4009$
 $H(\lambda) = 2,6125$; $H'(\lambda) = -0,0173$; $H''(\lambda) = -0,6474$
 $H_{min} = 0,8384$; $\lambda = 13,949$

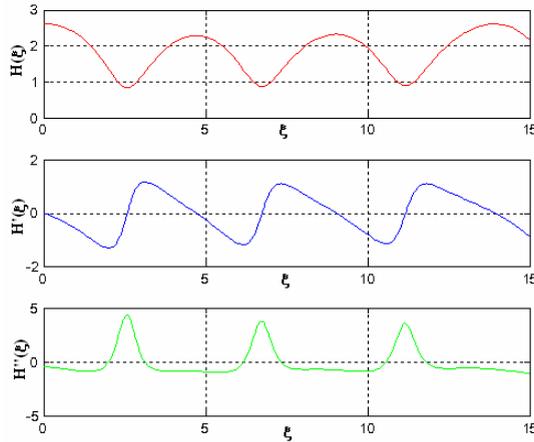


Рис. 5. Результати численного експеримента III

IV. $\beta = 30^0$; $\gamma = 6133,4$; $\varphi = 3,772$
 $Re = 14,9517$; $D = 7,31$; $\Delta = 0,0556$
 $H(0) = 2,5491$; $H'(0) = 0$; $H''(0) = -0,5$
 $H(\lambda) = 2,5142$; $H'(\lambda) = 0,0049$; $H''(\lambda) = -0,51$
 $H_{min} = 0,808$; $\lambda = 8,9612$

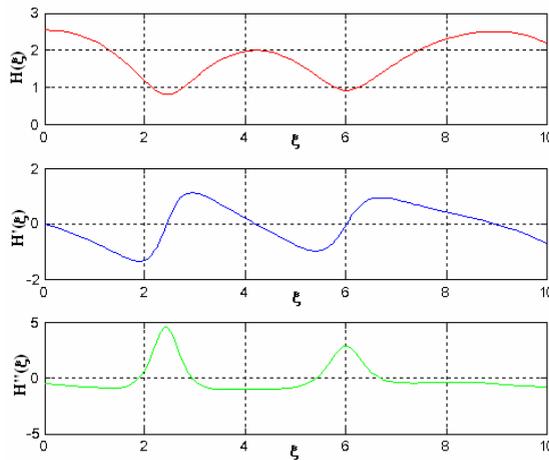


Рис. 6. Результати численного експеримента IV

$$\begin{array}{lll} V. \quad \beta = 10^0; & \gamma = 8725,7; & \varphi = 12,3507 \\ \text{Re} = 14,9517; & D = 7,31; & \Delta = 0,0494 \\ H(0) = 2,31; & H'(0) = 0; & H''(0) = -0,35 \\ H(\lambda) = 2,3125; & H'(\lambda) = 0,015; & H''(\lambda) = -0,311 \\ H_{\min} = 0,8591; & \lambda = 5,9175 & \end{array}$$

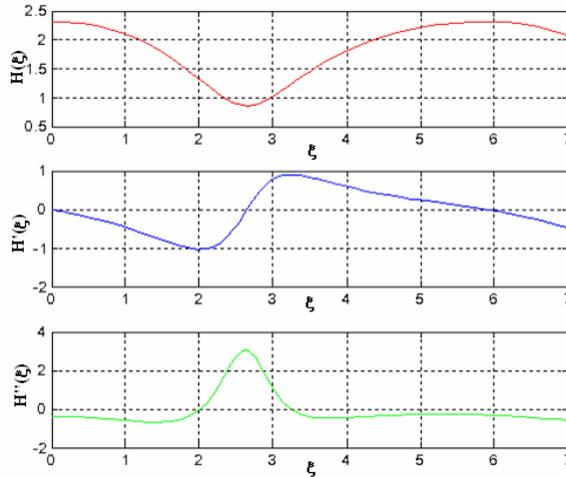


Рис. 7. Результаты численного эксперимента V

Выводы. Таким образом, численное исследование, позволило выявить следующие результаты:

1. Амплитуда нелинейных преобразований значительно превышает среднюю толщину пленки жидкости (почти в три раза).

2. С уменьшением угла наклона поверхности амплитуда монотонно уменьшается ($H(0) = 2,99$ при $\beta = 90^\circ$ и $H(0) = 2,31$ при $\beta = 10^\circ$).

3. Происходит монотонное уменьшение длины волны ($\lambda = 21,35$ при $\beta = 90^\circ$ и $\lambda = 5,9$ при $\beta = 10^\circ$).

Данные нелинейные волнообразования могут существенно сказываться на процессах опреснения, для выяснения этих влияний необходимо дальнейшее исследование.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коваленко В.Ф., Лукин Г.Я. Судовые водоопреснительные установки. – Л.: Судостроение, 1970. – 304 с.
2. Капица П.Л. Волновое течение тонких слоёв жидкости // ЖЭТФ. – 1948. – Т. 18. – Вып. 1. – С. 3-28.

3. Шкадов В.Я. Волновые режимы течения тонкого слоя вязкой жидкости // Изв. АН СССР: Мех. жидкости и газа. – 1967. – № 1. – С. 43-51.
4. Накоряков В.Е., Покусаев Б.Г., Штейбер И.Р. Волновая динамика газо- и парожидкостных сред. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 248 с.

Стаття надійшла до редакції 01.07.11

Рецензент – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Теорія та проектування корабля» Одеського національного морського університету **С.М. Баскаков**.

УДК 629.5.01

Н.Г. ВАЛЬКО, А.Г. ЕГОРОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВОЙ НАГРУЗКИ НЕФТЕНАЛИВНЫХ СУДОВ СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ В НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Выполнено статистическое исследование весовой нагрузки эксплуатирующихся нефтеналивных судов смешанного плавания (НССП) и предложены зависимости-модули и измерители масс для постатейного расчета нагрузки проектируемого судна в первом приближении начальной стадии проектирования.

Виконано статистичне дослідження вагового навантаження нафтоналивних суден змішаного плавання (НССП), що експлуатуються, і запропоновано залежності-модулі та вимірники мас для постатейного розрахунку навантаження судна, що проектується, в першому наближенні початкової стадії проектування.

Ключевые слова: проектирование, нефтеналивные суда смешанного плавания, весовая нагрузка, водоизмещение порожнем.

Ключові слова: проектування, нафтоналивні судна змішаного плавання, вагове навантаження, водотоннажність порожнем.

Постановка проблемы и ее актуальность. В процессе оптимизации основных характеристик судна необходимо рассчитать его массу порожнем для каждого варианта главных размерений.

Основной составляющей массы судна порожнем, как известно, является масса металлического корпуса. Вычисление этой массы путем набора конструкций корпуса по Правилам Регистра для большого числа вариантов довольно затруднительно. Поэтому актуальной является задача разработки способа определения массы металлического корпуса и судна порожнем по приближенным зависимостям.

Такие разработки выполнялись многими авторами [1, 2, 3, 4 и др.] для различных типов как морских, так и речных судов, а также для сухогрузных судов смешанного плавания [5].

Для определения массы металлического корпуса и водоизмещения порожнем НССП использовались приближенные зависимости, разработанные для наливных речных судов [6].

Введение в действие новых требований Международной Конвенции [7] вызвало необходимость в изменении архитектурно-конструктивного типа НССП: устройстве второго дна и вторых бортов для предотвращения загрязнения окружающей среды в случае аварии. Потребовалась также установка дополнительного оборудования.

Таким образом, произошло изменение массы металлических корпусов НССП и их водоизмещения порожнем. В настоящее время отсутствуют зависимости для определения составляющих весовой нагрузки и массы порожнем НССП.

Целью настоящей статьи является рекомендация по определению весовой нагрузки и массы порожнем НССП в первом приближении на начальной стадии проектирования НССП.

Предлагаемые зависимости получены путем обработки статистических данных построенных НССП, корпусные конструкции которых набраны по Правилам Российского Морского Регистра Судоходства (РМРС) и Российского Речного Регистра (РРР).

Учитывая небольшое число серий построенных НССП, предлагаемые зависимости следует рассматривать как ориентировочные, подлежащие дальнейшему уточнению.

Изложение основного материала исследований. Следуя рекомендациям И.Г. Бубнова [1], для увеличения точности расчета предлагается производить расчет нагрузки проектируемого судна в соответствии с принятой в судостроении разбивкой масс по отдельным частям [2].

В таблице приведены формулы для расчета масс, измерители масс p_i , величины погрешностей при расчетах по предлагаемым формулам и особые условия для применения указанных в таблице измерителей.

Принятые в таблице обозначения:

L, B, D, d – длина между перпендикулярами, ширина, высота борта, осадка судна, м;

C_B – коэффициент общей полноты судна при плавании в море;

Ω – площадь смоченной поверхности судна, м²;

m – число поперечных переборок;

$n_{\text{эк}}$ – численность экипажа, человек;

D_1 – приведенная высота борта, м.

$$D_1 = D + h_{mp} + \frac{\sum_1^a \ell_n \cdot h_n + \sum_1^b \ell_p \cdot h_p}{L},$$

где ℓ_n, ℓ_p – длина надстройки и рубки соответственно, м;

h_n, h_p – высота надстройки и рубки соответственно, м;

h_{mp} – высота тронка, м;

a – число надстроек;

b – число рубок.

Значения $\ell_n, \ell_p, h_n, h_p, a, b$ принимаются по прототипу.

N_e – эффективная мощность главных двигателей (суммарная), кВт;

n – частота вращения коленчатого вала главного двигателя, об/мин;

Δ – весовое водоизмещение судна, т;

h_B – расчетная высота волны, м.

Исследования показали, что для НССП и наливных судов класса М-СП площадь смоченной поверхности можно определять по формуле В.В. Ашика [2] с введением поправочного коэффициента K

$$\Omega = L \cdot (1,7D + C_B \cdot B) \cdot K,$$

где $K = 0,96$ при $C_B \geq 0,88$.

Погрешность составляет около $\pm 1,5\%$.

Масса судна порожнем $P_{пор} = P_k + P_{сэу}$,

где P_k – масса оборудованного корпуса;

$P_{сэу}$ – масса судовой энергетической установки.

Масса оборудованного корпуса $P_k = P_{ст} + P_{об}$,

где $P_{ст}$ – масса стали в составе корпуса;

$P_{об}$ – масса оборудования.

Масса стали в составе корпуса включает массу металлического корпуса (наружной обшивки, палуб и платформ, днищевого набора и настила второго дна, бортового набора, переборок, надстроек, рубок), мачт, специальных конструкций (например, ледовых подкреплений), а также фундаментов и подкреплений под них, дельных вещей.

В составе оборудования корпуса учитываются неметаллические части судов, покрытия и окраска, изоляция и зашивка, оборудование помещений, а также массы судовых устройств, систем (общесудовых), электроэнергетической системы, внутрисудовой связи и управления, вооружения (средств внешней связи и навигационного оборудования), запасных частей, снабжения и имущества, постоянных жидких грузов (вода в котлах, жидкости в механизмах и трубопроводах) и запас водоизмещения.

Запас водоизмещения принимается в количестве 0,2-0,5 % от водоизмещения судна порожнем.

Масса энергетической установки включает массы главных двигателей и редукторов, котлов, вспомогательных механизмов машинного отделения (МО), расходных цистерн, трубопроводов и всего оборудования МО, валопроводов и движителей, дистанционного управления энергетической установкой (ЭУ).

Таблиця

Модулі і измерители масс нефтеналивных судов смешанного плавания

Наименование статьи нагрузки	Формула	Измеритель масс	Погрешность, проценты	Примечание
Металлический корпус без надстроек и рубок, ледовых подкреплений	$P_{мк} = P_{мк} \cdot L \cdot B \cdot d \cdot C_B$	0,16	0,4	$h_B = 4,5$ м, лед 40
		0,18	$1,5 \pm 0,25$	$h_B = 7,0$ м
		0,20	0,8	$h_B = 8,0$ м
Главная палуба и палуба тронка с набором	$P_{пн} = P_{пн} \cdot L \cdot B^{3/2}$	$3,8 \cdot 10^{-2}$	-0,8	$h_B = 4,5$ м, лед 40
		$4,0 \cdot 10^{-2}$	-3,4	$h_B = 7,0$ м
		$4,75 \cdot 10^{-2}$	-3,7	$h_B = 8,0$ м
Наружная обшивка	$P_{вп} = P_{вп} \cdot \Omega \cdot d^{1/3} \cdot D^{1/2}$	$2,35 \cdot 10^{-2}$	$\pm 3,2$	$h_B = 4,5$ м, лед 40
		$2,75 \cdot 10^{-2}$	-3,4	$h_B = 7,0$ м
		$1,9 \cdot 10^{-2}$	1,5	$h_B = 8,0$ м
Второе дно с междулонным набором	$P_{вд} = \frac{P_{вд} \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot d}{D}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	-2,2	$h_B = 4,5$ м, лед 40
		$2,6 \cdot 10^{-2}$	-3,2	$h_B = 7,0$ м
				$h_B = 8,0$ м

Продолжение табл.

Наименование статьи нагрузки	Формула	Измеритель масс	Погрешность, проценты	Примечание
Набор бортов	$P_g = \frac{p_g \cdot L \cdot D \cdot h_B^{3/2}}{d}$	$7,45 \cdot 10^{-2}$	$\pm 2,0$	
Продольные переборки второго борта с набором	$P_m = p_m \cdot 0,75L \cdot D$	$0,6 \cdot 10^{-2}$	± 45	
Поперечные переборки	$P_{порт} = p_{порт} \cdot C_B \cdot m \cdot B \cdot D^{3/2}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$\pm 5,5$	
Местные подкрепления основного корпуса	$P_{ан} = p_{ан} \cdot L \cdot B \cdot D$	$1,55 \cdot 10^{-2}$	$\pm 2,5$	
Ледовые подкрепления	$P_m = p_m \cdot L$	$11,4 \cdot 10^{-2}$	-0,4	Лед 1 (РМРС)
		$14,0 \cdot 10^{-2}$	1,5	Лед 2 (РМРС)
		$13,0 \cdot 10^{-2}$	-0,2	Лед 40 (РРР)
Надстройки и рубки	$P_{вр} = p_{вр} + \left(\frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b L_i}{L} \right) \cdot n_{жк}$	30,6	1,6	Река-море
		62,2	$\pm 3,5$	Море-река
Подкрепления и фундаменты	$P_{фд} = p_{фд} \cdot L$	$13,8 \cdot 10^{-2}$	$\pm 7,5$	
Дельные вещи	$P_{де} = p_{де} \cdot (L \cdot B \cdot D)^{2/3}$	$26,0 \cdot 10^{-2}$	$\pm 12,0$	

Продолжение табл

Наименование статьи нагрузки	Формула	Измеритель масс	Погрешность, проценты	Примечание
Окраска, покрытие, цементировка	$P_{ок} = p_{ок} \cdot (L \cdot B \cdot D_i)^{2/3}$	$5,4 \cdot 10^{-2}$	$\pm 21,0$	
Изоляция, зашивка	$P_{из} = p_{из} \cdot (L \cdot B \cdot D_i)^{2/3}$	$12,0 \cdot 10^{-2}$	$\pm 6,0$	
Оборудование помещений	$P_{об} = p_{об} + \left(\frac{\sum_{r=1}^a \ell_r + \sum_{p=1}^b \ell_p}{L} \cdot n_{ж} \right)^{2/3}$	5,3	$\pm 11,0$	
Судовые устройства	$P_y = p_y \cdot (L \cdot B \cdot D)^{2/3}$	$21,35 \cdot 10^{-2}$	$\pm 7,0$	
Общесудовые системы	$P_{ос} = p_{ос} \cdot (L \cdot B \cdot D)^{2/3}$	$26,5 \cdot 10^{-2}$	0,5	Река-море
		$30,6 \cdot 10^{-2}$	$\pm 5,0$	Море-река
Судовая энергетическая установка	$P_{сп} = \frac{P_{сп} \cdot N_E}{n}$	39,8	0,25	Река-море
		45,7	$\pm 2,5$	Море-река

Водоизмещение порожнем определяется по формуле

$$\Delta_{пор} = p_{мк} \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot D + \left(p_{нр} + \left(\frac{\sum_l^a \ell_n + \sum_l^b \ell_p}{L} \right) \cdot n_{эк} \right) + \\ + 1,12 \cdot (L \cdot B \cdot D_1)^{2/3} + \frac{45,7N_e}{n} + p_{лн} \cdot L + 0,034\Delta_{пор}.$$

Как видно из таблицы, увеличение расчетной высоты волны приводит к увеличению массы главной и тронковой палуб, наружной обшивки, второго дна.

Расчетная высота волны влияет также на массу бортового набора.

На массу изоляции помещений заметное влияние оказывает район плавания судна.

Заключение. Результаты исследований показали возможность расчета весовой нагрузки и водоизмещения порожнем НССП постатейно с использованием указанных в таблице зависимостей и измерителей масс.

Наличие значительных погрешностей при определении отдельных статей нагрузки подтверждает необходимость дальнейшей работы по совершенствованию предлагаемой методики.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бубнов И.Г. Об одном методе определения главных размеров проектируемого судна // Ежегодник Союза морских инженеров. – СПб.: СМИ, 1916. – Т. 1. – С. 243-256.
2. Ашик В.В. Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1985. – 318 с.
3. Логачев С.И. Морские танкеры. – Л.: Судостроение, 1970. – 360 с.
4. Егоров Г.В. Проектирование и постройка коастров и судов смешанного плавания. – Одесса: Судостроение и судоремонт, 2008. – 128 с.
5. Валько Н.Г. Определение весовой нагрузки судов смешанного плавания в начальной стадии проектирования // Судостроение и судоремонт: Сб. научн. трудов. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1989. – С. 97-99.

6. *Дормидонтов Н.К. Проектирование судов внутреннего плавания / Н.К. Дормидонтов, В.Н. Анфимов, П.А. Малый, Б.А. Пахомов, Н.Л. Шмуйнов. – Л.: Судостроение, 1974. – С. 304-305.*
7. *Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов МАРПОЛ 73-78 с дополнениями и поправками. – СПб.: ЦНИИМФ, 2001. – 760 с.*

Стаття надійшла до редакції 26.07.2011

Рецензент – доктор технічних наук, професор, головний науковий співпрацівник Морського інженерного бюро, наук. консультант **В.В. Козляков.**

ТАНКЕРЫ СМЕШАННОГО РЕКА-МОРЕ ПЛАВАНИЯ.
ПЕРСПЕКТИВЫ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ФЛОТА

Выполнен анализ флота отечественных танкеров смешанного река-море плавания, имеющих двойное дно и двойные борта, но с геометрией, не полностью отвечающей формальным требованиям МАРПОЛ. Показаны ближайшие (5-10 лет) перспективы этих судов и предложены возможные пути продления срока службы существующих судов. Сделан вывод, что гарантированное сохранение требуемых объемов перевозок нефтепродуктов в «долговременной» перспективе возможно только за счет строительства новых танкеров. Дается оценка требуемого количества вновь построенных судов для смешанных перевозок нефтеналивных грузов.

Виконано аналіз флоту вітчизняних танкерів змішаного ріка-море плавання, які мають подвійне днище та подвійні борти, але з геометрією, що не повністю відповідає формальним вимогам МАРПОЛ. Наведено найближчі (5-10 років) перспективи цих суден та запропоновано можливі шляхи подовження строку служби існуючих суден. Зроблено висновок, що гарантоване збереження необхідних обсягів перевезень нафтопродуктів у "довготривалій" перспективі можливе лише за рахунок будівництва нових танкерів. Дана оцінка необхідної кількості наново побудованих суден для змішаних перевезень нафтоналивних вантажів.

Ключевые слова: суда смешанного река-море плавания, корпус судна, класс судна, танкер, существующие суда, прогноз, перевозки нефтепродуктов, внутренний водный транспорт.

Ключові слова: судна змішаного ріка-море плавання, корпус судна, клас судна, танкер, існуючі судна, прогноз, перевезення нафтопродуктів, внутрішній водний транспорт.

Постановка проблемы. К настоящему времени во флоте России сложилась уникальная ситуация – большинство танкеров река-море плавания имеют двойное дно и двойные борта, но при этом не отвечают требованиям Правила 21 Международной конвенции МАРПОЛ 73/78 при перевозке нефти и нефтепродуктов плотностью более 0,900 т/куб. м и не имеют права на морские перевозки таких грузов с даты их поставки в 2008 году.

Советские конструкторы разработали концепт танкера смешанного река-море плавания с «двойным» корпусом еще в конце 50-х годов прошлого столетия, именно поэтому практически все наши знаменитые серии наливных судов строились с двойным дном и двойными бортами.

Международные требования к «двойному» контуру появились значительно позже, соответственно высота двойного дна у большинства отечественных танкеров меньше требуемой Правилем 19 МАРПОЛ 73/78.

Целью статьи является исследование современных требований, изучение структуры, оценка технического состояния существующего флота танкеров смешанного река-море плавания и обоснование путей продления безопасной эксплуатации этих судов в условиях ограниченных ресурсов, имеющихся у судовладельцев.

Особенности флота танкеров внутреннего водного транспорта. Отечественные танкера смешанного плавания относятся, как правило, к следующим проектам (суда строились на российских и болгарских верфях): типа «Волгонефть» пр. 550, 550А, 558, 1577, 630; типа «Ленанефть» пр. Р77; типа «Ленанефть» пр. 621, 621.1, 621.2; типа «Олег Кошевой» пр. 1677М; типа «Нефтерудовоз» пр. 1570, модернизированные из сухогрузов проектов 05074М, 1565, 507Б и ряд других.

Согласно Правилу 19 МАРПОЛ 73/78 фактическая высота двойного дна такого танкера должна быть не менее минимального значения, определяемого по формуле $h = B/15 \geq 0,76$ м. Результаты проверки выполнения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Выполнение требований МАРПОЛ к высоте двойного дна для отечественного нефтеналивного флота судов смешанного река-море плавания и ограниченного района плавания по проектам

Название типа, номер проекта	Высота второго дна, мм			Заключение
	у второго борта	в ДП	требуемая по МАРПОЛ	
Волгонефть, 558/550	960	800	1100	Не выполнено
Волгонефть, 1577/550А	960	800	1100	Не выполнено
Волгонефть, 1577/550А с заменой средней части	960	800	1100	Не выполнено
Волгонефть, 1577К, Укороченная	960	800	1100	Не выполнено
Ленанефть, 621, 621.1	1000	800	987	Не выполнено
Ленанефть, 630, 630.1	1000	800	1100	Не выполнено
Ленанефть, Р77	0	0	987	Не выполнено
Нефтерудовозы, 1553	0	0	867	Не выполнено
Нефтерудовозы, 1570	0	0	867	Не выполнено
610	0	0	867	Не выполнено
1677М, 16773, 16776	1100	920	1107	Не выполнено
Волгофлот, 05074Т	800	800	1100	Не выполнено
ВолгоДон (модернизация), 1565, 507Б, 507А	800	800	1100	Не выполнено

К началу 2008 года в составе флота поднадзорного Российскому Речному Регистру (РРР), МАРПОЛовских танкеров не было вообще, в классе Российского морского Регистра судоходства (РС) ПСП из 27 судов только 2 (7 %) соответствовали международным требованиям, в классе РС ПСП из 86 судов – 19 (22 %), в классе РС II из 41 судна – 12 (29 %), в классе РС I из 57 судов – 16 (28 %).

Состав отечественного флота «малых» (под «малыми» понимают танкеры дедвейтом около 5000 т и менее) танкеров приведен в табл. 2. Основную часть существующих составляют танкеры типа «Волгонепфть», «Ленанепфть», а также нефтерудовозы.

Такая ситуация вообще характерна для всего мирового флота, так как среди 3512 «малых» танкеров всех флагов всего лишь 151 (4 %) имели в 2003 году удовлетворяющий МК МАРПОЛ 73/78 двойной корпус.

Согласно Правилу 21 МК МАРПОЛ 73/78 эксплуатация остальных 3361 судов при перевозках нефти тяжелых сортов, мазута и битума допускается только до даты поставки судна в 2008 году.

Подобное ужесточение международных требований связано с позицией Европейского Сообщества после перелома танкера «Prestige» 19.11.2002, в результате которого загрязнению мазутом подверглись около 200 км побережья испанской Галисии и Франции.

Эксплуатация в прибрежных морских районах отечественных танкеров, которые формально не отвечают требованиям МАРПОЛ, в настоящее время осуществляется на основании временного разрешения Морской Администрации России, имеющего силу до 1 января 2015 года.

Возраст и техническое состояние существующих танкеров. Возрастная структура флота, осуществляющего перевозки нефти и нефтепродуктов, согласно статистике Российского речного регистра (РРР) характеризуется следующими параметрами (см. табл. 3):

- средний возраст самоходных наливных судов – 37 лет;
- средний возраст несамоходных наливных судов – 29 лет;
- средний возраст буксирного флота, необходимого для обслуживания несамоходных наливных судов – 33,2 года.

Следует иметь в виду, что все новые самоходные нефтеналивные суда имеют класс РС (даже если они строились с классом РРР).

Общая картина технического состояния нефтеналивных судов внутреннего и смешанного река-море плавания с распределением по классам РРР приведена в табл. 4.

Количество, средний возраст и общее техническое состояние наиболее распространенных проектов существующих нефтеналивных судов внутреннего и смешанного плавания приведено в табл. 5.

Средний возраст основных для европейской части 124 танкеров типа «Волгонепфть» составляет по проекту 558/550 – 42,4 года, по проекту 1577/550А – 35,3 года. Из них 18 судов имеют оценку «негодное» (14,5%). Главной проблемой судов типа «Волгонепфть» является наличие высоты второго дна, не удовлетворяющей требованиям МК МАРПОЛ.

Таблица 2

*Основные проекты нефтеналивных судов смешанного
река-море плавания и ограниченного района плавания*

Название типа, номер проекта	Суда с классом PPP			Суда с классом РС			
	М-СП	М-ПР	О-ПР	ШСП	ПСР	П	І
Суда, построенные в XXI веке (в скобках указаны строящиеся суда)							
Армада, 005RST01*	-	-	-	-	-	10	-
Новая Армада, RST22*, RST22M*	-	-	-	-	-	9 (+10)	-
RST25*	(+8)	-	-	-	-	-	-
RST11*	(+1)	-	-	-	-	-	-
RST05*, RST26*	(+3)	-	-	-	-	-	-
Астон Трейдер, RST09*	-	-	-	-	3	-	-
Роскем, RST14*	-	-	-	-	3	-	-
Эко Маринер, 001RST02*	-	-	-	1	-	-	-
Лукойл, 00201Л	-	-	-	-	-	-	10
00210, 00215, 00230	-	-	-	-	-	-	7
19612	-	-	-	-	-	-	5
19614	-	-	-	-	17 (+7)	-	-
19619	-	-	-	-	-	-	9
19900	-	-	-	-	-	3	-
17103	-	-	-	-	-	2	-
VHX591	-	-	-	-	4	-	-
Существующие суда							
Волгонефть, 558/550	-	3	10	-	-	-	-
Волгонефть, 1577/550А	31	38	14	5	10	-	-
Ленанефть, 621, 621.1	9	-	-	10	10	-	-
Ленанефть, 630, 630.1	-	-	-	-	7	-	-
Ленанефть, Р77	7	27	-	4	-	-	-
Нефтерудовоз, 1553, 1570	3	-	-	-	31	-	-
Бункеровщик, 610	-	1	-	-	1	8	9
Олег Кошевой, 1677М, 16773, 16776	-	-	-	-	-	-	24
Волгофлот, 05074Г	-	-	9	-	-	-	-
Волго-Дон, 1565, 507Б, 507А	-	4	-	-	-	-	-
ИркутскГЭС, 576ТМ после модернизации	-	4	-	-	-	-	-
* - Проект Морского Инженерного Бюро							

Таблица 3

*Возраст транспортных судов по данным РРР
по состоянию на август 2010 г.*

Вид флота	Возрастные группы судов					Итого судов
	менее 10 лет	10-20 лет	21-30 лет	31-40 лет	свыше 40 лет	
Распределение судов по возрастным группам						
Самоходные наливные, ед.	4	22	120	243	306	695
Несамоходные наливные, ед.	43	131	344	233	145	896
Буксиры, ед.	52	349	2193	1781	1437	5812
Возрастная структура флота						
Самоходные наливные, %	0,58	3,17	17,27	34,96	44,03	100
Несамоходные наливные, %	4,80	14,62	38,39	26,00	16,18	100
Буксиры, %	0,89	6,00	37,73	30,64	24,72	100

Таблица 4

*Техническое состояние нефтеналивных судов внутреннего
и смешанного плавания по классам Российского Речного Регистра
(по состоянию на август 2010 года)*

Тип и название судна	Основные данные					Техническое состояние		
	кол-во	средний возраст	мощность, кВт	грузоподъемность, т	пассажир., чел.	годное	негодное	годное с ограничениями
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Самоходных:								
М-СП	62	31,42	79001	207032	0	58	4	0
М-ПР	107	35,89	114045	314966	11	97	10	0
О-ПР	49	34,35	55441	168780	0	46	3	0
М	23	35,46	25651	70267	0	19	4	0
О	234	38,36	96842	214082	0	214	20	49
Р	126	37,55	49170	67900	4	116	10	19
Л	1	52,10	66	25	0	1	0	0
без класса	93	39,10	57289	143847	0	68	25	4

Продолжение табл.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Несамородных:								
М-СП	24	18,56	0	55024	0	24	0	0
М-ПР	23	18,88	0	74953	0	23	0	0
О-ПР:	14	27,18	0	41431	0	13	1	0
М	9	31,54	0	12434	0	9	0	0
О	250	26,46	0	587536	0	238	12	2
Р	376	30,64	220	381318	0	343	33	2
Л	8	48,94	0	1340	0	5	3	0
без класса	192	31,15	0	155794	0	140	52	1

Актуальным является обновление судовых энергетических установок танкеров за счет замены главных и вспомогательных двигателей, электрического оборудования, противопожарной защиты.

Суда-нефтерудовозы, предназначенные для перевозки как с нефтеналивными (в однокорпусных бортовых отсеках), так и сухими грузами (в двухкорпусном трюме), сосредоточены также в европейской части. Для тех нефтерудовозов, которые имеют класс PPP, возраст в среднем составляет 36,8 лет.

Средний возраст основных для сибирских рек и «северного завода» 40 танкеров типа «Ленанефть» проекта Р-77 составляет 32,3 года. Из них 6 имеют оценку «негодное» (15 %). Основной проблемой является отсутствие второго дна (при наличии второго борта).

По всей группе танкеров отмечается интенсивный коррозионный износ корпусных конструкций, в связи с чем ежегодно возрастают объемы ремонтно-восстановительных работ. Но и эти возрастающие из года в год объемы ремонта не покрывают фактические потребности – суда вводятся в эксплуатацию с минимальными запасами прочности, которых не хватает на пятилетний цикл между классификационными освидетельствованиями. Объемы ремонтов резко выросли и составляют для судов типа «Волгонефть» 100-200 тонн замен.

Из 896 нефтеналивных барж, имеющих средний возраст 29,1 год, 12 % имеют негодное и ограниченно годное техсостояние. Новых нефтеналивных барж в конце 90-х-начале 2000 годов строили мало (10 «двухкорпусных» барж проекта Морского Инженерного Бюро 1635Т на Килийском СЗ, а также были переоборудованы 8 «двухкорпусных» сухогрузных барж типа «Волжский» проекта 05074Н).

Таблица 5

Количество, средний возраст и общее техническое состояние наиболее распространенных проектов «старых» нефтеналивных судов внутреннего и смешанного плавания (по состоянию на август 2010 года)

Тип, проект, дедвейт	Количество судов в классе PPP	Средний возраст, год	Количество судов с оценкой «негодное» и «ограниченно годное»
Нефтеналивные самоходные суда			
Волгонепфть, 1577/550А, 4875 тонн	108	35,4	17
Волгонепфть, 558/550, 4900 тонн	16	42,4	1
Волгофлот, 05074Т, 5210 тонн	9	26,3	-
Волго-Дон, 507Б, 1565Т, 5210 тонн	4	42,9	-
Нефтерудовоз, 1553, 1570, 3345/2855 тонн	9	36,8	-
ГЭС, 576Т, 1820 тонн	7	49,8	1
Ленанепфть, 621, 3390 тонн	9	24,3	1
Ленанепфть, Р77, 2890 тонн	40	32,3	6
Нефтеналивные несамоходные суда			
16800Н, 3000 тонн	37	19,5	7
05074Н, 4800 тонн	8	26,5	-
Р-27, 4600 тонн	45	35,2	4
Р-43, 9200 тонн	24	32,9	-
1635Т, 2000 тонн	10	10,1	-
Р-93, 400 тонн	37	31,7	1
Р-63, 200 тонн	99	28,4	16

Варианты действий. При разработке «краткосрочных» подходов, автор исходил из того, что значительная часть отечественных «малых» танкеров, а именно проекты 558, 550, 1577, 550А, 621, 621.1, 630, 630.1, 630.2, 05074Т, 1677М, 16773, 16776 и некоторые другие общим числом в 255 единиц, имеют двухвальную пропульсивную установку и двухкорпусную конструкцию, что вполне позволяет доказать их экологическую безопасность для работы по внутренним водным путям и морским прибрежным районам Российской Федерации, даже при недостаточной с позиций МАРПОЛ 73/78 высоте двойного дна.

Поэтому для обеспечения продления службы этих судов до 2015 года МИБ и PPP разработали специальный инструмент для формализованной оценки уровня их экологической безопасности в виде требований PPP к повышенному уровню защиты окружающей среды судов – новых символов ЭКО 1, ЭКО 2 (аналог класса ДНВ CLEAN) и ЭКО 3 (CLEAN DESIGN) [4], который был использован как условие получения

временного разрешения Министерства транспорта РФ на эксплуатацию танкеров, не отвечающих требованиям МАРПОЛ в морских районах на перевозках тяжелых сортов нефти и нефтепродуктов.

Однако такое разрешение в 2015 году прекратит действие, а с 2014 года вступит в силу Технический регламент, который запрещает эксплуатацию «однокорпусных» танкеров на внутренних водных путях (последний, впрочем, не запрещает работу классических судов советской постройки, которые, как было показано выше, в основном имеют двойные борта и двойное дно, не отвечающие международным морским нормам, но удовлетворяющие требованиям для работы на реке Правил РРР).

Наконец, нормативный срок эксплуатации судов составляет 25-35 лет. Таким образом, через 5-10 лет, исходя из фактического технического состояния, будут списаны практически все существующие нефтеналивные суда, что приведет к обвалу объемов перевозок на речном транспорте.

Предстоящее списание флота судоходных компаний нанесет существенный, практически невозполнимый ущерб, в первую очередь, внутренним речным перевозкам (с 2014 года будут не возможны речные перевозки нефти и нефтепродуктов на большинстве несамоходных барж и части самоходных судов, таких как «Ленанефти» пр. Р-77, «Нефтерудовозы» и др.) и смешанным река-море перевозкам (с 2015 года большинство самоходных танкеров, построенных до 1998-2000 годов, перевозить наиболее распространенный для исследуемого грузопотока мазут также не смогут).

Возможные варианты «долговременных» действий уже рассматривались в работе [1]:

- списание старых судов и постройка новых «марполовских» танкеров;
- перевозка только светлых нефтепродуктов, т.е. грузов с плотностью 0,900 т/куб. м и менее;
- модернизация в сухогрузы;
- установка второго дна и вторых бортов без изменения года постройки (модернизация);
- установка второго дна и вторых бортов с изменением года постройки (конверсия).

Используя эти принципы, Морское Инженерное Бюро (МИБ) разработало целый набор возможных конструктивных решений:

- проект модернизации танкеров пр. 550А/1577 типа «Волго-нефть» с заменой грузовой зоны на новую, спроектированную с учетом всех международных требований, который был реализован на двух танкерах компании «Волготанкер» («Механик Воронков») и «Волго-нефть 228» судоходной компании «Енисей»;

- проект модернизации танкеров пр. 630 путем подъема второго дна до уровня, регламентированного МК МАРПОЛ, который был реализован на танкерах проекта 630 судоходной компании «Волготранс»;

- проект модернизации танкеров пр. 621 и 621.1 типа «Лена-нефть» путем подъема второго дна до уровня, регламентированного МК МАРПОЛ для группы компаний «Палмали»;

- проект 003RST06 модернизации танкеров проекта P77 путем приведения судов в соответствии с требованиями МАРПОЛ за счет создания ранее отсутствовавшего второго дна, увеличения грузоподъемности, увеличения грузоместимости за счет ликвидации балластного димпанка и устройства тронка; проект был реализован на танкерах «Василий Суриков» и «Виктор Астафьев» (ОАО «ЕРП») и выполняется на судне «Ленанефть-2004» (ОАО «ЛОРП»);

- проект «конверсии» RST17 танкера пр. P77 «Виктория» с новым годом постройки.

На рис. 1 приведены поперечные сечения судов до и после проведения работ по выполнению требований Правила 21 МК МАРПОЛ 73/78, которые характеризуют основные принятые конструктивные решения.

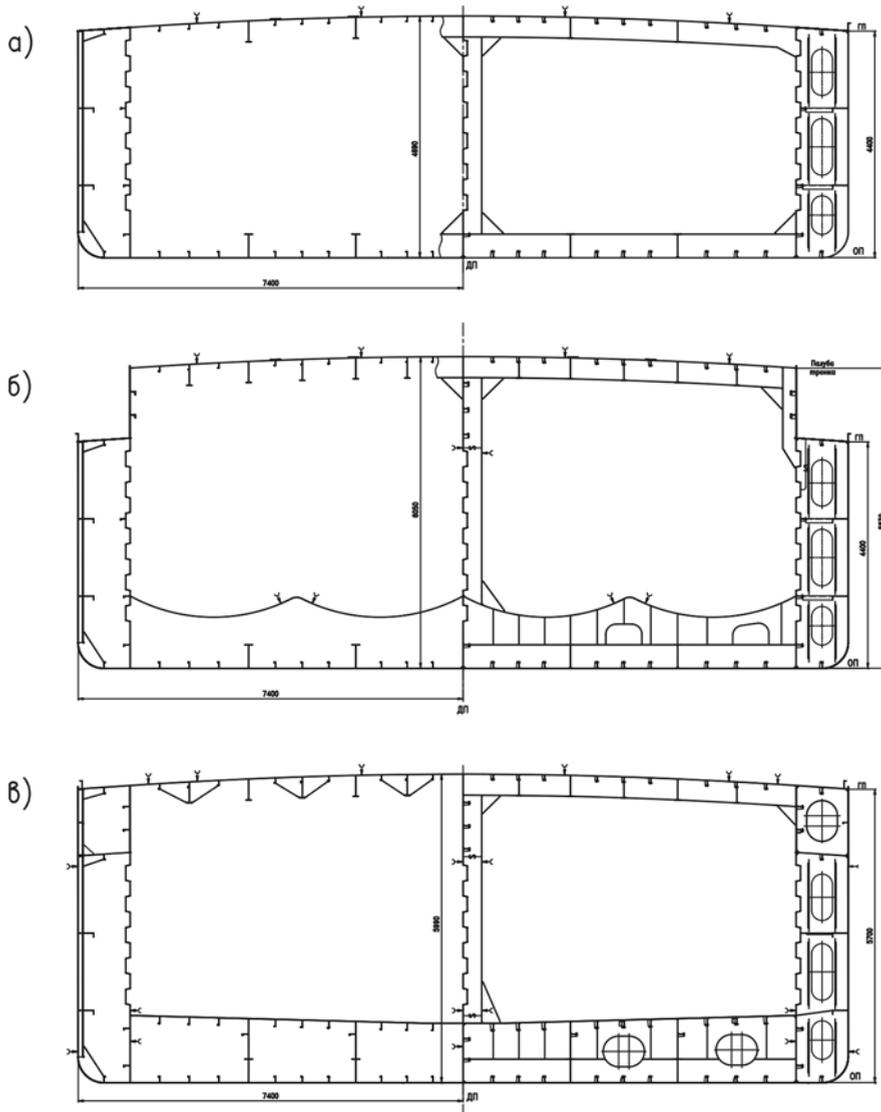
Подобные подходы позволяют продлить срок службы существующих танкеров на срок 10-15 лет и обеспечить заданный международным сообществом уровень экологической безопасности.

Однако практически исполнить такие работы одновременно на десятках отечественных танкеров не представляется возможным.

Например, на переоборудование т/х «Виктор Астафьев» было затрачено около двух лет, более простые варианты, такие как подъем второго дна на т/х «Механик Хачепуридзе» выполняются 90-120 суток. Даже если на это будут изысканы соответствующие значительные средства, то не хватит судостроительных и судоремонтных площадок.

Таким образом, все перечисленные выше подходы могут «сгладить» ситуацию переходного периода, но решить кардинально проблему танкерных перевозок сможет только новое судостроение.

Судоходные компании европейской части России и перспективы развития танкерного флота. Наибольший экономический интерес представляют танкеры, обеспечивающие перевозки нефти и нефтепродуктов в европейской части Российской Федерации, поэтому примеры действий будут приведены для судоходных компаний европейской части. Сводные данные по флоту смешанного плавания, находящемуся в составе судоходных компаний западных бассейнов, приведены в табл. 6.



*Рис. 1. Поперечные сечения судов проекта Р77 типа «Ленанефть»
до и после проведения работ по выполнению требований
Правил 21 МК МАРПОЛ 73/78:*

- а) исходное состояние танкера проекта Р77;*
- б) модернизация без изменения года постройки по проекту 003 RST06;*
- в) конверсия с изменением года постройки по проекту RST17*

Таблица 6

*Возрастная структура судов смешанного плавания
европейской части РФ (по состоянию на январь 2010 года)*

Распределение по филиалам Российского Речного Регистра		Тип и название судна	
		самоходных наливных	несамоходных наливных
Северо-Западный	Кол-во	49	10
	Средний возраст	36,81	17,57
Верхне-Волжский	Кол-во	35	10
	Средний возраст	34,11	23,58
Средне-Волжский	Кол-во	41	-
	Средний возраст	35,22	-
Нижне-Волжский	Кол-во	40	4
	Средний возраст	31,64	23,70
Камский	Кол-во	1	-
	Средний возраст	40,27	-
Московский	Кол-во	3	1
	Средний возраст	11,20	9,38
Доно-Кубанский	Кол-во	12	3
	Средний возраст	38,51	18,57

Проиллюстрировать общие тенденции можно на примере крупнейших перевозчиков Европейской части России – ОАО «Судоходная компания «Волжское пароходство», ОАО «Северо-Западное пароходство», ОАО «ВФ танкер» (использованы данные 2007 год, см. табл. 7).

Таблица 7

*Основные характеристики флота, эксплуатируемого
ОАО «Северо-Западное пароходство», «Северо-Западный флот»,
«Волжское пароходство», «Западное пароходство», «В.Ф. Танкер»
(«Управление транспортными активами»)*

Типы судов	Кол-во, ед.	Дедвейт, т	Суммарная мощность ГД, кВт	Класс РС/PPP	Осадка в грузу, м	Размеры судна габаритные, м		
						длина	ширина	высота
Нефтеналивной самоходный:								
RST14	3	2821	1030	R2-RSN	4,18	86,7	12,2	5,96
05074Т	9	5210	1766	О-ПП	3,608	138,7	16,7	5,5
587	2	3260	734	О	3,492	110,25	13,4	4,8
866	1	615	220	О	1,9	65,5	9,6	2,4
81450	1	600	-	О	1,6	59,8	12,4	2
Нефтеналивной несамоходный:								
05074ВФТ	6	5205	-	О-ПП	3,722/3,707	118,65	16,7	5,5
82380	8	4782/4752	-	Р	2,743	107,03	21,07	3
Р-156СТ	14	4140/4125	-	О	3,6/3,584	114,59/ 114,45	14,07	5

Основной наливной флот этих компаний:

- переоборудованные из сухогрузов танкеры пр. 05074Т, которые имеют недостаточный для эффективной работы на перевалки по Северо-Западу класс «О-ПР» и высоту второго дна, не удовлетворяющую требованиям МАРПОЛ;

- конвертированные из сухогрузов танкеры пр. RST14, которые удовлетворяют требованиям МАРПОЛ, но могут работать с реки только с недогрузом (избыточная осадка);

- несамоходные баржи, переоборудованные из сухогрузных, проекта 05074ВФТ, имеющие те же проблемы, что и суда пр. 05074Т, а также баржи проекта Р-156СТ с аналогичными проблемами;

- однокорпусные баржи проекта 82380.

Буксиры-толкачи проектов Н3290 и 428 (всего 36 единиц) предназначены для толкания двух- и шестисекционных составов грузоподъемностью 9 000 и 27 000 т. Кроме того, выше перечисленные проекты используются для буксировки судов и других объектов по внутренним водным путям, включая водохранилища, Ладожское и Онежское озера. Буксиры-толкачи имеют регистрационные документы на право буксировки нефтеналивных барж.

Таким образом, для того, чтобы удержаться на рынке, судоходные компании, входящие в холдинг «Управление транспортными активами» должны обновить флот танкеров, что, собственно говоря и происходит. Уже заказаны 7 судов проекта 19614, 5 судов проекта RST25, ведутся переговоры по заказу еще 15 судов нового проекта RST27.

Данные августа 2010 года по составу грузового флота смешанного река-море плавания группы компаний «Палмали» приведены в табл. 8.

Из нефтеналивных судов наиболее многочисленны новые суда типа «Армада» проекта 005RST01 и «Новая Армада» проектов RST22, RST22М (17 единиц + 10 в постройке), проекта 00201Л (10 единиц), проекта 19612 (3 единицы). Всего «Палмали» эксплуатирует 30 новых нефтеналивных судов смешанного плавания и предполагает построить 10 единиц. Кроме того, в работе находятся 17 «Ленанефтей» проектов 621 и Р77 и одна «Волгонефть», которые в перспективе будут выведены из международных перевозок нефтепродуктов.

Из несамоходного флота – 5 новых нефтеналивных барж типа «Палойл» проекта 004ROB05.

Данные августа 2010 года по составу грузового самоходного флота смешанного река-море плавания компаний «Волготанкер», «Волготранс», «Волготранссервис» приведены в табл. 9.

Таблица 8

Основные характеристики флота, эксплуатируемого «Палмали»

Типы судов	Кол-во, ед.	Дедвейт, т	Суммарная мощность ГД, кВт	Класс РС/PPP	Осадка в грузу, м	Размеры судна габаритные, м		
						длина	ширина	высота
1. Самоходный транспортный флот								
Нефтеналивной:								
RST22	7	7008	2400	R2	4,6	139,95	16,83	6
005RST01	10	6444	2160	R2	4,3	138,7	16,76	6
19612	3	7970	2640	R1	5,09	141	16,84	7,4
00201Л	10	6590	1800	R1	4,98	129,3	16,5	6,8
550А	1	4875	1472	R3-RSN	3,51	132,6	16,9	5,5
621	14	3394	1280	R2-RSN/ R3-RSN	3,23	122,83	15,3	5,2
P77	3	2896	1030	R3-RSN	2,88	108,6	15,2	4,4
2. Несамостоятельный транспортный флот								
Нефтеналивной:								
004ROB05	5	4324	-	R3-RSN	3,6	93	16,7	5

Из нефтеналивных судов наиболее многочисленны новые суда типа «Армада» проекта 005RST01 и «Новая Армада» проектов RST22, RST22M (17 единиц + 10 в постройке), проекта 00201Л (10 единиц), проекта 19612 (3 единицы). Всего «Палмали» эксплуатирует 30 новых нефтеналивных судов смешанного плавания и предполагает построить 10 единиц. Кроме того, в работе находятся 17 «Ленанефтей» проектов 621 и P77 и одна «Волгонепфть», которые в перспективе будут выведены из международных перевозок нефтепродуктов.

Из несамостоятельного флота – 5 новых нефтеналивных барж типа «Палойл» проекта 004ROB05.

Данные августа 2010 года по составу грузового самостоятельного флота смешанного река-море плавания компаний «Волготанкер», «Волготранс», «Волготранссервис» приведены в табл. 9.

Наиболее многочисленны танкеры типа «Волгонепфть» всех проектов – 98 единиц, 25 «Нефтерудовозов», 7 танкеров проекта 630, 5 типа «Ленанепфть».

Из несамостоятельных наливных судов больше всего барж проекта P-167 (24 единицы), P-43 (22 единицы), P-27 (21 единица).

Подавляющее большинство судов типа «Волгонепфть», «Ленанепфть», а также нефтерудовозы будут выведены из эксплуатации в 2015 году.

Таблица 9

Основные характеристики флота,
эксплуатируемого «Волготанкер», «Волготранс», «Волготранссервис»

Типы судов	Кол-во, ед	Дедвейт, т	Суммарная мощность ГД, кВт	Класс РС/PPP	Осадка в грузу, м	Размеры судна габаритные, м		
						длина	ширина	высота
1. Самоходный транспортный флот								
Нефтеналивной:								
15781	1	5740	2320	R2-RSN	4,43	134,53	16,7	6,5
630, 630*, 630.2	7	5710	1764	R2-RSN	4,09	138	17	6,4
1577, 1577*, 550A, 558	98	135/4875/ 700/4550/ 320/4080	1472	R2-RSN/ R3-RSN/ M-СП/M- ПР/О-ПР/ О/Р/M	3,67/3,65/ 3,561/3,52/ 3,46/3,448/ 3,4123,225/ 3,146	132,6	16,9	5,5
15790Т	1	4585	1400	R2-RSN	4,58	125,6	13,74	6,5
621, 621.1	2	394/2400	1280	R2-RSN	3,23	122,83	15,3	5,2
P-77	3	2278/2150	1030	M	2,5	108,6	15,1	4,4
1570	21	3345/3280	970	R2-RSN/ M-СП	3,8	119,04/ 118,92	13,46	5,8
1553	4	2857	970	M-СП	3,8/3,436	119,9	13,5	5,8
81180	2	1065	884	O	2,166	84	12,36	3,5
866/1596, 866	8	615/328	280	O	1,95/1,9	65,6/ 65,5	9,6	2,8/2,4
P-135A, P-135B	1	480/279	332	P	3,32/1,05	57,7	9,55	2,1
P-60	1	159	166	P	0,96	50,2	8,89	2,36
2. Несамостоятельный транспортный флот								
Нефтеналивной:								
P-43	22	9470/9200	-	O	4	114,55	27,25	5,2
P-167, P-167A	24	6250	-	O	3,5	113,7	21,28	4
426	1	5000	-	O	3	124,2	20,7	4,1
P-27, P-27K	21	4600/4582	-	P	2,6	111,2	20,5/ 20,4	2,85
82230	3	4225	-	P	2,6	110,97	20,06	2,85
81770	4	2700	-	O	2,49/2,45	105	14,08	3
458	1	2000	-	P	1,78	103,4	16,44	2
81380	1	1600	-	P	1,8	87,1	15,55	2,2
P-147	2	1000	-	P	1,54	72,95	15,56	2,8
942	1	450	-	P	1	66,2	14,27	2
P-63	1	200	-	P	0,81	44,7	8,3	1,4

Часть танкеров типа «Волгонефть» (по оценкам автора, 10-12 в дополнении к ранее сделанным 3 судам) и все танкеры проекта 630 (7 единиц) будут модернизированы путем подъема второго дна, что позволит продлить их эксплуатацию еще на 5-10 лет, пока их не придется вывести из эксплуатации по техническому состоянию.

Для сохранения уже перевозимого объема нефти и нефтепродуктов с речных портов России, прибрежных перевозок, в том числе в Каспии потребуется около 100 новых танкеров река-море и море-река плавания (проекты RST22, RST25, RST27, 19614, 19900 и их аналоги) в европейской части, а также 20-30 барже-буксирных наливных составов и 7-10 танкеров для сибирских рек.

Подробнее см. в табл. 10.

Таблица 10

Прогноз требуемого количества новых судов внутреннего, смешанного река-море плавания и «коастеров» на ближайшие 5-10 лет

Тип	Количество	Примечание
Танкеры смешанного плавания дедвейтом около 7,0 тыс. т «Волго-Дон макс» класса	70	Частные компании
Танкеры дедвейтом «О-ПР» около 5,4 тыс. т «Волгомакс» класса	36	ФЦП [5]
Танкеры дедвейтом «М-СП» около 3,4 тыс. т «Лена» класса	7	ФЦП [5]
Речные и смешанного река-моря толкачи и буксиры	20-30	
Баржи нефтеналивные, в том числе для толкаемых составов с морскими сцепами	20-30	

Выводы

1. К настоящему времени во флоте России сложилась уникальная ситуация – большинство танкеров река-море плавания имеют двойное дно и двойные борта, но при этом не отвечают требованиям Правила 21 Международной конвенции МАРПОЛ 73/78 при перевозке нефти и нефтепродуктов плотностью более 0,900 т/куб. м и не имеют права на морские перевозки таких грузов с даты их поставки в 2008 году.

2. Возрастная структура речного флота, осуществляющего перевозки нефти и нефтепродуктов:

- средний возраст самоходных наливных судов – 37 лет;
- средний возраст несамоходных наливных судов – 29 лет;

- средний возраст буксирного флота, необходимого для обслуживания несамоходных наливных судов – 33,2 года.

3. На переходном периоде в 5-10 лет для продления ресурса существующих танкеров могут быть рекомендованы установка второго дна и вторых бортов без изменения года постройки (модернизация) и установка второго дна и вторых бортов с изменением года постройки (конверсия).

4. Однако для гарантированного сохранения уже перевозимого объема нефти и нефтепродуктов с речных портов России, прибрежных перевозок, в том числе в Каспии потребуются около 100 новых танкеров река-море и море-река плавания (проекты RST22, 25, 27, 19614, 19900 и их аналоги) в европейской части, а также 20-30 барже-буксирных наливных составов и 7-10 танкеров для сибирских рек.

Наличие потребности в таком количестве новых судов смешанного плавания создает благоприятные условия для судостроения как России, так и Украины.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Егоров Г.В. Обеспечение экологической безопасности существующих малых танкеров // Причерноморський екологічний бюлетень. – Одесса, 2006. – № 2 (20). – С. 55-57.
2. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
3. Егоров Г.В., Ефремов Н.А. Требования к дополнительным классам экологической безопасности корпусов судов внутреннего и смешанного плавания // Труды НТК по СМК памяти проф. П.Ф. Папковича. – СПб.: ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2007. – С. 19-21.
4. Обоснование повышенных требований Регистра к судам со знаками ЭКО и ЭКО ПРОЕКТ в символе класса / В.И. Евенко, Г.В. Егоров, А.А. Сергеев, В.В. Гришкин // Научн.-техн. сб. Российского Морского Регистра Судоходства. – Вып. 30. – СПб.: РС, 2007. – С. 191-207.

Стаття надійшла до редакції 17.05.2011

Рецензент – доктор технічних наук, професор, головн. наук. співпрацівник Морського інженерного бюро, наук. консультант **В.В. Козляков.**

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАГРУЗКИ СУДНА,
ОСНОВАННАЯ НА ДАННЫХ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНВЕНЦИИ SOLAS**

В статье излагаются соображения по поводу статистического коэффициента, который характеризует загрузку пассажирских и грузовых судов. Рассмотрены данные по загрузке судов разных типов предлагаемые в правилах международной конвенции SOLAS.

У статті викладаються міркування з приводу статистичного коефіцієнта, що характеризує завантаження пасажирських і вантажних суден. Розглянуто дані по завантаженню суден різних типів, що запропоновані в правилах міжнародної конвенції SOLAS.

Ключевые слова: коэффициент загрузки грузового судна, коэффициент загрузки пассажирского судна.

Ключові слова: коефіцієнт завантаження грузового судна, коефіцієнт завантаження пасажирського судна

Постановка проблемы. Одним из показателей использования транспортного флота является коэффициент загрузки судна. Зачастую значение этого коэффициента принимается по наитию проектировщика или экономиста проводящего расчет, либо учитываются статистические данные характерные для конкретной линии. Возникла необходимость рассчитать значение этого коэффициента для разных типов судов, принимая во внимание данные, предлагаемые международной конвенцией SOLAS, которые основаны на большом статистическом опыте по эксплуатации мирового флота.

Анализ последних исследований и публикаций. Коэффициент загрузки представляет собой отношение количества груза на борту к чистой грузоподъемности судна $\alpha_3 = \frac{Q}{P_2}$ [1]. Для пассажирских судов к грузу будут отнесены пассажиры с багажом и необходимые для них запасы воды и провизии [2]. Значения α_3 могут колебаться в широких пределах и поэтому становятся особенно интересными данные статистики, используемые при создании правил международных морских конвенций.

Части общей проблемы, которые не решены ранее (цель работы). При оценке эффективности работы судна на новых линиях, в случае разработки проектов судов новых типов, когда значение коэффи-

циента загрузки судна неизвестно, возможно использование опыта по загрузке судов, который накоплен ИМО (International Maritime Organization) и который будет проанализирован в данной работе.

Целью настоящей статьи является разработка методики по определению коэффициентов загрузки судов различных типов.

Изложение основного материала исследования. С 1 января 2009 г. вступили в силу поправки к международной конвенции SOLAS, суть которых заключается в изменении требований к делению на отсеки и аварийной остойчивости судов различных типов. Стимулом к этому послужило стремление создать унифицированные пути оценки непотопляемости судов. В основе расчетов лежит вероятностный метод, который в свою очередь базируется на реальных данных по авариям судов.

Как известно вероятностная оценка непотопляемости судна сводится к сопоставлению двух индексов: достижимого индекса деления на отсеки A и требуемого индекса деления на отсеки R . Одно из условий соответствия судна требованиям непотопляемости – $A \geq R$.

При расчете индекса $A = 0,4A_s + 0,4A_p + 0,2A_1$ учитываются три варианта загрузки судна:

– по осадку d_s – осадку, соответствующую ватерлинии по летнюю грузовую марку;

– загрузка судна по частичную осадку d_p – осадку, соответствующую ватерлинии равной наименьшей эксплуатационной осадке плюс 60 % разности между этой осадкой и осадкой по летнюю грузовую марку;

– загрузка судна по наименьшую эксплуатационную осадку d_1 – осадку, соответствующую наименьшей ожидаемой загрузке и связанной с ней емкостью цистерн. Для пассажирских судов в этом варианте загрузки необходимо учитывать всех пассажиров и экипаж на борту. Для грузовых судов будет рассматриваться нагрузка судно порожнем со 100 % запасов.

Для большинства типов судов, участок грузового размера ограниченный осадкой d_{LW} , соответствующей весу судна порожнем, и осадкой по летнюю грузовую марку d_s имеет вид близкий к линейной зависимости. Для приблизительных оценок в [3] предлагается следующий вид грузового размера для сухогрузных универсальных многоцелевых судов (рис. 1).

Водоизмещение судна можно записать как сумму веса судна порожнем LW и дедвейта DW $\Delta = LW + DW$. Далее, выделяя составляющие дедвейта: чистую грузоподъемность P_z ; вес экипажа с запасом воды и провизии $P_{эк}$; топливо, масло P_m ; балласт P_b получаем $\Delta = LW + P_z + P_{эк} + P_m + P_b$. Рассматриваем вариант, в котором измене-

ние осадки судна происходит только за счет принятого на борт груза, то есть судно со 100 % запасов.

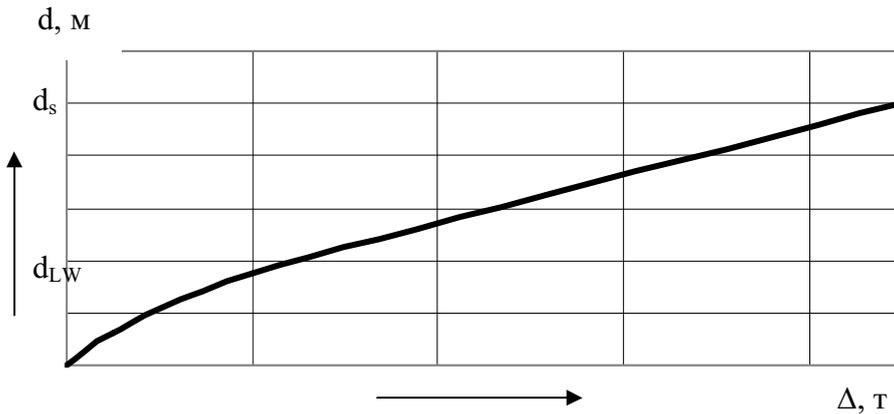


Рис. 1. Грузовой размер

Учитывая то, что фактор $A = 0,4A_s + 0,4A_p + 0,2A_1$, для грузового судна можно предположить следующее: 40 % рейсов будет эксплуатироваться при 100 % загрузке, 40 % – при наличии 60 % груза и 20 % времени предполагается эксплуатация судна без груза на борту. Следовательно, среднестатистический коэффициент загрузки грузового судна будет равен

$$\alpha_s = \frac{0,4 * P_z + 0,4 * 0,6 * P_z + 0,2 * 0 * P_z}{P_z} = 0,64. \quad (1)$$

Для пассажирских судов, предназначенных исключительно для перевозки пассажиров, предполагается наличие 100 % пассажиров на борту в вариантах эксплуатации с осадками d_s и d_1 , а 60 % – в варианте d_p . Коэффициент загрузки в этом случае будет равен

$$\alpha_s = \frac{0,4 * P_z + 0,4 * 0,6 * P_z + 0,2 * P_z}{P_z} = 0,84. \quad (2)$$

Рассматривая конвенционные требования к непотопляемости судов 2002 г., которые распространяются на существующие суда, можно отметить, что для грузовых судов предполагается половина рейсов с осадкой по летнюю грузовую ватерлинию d_s и половина с частичной осадкой d_p . Коэффициент загрузки принимает значение

$$\alpha_s = \frac{0,5 * P_z + 0,5 * 0,6 * P_z}{P_z} = 0,8.$$

Для оценки непотопляемости пассажирских судов в этой версии SOLAS применяется графоаналитический метод, поэтому нет возможности определить статистический коэффициент загрузки судна.

Таблица 1

Значения коэффициента загрузки судна

Тип судна	Требования SOLAS	
	2002 г.	2009 г.
Грузовые суда	0,8	0,64
Пассажирские суда	-	0,8

Для того чтобы оценить степень использования водоизмещения судов, применяется коэффициент утилизации водоизмещения по чистой грузоподъемности

$$\eta_z = \frac{P_z}{\Delta}, \quad (3)$$

где P_z – чистая грузоподъемность судна;

Δ – весовое водоизмещение судна.

Этот коэффициент иногда рассматривают как одну из основных характеристик, транспортных судов. Значение коэффициента η_z широко варьируется для судов различных типов. Например, для пассажирского (океанского) судна он принимает значение 0,23; среднее значение η_z для судов, перевозящих генеральные грузы и контейнеровозов равно 0,53; для нефтеналивных судов – 0,68 [2]; для быстроходных пассажирских судов прибрежного плавания среднее значение η_z – 0,22. При определении чистой грузоподъемности пассажирских судов следует учитывать вес пассажиров с багажом и воду с провизией для них.

Таблица 2

Значения коэффициента утилизации водоизмещения по чистой грузоподъемности для быстроходных пассажирских судов прибрежного плавания

Название судна	Водоизмещение Δ , т	Чистая грузоподъемность P_z	Коэффициент η_z
Александр Грин	95,0	16,1	0,17
Радуга 2	52,6	10,8	0,21
Phoenix	28,3	6,8	0,24
Wakaayu	20,5	5,2	0,25

Средний вес одновременно перевозимого груза

$$Q_{cp} = \alpha_3 P_e = \alpha_3 \eta_e \Delta.$$

Коэффициент загрузки судна будет представлен в виде

$$\alpha_3 = \frac{Q_{cp}}{\eta_e \Delta}. \quad (4)$$

Дифференцируем уравнение (4)

$$d\alpha_3 = -\frac{Q_{cp}}{\Delta \eta_e^2} d\eta_e. \quad (5)$$

Так как $\alpha_3 = \frac{Q_{cp}}{\eta_e \Delta}$, то после преобразований получим

$$\frac{d\alpha_3}{\alpha_3} = -\frac{d\eta_e}{\eta_e}. \quad (6)$$

Принимая $d\eta_e = 0,01$, можно определить (для судов с коэффициентом утилизации водоизмещения по чистой грузоподъемности $\eta_e = 0,53$)

$\frac{d\alpha_3}{\alpha_3} = 0,019$. При таком же значении $d\eta_e$, для судов, у которых груз не

является доминирующим $\eta_e = 0,22$, $\frac{d\alpha_3}{\alpha_3} = 0,04$.

Из приведенных выше рассуждений вытекает вывод о том, что для судов, в нагрузке которых доминирует груз, коэффициент загрузки будет определен более точно, чем для судов с меньшим значением коэффициента утилизации водоизмещения по чистой грузоподъемности (например, быстроходные пассажирские суда прибрежного плавания).

Выводы. Учитывая данные, приведенные выше, можно предположить в предварительных экономических, статистических, проектных расчетах, что значение коэффициента загрузки грузовых судов равно 0,64, а для пассажирских судов – 0,8. Расчеты основаны на данных, представленных ИМО (International Maritime Organization), которые изучались за последнее десятилетие [4]. Рекомендации, приведенные в этой статье, могут оказаться полезными при расчете показателей использования судна на новых линиях и при оценке эффективности судов новых типов.

Для судов, у которых в нагрузке преобладает груз, коэффициент загрузки будет определен более точно (с помощью приведенного в статье метода), чем для судов с меньшим значением коэффициента утилизации водоизмещения по чистой грузоподъемности (например, океанские пассажирские суда).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сердюк Н.Ф. Сборник задач по статистике морского транспорта / Н.Ф.Сердюк, Б.А. Носов, М.И. Брускин. – М.: Транспорт, 1986. – 177 с.
2. Ашик В.В. Проектирование судов / В.В. Ашик. – Л.: Судостроение, 1985. – 317 с.
3. Ларкин Ю.М. Устройство и оборудование судов: Методические указания / Ю.М. Ларкин, В.П. Хильский, А.В. Демидюк, А.В. Изергин. – Одесса: ОНМУ, 2002. – 40 с.
4. Новые требования ИМО. – Л.: Российский Морской Регистр Судоходства, 2006. – 91 с.

Стаття надійшла до редакції 07.06.2011

Рецензент – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теорія та проектування корабля» Одеського національного морського університету **Ю.М. Ларкін.**

УДК 629.123.3

А.А. СЕМИН

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА РИСКОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ ВНУТРЕННЕГО И СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ

В статье идентифицированы опасности, которые могут возникать при решении задач проектирования либо переоборудования пассажирских судов и служат причинами неоптимальных технико-эксплуатационных параметров. Произведена вероятностная оценка влияния опасностей и определен уровень формального риска. По полученным результатам составлен перечень характеристик, определение которых должно учитывать имеющиеся опасности.

У статті ідентифіковано небезпеки, які можуть виникати при вирішенні задач проектування або переоблаштування пасажирських суден та служити причинами неоптимальних техніко-експлуатаційних параметрів. Проведено імовірнісну оцінку впливу небезпек і визначено рівень формального ризику. За отриманими результатами складено перелік характеристик, визначення яких повинно враховувати наявні небезпеки.

Ключевые слова: пассажирское судно, проектирование, идентификация опасностей, риск.

Ключові слова: пасажирське судно, проектування, ідентифікація небезпек, ризик.

Особенностью пассажирских судов внутреннего и смешанного плавания (ПСВСП) является прямая зависимость коммерческого успеха судна от его популярности на рынке, что обусловлено его внешней и внутренней привлекательностью, обслуживанием, а также разумным соотношением цены и качества туристического продукта, немаловажной составляющей которого является само судно. Проектирование пассажирских судов с применением известных ранее методик – как судов, выполняющих линейно-транспортные перевозки – на которых обустроивались помещения для всех социальных категорий пассажиров, во многих случаях (а зачастую – сразу после вступления судна в строй) приводило к тому, что суда оказывались непригодными к деятельности в других условиях. Как правило, это приводило к упущенной выгоде, значительным дополнительным финансовым вложениям в переоборудование и модернизацию либо переводу в другой сектор рынка перевозки пассажиров, не отвечающий изначальным планам использования судна. В современных условиях определяющим фактором эффективности пассажирского судна является не только его соответствие навигационным условиям эксплуатации, но и разумное соотношение уровня комфортабельности и затрат на содержание судна.

Актуальность указанной задачи сегодня особенно возрастает в связи с более четким разделением всей совокупности потенциальных пассажиров на вполне различимые социальные группы (по возрасту, благосостоянию, интересам и т.д.) для которых требуется обеспечение различного уровня комфортабельности.

Целью данного исследования является всесторонний анализ и учет риска еще на ранних стадиях проектирования, в процессе определения концептуальной направленности будущего туристического судна и первичных элементов, таких как пассажировместимость, уровень комфортабельности, район плавания, главные размерения. В настоящий момент, некоторые факторы риска и уровень безопасности в неявном виде регламентируются, главным образом, правилами классификационных обществ, международными морскими конвенциями и некоторыми национальными нормативными актами такими как: государственные санитарные правила для морских и речных судов [2, 3]; требования техники безопасности при проектировании речных и морских судов и т.п. Положения вышеперечисленных документов, как правило, охватывают требования, предъявляемые к конструкции корпуса, энергетическому, электрорадионавигационному оборудованию и конвенционному снабжению.

Вместе с тем, некоторая часть ошибок, связанных с недостатками проработки концепции будущего пассажирского судна и его оборудования (по разным причинам), закладывается в проект еще на ранних стадиях. При дальнейшем проектировании такие ошибки существенно влияют на конструкцию судна и его технико-экономические показатели. Корректное определение факторов риска, влияющих на формирование конструкции судна и его коммерческих показателей – в настоящий момент абсолютно необходимое условие для создания судна, в полной мере отвечающего пожеланиям заказчика.

Для определения и оценки факторов риска по отношению к ПСВСП были применены международные нормативные документы, посвященные методам оценки рисков [1, 5-9]. В данных нормативных документах приводятся методы определения рисков и оценки безопасности, связанной с безопасностью жизнедеятельности человека на судне, и самого судна, как инженерного сооружения. Методы "Consequence / probability matrix" и "Failure modes and effect analysis", приведенные в работе [8], рекомендованы для оценки рисков, к которым можно отнести и коммерческие риски, возникающие еще на этапе проектирования судна, связанных с его строительством и дальнейшей эксплуатацией. Указанные методы применены в данной работе совместно с методом "Formal safety assessment" [6]. Это позволило обоснованно создать принципиально новый подход к определению главных элементов ПСВСП, непосредственно учитывая неблагоприятные технико-эксплуатационные параметры ПСВСП. Процедура реализации состояла из следующих шагов: выяснение (идентификация) опасностей; анализ риска; определение возможностей конт-

роля риска; разработка рекомендаций для выработки окончательного решения.

Применительно к проектированию ПСВСП это позволило:

- выполнить подробный анализ возможных концептуальных ошибок на ранних стадиях проектирования;
- произвести оценку риска ранее разработанных проектов ПСВСП;
- скорректировать и создать новую методологию в области проектирования для дальнейшего строительства или переоборудования существующих ПСВСП, с учётом выполненной оценки риска, что позволит повысить коммерческую привлекательность будущего судна.

В данной статье, в процесс идентификации опасностей, связанных с ошибками на ранних стадиях проектирования, были положены данные о недостатках пассажирских судов, работающих на отечественных ВВП, а также на ВВП России и Западной Европы. Необходимая информация для построения т.н. «Дерева опасностей» (см. рис. 1) была получена автором путем анализа имеющихся проектов ПСВСП, а также отзывов туроператоров, судовладельцев и инженеров, деятельность которых связана с эксплуатацией и ремонтом существующих ПСВСП.

Далее, автором произведена вероятностная оценка влияния опасностей и определение рисков. Относительная частота проявления опасности (т.е. фактора риска, оказывающего негативное воздействие на качество проекта и дальнейшую коммерческую эффективность судна) определена по формуле [2]

$$W = \frac{S}{N_S}, \quad (1)$$

где S – количество субстандартных судов, влияющих на повышение опасности;

N_S – общее количество судов в данной категории опасности.

При определении W для опасности, связанной с ограничениями по погодным условиям, величина N_S обозначает общее количество эксплуатационного времени в сутках, S – количество суток простоя, вызванное неблагоприятными погодными условиями.

Результаты определения W для каждого фактора риска приведены в табл. 1 и 2.

Полученные в таблицах 1 и 2 значения относительной частоты W можно принять за приближенное значение вероятности появления опасности [2]. Значения W , полученные для судов работающих под флагами Украины и России, значительно превосходят значения, полученные для судов работающих на ВВП Западной Европы, таким образом, можно обоснованно констатировать, что конструктивные особенности отечественных ПСВСП значительно ухудшают их коммерческую привлекательность на рынке круизных перевозок, по сравнению с западно-европейскими ПСВСП.

Таблиця 1

*Относительная частота появления опасности для судов,
работающих под флагами Украины и России*

Фактор риска	N_S	S	W
Уровень комфортабельности	135	69	0,51
Общее расположение	135	77	0,57
Ограничения по погодным условиям и районам плавания	100	1	0,01
Главные размерения и характеристики	135	51	0,38
Моральное старение	135	128	0,95

Таблиця 2

*Относительная частота появления опасности для судов,
работающих под флагами стран Западной Европы*

Фактор риска	N_S	S	W
Уровень комфортабельности	160	10	0,06
Общее расположение	160	15	0,09
Ограничения по погодным условиям и районам плавания	100	1	0,01
Главные размерения и характеристики	160	25	0,16
Моральное старение	160	15	0,09

Для построения матриц риска, для существующих ПСВСП работающих на ВВП Украины, Западной Европы и России для каждой опасности в табл. 1 и 2 определен уровень риска R . Индексы вероятности P присвоены по четырехбалльной шкале, исходя из диапазона относительной частоты W негативного воздействия на проект:

- «1» – 0-0,25 – очень незначительная вероятность;
- «2» – 0,26-0,5 – незначительная вероятность;
- «3» – 0,51-0,75 – существенная вероятность;
- «4» – 0,76-1,00 – высокая вероятность.

При оценке последствий C , также использовалась четырехбалльная шкала, согласно которой – индекс «4» был присвоен опасности, последствия которой способны оказать катастрофическое воздействие на проект, что при вводе судна в строй не позволит его эффективно эксплуатировать; «3» – присвоен опасности, последствия которой значительны, но поддаются корректировке с целью повышения эффективности судна; «2» – присвоен опасности, последствия которой незначительны и позволяют эксплуатировать судно без значительных переделок и реконструкций; «1» – присвоен опасности, последствия которой минимальны и не

оказывают на эксплуатацию и содержание судна серьезного воздействия. Исходя из анализа последствий, воздействия на существующие ПСВСП опасностей, перечисленных выше, индексы были распределены следующим образом:

- «4» – уровень комфортабельности;
- «3» – общее расположение помещений и моральное старение;
- «2» – главные размерения и характеристики;
- «1» – ограничения по погодным условиям и районам плавания.

В качестве оценки уровня незначительного риска выбран низший уровень опасности «1» – вероятность воздействия от которого минимальна ($W = 0,25$ и ниже) и не оказывает на эксплуатацию и содержание судна серьезного воздействия. В качестве уровня высокого риска выбран уровень опасности «4» ($W = 0,76$ и выше).

На основе данных табл. 3 и 4 построены матрицы риска ПСВСП эксплуатирующихся под флагами Украины, России и стран Западной Европы. На рисунках 2 и 3 цифры напротив точек обозначают следующие виды опасности: 1 – уровень комфортабельности; 2 – общее расположение; 3 – ограничения по погодным условиям и районам плавания; 4 – главные размерения и характеристики; 5 – моральное старение.

Таблица 3

*Уровни риска при проектировании ПСВСП,
эксплуатирующихся под флагами Украины и России*

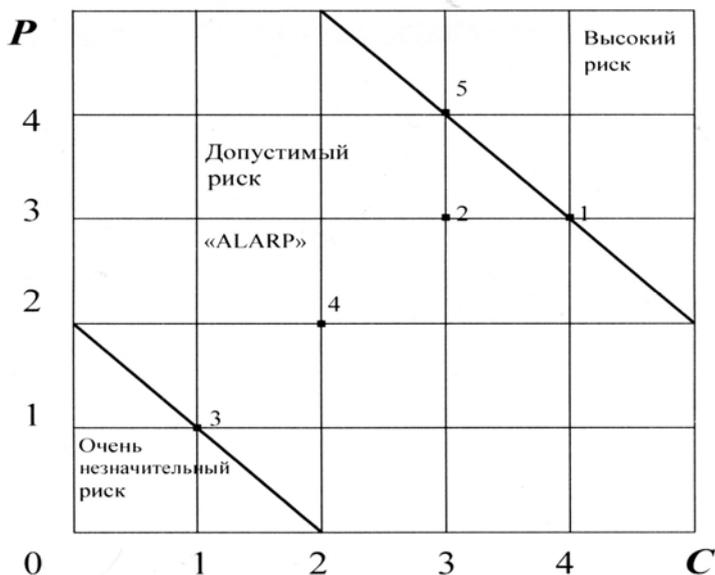
Опасность	Индексы вероятности, P	Индексы последствия, C	Риск, $P \times C$
Уровень комфортабельности	3	4	12
Общее расположение	3	3	9
Ограничения по погодным условиям и районам плавания	1	1	1
Главные размерения и характеристики	2	2	4
Моральное старение	4	3	12

Матрицы риска дают четкое представление о том, что наибольший риск представляют собой недостаточный уровень комфортабельности и моральное старение отечественных ПСВСП. Вместе с тем, ПСВСП эксплуатирующиеся под флагами стран ЕС в настоящий момент практически не подвержены высоким рискам, характерным для отечественных пассажирских судов.

Таблица 4

*Уровни риска при проектировании ПСВСП,
эксплуатирующихся под флагами стран Западной Европы*

Опасность	Индексы вероятности, P	Индексы последствия, C	Риск, $P \times C$
Уровень комфортабельности	1	4	4
Общее расположение	1	3	3
Ограничения по погодным условиям и районам плавания	1	1	1
Главные размерения и характеристики	1	2	2
Моральное старение	1	3	3



*Рис. 2. Матрица риска для ПСВСП,
работающих под флагами Украины и России*

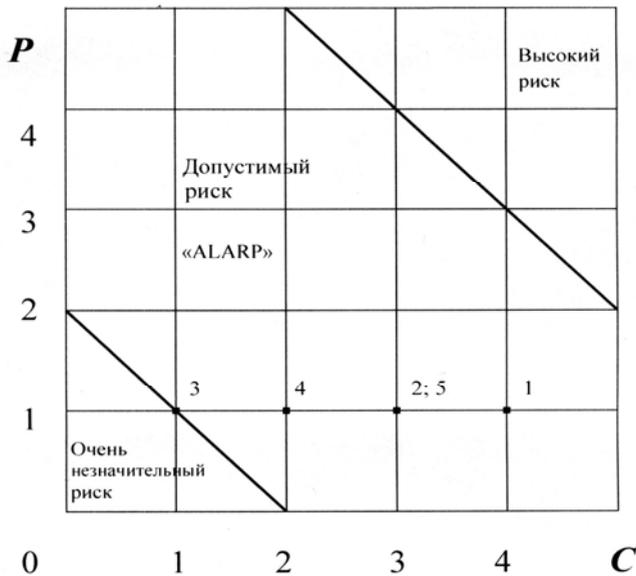


Рис. 3. Матрица риска для ПСВСП, работающих под флагами стран Западной Европы

При выработке мер по снижению уровня рисков, используя полученные результаты, можно сделать вывод, что следует уделить особое внимание рискам, связанным с уровнем комфортабельности отечественных ПСВСП и их моральным старением. Риск, связанный с общим расположением отечественных ПСВСП хоть и находится в зоне допустимого риска «ALARP», но, также, достаточно высок. Вместе с тем, все риски, относящиеся к ПСВСП, работающих под флагами стран ЕС, находятся у нижней границы зоны допустимого риска «ALARP».

Для снижения упомянутых рисков, для вновь проектируемых и переоборудуемых судов особое значение приобретает как можно более точный учет заданного уровня комфортабельности. В большинстве случаев это автоматически затрагивает общее расположение помещений, и влечет за собой изменение главных размерений и характеристик. Таким образом, получение коммерчески успешного пассажирского судна, неизбежно связано с как можно более точным определением таких параметров судна как:

- потребный уровень комфортабельности;
- общая площадь всех палуб, в зависимости от потребного уровня комфорта;
- площадь функциональных блоков помещений, в зависимости от потребного уровня комфорта и общей площади всех палуб.

Выработка методов, позволяющих получить значения площадей, главных размерений и пропульсивных характеристик ПСВСП в зависимости от заданного уровня комфортабельности, даст возможность обоснованно регулировать уровень риска на каждом этапе определения главных элементов проектируемого судна, и, в конечном итоге позволит повысить коммерческую привлекательность проектируемых и переоборудуемых ПСВСП.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты: ГОСТ Р 51898-2002. – [Действует с 2002-05-06]. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 6 с.*
2. *Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебн. пособие для вузов / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 1977. – 479 с.*
3. *Державні санітарні правила для морських суден України: ДСП 7.7.4 – 057-2000: Затв. Голов. Держ. санітарний лікар України 20.12.2000 / М-во охорони здоров'я України. – К., 2000. – 97 с.*
4. *Державні санітарні правила для річкових суден України: ДСП 7.7.4.048-99: Затв. Голов. Держ. санітарний лікар України 01.12.99 / М-во охорони здоров'я України. – К., 1999. – 115 с.*
5. *Менеджмент риска. Термины и определения: ГОСТ Р 51897–2002. – [Действует с 2002-05-30]. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 7 с.*
6. *Guidelines for formal safety assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process: MSC/Circ. 1023: 5 April 2002 / International Maritime Organization. – 2002.*
7. *Risk management – Principles and guidelines: ISO 31000:2009 (E). – [Действуем с 2009-11-15]. – Geneva: International Organization for Standardization, 2009. – 24 p.*
8. *Risk management – Risk assessment techniques: IEC/ISO 31010:2009 – [Действуем с 2009-11]. – Geneva: International Electrotechnical Commission, 2009. – 188 p.*
9. *Risk management – Vocabulary: ISO GUIDE 73:2009 (E/F). – [Действуем с 2009-01-01]. – Geneva: International Organization for Standardization, 2009. – 15 p.*

Стаття надійшла до редакції 10.04.2011

Рецензент – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Теорія та проектування корабля» Одеського національного морського університету **С.М. Баскаков**.

УДК 69.05:658.562:728.1

В.А. ГРИШИН

ИСТОРИЯ ОДЕССКИХ ОПОЛЗНЕЙ
(ЧАСТЬ 3)

Приведены некоторые исторические сведения об Одесских склонах и оползнях.

Приведено деякі історичні відомості про Одеські схили і зсуви.

Ключевые слова: *Одесские склоны, оползни, грунты, подземные воды, море, штольни, галереи.*

Ключові слова: *Одеські схили, зсуви, ґрунти, підземні води, море, штольні, галереї.*

Оползни Одессы изучаются уже много лет, и им посвящена довольно обширная литература. История изучения Одесских оползней очень интересна и поучительна с той точки зрения, что многие исследователи не просто перечисляли их причины, но и пытались дать различные объяснения физической природе явления оползания. При изучении Одесских оползней очень большое внимание было уделено вопросу о механизме оползневого процесса. Много разнообразных гипотез было высказано относительно происхождения оползней. Однако большинство ранее данных объяснений причин и механизма Одесских оползней противоречат либо фактам, либо, если они еще недостаточно проверены на практике, основным положениям общей механики и механики грунтов.

Е. П. Емельянова

Данная работа является продолжением описания истории Одесских оползней, изложенного в статьях [1, 2], охватывающих период с 1813 по 1950 г. Здесь будет продолжено описание этой истории, начиная с 1950 г. Некоторые из этих вопросов были рассмотрены в монографии [3].

Если в настоящее время взглянуть с высоты птичьего полета на некоторый благоустроенный участок Одесского побережья, то можно увидеть картину, показанную на рис. 1. На ней в море темной линией отмечены подводные волноломы, перпендикулярно к песчаным пляжам показаны буны, затем подпорные стенки и уложенные склоны. Для

перехвата подземных вод второго горизонта, на некотором расстоянии от бровки плато под землей проложена дренажная галерея с отводящими штольнями и выводами для сброса этих вод в море, как показано на рис. 2. Для отвода поверхностных вод на склонах сооружены лотки и нагорные каналы. Укрепления верхней части склонов выполнено лесонасаждениями.



Рис. 1. Одесское побережье



Рис. 2. Вывод подземных вод из дренажной галереи

Рассмотрим, каким образом все это было запроектировано и сооружено. Забегая вперед, следует отметить, что были годы интенсивного строительства и годы полного застоя не только в благоустройстве новых участков береговых склонов, но и в эксплуатационных работах по поддержанию построенных противооползневых сооружений в безаварийном состоянии, что привело некоторые из них к разрушению, например, как показано на рис. 3.



Рис. 3. Повреждение плит покрытия откоса

К большому сожалению, следует констатировать, что еще существуют на огромном протяжении Одесского побережья неблагоустроенные склоны, например, как показанные на рис. 4, на которых возможны оползни. Вообще оползневые процессы происходят непрерывно, но на различных участках побережья они находятся на разных стадиях своего развития. Так на одних участках происходят оползни, на других идет подготовка к ним, а на третьих устанавливается относительная их стабильность. Только при систематическом наблюдении за склонами можно установить различные стадии оползневых процессов на разных участках побережья.

В пятидесятые годы прошлого столетия наряду с ликвидацией разрушительных последствий войны в стране появилась возможность решать другие важные народнохозяйственные задачи. К ним относилась и борьба с Одесскими оползнями, которые разрушали морское побережье с расположенными на нем различными сооружениями. Так, например, большим оползнем в 1952 г. дома, расположенные на четной стороне Черноморской улицы, были полностью уничтожены (оставшиеся дома на этой улице показаны на рис. 5).



Рис. 4. Неблагоустроенный склон на Одесском побережье



Рис. 5. Остатки улицы Черноморской

Как и много лет назад все начиналось с не нового вопроса, какова основная причина образования оползней? Но к этому времени велись наблюдения за склонами Одесского побережья оползневой станцией, существовала “Генеральная схема противооползневых мероприятий побережья города Одессы” [4], изданная в 1940 г. В 1958 г. Ялтинским отделением института <Гипроград> был разработан второй проект первой очереди противооползневых мероприятий на участке Ланжерон-Аркадия протяженностью 5,7 км, скорректированный к 1964 году. Было проведено ряд совещаний [5, 6] и особенно [7], на которых рассматривались на высоком научном уровне вопросы изучения причин образования и развития Одесских оползней и способов их ликвидаций. Многие участники этих совещаний к этому времени понимали, что не может быть только одной причины их появления. Приведем по данному поводу на наш взгляд очень удачную цитату G.B. Sowers и G.F. Sowers: *“В большинстве случаев множество факторов действует одновременно, поэтому попытка решить, который из них обусловил оползень, не только сложна, но и неправильна. Часто последний фактор играет роль спускового крючка, приводящего в движение массы грунтов, которые уже находились на пределе устойчивости. Называть последний фактор причиной все равно, что называть спичку, которой поджигают детонирующий шнур, подрывающий здание, причиной разрушения”*. Эта мысль, как утверждение, следовала в генеральном докладе А.М. Дранникова [7]. Там было сказано: *“...несмотря на дальнейшее развитие представлений о причинах, вызывающих оползни вообще и Одесские в частности, меры борьбы с ними, разработанные нами в Генеральной схеме и техническом проекте первой очереди в 1939-1941 гг. остались без каких-либо существенных изменений, что является лучшим доказательством их правильности”*. Эти мероприятия по борьбе с оползнями, включали в частности подземные воды и морскую абразию как важные факторы образования оползней, были рассмотрены нами в статье [2].

Но были и серьезные возражения от крупных ученых, работающих в этой области [7]. Рассмотрим некоторые из них. Так Е.П. Емельянова считала, что необходимо пересмотреть вопрос о механизме и причинах Одесских оползней с научных позиций сегодняшнего дня, так как фактических данных о влажности глин в оползневом склоне и о механике смещения оползней нет, есть только гипотезы. Следует также при исследовании склонов учитывать установленные новые закономерности механики грунтов. Все это конечно не вызывало возражений. Но приведенные ею в докладе схемы распределения напряжений в грунтах склона порождали в свою очередь большие сомнения, так как при их определении не учитывался собственный вес грунта склона и плато, его разнородность и упруговязкопластические свойства. Она считала, что основной причиной оползневых процессов на Одесском побережье является возрастание касательных напряжений в мезотических глинах, которые не находятся в пластическом состоянии, поэтому происходит их хрупкое разрушение.

Увеличение этих напряжений вызвано в основном уменьшением ширины оползневой террасы, выполняющей роль пригрузки склона, которое возникло вследствие действия морской абразии. Также ей утверждалось, что влияние понтического водоносного горизонта на образование новых оползней, ничтожно, и не играет в этом процессе решающей роли. Поэтому дренирование этого водоносного слоя является “... роскошью, напрасной тратой государственных средств”. К такому же мнению склонялся и И.С. Рогозин. В подтверждение приводилась южная часть района Ланжерона где, несмотря на наличие дренажной галереи, произошел оползень.

Другими исследователями склонов были выполнены систематические наблюдения фотовизуальным и геодезическим методами над внешним видом оползневых участков Одесского побережья от улицы Гоголя до Люстдорфской балки (Н.А. Хренников [7]). Эти участки побережья имели разнообразное строение. Например, вид побережья Большого Фонтана показан на рис. 6.

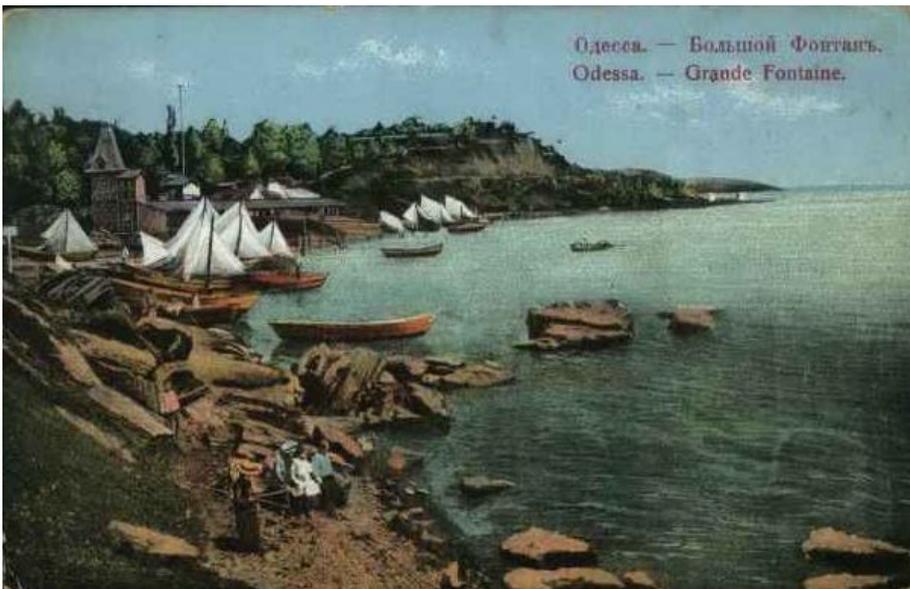


Рис. 6. Побережье на Большом Фонтане

В результате обобщений существующих и новых исследований ими были предложены следующие выводы. Важными причинами, создающими оползни на Одесском побережье, являются существующие вертикальные обрывы коренного плато и подземные воды, находящиеся в толще геологических слоев. Они концентрируются в основании известняка, а местами и по контакту лесса с красно-бурыми глинами. Источниками этих вод служат: потери из водопровода и канализации, вследствие ветхости водохранилищ и водопроводной и канализационной сети, а

также отсутствия стоков атмосферных осадков. Волноприбой не является главной причиной оползня, но способствует разрушению берега и передвижению уреза воды внутрь материка в тех местах, где он не имеет соответствующей защиты.

В связи с этими и другими неопределенностями, приступая в конце 1955 г. к проектированию противооползневых сооружений на Одесском побережье, проектировщики столкнулись с серьезной противоречивостью существующих в это время причин, вызывающих образование оползней (А.А. Чужмир [7]). Далее, в связи с развитием теорий пластичности и завоеванием ими прочных позиций применительно к грунтовым средам обосновано возникал вопрос о возможном образовании в глинистых грунтах склонов пластических зон от действующих усилий. К тому же такая идея была предложена в некоторых ранее существовавших гипотезах об оползневых процессах (модели И.Ф. Синцова и Н.Я. Денисова). Требовалась проверка этого немаловажного фактора. Выполненные расчеты, которые базировались на приближенных формулах профессора Яропольского [8], применительно к существующим Одесским склонам (например, оползень 1932 г. в районе стадиона «Динамо» на состояние 1939 г. и на состояние 1952 г.), показали, что в мэотических глинах действительно возможно образование пластических зон. Следовательно, оползневым склонам при их благоустройстве необходимо придавать устойчивую форму, при которой в мэотических глинах напряжения не будут выше критических.

Также были проанализированы оползневые процессы, происходящие на некоторых существующих склонах. На примере оползня I-го типа (по классификации А.М. Дранникова), происшедшего в 1953 г. на участке стадиона «Динамо», был показан процесс его зарождения, и затем переформирования начиная с 1918 года. Этот район побережья был наиболее подвержен частым оползням, несмотря на большую ширину оползневого склона (320 м), которая должна вроде бы служить мощным контрфорсом, чтобы задерживать передвижку всего оползневого склона. Здесь же до наступления нового оползня море не успевало даже отмыть массы грунта, по объему равные массам, поступившим на склон при предыдущем оползне. Это показывало, что море не всегда является непосредственной причиной, вызывающей оползни. Под воздействием выветривания, абразионной деятельности моря и особенно от влияния поверхностных и подземных вод понтического горизонта, которые выбрасывали на один километр оползневого склона 3600 м^3 воды в сутки, вызывая переувлажнение грунта и изменение его свойств, вначале произошли переформирования склона и затем оползни II-го и III-го типа. Все эти факторы совместно с изменениями свойства мэотических глин под влиянием указанных вод и образованиями в них критических пластических зон подготовили на этом склоне оползень I-го типа. Более полный анализ показал, что на Одесском побережье невозможно найти оползневой учас-

ток склона, на котором не наблюдались бы в указанной последовательности все три типа оползней.

Следовательно, основные факторы, которые вызывают оползневой процесс и участвуют в нем, делятся на внешние – морская абразия, поверхностные и подземные воды, и внутренние – пластические деформации в толще мезотических глин, подстилающих оползневой склон. Поэтому проектируемый комплекс противооползневых сооружений должен надежно противодействовать всем перечисленным выше отрицательным факторам.

В результате различных обсуждений и публикаций [9, 10, 11] были приняты следующие рекомендации проектировщикам по противооползневым мероприятиям на Одесских склонах, которые обеспечивали их устойчивость:

- придать оползневым склонам устойчивую форму путем срезки верхней их части и пригрузки нижней части;
- защитить оползневые склоны от морской абразии путем устройства подводных волноломов и бун с засыпкой акватории камнем и песчаным материалом;
- защитить оползневые склоны от влияния подземных и поверхностных вод путем дренажа понтического и лессового водоносных горизонтов и устройства системы поверхностного водоотвода;
- не допускать производства земляных работ в основании оползневого склона, так как это ухудшает его устойчивость и способствует возникновению и ускорению оползневых перемещений.

С 1959 г. началось строительство, некоторые его итоги приведены на рис. 1. Вначале закрепление побережья выполнялось строительством бун длиной 40-50 м и засыпкой песком пространства между ними. Опыт показал, что устойчивое удержание песка только с помощью таких сооружений невозможно. Поэтому с 1961 г. началось строительство волноломов с траверсами. Волноломы располагались на расстоянии 100-120 м от уреза воды, т. е. за пределами возможного вала выдавливания. Вначале в районе Ланжерона возводились надводные волноломы, а с 1964 г. стали применять наиболее эффективные подводные волноломы, гребень которых был ниже среднего уровня моря на 0,6 м. При такой конструкции волноломы гасили до 35 % энергии волн, а остальная энергия гасилась на песчаном пляже. Наблюдения показали, что песок волнами переносился через волнолом в обе его стороны. Вдоль береговой поток наносов в зависимости от направления штормового волнения имел попеременное движение с юга на север и наоборот. Для стабилизации песчаного пляжа перпендикулярно к берегу на расстоянии 200-250 м друг от друга возводились надводные траверсы. Зарефулированный между ними песок создавал надводный пляж шириной до 40 м и высотой до 2 м над уровнем моря и служил пригрузкой для возможного вала выдавливания. На участках побережья, наиболее подверженных интен-

сивным оползням или при невозможности создания широкого пляжа сооружались подпорные стенки с застенным контрбанкетом.

Для уменьшения касательных напряжений в мэотических глинах ниже критических производилось уполаживание склонов путем срезки уступа (высотой до 15 м) в их верхней части и засыпки нижней части. Такая планировка склона нежелательно для существующих строений, вызывала их снос, увеличивала ширину склона до 40-50 м вглубь плато от его бровки. Поэтому на участках с интенсивной капитальной застройкой эта ширина уменьшалась до 20 м. Для закрепления склонов были на них сооружены лотки, перепады, быстротоки и водобойные колодцы, произведена одерновка, посев травы и лесонасаждения.

Для перехвата вод в лессовых грунтах на расстоянии 15-25 м были сооружены дренажные скважины диаметром 63 см, оборудованные фильтрами на всю высоту водоносного горизонта. Из них вода сбрасывалась в дренажные галереи, либо в понтические известняки. Наблюдения показали, что эффективность дренажных скважин составляла только не более 25 % [10]. Поэтому большая часть подземной воды поступала на оползневой склон, минуя дренажные скважины. Для дренирования вод понтического водоносного горизонта на контакте мэотических глин и понтических известняков была сооружена подземная галерея (длина 3971 м) на расстоянии 100-120 м от бровки склона в сторону плато. Галерея имела круглое сечение диаметром 2,2 м. В сторону потока подземных вод галерея содержала специальные дренажные прорезы, через которые в нее поступала вода. Для сброса воды из галереи в море были устроены на расстоянии примерно 1 км друг от друга штольни, которые расположены в местах наибольших понижений кровли водоупора. Поэтому вода из галереи могла сбрасываться в море сразу всеми штольнями, а в случае разрушения одной из них сброс возможен через соседнюю штольню, расположенную ниже по потоку.

К настоящему времени благоустройство новых склонов не ведется. В связи с отсутствием финансирования оно закончилось в 1995 году на мысе Большой Фонтан, который показан на рис. 7.

Неблагоустроенные склоны продолжают плодить оползни, как показано на рис. 8 и 9.

Несвоевременные ремонтные работы или неправильное их производство может на благоустроенных склонах привести к новым оползням, как показано на рис. 10. Интересные наблюдения за такими склонами приведены в работе [10].

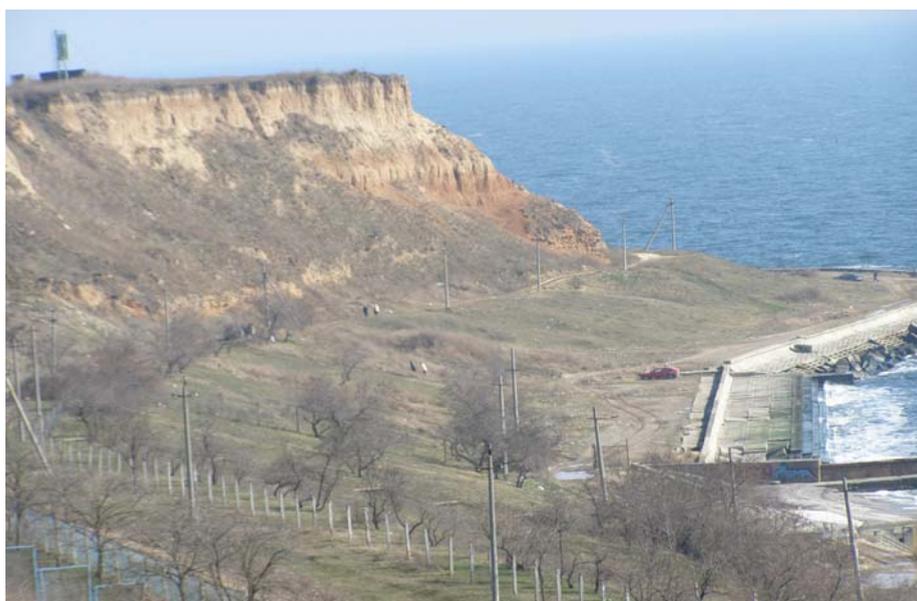


Рис. 7. Мыс Большой Фонтан



Рис. 8. Оползень на неблагоустроенном склоне



Рис. 9. Результати безплатного переміщення к морю на оползні



Рис. 10. Надо правильно эксплуатировать склоны

В настоящее время идет часто дикая застройка склонов дворцами или хатенками в зависимости от связей и достатка застройщика. Причем это выполняется безграмотным образом. Многие из них затем даже в Интернете подают сигналы о помощи (SOS), когда уже ничего нельзя спасти от надвигающегося оползня или волноприбоя.

Приведем свежие примеры из Интернета, показанные на рис. 11 и 12. На рис. 11 показан дом, построенный на террасе склона, на которой появились трещины предвестники оползня. Прежде чем что-то строить, необходимо исследовать основание под будущее сооружение. На втором рисунке приведена агония волноотбойной стенки. Впечатление, что ее строительством, возможно, руководил только автолюбитель или архитектор, несведущий о берегоукрепительных сооружениях, изложенных, например, в [12], но не морской гидротехник. Такому горе-строителю хочется напомнить следующие слова Вилларда Баскома *«Имея дело с морем, нужно всегда помнить о том, что оно требует уважения к себе»*.



Рис. 11. Идет подготовка террасы к оползню



Рис. 12. Печальный конец волноотбойной стенки

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гришин В.А. Из истории Одесских оползней //Вісник ОНМУ: Зб. наук. праць. – № 30. – 2010. – С. 156-170.
2. Гришин В.А. И еще из истории Одесских оползней //Вісник ОНМУ: Зб. наук. праць. – № 30. – 2010. – С. 156-170.
3. Гришин В.А., Снисаренко В.И. Одесские склоны и оползни. – К.: МП Леся, 2008. – 300 с.
4. Генеральная схема противооползневых мероприятий побережья гор. Одессы. – Одесса, 1940. – 190 с.
5. Труды по динамике берегов морей и водохранилищ. – Т.1. – Одесса, 1959. – 291 с.
6. Материалы совещания по вопросам изучения оползней и мер борьбы с ними. – К.: Изд-во Киевского университета, 1964. – 368 с.

7. Труды Одесского государственного университета им. И.И. Мечникова. Вып 7. Материалы по изучению Одесских оползней. – Одесса, 1960. – 159 с.
8. Яропольский И. В. Основания и фундаменты. – Л.: Вод-трансиздат, 1954. – 455 с.
9. Оползни Черноморского побережья Украины. – М.: Недра, 1977. – 106 с.
10. Оползни северо-западного побережья Черного моря, их изучение и прогноз. – К.: Наукова думка, 1993. – 228 с.
11. Дранников А.М. Оползни, типы, причины образования, меры борьбы. – К., 1956. – 102 с.
12. Гришин В.А., Снисаренко В.И. Нелинейные модели берего-укрепительных сооружений. – К.: МП Леся, 2007. – 271 с.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2011

Рецензент – доктор технічних наук, професор, генеральний директор Морського інженерного бюро **Г.В. Єгоров**.

УДК 629.12.001.66

Э.П. ЛУКАШ, М.И. ПАРТОЛОГА

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Рассматривается расчет сложных конструкций на соответствие санитарным нормам вибрации судов.

Подчеркивается целесообразность пластинчато-стержневой аппроксимации жилых блоков судна, которая приводит к компактным математическим моделям при сохранении достаточной информативности, что позволяет их использовать в задачах оптимизации методами случайного поиска.

Розглядається розрахунок складних конструкцій на відповідність санітарним нормам вібрації судів.

Підкреслюється доцільність пластинчато-стрижневої апроксимації житлових блоків судна, яка приводить до компактних математичних моделей при збереженні достатньої інформативності, що дозволяє їх використання в завданнях оптимізації методами випадкового пошуку.

Ключевые слова: метод конечных элементов, конструктивно-ортотропные пластины, гармонический анализ.

Ключові слова: метод кінцевих елементів, конструктивно-ортотропні пластини, гармонічний аналіз.

При оценке параметров вибрации в обитаемых помещениях судна в соответствии с требованиями [1] необходимо выполнить соответствующие расчетно-экспериментальные исследования. Результаты этих исследований после их сопоставления с нормативными уровнями вибрации являются основанием для разрешения на эксплуатацию объекта исследований.

В процессе эксплуатации жилые блоки корпуса судна испытывают различные динамические нагрузки со своими амплитудно-частотными характеристиками.

Так, например, спектральная плотность возмущающих сил от работы главного двигателя S_F может быть определена по алгоритму [2, 3].

$$S_F = M^e \left(\frac{\lambda_a}{\omega} \right)^2 S_w^e, \quad (1)$$

где M^e – масса двигателя;

λ_a – частота собственных вертикальных колебаний двигателя;

S_w^e – спектральная плотность ускорений на лапах двигателя.

$$L_w = 20 \lg \left(2 \pi f \cdot \frac{V}{3 \cdot 10^{-4}} \right), \quad (2)$$

$$V = 10^{\frac{L_v - 154}{20}}, \quad (3)$$

$$L_v = 10 \lg \left[N \cdot P^{0.55} \cdot \frac{1 + \frac{P}{N}}{\left(1 + \frac{f}{1500}\right)^3} \cdot \frac{M}{P} + 30 \lg \frac{N_0}{N} \right]. \quad (4)$$

В формулах (1)-(4) обозначено:

L_w – уровень вибрации по ускорению ДБ отн. 0,3 мм/с²;

N, N_0 – рабочее и номинальное числа оборотов двигателя в минуту;

P – номинальная мощность двигателя, кВт;

M – масса двигателя, кг;

f – частота, Гц;

L_v – уровень вибрации по скорости.

Возмущающие усилия лопастных порядков, обусловленные работой винтов, передаются на корпус судна двумя путями: непосредственно через воду (пульсирующие гидродинамические давления) и через опорные конструкции подшипников валопровода (усилия, возникающие на лопастях винта при его работе в неравномерном поле скоростей).

Формула для расчета вертикальной составляющей равнодействующих пульсирующих давлений лопастного порядка [4] имеет вид

$$P_l = 16 \sqrt{\overline{\Delta p_0}^2 + \overline{\Delta p_C}^2} \rho_g \omega^2 R^4, \quad (5)$$

$$\overline{\Delta p_0} = k_{o1} \frac{1}{z^{1.5}} \left(\frac{R}{d - 0.9R} \right)^{A_0}, \quad (6)$$

$$\overline{\Delta p_C} = k_{c1} \frac{V_S \bar{w}}{\sqrt{h_g + 10.4}} \left(\frac{R}{d - 0.9R} \right)^{A_C}, \quad (7)$$

где $\overline{\Delta p_0}$ – относительное давление, обусловленное нагрузкой на лопасть и ее толщиной;

$\overline{\Delta p_c}$ – относительное давление, обусловленное кавитацией винта;
 d – расстояние от точки, расположенной на лопасти винта на относительном радиусе $0,9 R$ до обшивки корпуса судна;

h_b – углубление оси винта;

A_O и A_C – коэффициенты, зависящие от отношения d/R ;

w – коэффициент неравномерности попутного потока.

В качестве основного расчетного метода целесообразно использовать метод конечных элементов. Поскольку гармонический анализ выполняется в дискретном частотном диапазоне, зону контролируемых частот (100 Гц) следует разбить на интервалы.

Критерием выбора расчетной модели является максимальная информативность при относительно простой аппроксимации корпуса судна. Этому критерию наилучшим образом соответствует пластинчато-стержневая модель. Ребра жесткости пластин учитываются введением конструктивной ортотропности, т.е. цилиндрическая жесткость в ортогональных направлениях вычисляется по формулам [5]

$$D_i = \frac{EJ_i}{s_i} + \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)},$$

где EJ_i – жесткость РЖ i -го направления;

s_i – шпация в i -м направлении;

h – толщина пластины;

μ – коэффициент Пуассона.

Таким образом, после подготовки необходимых исходных данных дискретной модели гармонический анализ можно выполнить по стандартным программам МКЭ и определить уровни вибрации (среднеквадратические значения виброскорости V_x, V_y, V_z мм/с) корпуса и надстройки в продольном UX, вертикальном UY и траверзном UZ направлениях.

Ниже рассмотрен пример расчета пластинчато-стержневой модели (см. рис. 1, 2) танкера RST27 (проект МИБ-2011 г.). Уместно заметить, что решение главной проблемы проектирования судов смешанного река-море плавания сводится к обеспечению минимальной металлоемкости корпусов при сохранении достаточной их эксплуатационной надежности [6]. Выполнение этого условия неизбежно приводит к решению задач оптимизации конструкций и поиску эффективных математических моделей.

Основные проектные характеристики судна

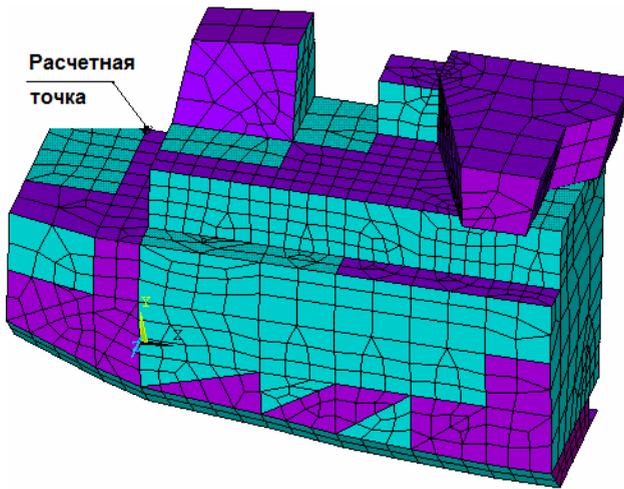
Длина между перпендикулярами, м	137,10
Ширина расчетная, м	16,70
Высота борта, м	6,00
Осадка проектная в реке, м	3,60
Осадка по ЛГВЛ (море), м	4,20
Дедвейт в реке, т	5378
Дедвейт в море, т	6980
Скорость хода судна в грузу , узл.	10,0
Гребные винты, ВФШ в насадке, шт.	2
Диаметр винта, м	1,9
Число лопастей	4
Мощность ГД, кВт	2x1200
Автономность судна по запасам воды, топлива, провизии, суток	20

В соответствии с санитарными правилами судно относится к 1-й группе.

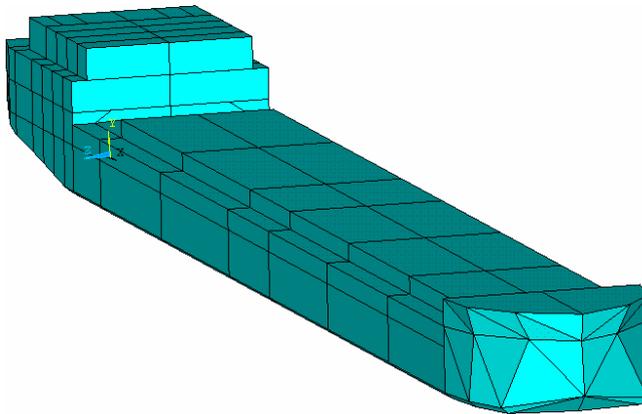
Таблица 1

Виброакустические характеристики источников шума и вибрации

Средне-геометрические частоты октавных полос, Гц	Главный двигатель		Дизель-генератор	
	уровни звуковой мощности, дБ	уровни вибрации (по ускорению) на фундаменте, дБ	уровни звуковой мощности, дБ	уровни вибрации (по ускорению) на опорной поверхности, дБ
31.5	60	60	-	-
63	78	66	74	72
125	90	75	74	75
250	102	78	79	77
500	105	83	84	91
1000	110	81	93	101
2000	108	84	101	103
4000	105	87	102	100
8000	102	79	87	86



*Рис. 1. Дискретная модель жилого блока танкера RST27
(показана симметричная относительно ДП конструкция)*



*Рис. 2. Пластинчато-стержневая модель корпуса
(рубка условно снята)*

Расчеты общей вибрации выполнены с помощью HARMONIC RESPONSE анализа. В рамках HARMONIC RESPONSE анализа используется обращение полной динамической матрицы (FULL метод) с помощью алгоритма, оптимизированного для работы с разреженными матрицами (SPARSE solver). Рассматривается линейная задача возбуждения корпуса системой возмущающих сил от винтов и главных дизельгенераторов на лопастной и цилиндровой частотах соответственно.

В результате расчета определены уровни вибрации (среднеквадратические значения виброскорости V_x , V_y , V_z мм/с) корпуса и надстройки в продольном UX, вертикальном UY и траверзном UZ направлениях в районе расположения помещений. Отдельные результаты расчета помещены в табл. 2. На рис. 3 представлен график распределения амплитуд динамических перемещений жестких связей корпуса в характерном сечении судна (рис. 1).

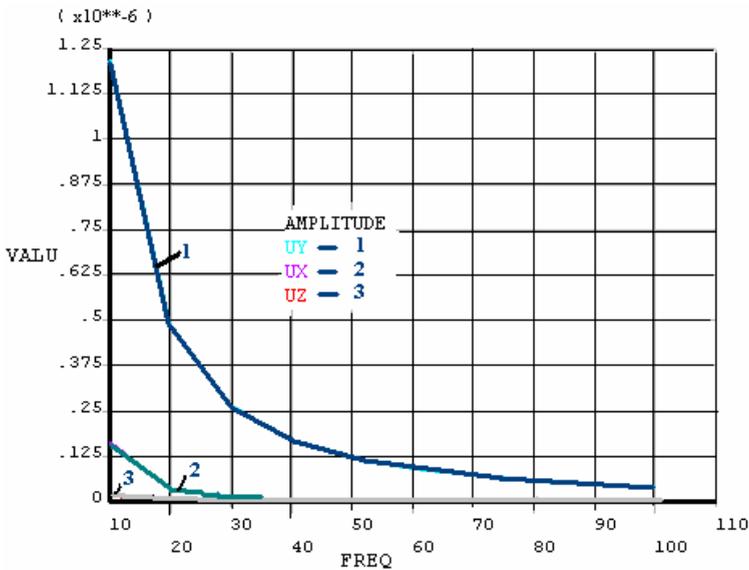


Рис. 3. Амплитуды перемещений UX,UY,UZ (4 ин. ДП)

Выводы

1. Пластинчато-стержневая аппроксимация корпусных конструкций позволяет достаточно полно исследовать виброакустическую обстановку в жилом блоке судна.

2. Модель, построенная в рамках концепции конструктивной ортотропности элементов перекрытий, является удобным инструментом анализа динамической и статической прочности судовых конструкций. Кроме этого, такая модель может служить универсальным средством построения функции ограничений и целевой функции в задачах оптимизации сложных судовых конструкций [7].

3. Простота построения конечных элементов ортотропных пластин открывает возможность использования итерационных процедур, предусмотренных методами случайного поиска оптимальных решений.

Таблиця 2

Уровни вибрации жестких связей корпуса и надстройки, мм/с

Средне-геометр. частоты октавных полос, Гц	Энергетическое отделение																	
	0 шп. ДП			0 шп. борг			11 шп. ДП			11 шп. борг			30 шп. ДП			30 шп. борг		
	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z
16	0,024	0,130	0,018	0,020	0,230	0,018	0,019	0,227	0,015	0,017	0,220	0,015	0,024	0,270	0,050	0,022	0,266	0,046
31,5	0,470	0,990	0,190	0,450	0,990	0,184	0,315	0,900	0,167	0,289	0,888	0,166	0,176	0,780	0,130	0,165	0,777	0,111
63	0,029	0,190	0,095	0,025	0,190	0,09	0,087	0,079	0,111	0,078	0,070	0,091	0,042	0,056	0,042	0,042	0,056	0,040
	Главная палуба																	
	0 шп. ДП			0 шп. борг			11 шп. ДП			11 шп. борг			30 шп. ДП			30 шп. борг		
	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z
16	0,026	0,215	0,016	0,026	0,210	0,016	0,015	0,220	0,013	0,013	0,220	0,013	0,016	0,267	0,045	0,020	0,257	0,045
31,5	0,510	0,460	0,124	0,470	0,455	0,124	0,250	0,450	0,160	0,245	0,440	0,156	0,108	0,314	0,120	0,160	0,320	0,100
63	0,056	0,035	0,099	0,056	0,035	0,099	0,099	0,070	0,110	0,090	0,065	0,100	0,046	0,054	0,039	0,040	0,054	0,036
	Палуба юга																	
	0 шп. ДП			0 шп. борг			11 шп. ДП			11 шп. борг			30 шп. ДП			30 шп. борг		
	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z
16	0,031	0,311	0,016	0,028	0,270	0,016	0,054	0,250	0,015	0,015	0,250	0,013	0,017	0,269	0,051	0,025	0,261	0,048
31,5	0,536	0,460	0,124	0,488	0,455	0,156	0,278	0,450	0,165	0,255	0,443	0,159	0,112	0,314	0,122	0,170	0,320	0,112
63	0,061	0,035	0,099	0,059	0,044	0,102	0,104	0,080	0,116	0,094	0,063	0,108	0,056	0,058	0,044	0,046	0,057	0,038
	Палуба холодного мостика																	
	0 шп. ДП			0 шп. борг			11 шп. ДП			11 шп. борг			30 шп. ДП			30 шп. борг		
	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z	V_x	V_y	V_z
16	0,165	0,108	0,012	0,154	0,100	0,012	0,065	0,230	0,021	0,065	0,224	0,021	0,026	0,311	0,078	0,026	0,300	0,086
31,5	0,230	0,200	0,130	0,230	0,199	0,135	0,311	0,390	0,155	0,314	0,380	0,153	0,156	0,323	0,146	0,150	0,345	0,166
63	0,068	0,111	0,011	0,068	0,123	0,010	0,123	0,112	0,123	0,120	0,109	0,128	0,105	0,065	0,065	0,098	0,069	0,087

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Санитарные нормы и правила. Водный транспорт. СанПин 2.5.2.-703-98. – М., 2004.
2. Методика расчета параметров общей ходовой вибрации корпуса судна: Научно-технический сборник нормативно-методических документов РМРС. Кн. 14. – 2004.
3. Расчетная оценка уровней вибрации в обитаемых помещениях морских судов: Методические указания МУ 2.2.4.1518-03. Минздрав России. – 2004.
4. Бабаев Н.Н., Лентяков В.Г. Некоторые вопросы общей вибрации судов. – Л., 1961. – 308 с.
5. Прочность, устойчивость, колебания: Справочник в 3-х т. / Под ред. И.А. Биргер, Я.Г. Пановко. – М.: Машиностроение, 1968. – Т. 2. – 463 с.
6. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
7. Лукаш Э.П., Лазарев А.А., Партолога М.И. Совершенствование алгоритма оптимизации сложных судовых конструкций // Вісник ОНМУ. – № 32. – 2011. – С.104-112.

Стаття надійшла до редакції 27.05.2011

Рецензент – доктор технічних наук, професор, генеральний директор Морського інженерного бюро **Г.В. Єгоров**.

УДК 629

В.Ф. СИРЯЧЕНКО, В.В. СТЕПАНОВ, Ю.П. КУЧЕР

ПРОЧНОСТЬ ПЛАВУЧЕГО ПРИЧАЛА

Рассчитана прочность и остойчивость плавучего причала в порту Южный. Дано заключение о необходимости его подкрепления.

Розраховано міцність і остійність плавучого причалу в порту Південній. Отримано висновки про необхідність його підкріплення.

Ключевые слова: плавучий терминал, пальмовое масло, трубопровод, плавучесть, начальная остойчивость, внешние силы, расчетное положение трубы, напряжения, деформации, прочность креплений

Ключові слова: плавучий термінал, пальмове масло, трубопровід, плавучість, початкова остійність, зовнішні сили, розрахункове положення труби, напруга, деформації, міцність кріплень.

Постановка проблемы. Экологическая безопасность портов является актуальной проблемой.

Загрязнение акватории порта и прилегающей береговой линии чревато серьезными финансовыми потерями для виновника загрязнения и для самого порта.

Компанией «Дельта Вилмар СНГ», работающей в порту Южный, построен терминал по перевалке тропических масел.

Терминал входит в состав комплекса по переработке пальмового масла мощностью до 1 млн. т в год.

После технологической обработки масла будут использоваться в пищевой промышленности Украины, а также России, Белоруссии, Казахстана, Грузии, др. стран СНГ, государствах Восточной и Центральной Европы.

Пальмовое масло находит широкое применение в пищевой промышленности в качестве растительного жира и всевозможных пищевых добавок.

Масло доставляется в порт танкерами-продуктовозами.

Для перегрузки пальмового масла с судов в портовые емкости, компанией был спроектирован и изготовлен плавучий причал, представляющий собою понтонную цепочку, состоящую из 17 понтонов размером 4x2 м (ПУ-2x4), 17 соединительных площадок такой же длины и ширины (ПС-4x2) и двух концевых понтонов 4x8 м (ПУ-4x8), (рис.1). Соединительные площадки крепятся к понтонам с помощью проушин и пальцев.

Общая длина конструкции 145 м, из них участок понтонов и площадок составляет 136 м, остальной размер приходится на вертикальный участок, от понтонной цепочки до манифольда на уровне палубы судна.

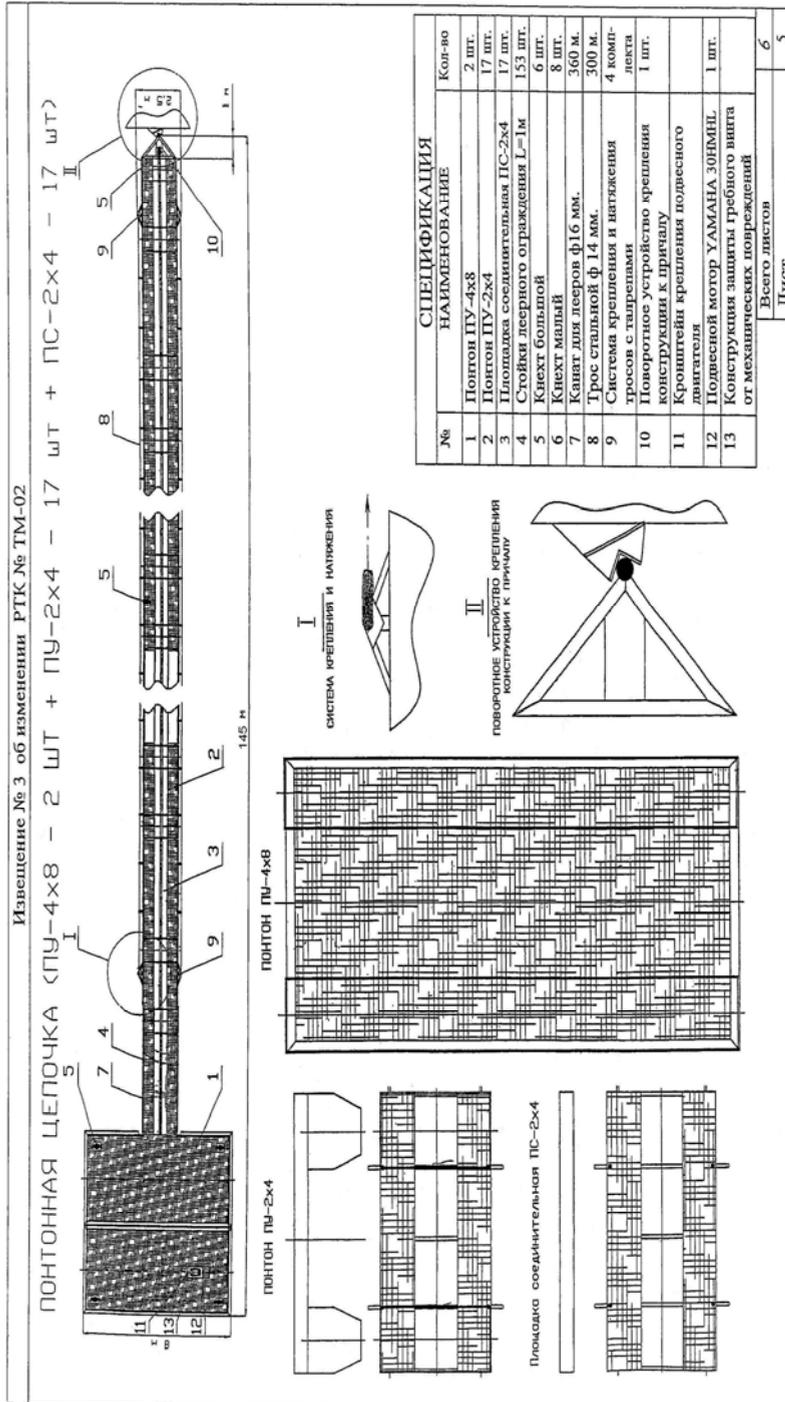


Рис. 1. Общий вид понтонной цепочки

На ПУ параллельно уложены 2 линии трубопровода не закрепленные с понтонами. Трубопровод состоит из стальных труб длиной по 8 м, и участков гибких шлангов длиной по 2 м, соединенных между собой фланцами. Внутренний диаметр трубопровода 203 мм.

С двух сторон горизонтальный участок понтонной цепочки скреплен тросом (марка троса 2688-80, шифр 6x19+1), натяжение которого регулируется с помощью талрепов.

Компании, по требованию экологической службы, необходимо было представить убедительные расчеты безопасной эксплуатации причала.

Безопасность конструкции бала рассчитана на кафедре теории и устройства судна ОНМА.

Постановка задачи. В работе рассмотрены вопросы прочности и остойчивость понтонной цепочки при действии ветровой, волновой и вероятной ледовой нагрузок.

Изложение основного материала исследования. Для выполнения расчетов, связанных с ветровым, волновым и ледовым воздействием на понтонную цепочку, были рассчитаны плавучесть и начальная остойчивость ее отдельных элементов (понтонов) и звеньев (понтон с присоединенными к нему площадками). Понтоны ПУ-2x4 плавают на 2-х, а понтоны ПУ-4x8 – на 6-ти поплавках. Все поплавки имеют симметричную форму относительно вертикальных поперечной и продольной плоскостей, одинаковые размеры и изготавливаются из стального листа толщиной 4 мм без подкрепления набором.

При выполнении расчетов была принята левая система координат, ось абсцисс которой параллельна продольной оси понтонной цепочки и лежит в одной вертикальной плоскости с нею, а начало координат находится в горизонтальной плоскости, совпадающей с наружной поверхностью днища поплавков.

Расчеты гидростатических характеристик выполнялись для поплавка, для понтонов ПУ-2x4 и ПУ-4x8, а также для звена цепочки, состоящего из понтона ПУ-2x4 и присоединенных к нему площадок ($\frac{1}{2}$ ПС-2x4 + ПУ-2x4 + $\frac{1}{2}$ ПС-2x4).

Погруженная часть элементов понтонной цепочки имеет простые геометрические формы. Поэтому площади, объемы, статические моменты и моменты инерции определялись по формулам элементарной геометрии. Все необходимые для расчетов размеры были взяты из проектной документации.

Результаты расчетов представлялись в табличной и графической формах.

Для оценки остойчивости были найдены аппликаты центров тяжести понтонов и звена цепочки для двух их состояний: порожнем (полностью оборудованных, но без жидкого груза в трубах) и в грузу (с жидким грузом в трубах).

Проверка поперечной и продольной остойчивости элементов понтонной цепочки была выполнена по метацентрическим формулам (начальная остойчивость). Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

*Характеристики посадки
и начальной остойчивости элементов цепочки*

Элемент цепочки	Порожнем				В грузу			
	D , т	T , м	h , м	H , м	D , т	T , м	h , м	H , м
Понтон ПУ-2х4	1,37	0,53	-0,06	4,22	1,60	0,60	-0,17	3,68
Понтон ПУ-4х8	4,46	0,57	12,30	3,87	4,94	0,62	11,37	3,53
Звено ½ ПС-2х4 ++ ПУ-2х4 + + ½ ПС-2х4	2,04	0,73	-0,26	3,01	2,54	0,87	-0,37	2,26

В ней обозначено:

D – массовое водоизмещение, т;

T – осадка, м;

h – поперечная метацентрическая высота, м;

H – продольная метацентрическая высота, м.

Из результатов расчетов можно сделать вывод, что понтон ПУ-4х8 будет обладать положительной поперечной и продольной начальной остойчивостью. Понтон ПУ-2х4 с площадками в порожнем состоянии и в грузу имеет отрицательную поперечную начальную остойчивость и положительную продольную начальную остойчивость.

Поскольку понтонная цепочка с одной стороны крепится к причалу, а с другой – к площадке из двух понтонов ПУ-4х8, то следует ожидать, что она будет находиться в стабилизированном неустойчивом положении равновесия. Такое положение может привести к тому, что средняя часть понтонной цепочки завалится в левую или правую сторону, создавая дополнительные напряжения в креплениях. При этом возможно, что площадки не выдержат крутящего момента и произойдет их скручивание, что может привести к смещению трубопроводов в сторону заваливания и усугубить ситуацию.

С учетом результатов выполненной проверки можно сделать вывод, что нормальная эксплуатация понтонной цепочки в проектом варианте невозможна и необходимо улучшить поперечную остойчивость понтонов ПУ-2х4.

Поскольку поперечная начальная остойчивость понтонов ПУ-2х4 отрицательна, то улучшить ее можно следующими способами:

- уменьшить аппликату центра тяжести за счет приема твердого балласта в поплавки;
- увеличить аппликату поперечного метацентра за счет увеличения ширины поплавков.

Были рассмотрены оба варианта.

В качестве балласта, принимаемого в поплавок понтона, был выбран тяжелый бетон средней плотностью 2000 кг/м^3 . В результате проведенных расчетов было установлено, что для обеспечения положительной поперечной остойчивости необходимо принять в каждый поплавок бетона по уровень $0,3 \text{ м}$. Это составит в целом для понтона дополнительную нагрузку $1,390 \text{ т}$. При этом понтон при выполнении грузовых операций будет иметь осадку $1,26 \text{ м}$ (при высоте борта $1,285 \text{ м}$). Следовательно, у понтона будет недопустимо малый запас плавучести, трубы будут находиться практически у воды, при прохождении по понтону людей он будет притапливаться, а уровень мест крепления понтонной цепочки не будет совпадать с креплением на причале и на площадке из понтонов ПУ-4х8. Таким образом, прием балласта не приемлем.

По результатам выполненных расчетов для второго варианта было установлено, что увеличение ширины (по отношению к цепочке) поплавков понтонов ПУ-2х4 на 50 см (до $2,50 \text{ м}$) приводит к увеличению аппликаты поперечного метацентра до такой величины, что остойчивость становится положительной. Поперечная метацентрическая высота для звена цепочки будет иметь значение около $0,17 \text{ м}$. Кроме того, уменьшится осадка понтона. Следовательно, для улучшения остойчивости может быть рекомендовано увеличение ширины поплавков.

По результатам многолетних наблюдений МГС порта Южный, были изучены и обработаны данные по действию ветра, течения, волны и ледовой нагрузки в порту, найдены усилия и сочетания разноплановых нагрузок, действующие на понтонную цепочку, в соответствии с рекомендациями нормативов [1, 2].

В соответствии с нормативным документом [1], поперечная составляющая силы от воздействия ветра на понтонную цепочку $W_q = 8,7 \text{ кН}$, определялась по формуле

$$W_q = 73,6 \cdot 10^{-5} \cdot A_q \cdot v_q^2 \cdot \xi,$$

где A_q – боковая надводная площадь парусности (силуэта) понтонной цепочки, кв.м;

V_q – поперечная составляющая скорости ветра обеспеченностью 2% , (принимаем равной 15 м/с – скорость ветра, при которой прекращаются грузовые операции, соответствующая оговоренному в инструкции штормовому предупреждению);

ξ – коэффициент, принимаемый в зависимости от наибольшего горизонтального размера продольного силуэта надводной части понтонной цепочки a_h .

Поперечная составляющая силы от воздействия течения, действующего на подводную площадь «парусности», равная $Q_w = 1,13$ кН, определялась для скорости 0,3 м/с по формуле

$$Q_w = 0,59 \cdot A_l \cdot v_t^2,$$

где A_l – боковая подводная площадь «парусности» понтонной цепочки, м²;

v_t – поперечная составляющая скорости течения обеспеченностью.

Максимальные значения поперечной Q , кН, и продольной N , кН, горизонтальных сил от воздействия волн на понтонную цепочку определялись по формулам

$$Q = \chi \cdot \gamma_1 \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot A_l;$$

$$N = \chi \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot A_l,$$

где $\chi = 0,85$ – коэффициент, определяемый по рис.32 [1] в зависимости от соотношения осадки к длине волны;

$\gamma_1 = 0,4$ – коэффициент, определяемый в зависимости от a_h и длины волны;

$\rho = 1,012$ т/м³ – плотность воды;

$g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения;

h – высота волн обеспеченностью 5 % в системе;

A_l – боковая подводная площадь «парусности» понтонной цепочки, м²;

A_t – лобовая подводная площадь «парусности» понтонной цепочки, м².

Значения поперечной и продольной горизонтальных сил от воздействия волн равны $Q = 72,1$ кН и $N = 14,75$ кН.

Характеристика волн: длина $\lambda = 20$ м, высота $h = 1$ м.

Действие льда рассчитывалось для двух состояний, согласно [1], воздействие движущегося и остановившегося ледяного поля.

В первом случае усилие на понтонную цепочку равно $F_p = 199$ кН, во втором случае $F_s = 70$ кН.

Принимались следующие исходные величины по данным МГС:

- расчетная толщина ровного льда – 0,3 м;
- максимальная скорость течения воды подо льдом 1 % обеспеченности – 0,3 м/с;
- средняя длина ледяного поля – 100 м;
- ширина ледяного поля равна ширине пролета сооружения;
- максимальная площадь ледяного поля 1 % обеспеченности – 13700 м².

Прочностная характеристика льда при сжатии равная 1,086 МПа найдена по формуле

$$R_c = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (C_i + \Delta_i)^2},$$

где n – количество слоев по толщине, на которое разбивается рассматриваемое ледяное поле;

C_i – среднее значение предела прочности льда при одноосном сжатии;

Δ_i – доверительная граница случайной погрешности определений C_i .

Значение $(C_i + \Delta_i)$ определено по рекомендации [1].

Для понтонной цепочки, являющейся сложной многоуровневой конструкцией, была разработана следующая расчетная модель.

Труба, не закрепленная на понтонах, деформируется в вертикальной плоскости под действием груза и собственного веса. Опасным считается такое положение трубы, когда средний понтон при волнении сместится вниз с соединительными площадками и не поддерживает трубу. Тогда расчетную длину трубы можно принять равной 8 м. Напряжения в трубопроводе для такого случая ничтожно малы.

Трубопровод рассматривается как гибкая нить, воспринимающая усилие от ветра, течения, давления волн и льда. Напряжение в трубопроводе в этом случае равно 26,2 кг/см².

Трубопровод рассматривался как емкость, под действием внутреннего давления. Напряжения в трубопроводе от действия внутреннего давления определялись согласно рекомендациям [3]. При этом, растягивающее напряжение в гибком шланге равно 609 кг/см², напряжение, стремящееся разорвать шланг по образующей 203 кг/см².

Суммарное внутреннее напряжение в трубопроводе, равное 177,7 кг/см², определялось по энергетической теории прочности для плоского напряженного состояния.

Допускаемое напряжение, равное 253,8 кг/см², найдено по допускаемому давлению в гибком шланге, заданному фирмой-поставщиком гибких шлангов.

Аналогично были найдены напряжения на вертикальном участке шланга.

Суммарное напряжение в шлангах от всех видов нагрузки не превышает допускаемых.

Напряжения в креплениях понтонов.

Натяжение троса сплавивает понтоны. При расчете трубопровода, разгружающее действие тросов на трубопровод не учитывалось. Усилия от натяжения тросов воспринимают проушины и пальцы, с помощью которых сохраняется понтонная цепочка.

Прочность проушин и пальцев проверялась на срез и смятие. Выяснилось, что натяжение троса должно регулироваться по допустимому усилию в пальцах и не должно превышать 3000 кг.

Выводы и перспектива дальнейшей работы по данному направлению. Рассмотренная конструкция не удовлетворяет условиям безопасной эксплуатации в связи с ее отрицательной остойчивостью. Следовательно, данная конструкция будет находиться в условиях приближенных к опрокидыванию. Это означает, что каждый отдельно взятый понтон (не закрепленный) с трубами заполненными грузом в реальных условиях будет опрокидываться. Так как конструкция находится в стабилизированном неустойчивом положении равновесия, высока степень вероятности того, что во время эксплуатации будут возникать дополнительные напряжения в местах крепления понтонной цепочки, что может привести к ее разрыву. При усилении ветра и волнения понтонная цепочка потеряет остойчивость, что и произошло при первом же шторме. Средние понтоны опрокинулись и трубопровод на длине около 100 м оказался в воде. В качестве рекомендации было предложено обеспечить положительную остойчивость.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. СНиП 2.06.04-82. *Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)*. – М.: Изд-во ЦНТИ Госстроя СССР, 1989. – 12 с.
2. *Правила классификации и постройки морских судов. Т.1*. – СПб.: Изд-во Российского Морского Регистра Судоходства, 2009. – 501 с.
3. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. *Теория упругости* / С.П.Тимошенко. – М.: Изд-во физико-мат. лит., 1975. – 575 с.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2011

Рецензент – доктор технічних наук, професор, генеральний директор Морського інженерного бюро **Г.В. Єгоров**.

УДК 621.7.023

В.А. ГОЛИКОВ, В.В. АНФИНОГЕНТОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕФТЕОСТАТКОВ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ГРУЗОВОГО ТАНКА

Приведены результаты исследований всего вязкостного ряда мазутов, перевозимых танкерами, по определению зависимости поверхностного натяжения и краевого угла смачивания этих нефтепродуктов от температуры. Установлено, что в температурном интервале от 20°C и выше величины работ адгезии и когезии мазутов тождественны.

Наведено результати досліджень всього в'язкісного ряду мазутів, що перевозяться танкерами, по визначенню залежності поверхневого натягу σ і крайового кута змочування цих нафтопродуктів від температури. Встановлено, що в температурному інтервалі від 20 °С і вище величини робіт адгезії і когезії мазутів тотожні.

Ключевые слова: вязкость, температура, краевой угол смачивания, поверхностное натяжение.

Ключові слова: в'язкість, температура, крайовий кут змочування, поверхневий натяг.

Постановка проблемы в общем виде. Анализ адгезионного и когезионного взаимодействий процесса образования слоя нефтеостатков на поверхностях грузового отсека после выгрузки танкера является одной из задач исследования, направленного на повышение эффективности процесса мойки грузовых отсеков танкеров, а также снижения количества нефти, сбрасываемой в море с моющей водой. Именно указанные взаимодействия обеспечивают удержание оставшихся (после стекания излишков) нефтепродуктов на поверхностях отсека, определяют их количество на этих поверхностях, а следовательно, и затраты энергии на гидромониторную очистку грузовых отсеков [1].

Одним из параметров, определяющих величины работ адгезии $W_a = \sigma(1 + \cos\Theta)$ и когезии $W_k = 2\sigma$ нефтепродуктов является их поверхностное натяжение σ на границе с воздухом. Величина работы адгезии зависит также от краевого угла смачивания Θ [2].

Анализ исследований и публикаций последних лет. Встречающиеся в литературных источниках данные по поверхностному натяжению нефтепродуктов и, в частности, мазутов весьма малочисленны, при этом они часто не согласуются между собой. К тому же, эти данные были получены в довольно узких интервалах температур и вязкостей ($460,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ (460,0 сСт) и ниже) примерно 40-50 лет тому назад [3-6].

Какие-либо сведения о краевых углах смачивания товарных нефтепродуктов, в частности мазутов, вообще отсутствуют.

Выделение не решенной ранее части общей проблемы и ее связь с важными научными или практическими заданиями. В настоящее время отсутствуют данные о поверхностном натяжении и краевых углах смачивания нефтепродуктов, в частности, мазутов, производимых по современным технологиям, на основе современной сырьевой базы, что не позволяет оценить величину работ адгезии и когезии, которые определяют количество нефтепродуктов, остающихся на поверхности грузового отсека после выгрузки танкера и стекания излишков жидкой фазы. Это, в свою очередь, не позволяет решить общую задачу исследований по совершенствованию процесса мойки грузовых танков нефтеналивных судов, которая соответствует основным направлениям "Государственной целевой экономической программы энергоэффективности на 2010-2015 гг." и "Отраслевой программы повышения энергоэффективности в сфере транспорта и связи на 2010-2014 гг."

Цель настоящего исследования – оценка влияния температуры на величины поверхностного натяжения и краевого угла смачивания различных видов мазутов.

Изложение основного материала исследований. За последние 15-20 лет произошли серьезные качественные изменения в сырьевой базе нефтеперерабатывающей промышленности. Если раньше перерабатывались главным образом малосернистые кавказские нефти, то в настоящее время преимущественно высокосернистые нефти Башкирии, Татарии и Поволжья. Современные технологии характеризуются внедрением ряда новых процессов, приводящих к значительному углублению переработки нефти. В результате этих изменений топочные мазуты, получаемые на нефтезаводах путем смешения тяжелых нефтяных остатков с маловязкими компонентами или в качестве целевых продуктов с установок термического крекинга, обладают повышенной вязкостью и плотностью, высоким содержанием асфальто-смолистых веществ, большим содержанием серы. Указанным определяется необходимость исследования поверхностного натяжения и краевых углов смачивания современных мазутов, производимых на основе существующей сырьевой базы.

Необходимо отметить, что из всех физико-химических характеристик жидких нефтепродуктов, как-то: плотность, вязкость, температура застывания, поверхностное натяжение, только краевой угол смачивания непосредственно характеризует контактное взаимодействие данной жидкости со смачиваемой поверхностью, что также свидетельствует о необходимости исследования краевых углов смачивания для возможности последующего анализа процессов формирования слоя нефтеостатков на поверхностях грузовых отсеков.

Исследованиям в интервале температур 20-60 °С подвергались пробы шести видов мазутов, охватывающих весь вязкостной диапазон данных продуктов, транспортируемых танкерами, сведения о которых

приведены в таблице 1. Эти мазуты получили обозначение, состоящее из буквы М и числа, которое соответствует округленному до целого числа значению кинематической вязкости мазута при 80 °С.

Таблица 1

Физико-химические показатели исследуемых мазутов

Обозначение мазута	Плотность при 15 °С $\rho_{15}, \text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$	Кинематическая вязкость при 50 °С $\nu \cdot 10^6, \text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$	Кинематическая вязкость при 80 °С $\nu \cdot 10^6, \text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$	Температура застывания, °С
М 145	996,5	925,30	145,40	3
М 113	970,5	630,00	112,60	3
М 91	976,5	487,00	90,88	2
М 66	969,1	307,20	66,25	8
М 44	961,5	184,00	44,40	6
М 20	954,8	62,91	20,00	4

Определение поверхностного натяжения мазутов на границе с воздухом осуществлялось методом П.А. Ребиндера (метод максимального давления в газовом (воздушном) пузырьке) [7]. Указанный метод отличается простотой аппаратного оформления, достаточно высокой точностью и возможностью термостатирования исследуемой жидкости.

Суть метода заключается в следующем. При медленном продавливании пузырька воздуха из капилляра в жидкость в нем возникает избыточное внутреннее давление Δp , которое согласно закону Лапласа определяется поверхностным натяжением жидкости σ и кривизной поверхности пузырька. По мере продавливания пузырька в жидкость радиус кривизны пузырька уменьшается, а давление внутри пузырька достигает максимальной величины Δp_{max} . Это давление соответствует внешнему давлению в капилляре. В результате сформировавшийся пузырек отрывается от капилляра.

Таким образом, определение величины поверхностного натяжения рассматриваемым методом сводится к измерению внешнего давления в капилляре, равного Δp_{max} .

Указанное давление, необходимое для расчетов величины поверхностного натяжения, определялось с помощью наклонного манометра ММН-240 ГОСТ 11161-71.

В результате обработки экспериментальных данных с использованием метода наименьших квадратов были получены графические зависимости величины поверхностного натяжения от температуры для каждого вида мазута, представленные на рис. 1.

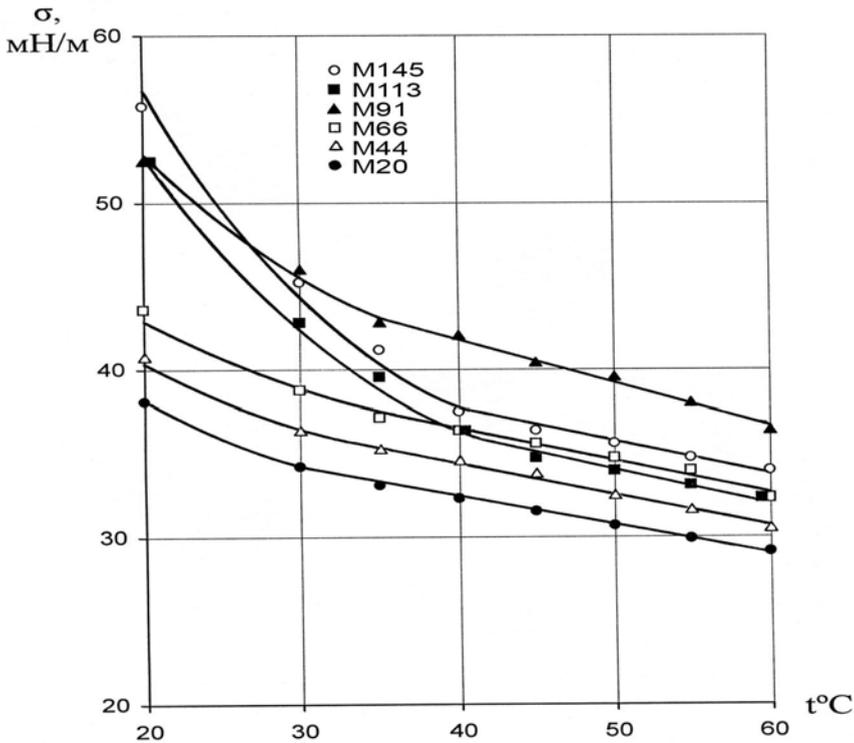


Рис. 1. Залежність поверхнового натяження мазутів від температури

Как видно из приведенных графиков, в интервале температур от 30-40 °С (в зависимости от вида мазута) до 60 °С изменение поверхностного натяжения мазутов от температуры носит линейный характер. Графически эти зависимости представляют собой прямые, имеющие практически одинаковый угол наклона, что хорошо согласуется с данными [4, 5].

В таблице 2 представлены эмпирические уравнения, описывающие зависимость поверхностного натяжения мазутов от температуры в температурных интервалах, где эта зависимость носит линейный характер.

В то же время, в температурном диапазоне от 40 °С и ниже наблюдается нелинейный рост величины поверхностного натяжения для всех исследуемых мазутов. Так, в зависимости от вида мазута при снижении температуры от 40 °С до 20 °С поверхностное натяжение увеличивается в 1,2-1,5 раза. Для группы тяжелых мазутов (M145, M113, M91) рост поверхностного натяжения является наиболее интенсивным.

Таблиця 2

Эмпирические зависимости $\sigma = f(t)$
(σ – мН/м, t – температура мазута, °С)

Обозначение мазута	Температурный интервал	Эмпирическая зависимость
М 145	40 °С-60 °С	$\sigma = 44,24-0,171t$
М 113	40 °С-60 °С	$\sigma = 42,74-0,171t$
М 91	35 °С-60 °С	$\sigma = 51,96-0,254t$
М 66	30 °С-60 °С	$\sigma = 44,40-0,196t$
М 44	30 °С-60 °С	$\sigma = 42,14-0,192t$
М 20	30 °С-60 °С	$\sigma = 39,03-0,166t$

Исследование краевых углов смачивания осуществлялось с помощью специально изготовленной ячейки, представляющей собой алюминиевый трубчатый профиль прямоугольного сечения 20x30 мм длиной 70 мм с вваренными в торцы патрубками для подачи и слива воды различной температуры. Таким образом вода, проходя через внутреннюю полость ячейки, нагревала либо охлаждала (в зависимости от разницы температур воды и окружающего воздуха) ее наружную поверхность. Наружная поверхность ячейки была окрашена двухкомпонентной краской Temaline LP 60 TIKKURILA, широко используемой в судостроительной промышленности для покрытия внутренних поверхностей танков морских судов, предназначенных для перевозки нефтепродуктов.

Исследования проводились в интервале температур, нижний порог которого находился в пределах 16-22 °С, а верхний определялся минимальной величиной краевого угла смачивания (5-7 °), обеспечивающей достаточную достоверность его измерения. Определение величины краевых углов смачивания проводилось методом проецирования на экран с последующим фотографированием контуров капли мазута, нанесенной на горизонтальную поверхность ячейки [8]. Измерение температуры поверхности ячейки осуществлялось термоэлектрическим цифровым термометром ТТ-Ц016, ТУ25-7363.067-90, оснащенный термопреобразователем Т921, предназначенным для измерения температуры поверхностей.

Подготовка поверхности ячейки и нанесение на нее капель исследуемого мазута осуществлялось с учетом рекомендаций, приведенных в [7] и [9]. Каждое значение краевого угла определялось как средняя величина результатов измерения левых и правых углов 3-х капель.

Краевой угол смачивания определялся путем построения касательной к поверхности капли в месте её контакта с подложкой [10]. Непосредственное измерение величины построенного угла производилось с помощью топографического транспортира ТГ-А, ГОСТ 13494-80, имеющего цену деления шкалы – 0,5 градуса.

На рис. 2 представлены графические зависимости краевого угла смачивания Θ от температуры мазута, построенные по эмпирическим зависимостям, полученным в результате обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов.

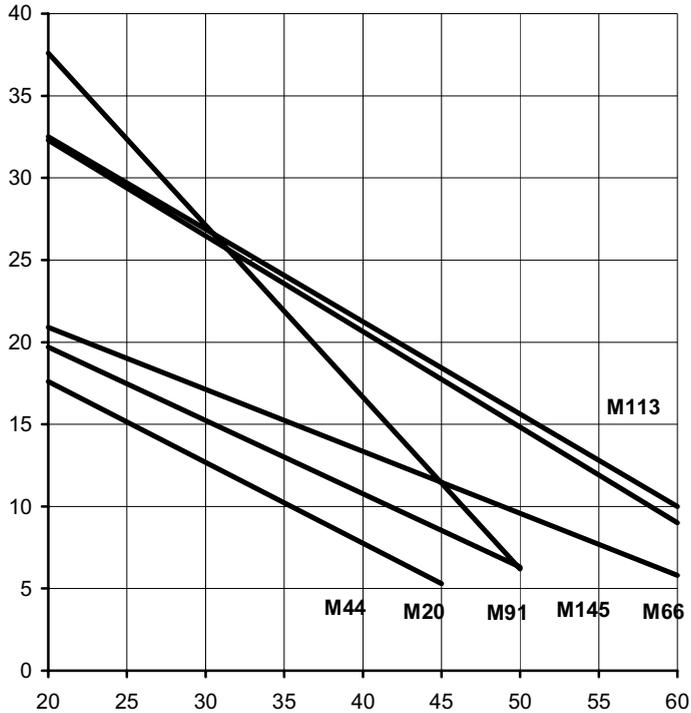


Рис. 2. Зависимость краевых углов смачивания мазутов от температуры

Эмпирические зависимости для определения краевого угла смачивания мазутами поверхности, окрашенной краской Temaline LP60 TIKKURILA

(Θ – град., t – температура мазута, °C)

$$M145 \quad \Theta = 44,031 - 0,5843 t$$

$$M113 \quad \Theta = 43,751 - 0,5616 t$$

$$M91 \quad \Theta = 58,598 - 1,0482 t$$

$$M66 \quad \Theta = 28,432 - 0,3765 t$$

$$M44 \quad \Theta = 28,570 - 0,4450 t$$

$$M20 \quad \Theta = 27,396 - 0,4904 t$$

Как видно из графиков, представленных на рис. 2, изменение краевого угла смачивания мазутов от температуры носит линейный характер во всем температурном диапазоне, что согласуется с данными [11], полученными в результате исследования краевых углов смачивания битумом твердых поверхностей при различных температурах.

Выводы и перспектива дальнейших исследований

1. Впервые экспериментально установлены значения поверхностного натяжения всего вязкостного ряда мазутов, транспортируемых морем, производство которых осуществляется по современным технологиям на основе существующей сырьевой базы. При изменении температурного режима экспериментов в пределах 20-60 °С был исследован весьма широкий диапазон изменения кинематической вязкости мазутов – от $40,0 \cdot 10^{-6}$ до $15000,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$.

2. При указанных режимных параметрах экспериментов также впервые были получены данные о величине краевых углов смачивания теми же мазутами поверхности, окрашенной краской Temaline LP60 TIKKURILA. Показано, что при 20 °С максимальное значение краевого угла $\Theta = 37,0^\circ$; соответственно $\text{Cos}\Theta = 0,8$. Учитывая близость полученного значения $\text{Cos}\Theta$ к единице и достаточно интенсивное снижение Θ с ростом температуры, величину работы адгезии для мазутов при температуре 20 °С и выше вполне обоснованно можно оценивать по формуле $W_a = \sigma(1 + \text{Cos}\Theta) = 2\sigma$, т.е. для данного температурного интервала установлена тождественность величин работ адгезии W_a и когезии W_k .

3. Дальнейшие исследования предполагается направить на поиск модели, описывающей состояние слоя нефтепродуктов, оставшихся на поверхности грузового отсека после выгрузки танкера, и установление взаимосвязи между их количеством и физико-химическими характеристиками нефтепродукта, а полученные экспериментальные данные поверхностного натяжения мазутов позволят осуществить апробацию этой модели.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Голиков В.А. Энергетический баланс процесса гидромониторной очистки емкостей от остатков нефтепродуктов / В.А. Голиков, В.В. Анфиногентов // Судовые энергетические установки и системы: Эксплуатация и ремонт: III междунар. научн.-техн. конф. – Одесса: ОНМА, 2009. – С. 120-126.
2. Сумм Б.Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б.Д. Сумм, Ю.В. Горюнов. – М.: Химия, 1976. – 231 с.
3. Геллер З.И. Высоковязкие мазуты как котельное и печное топливо / З.И. Геллер. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 216 с.
4. Геллер З.И. Мазут как топливо / З.И. Геллер. – М.: Недра, 1965. – 495 с.
5. Лосиков Б.В. Нефтепродукты. Свойства, качество, применение. Справочник / Б.В. Лосиков. – М.: Химия, 1966. – 776 с.

6. *Топлива для стационарных и судовых газовых турбин / [Б.В. Лосиков, А.Д. Фатьянов, Ю.В. Микулин, Л.А. Александрова]. – М.: Химия, 1970. – 310 с.*
7. *Фролов Ю.Г. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Ю.Г. Фролов, А.С. Гродский. – М.: Химия, 1986. – 216 с.*
8. *Айвазов Б.В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции / Б.В. Айвазов. – М.: Высшая школа, 1973. – 208 с.*
9. *ГОСТ 7934.2-74. Масла часовые. Методы определения краевого угла смачивания.*
10. *Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание / А.Д. Зимон. – М.: Химия, 1974. – 414 с.*
11. *Киселев В.П. Смолы пиролиза древесины как сырье для модификации битума / В.П. Киселев, А.В. Иванченко, А.А. Ефремов // Химия растительного сырья. – 2001. – № 4. – С. 111-113.*

Стаття надійшла до редакції 01.08.2011

Рецензент – кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідуючого кафедрою «Іноземні мови», проректор з наукової роботи, директор Науково-дослідного інституту фундаментальних та прикладних досліджень Одеського національного морського університету **С.В. Руденко**.

УДК 662.6/9

В.Г. СИВЕРИН

**ДОВОДКА КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ
РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ТОПЛИВОПОДАЧИ**

В статье рассмотрена доводка конструктивных параметров топливной системы с использованием методики расчета процесса топливоподачи.

У статті розглянуто доведення конструктивних параметрів паливної системи з використанням методики розрахунку процесу паливоподачі.

Ключевые слова: методика расчета, топливоподача, процесс впрыскивания.

Ключові слова: методика розрахунку, паливоподача, процес вприскування.

Постановка проблемы в общем виде. Конструктивная доводка экспериментальной топливной аппаратуры связана с существенными затратами на изготовление узлов и деталей, проведение эксперимента, кроме того это в значительной степени увеличивает срок проведения исследования.

Материал данной статьи связан с расчетно-аналитическим исследованием, которое значительно расширяет диапазон исследования и не требует больших финансовых затрат.

Анализ публикаций. В области исследования топливной аппаратуры дизелей, имеется достаточно научных публикаций, где рассматриваются основные направления совершенствования топливной аппаратуры [1-2].

Цель данной статьи – анализ и практические выводы по рациональной конструкции топливной аппаратуры судовых дизелей.

Изложение основного материала исследования с обоснованием полученных научных результатов. Рациональные конструктивные параметры топливной системы высокого давления, предварительно рассчитанные, необходимо проверить по уточненной математической модели, учитывающей неустановившийся характер потока топлива в нагнетательном трубопроводе. Проверка должна выявить соответствие рассчитанной топливной системы техническому заданию на проектирование, т.е. при гидродинамическом расчете выбранная система должна обеспечить требуемые давления и продолжительность впрыска при заданной характеристике соплового аппарата распылителя.

При гидродинамическом расчете, прежде всего, необходимо уточнить скорость плунжера. Полученная в результате расчета по уравнению (1) средняя скорость плунжера относится ко всей продолжительности впрыска. В действительном процессе активный ход плунжера действует только на части времени подъема иглы распылителя, так как некоторая доля впрыска осуществляется за счет разгрузки системы высокого давления через распылитель.

$$\Delta t_8 (C_{\text{по}} + 0,5m\Delta t_8) - \alpha_{\text{ср}} \lambda_{\text{тр}} B A_2 d_{\text{тр}}^{-5} (P_{\text{фс}} - P_z) - \alpha_{\text{ср}} P_{\text{фс}} A_2 -$$

$$- \mu_{\text{с}} f_{\text{с}} \sqrt{\frac{2}{\rho}} (P_{\text{фс}} - P_2) \Delta t_8 + \alpha_{\text{ср}} P_{\text{ост}} (V_{\text{нс}} + V_{\text{ф}} + V_{\text{тр}}) = 0 \quad (1)$$

$$A_1 = V_{\text{нс}} + 0,125\pi l_{\text{тр}} d_{\text{тр}}^2,$$

$$A_2 = V_{\text{нс}} + V_{\text{ф}} + 0,25\pi l_{\text{тр}} d_{\text{тр}}^2,$$

$$B = \frac{16}{\pi^2} (\mu_{\text{с}} f_{\text{с}})^2 l_{\text{тр}},$$

где Δt_8 – продолжительность активного впрыска;

$C_{\text{п}}$ – скорость плунжера;

m – коэффициент, определяющий линейную зависимость скорости плунжера от времени;

P_z – давление в цилиндре;

$\mu_{\text{с}}$ – коэффициент истечения распылителя;

$f_{\text{с}}$ – площадь сопловых отверстий распылителя;

$V_{\text{НС}}$ – средний за период впрыска объем топливного насоса высокого давления;

$V_{\text{ф}}$ – объем форсунки;

$V_{\text{тр}}$ – объем нагнетательного трубопровода;

$l_{\text{тр}}$ – длина нагнетательного трубопровода;

$\alpha_{\text{ср}}$ – средний коэффициент сжимаемости топлива;

$P_{\text{ф}}$ – среднее давление у форсунки;

$\lambda_{\text{тр}}$ – коэффициент гидравлического сопротивления трубопровода;

$P_{\text{ост}}$ – остаточное давление в надклапанной полости системы.

Для определения действительной средней скорости плунжера на участке его активного хода пользуется следующим приемом: производим расчет процесса впрыска топлива со средней скоростью плунжера равной расчетной по уравнению (1). По результатам расчета подсчитывается отношение продолжительности активного хода плунжера к продолжитель-

ности впрыска $K_\phi = \frac{\varphi_{\text{акт}}}{\varphi_{\text{в}}}$, где $\varphi_{\text{акт}}$ – продолжительность активного хода плунжера. Необходимую скорость плунжера на участке его активного хода находим по формуле $C_{\text{пс.ак}} = \frac{c_{\text{по}} + 0,5m\Delta t_{\text{г}}}{K_\phi}$.

Профиль топливной шайбы проектируется с учетом кинематики движения толкателя привода насоса и должен обеспечивать на участке активного хода среднюю скорость плунжера.

Исследование возможных погрешностей при расчете конструктивных параметров топливной системы по статической методике, по сравнению с точной методикой расчета процесса впрыска производилось на опытной топливной системе дизеля Г74. Предварительный расчет конструктивных параметров системы показал, что система достигает $\eta_{\text{онт}}^{\text{max}}$ при $d_{\text{тр}} = 5$ мм и $\eta_{\text{в}}^{\text{max}}$ при $d_{\text{тр}} = 3,5$ мм ($\eta_{\text{в}}$ – объемный коэффициент топливной подачи). В табл. 1. в графах 2 и 3 представлены результаты предварительного расчета конструктивных параметров системы и усредненных показателей процесса впрыска по статической методике, без нагнетательного клапана и с клапаном. В графах 4 и 5 даны показатели процесса впрыска рассчитанные по уточненной методике, для системы без нагнетательного клапана и с нагнетательным клапаном.

Параметры процессов топливоподачи, приведенные в табл. 1, и протекание самого процесса впрыска систем с нагнетательным клапаном и без него, приведенные на рис. 1 и рис. 2, показывают, что расчет конструктивных параметров по предварительной методике обеспечивает достаточную точность как для систем с полной разгрузкой, так и для систем с нагнетательным клапаном.

На рис.3 показано сравнение результатов расчета параметров процесса впрыска по предварительной методике на базе уравнений установившегося потока топлива и по точной методике расчета процесса впрыска на базе уравнений неустановившегося потока топлива.

Параметры процесса топливоподачи рассчитывались для одной системы с длиной трубопровода 160 см (с учетом каналов в форсунке), распылителем $\mu_c f_c = 1,2 \text{ мм}^2$, с нагнетательным клапаном и без него. При этом в обеих системах изменялись диаметры трубопроводов.

Отклонение параметров впрыска полученных расчетом по предварительной методике относительно соответствующих параметров точного расчета не превышает 6 % по абсолютной величине.

Таблиця 1

Сравнение результатов расчета параметров процесса топливоподачи по методикам на базе уравнений установившегося потока топлива в трубопроводе и с учетом неуставившегося потока топлива

Наименование величины	Предвар. без клапана	Предвар. с клапаном	Точный без клапана	Точный с клапаном
Диаметр плунжера, см	2,2	2,2	2,2	2,2
Средняя скорость плунжера, см/с	131	102	136	108
Продолжительность впрыска, °П.Р.В.	13	17	13,5	18
Число оборотов распред. вала, мин ⁻¹	250	250	250	250
Цикловая подача, см ³	3,15	3,15	3,15	3,15
Среднее давление у насоса, МПа	56,6	43,4	53,3	41,6
Среднее давление у форсунки, МПа	49,0	37,0	48,6	38,0
Коэффициент подачи	0,728	0,825	0,725	0,814
Эффективное сечение распылителя при полном подъеме иглы, см ²	0,012	0,012	0,012	0,012
Внутренний диаметр трубопровода, см	0,4	0,4	0,4	0,4
Длина трубопровода с учётом каналов в форсунке, см	160	160	160	160

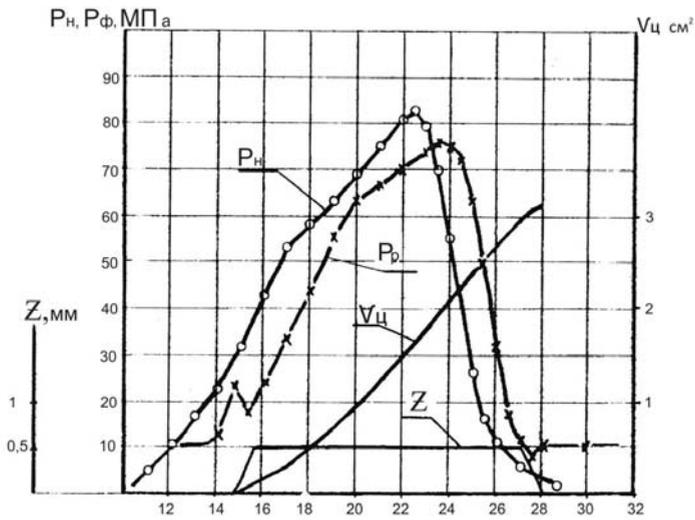


Рис. 1. Расчет процесса топливоподачи дизеля Г74 с клапаном в форсунке:

P_n – среднее давление топлива у насоса;
 P_f – среднее давление топлива у форсунки;
 Z – подъем иглы форсунки; $V_{ц}$ – объем цикловой подачи

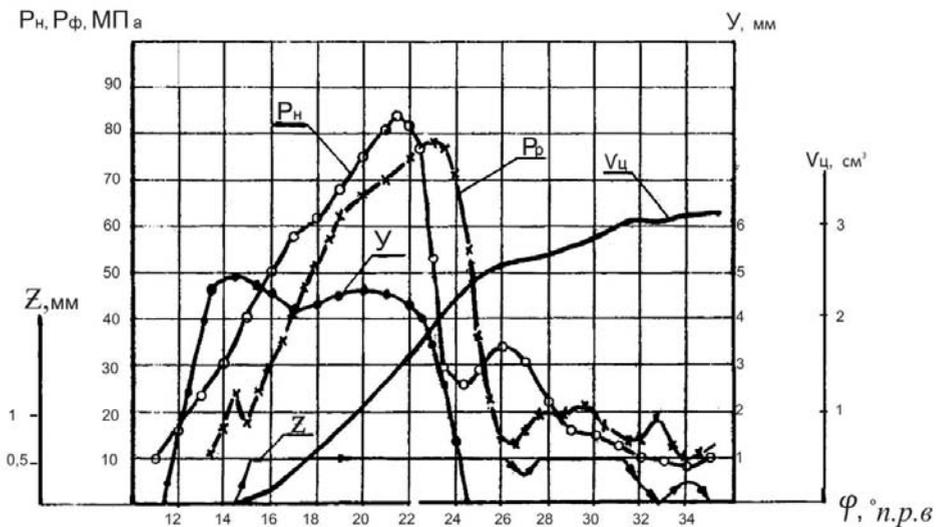


Рис. 2. Расчет процесса топливоподачи дизеля Г74 с нагнетательным клапаном в насосе:

y – подъем нагнетательного клапана;
 P_p – давление топлива перед распылителем

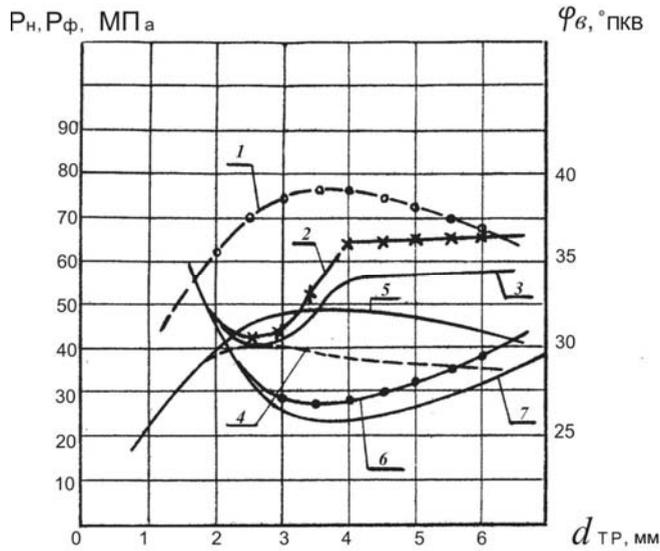


Рис. 3. Сравнение результатов расчета параметров процесса впрыска на базе уравнений установившегося (а) и неустановившегося потоков (б):

1 – максимальное давление у форсунки (а);

2,3 – $\varphi_v = f(d_{тр})$, с нагнетательным клапаном № 1, (а) и (б);

4,5 – $P_{фс} = f(d_{тр})$, соответственно систем с нагнетательным клапаном №1 и без клапана ((а) и (б));

6,7 – $\varphi_v = f(d_{тр})$, без клапана, соответственно (а) и (б);

$d_{тр}$ – внутренний диаметр нагнетательного трубопровода

Описанная система при наличии нагнетательного клапана имеет значительную остаточную разгрузку через распылитель, выражающуюся в остаточном подтекании топлива при малых давлениях без образования подвпрыска и с образованием подвпрыска. При диаметре трубопровода 2-2,2 мм становится справедливым неравенство (2) и при дальнейшем уменьшении диаметра трубопровода при использовании нагнетательного клапана не может вызвать подтекания и склонность системы к подвпрыскам уменьшается.

$$t_{впр} = \Delta t_8 + \Delta t_{под} - \text{общая продолжительность впрыска,} \quad (2)$$

где $\Delta t_{под}$ – продолжительность подтекания топлива за счет разгрузки системы высокого давления.

Исследование по обеим методикам показали, что удовлетворение дополнительного условия отсутствия прорыва газов из камеры сгорания в распылитель за счет установки нагнетательного клапана, для диаметров нагнетательных трубопроводов более 3,5 мм (для данной системы) обязательно приводит к увеличению продолжительности впрыска или к подвпрыску за счет остаточной разгрузки системы через распылитель. Это явление значительно ухудшает процесс сгорания и экономичность дизеля. Для устранения этого явления необходима полная разгрузка системы через отсечные окна путем установки соответствующего нагнетательного клапана или его исключения. В данном случае для предотвращения попадания горячих газов в распылитель можно рекомендовать постановку обратного клапана непосредственно в форсунку. Как видно на рис.3, полная разгрузка системы через насос сокращает продолжительность впрыска при всех конструкциях трубопровода. Расчет процесса впрыска топливной системы с внутренним диаметром трубопровода 4 мм при наличии нагнетательного клапана и без него показан на рис.1 и рис.2.

Методика предварительного расчета конструктивных параметров топливной системы обеспечивает удовлетворительные результаты, в сравнении с данными расчета полученными по уточненной методике, учитывающей неустановившейся характер потока топлива в трубопроводе. Качественное совпадение результатов исследования влияния изменения отдельных конструктивных факторов топливной системы на средние показатели процесса впрыска подтверждает возможность предварительного исследования рациональности конструктивных параметров топливной системы на математической модели.

Выводы. Данная методика может быть использована для анализа процессов топливоподачи в дизелях, как малооборотных, так и среднеоборотных.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фомин Ю.Я. Топливная аппаратура судовых дизелей: Справочник / Ю.Я. Фомин, Г.В. Никонов, В.Г. Ивановский. – М.: Машиностроение, 1982. – 168 с.
2. Фомин Ю.Я. Гидравлический расчет топливных систем судовых дизелей с разветвленными нагнетательными трубопроводами: Справочник / Ю.Я.Фомин. – М.: Машиностроение. – № 11. – 1964. – 65 с.

Стаття надійшла до редакції 18.07.2011

Рецензент – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація» Одеського національного морського університету **В.Г. Івановський**.

УДК 621.873.254

П.М. СТРЕЛЬЦОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КРАНОВЫМИ УСТАНОВКАМИ

Предложены методы расчета оптимального по быстрдействию управления грузовой тележкой перегружателя при различных ограничениях на управляющее воздействие и величину отклонения груза. Дана оценка эффективности возможной реализации подобных законов управления при помощи автоматических устройств.

Запропоновано методи розрахунку оптимального за швидкодією управління вантажним візком перевантажувача при різних обмеженнях на управляючу дію та величину відхилення вантажу. Надана оцінка ефективності можливої реалізації отриманих законів управління за допомогою автоматичних приладів.

Ключевые слова: *расчет оптимального по быстрдействию управления; грузовая тележка; перегружатель; ограничения на управляющее воздействие; эффективность законов управления.*

Ключові слова: *розрахунок оптимального за швидкодією управління, вантажний візок, перевантажувач, обмеження на управляючу дію, ефективність законів управління.*

Введение. Несмотря на кризисные явления в экономике объемы морских перевозок продолжают расти. Особенно заметным является рост перевозок навалочных грузов (в первую очередь энергетических углей) и контейнеров. Между основными регионами экономического развития установились значительные грузопотоки. В этих условиях, когда гарантируется полная загрузка судна любых размеров, экономические соображения заставляют вводить в эксплуатацию все более крупные суда. Уже появились контейнеровозы, перевозящие по 12000 TEU, и балкеры грузоместимостью в 200 000 тонн.

Подобные суда-гиганты становятся доминирующим видом судов в составе мирового флота.

Грузовая обработка таких судов производится причальными перегружателями, имеющими традиционную конструктивную схему. Они представляют собой высокий портал с укрепленной на нем горизонтальной ездовой балкой, по которой перемещается тележка, несущая груз на канатном подвесе. Геометрические параметры перегружателя назначаются с учетом размеров судна.

Для снижения издержек, связанных с простоем судна под грузовыми операциями, стремятся довести производительность, например,

грейферного перегружателя до 2000 т/час и выше за счет повышения рабочих скоростей и ускорений машины. Так, например, номинальная скорость передвижения грузовой тележки современного перегружателя может достигать 300 м/мин, а ускорение при ее разгоне – 1,4 м/с, при этом длительность рабочего цикла может быть сокращена до 45 с.

Работа оператора такого перегружателя является весьма напряженной, что вынуждает его совершать большое число ошибок, таких как неоптимальное совмещение рабочих движений, чрезмерное снижение скорости при подходе к конечным точкам пути, неэффективное гашение колебаний груза. Количество таких ошибок увеличивается по мере утомления оператора, что приводит к снижению его средней производительности почти на 20 %. Оператор, работая на пределе своих возможностей, представляет, как говорят, «физиологический барьер» на пути повышения производительности машины. Одним из средств преодоления этого барьера является автоматизация перегрузочных установок, позволяющая существенно улучшить, «гуманизировать» условия труда оператора и оптимизировать рабочий режим машины, обеспечивая ее работу с постоянной высокой производительностью, независимой от квалификации оператора, его самочувствия и прочих условий. В настоящее время практически все новые грейферные и многие контейнерные перегружатели снабжаются «электронными» системами автоматического управления. Одной из задач такой системы является обеспечение гашения колебаний груза. Главным элементом системы является бортовая ЭВМ. В ее память помещают в виде некоторой функции времени закон изменения управляющего воздействия, при котором реализуется нужный для гашения колебаний характер движения тележки.

До недавнего времени при автоматизации причальных перегружателей применялись законы управления, изложенные в работе [1]. Их основной недостаток заключается в недоиспользовании технических возможностей механизмов, что приводит к искусственному затягиванию переходных процессов и снижению производительности машины.

Постановка задачи. Целью представленного исследования является разработка способов расчета близких к оптимальному по быстродействию законов управления грузовой тележкой перегружателя при переносе ею груза на заданное расстояние.

Основным методом исследования является математическое моделирование движения тележки. Для поиска оптимальных по быстродействию управлений тележкой на отдельных этапах ее движения использовались методы теории оптимального управления движением механических систем, известной как «принцип максимума Понтрягина».

Результаты исследования излагаются ниже.

Современные системы управления способны с высокой точностью реализовать любой закон изменения момента двигателя или его ускорения. Вследствие этого в качестве параметра управления чаще всего используют ускорение механизма.

Потребный закон управления находят с помощью математического моделирования тележки с подвешенным к ней грузом. В качестве математической модели применяются уравнения движения тележки.

Расчетную схему тележки причального перегружателя можно представить в виде двухмассовой системы (рис. 1). Одна из масс (тележка) перемещается горизонтально. К ней подвешена на гибкой нерастяжимой нити вторая масса – груз. Колебания груза можно полагать малыми и считать, что груз при неизменной длине подвеса перемещается горизонтально, а усилие в канате остается постоянным и равным весу груза.

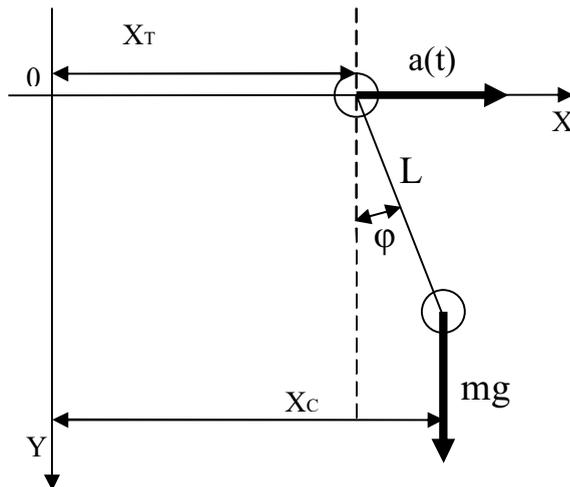


Рис. 1. Расчетная схема системы тележка-груз

При рассмотрении движения исследуемой системы в качестве параметра управления примем ускорение тележки $a(t)$. Тогда уравнение движения первой массы будет иметь вид

$$X_T'' = a(t), \quad (1)$$

где X_T – горизонтальная координата тележки.

Вторая масса материальной системы перемещается под воздействием горизонтальной составляющей усилия в канате, и ее уравнение движения имеет вид

$$X_C'' = \frac{g}{L}(X_T - X_C), \quad (2)$$

где X_C – горизонтальная координата груза;

L – длина подвеса;

$(X_T - X_C)$ – отклонение груза от вертикали, проходящей через точку подвеса.

Выражение, определяющее колебания груза относительно вертикали, получим, вычитая уравнение (2) из уравнения (1).

$$X_T'' - X_C'' = a(t) - \frac{g}{L}(X_T - X_C). \quad (3)$$

Принимая $X = X_T - X_C$ и $k^2 = \frac{g}{L}$, перепишем уравнение (3) в виде

$$X'' + k^2 X = a(t). \quad (4)$$

Общим решением этого линейного неоднородного уравнения при $a = \text{const}$ будет

$$X(t) = A \cos kt + B \sin kt + \frac{a}{k^2}. \quad (5)$$

Производная функции $X(t)$ имеет вид

$$X'(t) = -Ak \cos kt + B \sin kt, \quad (6)$$

где A и B – постоянные интегрирования.

При разгоне точки подвеса из состояния покоя, т.е. при нулевых начальных условиях $X(0)=0$ и $X'(0)=0$, постоянные интегрирования будут иметь значения $A = -\frac{g}{k^2}$; $B = 0$.

Уравнения колебаний груза в этом случае примут вид

$$\begin{aligned} X(t) &= \frac{a}{k^2}(1 - \cos kt); \\ X'(t) &= \frac{a}{k^2} \sin kt \end{aligned} \quad (7)$$

Как видно из уравнений, при разгоне точки подвеса из состояния покоя с постоянным ускорением a груз совершает гармонические колебания относительно равновесного положения $X = \frac{a}{k^2}$ с периодом

$\tau = \frac{2\pi}{k}$. Груз отклоняется назад, отставая от тележки, а затем начинает ее догонять и через промежуток времени равный периоду τ возвращается на проходящую через точку подвеса вертикаль, его относительная скорость в этот момент будет равна нулю.

Эту особенность движения груза можно использовать для гашения его колебаний. В таких случаях подбирают такое ускорение тележки, при котором разгон до номинальной скорости совершается за время, равное периоду колебаний. При этом в конце разгона груз будет висеть вертикально, а его абсолютная скорость будет равна скорости тележки, и дальнейшее равномерное движение тележки и груза с постоянной скоростью будет синхронным, без раскачивания груза.

Если торможение выполнять с тем же ускорением, то движение груза относительно тележки будет как бы зеркальным отражением его движения при разгоне: груз в начале торможения отклонится вперед, обгоняя тележку, а к окончанию движения будет висеть неподвижно на вертикальном канате.

На рис.2 представлены рассчитанные по специальной программе графики изменения параметров движения точки подвеса и груза при рассмотренном способе гашения колебаний для следующих условий: путь тележки равен 24 м, номинальная скорость – 3 м/с, длина подвеса – 16 м.

Описанный метод использовался на ряде автоматизированных грейферных перегружателей и стал как бы «традиционным». Его недостатком является искусственное затягивание разгона. Например, в рассмотренном выше случае для гашения раскачивания разгон нужно вести с ускорением $0,375 \text{ м/с}^2$, в то время как устанавливаемые на кранах приводы позволяют выполнять разгон с ускорением в $1,2 \text{ м/с}^2$.

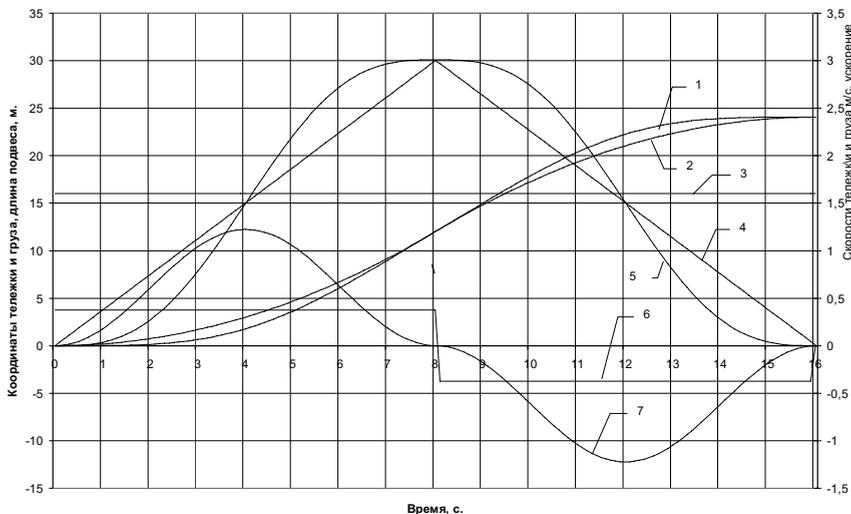


Рис. 2. Графики параметров движения системы тележка-груз при «традиционном» управлении:

- 1 – путь груза; 2 – путь тележки; 3 – длина подвеса;
- 4 – скорость тележки; 5 – скорость груза;
- 6 – ускорение тележки; 7 – отклонение груза

Можно предложить иной способ гашения колебаний, при котором возможности привода используются более полно.

Исследуем предварительно характер движения груза в случае, когда в начале разгона груз отклонен в равновесное положение, а его относительная скорость равна нулю. При таких начальных условиях постоянные интегрирования А и В в уравнениях (5) и (6) будут равны нулю, а сами уравнения примут вид

$$X(t) = \frac{a}{k^2}; X'(t) = 0. \quad (8)$$

Т.о., если перевести груз в равновесное положение, соответствующее некоторому ускорению, и затем продолжить разгон с этим ускорением, то груз при таком разгоне будет висеть неподвижно, отклоненным в равновесное положение.

Перевод груза в равновесное положение из состояния покоя можно осуществить, управляя движением точки подвеса. Для определения управления тележкой, обеспечивающего такой перевод за минимальное время, можно воспользоваться теорией оптимального управления, известной как «принцип максимума Понтрягина».

Запишем уравнение (4) движения груза в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка, для чего введем новые переменные (фазовые координаты) $X_1 = X; X_2 = X'$. Для уравнения (4) получим

$$\begin{aligned} X_1' &= X_2; \\ X_2' &= a - k^2 X_1. \end{aligned} \quad (9)$$

Можно сформулировать следующую оптимальную задачу.

Определить управление $a^*(t)$, переводящее материальную систему, описываемую уравнениями (9), из начального положения $X_1 = X_2 = 0$ в конечное $X_1 = \frac{a}{k^2}; X_2 = 0$ за кратчайшее время при ограничении $|a| \leq a_{\max}$.

Функция Гамильтона, составленная в соответствии с принципом максимума для системы (9), будет иметь вид

$$H = \varphi_1 X_2 + \varphi_2 (a - k^2 X_1), \quad (10)$$

где φ_1 и φ_2 – некоторые вспомогательные функции, для определения которых используются уравнения

$$\begin{aligned}\dot{\varphi}_1 &= -\frac{\partial H}{\partial X_1} = k^2 \varphi_2; \\ \dot{\varphi}_2 &= -\frac{\partial H}{\partial X_2} = -\varphi_1.\end{aligned}\tag{11}$$

Для функции φ_2 получим

$$\varphi_2'' + k^2 \varphi_2 = 0.\tag{12}$$

Решением этого линейного однородного уравнения будет

$$\varphi_2(t) = A \sin(kt + \alpha).\tag{13}$$

Т.е. функция φ_2 является синусоидой, имеющей период $\tau = \frac{2\pi}{k}$, (совпадающий с периодом колебаний груза).

В соответствии с принципом максимума оптимальное управление должно доставлять максимум функции H , что возможно лишь при $a^*(t) = a_{\max} \text{sign} \varphi_2$, т.е. оптимальное управление является кусочно-постоянной функцией, принимающей на интервалах постоянства максимальное значение $|a_{\max}|$.

Если предположить, что время перевода меньше $0,5 \tau$, то функция φ_2 только один раз пересечет ось абсцисс. Это означает, что оптимальное управление состоит из двух интервалов, на границе которых она меняет знак.

Длительности обоих участков оптимального управления можно определить, исследуя фазовую траекторию системы (9).

Используя фазовые координаты X_1 и X_2 , перепишем уравнения (5) и (6), описывающие колебания груза, в виде системы

$$\begin{aligned}\left(X_1 - \frac{a}{k^2}\right) &= A \sin(kt) + B \cos kt; \\ \frac{X_2}{k} &= A \cos kt - B \sin kt.\end{aligned}\tag{14}$$

Возведем оба уравнения в квадрат и сложим. Получим уравнение фазовой траектории, отражающее взаимосвязь между фазовыми координатами, в виде

$$\left(X_1 - \frac{a}{k^2}\right)^2 + \left(\frac{X_2}{k}\right)^2 = R^2,\tag{15}$$

где R – некая постоянная.

Как показывает уравнение (15), исследуемая фазовая траектория изображается на фазовой плоскости $\frac{X_2}{k} - X_1$ в виде двух участков, являющихся дугами окружностей (см. рис. 3).

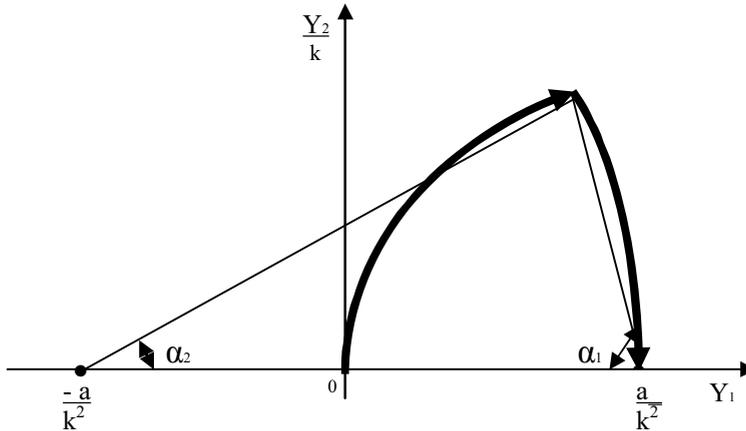


Рис. 3. Фазовая траектория движения груза относительно точки подвеса

Первый участок исходит из точки $(0, 0)$ и лежит на дуге окружности с центром в точке $(0, \frac{a}{k^2})$ и углом α_1 , второй участок заканчивается в точке $(0, \frac{a}{k^2})$ и лежит на дуге окружности с центром $(0, -\frac{a}{k^2})$ с углом α_2 . Как видно из уравнений (14), фазовая точка, определяющая текущее положение системы тележка-груз, с течением времени t перемещается вдоль фазовой траектории по часовой стрелке с постоянной угловой скоростью $\omega = k$. Т.е. длительность интервала управления пропорциональна углу дуги, представляющей этот интервал.

Легко определить, что $\cos \alpha_1 = 0,25$. Отсюда $\alpha_1 = 75,52^\circ; \alpha_2 = 28,95^\circ$.

Фазовая точка сделает полный оборот по окружности за время $\tau = \frac{2\pi}{k}$, совпадающее с периодом колебаний груза. Учитывая это, длительности t_1 и t_2 участков оптимального управления будут

$$t_1 = \frac{\alpha_1}{360} \tau = \frac{75,52}{360} \tau = 0,21\tau;$$

$$t_2 = \frac{\alpha_2}{360} \tau = \frac{28,95}{360} \tau = 0,08\tau.$$
(16)

На основании вышесказанного можно предложить такой способ гашения колебаний, при котором разгон тележки до номинальной скорости V_{nom} должен состоять из трех этапов.

На первом этапе, имеющем два интервала длительностью t_1 и t_2 , осуществляется перевод груза в равновесное положение.

На втором этапе длительностью t_3 продолжается разгон с отклоненным грузом.

На третьем этапе груз из равновесного положения переводится на вертикаль. Управление на этом этапе должно быть симметрично управлению на первом этапе.

В течение первого и третьего этапов скорость должна измениться на величину $2(t_1 - t_2)a$, при этом длительность второго этапа можно определить по формуле

$$t_3 = \frac{V_{nom}}{a} - 2(t_1 - t_2). \quad (17)$$

После такого разгона при последующем равномерном движении груз будет перемещаться синхронно с тележкой. На участке торможения управление должно быть симметрично управлению при разгоне, что приведет тележку и груз в состояние покоя.

Для расчета управлений, соответствующих этому способу гашения колебаний, составлена программа для ЭВМ. По результатам расчета, выполненного с ее помощью для тех же геометрических условий, что и в первом случае, построены графики (см. рис. 4) изменения параметров движения точки подвеса и груза при новом способе управления. Условные обозначения на рис. 4 такие же, как на рис. 2.

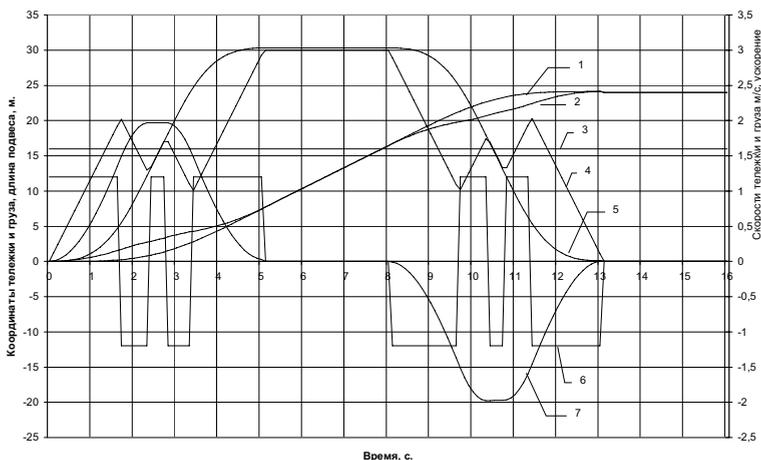


Рис. 4. Графики параметров движения системы тележка-груз

при оптимальном управлении

Как видно из рисунка, длительность перемещения груза при таком управлении по сравнению с предыдущим случаем значительно сокращена (с 16 с до 13,08 с или на 18,25 %), что должно способствовать существенному повышению производительности машины.

Недостатком описанного способа устранения раскачивания является большое число переключений управляющего воздействия, вызывающих значительные динамические нагрузки, что может привести к интенсификации усталостного износа деталей механизма.

Величину динамических нагрузок при переключениях можно снизить, если уменьшить амплитуду изменений управляющего воздействия (ускорения), для чего нужно уменьшить область его допустимых значений, используя ограничение $0 \leq a(t) \leq a_{\max}$.

Фазовая траектория процесса перевода груза в равновесное положение при таком ограничении также будет состоять из двух участков.

Первый участок лежит на дуге окружности с центром в точке $(0, \frac{a}{k^2})$, исходящей из начала координат, а второй участок в отличие от предыдущего случая лежит на дуге окружности с центром в начале координат. При этом углы обеих дуг равны 60° , а длительности интервалов управления одинаковы и равны

$$t_1 = t_2 = \frac{60}{360} \tau = 0,17\tau. \quad (18)$$

Графики изменения параметров движения тележки при таком управлении, рассчитанные для тех же геометрических условий, показаны на рис. 5. Условные обозначения на рис. 5 такие же, как на рис. 2.

Как видно из рисунка, при таком управлении удалось вдвое (по сравнению с предыдущим) уменьшить число переключений и амплитуду изменений управляющего воздействия, что должно положительно сказаться на долговечности узлов машины.

Сокращение длительности перемещения тележки по сравнению с «традиционным» способом в этом случае будет меньшим, но все же значительным – с 16 с до 13,32 с или на 17 %.

Выводы

1. Рассмотренные методы гашения колебаний груза обеспечивают существенное снижение длительности перемещения по сравнению с «традиционным» при заданной ограниченной величине отклонения груза.

2. Первый из них – «строго» оптимальный по времени – требует значительного числа переключений знака управляющего параметра.

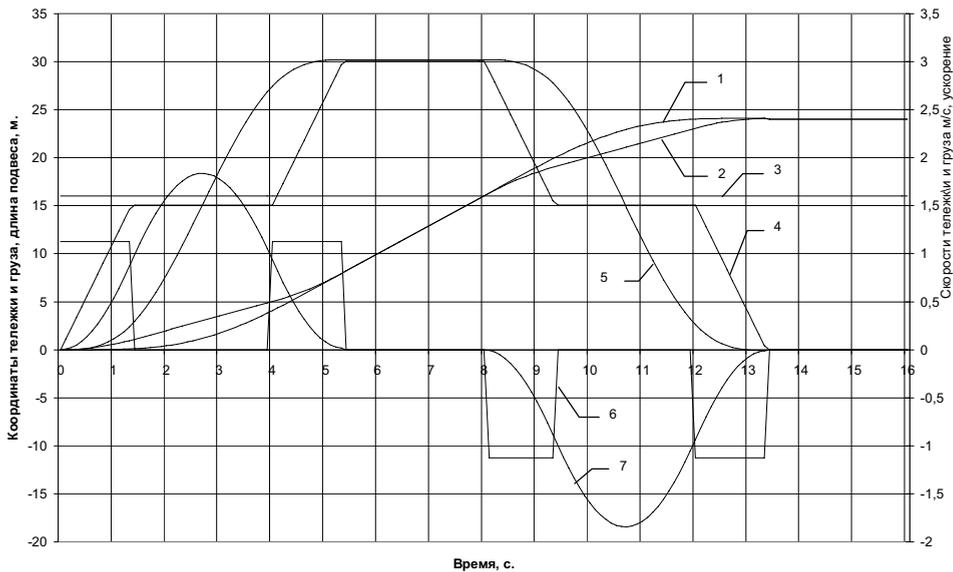


Рис. 5. Графіки параметрів руху системи тележка-груз при 2-м варіанті управління

3. При другому способі, практично рівно по ефективності першому, число переключень управляючого параметра (при збереженні його знаку) суттєво зменшується, що повинно сприяти підвищенню довговічності обладнання та спрощенню системи управління. Цей спосіб можна рекомендувати як більш зручний і переважний для реалізації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Kuntze B. Stand der Automation in der Hebe- und Fordertechnik / B.Kuntze, W.Hupe, H.Strobel // Hebezeuge und Fordermittel. – 1969. – № 9. – P.76-89.

Стаття надійшла до редакції 30.05.2011

Рецензент – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Підйомно-транспортні машини та механізація перевантажувальних робіт», декан факультету Механізації портів **О.О. Немчук**.

УДК 629.12-8:629.12.037

В.А. ЯРОВЕНКО, А.Е. ПОДЛЯХ, П.С. ЧЕРНИКОВ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА В СОСТАВЕ ПРОПУЛЬСИВНОГО КОМПЛЕКСА ЭЛЕКТРОХОДА

Предложена математическая модель переходных режимов синхронного генератора как составной части судового пропульсивного комплекса. Выявлены критерии динамического подобия и безразмерные параметры комплекса. Проиллюстрировано использование модели на примере анализа переходных режимов реального электрохода.

Запропоновано математичну модель синхронного генератора, як складової судового пропульсивного комплексу. Виявлено критерії динамічної подібності й безрозмірні параметри комплексу. Проілюстровано застосування моделі на прикладі аналізу перехідних режимів реального електрохода.

Ключевые слова: синхронный генератор в пропульсивном комплексе, анализ переходных режимов.

Ключові слова: синхронний генератор у пропульсивному комплексі, аналіз перехідних режимів.

В качестве источников энергии для привода гребных винтов электроходов используют генераторные агрегаты, в состав которых входят тепловые двигатели и синхронные генераторы. Генераторные агрегаты (ГА), в свою очередь, входят в состав гребной электрической установки (ГЭУ) судового пропульсивного комплекса.

К основным эксплуатационным режимам работы судов с электродвижением относятся в первую очередь – маневренные режимы. Анализ поведения всех составных частей комплексов и в частности источников электроэнергии на маневрах уделяется наибольшее внимание при проектировании гребных установок и управлении работой пропульсивных комплексов.

В настоящее время исследование переходных режимов работы синхронных генераторов (СГ) принято проводить с помощью системы уравнений Парка-Горева. Однако, при анализе маневренных режимов работы электроходов постоянные времени переходных процессов в синхронных генераторах несоизмеримы с постоянными времени большинства остальных составных частей судового пропульсивного комплекса. Поэтому использование «классического» варианта [1] описания переходных процессов в СГ только усложняет расчеты маневренных режимов работы ГЭУ, не повышая при этом точности получаемых результатов.

Целью настоящей работы является разработка математической модели синхронного генератора в составе пропульсивного комплекса электрохода со степенью точности, соизмеримой с точностью описания переходных процессов в остальных составных частях комплекса.

Математическая модель переходных режимов синхронных генераторов на основе уравнений Парка-Горева имеет следующий вид [1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\Psi_d}{dt} = -U \sin \theta + (1+s)\omega_c \Psi_q + i_d R_a; \\ \frac{d\Psi_q}{dt} = U \cos \theta - (1+s)\omega_c \Psi_d + i_q R_a; \\ \frac{d\Psi_f}{dt} = U_f - R_f i_f; \\ \frac{d\Psi_{kd}}{dt} = -R_{kd} i_{kd}; \\ \frac{d\Psi_{kq}}{dt} = -R_{kq} i_{kq}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где Ψ_d и Ψ_q – потокосцепления якоря по осям d и q ; U – напряжение на выходе генератора; θ – угол нагрузки генератора; ω_c – синхронная угловая скорость генератора; S – скольжение; i_d и i_q – токи генератора по осям d и q ; R_a – активное сопротивление якоря; Ψ_f – потокосцепление обмотки возбуждения; U_f – напряжение обмотки возбуждения, R_f – активное сопротивление обмотки возбуждения; i_f – ток обмотки возбуждения; Ψ_{kd} и Ψ_{kq} – потокосцепления демпферной обмотки по осям d и q ; R_{kd} и R_{kq} – активные сопротивления демпферной обмотки по осям d и q , i_{kd} и i_{kq} – токи демпферной обмотки по осям d и q .

Уравнения потокосцеплений записываются следующим образом:

$$\begin{cases} \Psi_d = L_d i_d + M_{ad} i_f + M_{ad} i_{kd}; \\ \Psi_q = L_q i_q + M_{aq} i_{kq}; \\ \Psi_f = L_f i_f + M_{ad} i_d + M_{ad} i_{kd}; \\ \Psi_{kd} = L_{kd} i_{kd} + M_{ad} i_d + M_{ad} i_f; \\ \Psi_{kq} = L_{kq} i_{kq} + M_{aq} i_q, \end{cases} \quad (2)$$

где L_d и L_q – индуктивности самоиндукции обмотки якоря по осям d и q ; L_f – индуктивность самоиндукции обмотки возбуждения; L_{kd} и L_{kq} – индуктивности самоиндукции демпферной обмотки по осям d и q ; $M_{ad} = L_d - L_\sigma$ и $M_{aq} = L_q - L_\sigma$ – индуктивности взаимоиндукции по осям d и q ; L_σ – индуктивность рассеяния обмотки якоря;

В виду малого значения постоянной времени цепи статора синхронного генератора [2], трансформаторными ЭДС в статорных обмотках можно пренебречь ($\frac{d\Psi_d}{dt} = 0$; $\frac{d\Psi_q}{dt} = 0$). Также можно не учитывать в виду его малости [2] активное сопротивление якоря ($i_d R_a = 0$, $i_q R_a = 0$).

При анализе маневренных режимов работы электроходов можно не учитывать потокосцепления демпферных обмоток ($\Psi_{kd} = 0$; $\Psi_{kq} = 0$).

В результате системы уравнений (1) и (2) упрощаются.
Уравнения напряжений

$$\begin{cases} 0 = -U \sin \theta + (1 + s) \omega_c \Psi_q; \\ 0 = U \cos \theta - (1 + s) \omega_c \Psi_d; \\ \frac{d\Psi_f}{dt} = U_f - R_f i_f. \end{cases} \quad (3)$$

Уравнения потокосцеплений

$$\begin{cases} \Psi_d = L_d i_d + M_{ad} i_f; \\ \Psi_q = L_q i_q; \\ \Psi_f = L_f i_f + M_{ad} i_d. \end{cases} \quad (4)$$

Связь между внешними и внутренними (в системе координат d - q) параметрами синхронного генератора можно получить из его векторной диаграммы (рис.1).

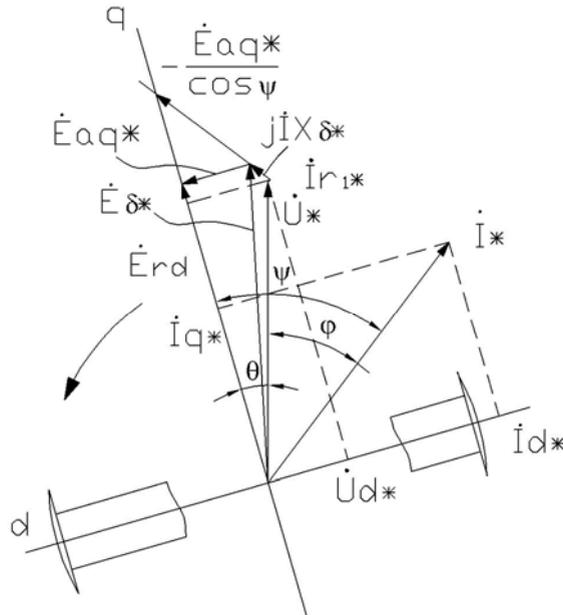


Рис. 1. Векторная диаграмма синхронного генератора

С помощью векторной диаграммы можно найти углы θ, φ, ψ и определить соотношения между его основными параметрами генератора в установившемся режиме.

На рис.1 изображен вариант работы генератора на активно-индуктивную нагрузку, когда угол сдвига фаз между током и напряжением $-\varphi > 0$. Угол между током и ЭДС генератора также положителен $\psi > 0$. Продольная реакция якоря E_{aq} является размагничивающей.

Из векторной диаграммы можно получить следующие соотношения:

- напряжения по продольной (d) – U_d и поперечной (q) – U_q

осям

$$U_d = -U \sin \theta; \quad (5)$$

$$U_q = U \cos \theta,$$

- угол нагрузки

$$\theta = \arctg \frac{U_d}{U_q}, \quad (6)$$

- токи по продольной (d) – i_d и поперечной (q) – i_q осям

$$i_d = -i \sin \psi; \quad (7)$$

$$i_q = i \cos \psi,$$

где ψ - угол между током и ЭДС генератора

$$\psi = \varphi + |\theta|. \quad (8)$$

Скольжение определяется как

$$s = \frac{\omega_D - \omega_C}{\omega_D}, \quad (9)$$

где ω_D – угловая скорость вращения теплового двигателя.

Уравнение напряжения для обмотки возбуждения может быть преобразовано следующим образом:

$$\frac{d}{dt}(L_f i_f + M_{ad} i_d) = U_f - R_f i_f;$$

$$L_f \frac{di_f}{dt} + M_{ad} \frac{di_d}{dt} = U_f - R_f i_f.$$

В судовых синхронных генераторах взаимная индуктивность несоизмеримо мала по сравнению с индуктивностью обмотки возбуждения. Следовательно, можно пренебречь взаимной индуктивностью M_{ad} по сравнению с индуктивностью L_f .

В результате уравнение примет вид

$$L_f \frac{di_f}{dt} = U_f - R_f i_f. \quad (10)$$

Уравнение движения синхронного генератора

$$J_D \frac{d\omega_D}{dt} = M_D - M_G, \quad (11)$$

где $M_G = \Psi_d i_q - \Psi_q i_d$ – электромагнитный момент генератора; J_D – приведенный к валу теплового двигателя момент инерции генераторного агрегата; M_D – движущий момент теплового двигателя.

Полученная система уравнений (5)-(11) и составляет математическую модель СГ в составе пропульсивного комплекса электрохода.

Для исследования переходных режимов работы синхронных генераторов на маневрах переведем систему уравнений (5)-(11) в безразмерную форму. Это позволит выявить критерии динамического подобия, охватив тем самым широкий класс судов с электродвижением.

Напряжения по продольной (d) – U_d и поперечной (q) – U_q осям, учитывая (5)

$$\frac{U_d}{U_0} = -\frac{(1+s)\omega_c \Psi_q}{U_0} = -\frac{(1+s)\omega_c L_q i_q}{U_0};$$

$$\frac{U_q}{U_0} = \frac{(1+s)\omega_c \Psi_d}{U_0} = \frac{(1+s)\omega_c (L_d i_d + M_{ad} i_f)}{U_0}.$$

Токи по продольной (d) – i_d и поперечной (q) – i_q осям

$$\frac{i_d}{i_0} = -\frac{i}{i_0} \sin \psi;$$

$$\frac{i_q}{i_0} = \frac{i}{i_0} \cos \psi.$$

Тогда относительные напряжения и токи

$$\overline{U_d} = -K_{d1} \overline{i_q} - K_{d2} s \overline{i_q};$$

$$\overline{U_q} = K_{q1} \overline{i_d} + K_{q2} s \overline{i_d} + K_{q3} \overline{i_f} + K_{q4} s \overline{i_f};$$

$$\overline{i_d} = -\overline{i} \sin \psi;$$

$$\overline{i_q} = \overline{i} \cos \psi,$$

где $\overline{U_d} = \frac{U_d}{U_0}$, $\overline{U_q} = \frac{U_q}{U_0}$ – относительные напряжения по осям d и q ;

$\overline{i_d} = \frac{i_d}{i_0}$, $\overline{i_q} = \frac{i_q}{i_0}$ – относительные токи по осям d и q ;

U_0 – напряжение на выходе генератора;

i_0 – ток нагрузки;

$$K_{d1} = K_{d2} = \frac{\omega_c L_q i_0}{U_0}, \quad K_{q1} = K_{q2} = \frac{\omega_c L_d i_0}{U_0}, \quad K_{q3} = K_{q4} = \frac{\omega_c M_{ad} i_0}{U_0} -$$

обобщенные безразмерные параметры.

Уравнение обмотки возбуждения

$$L_f \frac{i_{f0} d \frac{i_f}{i_{f0}}}{\mathbf{v}_0 d \frac{\mathbf{v}_0 t}{L}} = U_{f0} \frac{U_f}{U_{f0}} - R_f i_{f0} \frac{i_f}{i_{f0}}.$$

Поделив левую и правую часть на U_{f0} , получим

$$\frac{d\overline{i_f}}{dT} = N_f(\overline{U_f} - \overline{i_f}),$$

где $N_f = \frac{LU_{f0}}{L_f i_{f0} v_0}$ – критерий динамического подобия.

Уравнение вращения вала двигателя в относительных единицах

$$J_D \frac{\omega_{D0} d \frac{\omega_D}{\omega_{D0}}}{L \frac{d \frac{v_0}{L} t}{v_0}} = M_{D0} \frac{M_D}{M_{D0}} - M_{G0} \frac{M_G}{M_{G0}},$$

следовательно

$$\frac{d\overline{\omega_D}}{dT} = N_D(\overline{M_D} - \overline{M_G}),$$

где $N_D = \frac{M_{D0}L}{J_D \omega_{D0} v_0}$ – критерий динамического подобия.

Уравнение вращающего момента генератора

$$\begin{aligned} \frac{M_G}{M_{G0}} &= \frac{\left(L_d i_0 \frac{i_d}{i_0} + M_{ad} i_{f0} \frac{i_f}{i_{f0}} \right) i_0 \frac{i_q}{i_0} - L_q i_0 \frac{i_q}{i_0} i_0 \frac{i_d}{i_0}}{M_{G0}} = \\ &= \frac{L_d i_0^2}{M_{G0}} \overline{i_d i_q} + \frac{M_{ad} i_{f0} i_0}{M_{G0}} \overline{i_f i_q} - \frac{L_q i_0^2}{M_{G0}} \overline{i_d i_q}. \end{aligned}$$

После несложных преобразований получим

$$\overline{M_G} = K_{G1} \overline{i_d i_q} + K_{G2} \overline{i_f i_q},$$

где $K_{G1} = \frac{(L_d - L_q) i_0^2}{M_{G0}}$, $K_{G2} = \frac{M_{ad} i_{f0} i_0}{M_{G0}}$ – обобщенные безразмерные параметры.

Окончательно система уравнений в относительных единицах примет вид

$$\begin{aligned}\overline{U}_d &= -K_{d1}\overline{i}_q - K_{d2}s\overline{i}_q; \\ \overline{U}_q &= K_{q1}\overline{i}_d + K_{q2}s\overline{i}_d + K_{q3}\overline{i}_f + K_{q4}s\overline{i}_f; \\ \overline{i}_d &= -\overline{i} \sin \psi; \\ \overline{i}_q &= \overline{i} \cos \psi; \\ \psi &= \varphi + |\theta|; \\ \overline{s} &= \frac{\overline{\omega}_D - \overline{\omega}_C}{\overline{\omega}_D}; \\ \frac{d\overline{i}_f}{dT} &= N_f(\overline{U}_f - \overline{i}_f); \\ \frac{d\overline{\omega}_D}{dT} &= N_D(\overline{M}_D - \overline{M}_G); \\ \overline{M}_G &= K_{G1}\overline{i}_d\overline{i}_q + K_{G2}\overline{i}_f\overline{i}_q;\end{aligned}\tag{12}$$

Данная математическая модель (12) позволяет анализировать переходные процессы в синхронных генераторах пропульсивных комплексов электроходов на маневрах. В отличие от «классического» [1] варианта в ней не учитываются краткотечные процессы, несоизмеримые с постоянными времени остальных составных частей пропульсивного комплекса электрохода.

В качестве примера использования разработанной модели на рис.2 приведены результаты расчета переходных процессов синхронных генераторов атомохода «Арктика».

Основные параметры пропульсивного комплекса, необходимые для расчета безразмерных параметров и критериев динамического подобия:

- длина судна – 147,9 м;
- скорость судна – 21 узел;
- номинальные параметры синхронных генераторов МСК-1250-750:
 - мощность 1250 кВт;
 - напряжение 400 В;
 - частота вращения 750 об/мин;
 - коэффициент мощности 0,8.
- Обмоточные данные синхронных генераторов МСК-1250-750

$$x_{\sigma} = 0,0848; \quad x_d = 1,055; \quad x_q = 0,5778; \quad x_f = 0,00183; \quad r_f = 1,171$$

Обобщенные безразмерные параметры и критерии динамического подобия, рассчитанные по приведенным выше соотношениям, даны в табл.1.

Таблица 1

Обобщенные безразмерные параметры
и критерии динамического подобия

K_{d1}	K_{d2}	K_{q1}	K_{q2}	K_{q3}	K_{q4}	K_{G1}	K_{G2}	N_D	N_f
0,46	0,13	0,238	0,238	0,263	0,263	0,01	1,667	7,135	71,7

Возмущающим воздействием являлся ток нагрузки синхронного генератора

$$\bar{i} = \bar{i}_{ycm} \left(1 - e^{-K_{\gamma} T} \right)$$

где $K_{\gamma} = \frac{KL}{v_0}$ – постоянная времени.

Результаты расчета основных режимных показателей показаны на рис.2

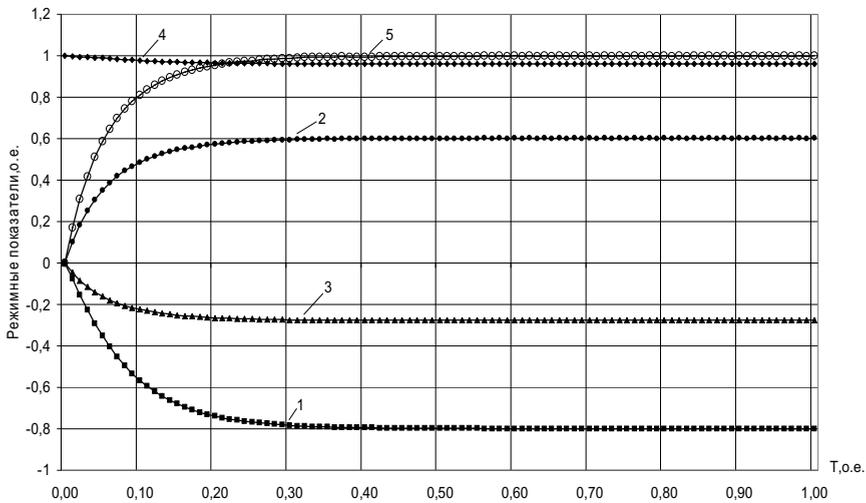


Рис. 2. Основные режимные показатели синхронного генератора

Кривые на рис. 2 соответствуют: 1 – току генератора по продольной оси d ; 2 – току генератора по поперечной оси q ; 3 – напряжению генератора по продольной оси d ; 4 – напряжению генератора по поперечной оси q ; 5 – электромагнитному моменту генератора.

Выводы. Предложена математическая модель синхронного генератора в составе пропульсивного комплекса электрохода. Модель универсальна. Она охватывает все суда с электродвижением. С ее помощью можно рассчитывать текущие значения основных режимных показателей синхронного генератора и оценивать показатели качества его работы. Использование разработанной модели наглядно проиллюстрировано на примере «ввода под нагрузку» синхронного генератора реального электрохода.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Копылов И.П. *Электромеханические преобразователи энергии: Монография / И.П. Копылов.* – М.: Энергия, 1973. – 400 с.
2. Коноплев К.Г. *Импульсное регулирование синхронных генераторов: Монография / К.Г. Коноплев.* – Севастополь: СНТУ, 2008. – 257 с.

Стаття надійшла до редакції 09.06.2011

Рецензент – доктор технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри «Інформаційні технології» Одеського національного морського університету **В.В. Вичужанін.**

Mathematic model of transient regimes of a synchronous generator as an integral part of ship's propulsive complex has been offered. Dynamic similarity criteria and complex's dimensionless parameters have been found out. Model's usage exemplified by the analysis of the existing electric ship's transient regimes has been illustrated.

Key words: *synchronous generator in propulsive complex, transient regimes' analysis.*

УДК 530.16:004

А.В. БОНДАРЬ

УПРАВЛЕНИЕ ЦЕННОСТЬЮ ЛИЗИНГОВОГО ПРОЕКТА

Определена ценность фаз жизненного цикла лизингового проекта. Разработаны модели оптимизации параметров лизингового проекта по критерию «ценность проекта» с позиций основных участников.

Визначена цінність фаз життєвого циклу (ЖЦ) лізингового проекту і ЛПП в цілому. Розроблені моделі оптимізації параметрів лізингового проекту по критерію «цінність проекту» з позиції основних учасників проекту.

Ключевые слова: лизинговый проект, ценность проекта, фазы жизненного цикла, лизингодатель(лиссор), лизингополучатель (рентер).

Ключові слова: лізинговий проект, цінність проекту, фази життєвого циклу, лізингодавець (ліссор), лізингоотримувач (рентер).

Актуальность. Ценность проекта – это оценка результата реализации проекта, поэтому управление ценностью является важной составляющей управления проектом (УП). Ценность проекта, по сути, является производной от продукта проекта, а ее содержание определяется спецификой проекта. Согласно подходу, изложенному в [1-3], продукт формируется не только в результате реализации проекта, но и по завершению каждого этапа жизненного цикла. Таким образом, каждый этап связан с получением определенного продукта; и в зависимости от качества продукта каждого этапа жизненного цикла (ЖЦ) формируется качество продукта проекта. Детальное описание ЖЦ лизинговых проектов (ЛПП) с позиции лиссора и рентера представлено в [4].

Аналогично продукту проекта, ценность также формируется последовательно, на протяжении всего ЖЦ, поэтому является некой интегральной оценкой результата реализации проекта. При этом каждый этап ЖЦ также характеризуется определенной ценностью.

Управление ценностью связано с решением двух основных задач, которые относятся к различным горизонтам рассмотрения проекта:

- планирование ценности (инициализация);
- обеспечение ценности (реализация).

При планировании ценности, как правило, осуществляется выбор варианта проекта из множества альтернатив, а ценность выступает в качестве критерия отбора. Обеспечение ценности связано с выбранным (оптимальным) вариантом проекта.

Целью исследования является моделирование ценности лизинговых проектов с позиции основных участников – лиссора и рентера, с учетом классификационных признаков ЛП и их ЖЦ. Поэтапная реализация проекта определяет необходимость декомпозиции ценности для контроля ее обеспечения. Поэтому в процессе планирования наряду с итоговой ценностью (которая в большинстве случаев может быть описана с помощью традиционных показателей эффективности проектов – NPV, IRR, AROR, PP), следует рассматривать ценности каждого этапа, которые специфичны для каждой категории проектов.

Независимо от того, с чьих позиций рассматривается проект, и является ли он для рентера монопроектом, или подпроектом проекта более высокого порядка, ценность проекта, как правило, есть нечто большее, чем просто экономический эффект (максимальные доходы или минимальные расходы). Поэтому, в качестве оценки ценности лизингового проекта предлагается рассматривать степень его соответствия текущей стратегии предприятия.

Например, если лизингополучатель реализует стратегию расширения доли рынка за счет повышения конкурентоспособности и увеличения производственных возможностей, то необходима оценка того, насколько рассматриваемый проект способствует достижению указанных стратегических целей.

Для моделирования подобной оценки, как правило, используют статистические метрики – расстояния, меры схожести и подобия [5].

Для установления степени соответствия, стратегию следует охарактеризовать набором параметров $\{ Str \}$. Например, Str_1 – доля рынка, к которой стремится лизингополучатель; Str_2 – прибыль, которую планирует получить лизингополучатель; Str_3 – время, в течение которого должны быть получены положительные потоки денежных средств, и т.д.

В свою очередь, проект также оценивается по этим же параметрам $\{ Pr \}$. Например, Pr_1 – доля рынка, на которую может рассчитывать лизингополучатель после реализации проекта; Pr_2 – прибыль, которую получит лизингополучатель после реализации проекта; Pr_3 – время, в течение которого будут получены положительные потоки денежных средств по проекту и т.д.

Формирование множества параметров стратегии должно осуществляться с учетом возможности последующей оценки проекта по данным параметрам.

Далее, используя одну из метрик, можно оценить степень соответствия содержания и результатов проекта текущей стратегии лизингополучателя $metr(Pr; Str)$.

Отметим, что оценка соответствия проекта текущей стратегии предприятия может использоваться в двух вариантах:

- первый вариант предполагает нахождение оценки после того, как сформированы оптимальные параметры проекта. В этом случае задается $\Delta metr$ – максимально возможное отклонение этой оценки для проекта и проверяется выполнение данного условия для выбранного (сформированного) варианта проекта

$$metr(Pr; Str) \leq \Delta metr ;$$

- второй вариант рассматривает степень соответствия проекта текущей стратегии по одному критерию из известной их системы при решении задачи формирования оптимальных параметров проекта (выбора проекта из множества альтернатив)

$$Z = metr(Pr; Str) \rightarrow \max_{\alpha, P, T^e, J, g, p}$$

В этом случае NPV или суммарные расходы должны рассматриваться в качестве ограничений (использованные обозначения будут пояснены ниже):

$$\sum_{k=1}^{T-1} \left(\frac{1}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^k} ((f^k - R^{эксп.к}) * Q^k - R^{пост.к} - LP^k) \right) - R^{прием} - R^{взнос} - \frac{1}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^{k+1}} R^{возвр} \geq NPV *$$

или

$$R^{прием} + R^{взнос} + R^{возвр} + \sum_{k=1}^{T-1} R^{эксп.к} * Q^k + R^{пост.к} + LP^k \leq R *$$

Таким образом, выбор лизингового проекта может осуществляться по двум направлениям:

- во-первых, – моделируются оптимальные по заданной системе критериев параметры проекта, в соответствии с которыми осуществляется выбор лизингодателя, подбор объекта лизинговой сделки и уторговывание условий лизингового соглашения;

- во-вторых, – производится непосредственный выбор из множества альтернатив лизингодателя, объекта лизинговой сделки и соответствующих условий соглашений по заданной системе критериев.

Система критериев включает ценности каждого этапа лизингового проекта и ценность всего проекта в целом. Последняя может оцениваться двояко: традиционно – с помощью экономических показателей или показателей эффективности проектов (суммарных расходов, чистой современной стоимости и т.д.), или с помощью меры соответствия проекта текущей стратегии.

Рассмотрим более детально проблему управления ценностью лизинговых проектов. В большинстве публикаций при формулировании ценности внимание уделяется инвестору. В лизинговых же проектах практически равноправными участниками, но с диаметрально противоположными интересами, являются лизингополучатель и лизингодатель. Проанализируем формирование ценности лизингового проекта на каждой фазе жизненного цикла с точки зрения лизингополучателя. На рис. 1 схематично представлены основные фазы жизненного цикла лизингового проекта рентера и соответствующие продукты.

Фаза 1. Выбор лиссора. Ценность этой фазы заключается в выборе лиссора, соответствующего политике рентера в области партнерских взаимоотношений.

Политика рентера в отношении компаний-партнеров может быть охарактеризована набором параметров $\{L_1, L_2, \dots, L_M\}$, где M – количество характеристик, идентифицирующих данную стратегию. Например, L_1 – требования по минимальному времени работы компании на рынке, L_2 – репутация компании (балльная оценка или количество позитивных отзывов в бизнес-среде) и т.д.

В свою очередь, каждая из компаний-претендентов лизингодателей может быть также оценена по установленной системе параметров. Таким образом, каждому претенденту $i = \overline{1, I}$ поставим в соответствие набор параметров $\{L_1^i, L_2^i, \dots, L_M^i\}$.

В качестве меры ценности этапа выбора лиссора должна выступать степень соответствия лизингодателя политике лизингополучателя в выборе партнеров. Как правило, в таких случаях используют различные меры сходства (меры подобия) – метрики или функции расстояний.

Самым распространенным способом оценки меры сходства между объектами является евклидово расстояние, расчету которого предшествует процедура нормирования, позволяющая от именованных параметров перейти к безразмерным. Не ограничивая общности, будем полагать, что $\{L_1^i, L_2^i, \dots, L_M^i\}$, $\{L_1, L_2, \dots, L_M\}$ – уже нормированные параметры.

Таким образом, расстояние между требуемыми параметрами и фактическими может быть вычислено по формуле

$$\sqrt{\sum_{m=1}^M (L_m^i - L_m)^2}$$

Поэтому критерий ценности данной фазы $Z_1 = \min_{i=\overline{1, I}} \sqrt{\sum_{m=1}^M (L_m^i - L_m)^2}$ -

минимальное расстояние между требуемыми и фактическими параметрами, характеризующими лизингодателя.

Лизингополучатель, для которого этот минимум обеспечивается, отбирается для совместной работы.

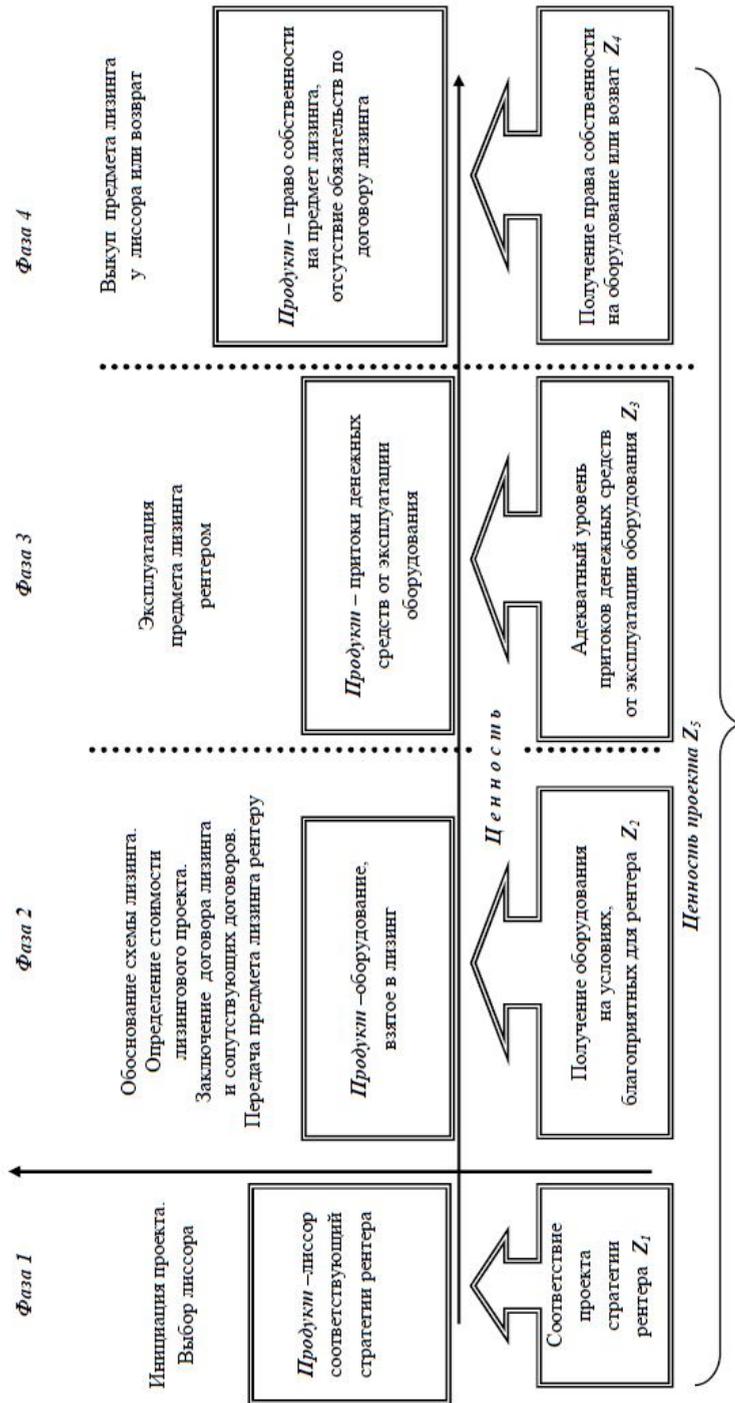


Рис. 1. Ценности фаз жизненного цикла лизингового проекта с позиции рентера

Фаза 2. Формирование условий и заключение лизингового договора, получение оборудования.

Основная задача лизингополучателя на данном этапе – обеспечение благоприятных условий лизингового соглашения. Основными параметрами, которые могут варьироваться в интересах каждой из сторон, являются:

g – график лизинговых платежей из множества возможных вариантов G ;

$R^{\text{взнос}}$ – первоначальный взнос за оборудование (как, правило, процент α от стоимости оборудования S), таким образом, $R^{\text{взнос}} = \alpha * S$;

$R^{\text{прием}}$ – расходы на прием лизингового оборудования (например, доставка, монтаж, ввод в эксплуатацию, обучение персонала и т.п.). Эти расходы определяются видом оборудования и его местоположением;

P – процентная ставка (подлежит небольшому диапазону варьирования; определяется политикой компании-лизингодателя, сроком лизингового договора T^l и графиком выплат g , таким образом, $p(T^l, g)$).

Величиной, зависящей от данных параметров, являются лизинговые платежи $LP(T^l, g, p)$.

Предельный срок лизингового договора определяется возрастом оборудования t , а стоимость оборудования – возрастом t и технико-эксплуатационными характеристиками P . Естественно, что на стоимость влияют и многие другие факторы (например, фирма-изготовитель), что может быть также учтено. В данной работе в качестве основных параметров будем рассматривать t и P . Таким образом, $S(t, P)$ и $T^{l, \max}(t)$.

Минимальный срок лизингового соглашения $T^{l, \min}$ определяется пожеланиями лизингополучателя. Также можно полагать, что расходы на прием оборудования, помимо прочего, зависят от технико-эксплуатационных характеристик $R^{\text{прием}}(P)$.

В качестве критерия ценности данного этапа могут быть использованы суммарные единовременные расходы, связанные с получением в лизинг желаемого оборудования

$$Z_2 = R^{\text{взнос}} + R^{\text{прием}} \rightarrow \min$$

При этом на параметры накладываются следующие ограничения:

$S^{\min} \leq S \leq S^{\max}$ – стоимость оборудования ограничена возможностями (пожеланиями) лизингополучателя;

$$g \in G;$$

$$p^{\min} \leq p \leq p^{\max};$$

$$\begin{aligned}\alpha^{\min} &\leq \alpha \leq \alpha^{\max}; \\ T^{\text{л},\min} &\leq T^{\text{л}} \leq T^{\text{л},\max} \\ R^{\text{взнос}} + R^{\text{прием}} &\leq R^{\max}.\end{aligned}$$

Последнее ограничение отвечает финансовым возможностям лизингополучателя, ограниченных величиной R^{\max} .

Фаза 3. Эксплуатация оборудования.

В зависимости от того, является ли лизинговый проект монопроектом, или подпроектом обеспечения ресурсами проекта более высокого порядка, предъявляются свои требования к ценности.

В случае, если лизинговый проект является монопроектом, ценность данной фазы определяется суммой денежных потоков CF^k за весь период эксплуатации оборудования, взятого в лизинг, равному сроку лизинга $T^{\text{л}}$

$$Z_3 = \sum_{k=1}^{T^{\text{л}}} CF^k \rightarrow \max$$

или

$$Z_3 = \sum_{k=1}^{T^{\text{л}}} ((f^k - R^{\text{неп},k}) * Q^k - R^{\text{носм},k} - LP^k) \rightarrow \max$$

где Q^k – это объем работы, выполненный оборудованием в k -м году;

f^k – доходная ставка на единицу объема работы оборудования в k -м году.

$R^{\text{носм},k}$ – расходы постоянные по эксплуатации оборудования в k -м году;

$R^{\text{неп},k}$ – расходы переменные на единицу объема работы, выполненной оборудованием в k -ом году;

Естественно, что объем работы, доходная ставка и расходы зависят от возраста и технико-эксплуатационных характеристик оборудования. Таким образом, справедливо

$$f^k(t, P), Q^k(t, P), R^{\text{носм},k}(t, P), R^{\text{неп},k}(t, P).$$

Если же лизинговый проект является подпроектом, то критерием ценности являются суммарные расходы по эксплуатации оборудования

$$Z_3 = \sum_{k=1}^{T^{\text{л}}} R^{\text{неп},k} * Q^k + R^{\text{носм},k} + LP^k \rightarrow \min$$

Отметим, что параметры, которые определяют ценность данного этапа, формируются на предыдущем этапе (процентная ставка, график погашения и т.д.).

Фаза 4. Возврат либо выкуп оборудования.

В зависимости от условий лизингового договора, по истечению его срока, оборудование либо возвращается лизингодателю (оперативный лизинг), либо переходит в собственность лизингополучателя (финансовый лизинг). В первой ситуации ценность данного этапа определяется затратами $R^{возвр}$ на возврат оборудования (демонтаж, доставка и т.п.), во второй ситуации – остаточной стоимостью оборудования $S^{ост}$. Отметим, что $S^{ост}$ определяется технико-эксплуатационными характеристиками и возрастом оборудования на текущий момент, то есть $S^{ост}(t, T^l, P)$. Расходы по возврату оборудования зависят от многих факторов (например, сложность демонтажа, расстояние доставки). В качестве основного параметра, определяющего $R^{возвр}$, будем считать P , так как при планировании на перспективу учесть адекватно прочие факторы практически невозможно (например, если, в качестве объекта лизинга выступает судно). В случае же стационарного оборудования (например, порталный кран) расстояние доставки может быть учтено с достаточно высокой достоверностью. В данной работе будем полагать $R^{возвр}(P)$.

Таким образом, критерий ценности данной фазы

$$Z_4 = S^{ост} \rightarrow \min$$

или

$$Z_4 = R^{возвр} \rightarrow \min$$

Таким образом, мы проанализировали планирование ценности на каждом этапе ЖЦ лизингового проекта. Итоговая же ценность характеризует результат реализации проекта в целом. В рассмотрении этого вопроса также следует учесть две ситуации: лизинговый проект является монопроектом, либо лизинговый проект – подпроект проекта более высокого порядка.

Для первой ситуации критерием ценности может являться один из традиционных показателей эффективности проекта, например

$$Z_5 = NPV \rightarrow \max$$

или

$$Z_5 = \sum_{k=1}^{T^a} \left(\frac{1}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^k} ((f^k - R^{экспл,k}) * Q^k - R^{номс,k} - LP^k) \right) - R^{прием} - R^{взнос} - \frac{1}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^{k+1}} R^{возвр} \rightarrow \max$$

Данный критерий ценности сформулирован для оперативного ЛП. Для случая выкупа оборудования критерий ценности формулируется аналогично.

Во второй ситуации критерием итоговой ценности должны выступать суммарные расходы, так как именно их минимизация будет обуславливать максимизацию ценности проекта

$$Z_5 = R^{нр\text{ием}} + R^{взнос} + R^{возвр} + \sum_{k=1}^{T^л} R^{экс\text{пл},k} * Q^k + R^{нос\text{т},k} + LP^k \rightarrow \min$$

Обобщая вышеизложенные рассуждения, получаем следующую **экономико-математическую модель оптимизации параметров лизингового проекта по критерию «ценность проекта» с точки зрения рентера**

$$Z_2 = R^{взнос} + R^{нр\text{ием}} \rightarrow \min_{\alpha, P}$$

$$Z_3 = \sum_{k=1}^{T^л} ((f^k - R^{экс\text{пл},k}) * Q^k - R^{нос\text{т},k} - LP^k) \rightarrow \max_{T^л, t, P, g, p}$$

$$Z_4 = R^{6036P} \rightarrow \min_P$$

$$Z_5 = \sum_{k=1}^{T^л} \left(\frac{1}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^k} ((f^k - R^{экс\text{пл},k}) * Q^k - R^{нос\text{т},k} - LP^k) \right) - R^{нр\text{ием}} - R^{взнос} - \frac{1}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^{k+1}} R^{возвр} \rightarrow \max_{T^л, t, P, g, p, \alpha}$$

Отметим, что в системе критериев модели отсутствует Z_1 . Это связано с тем, что решать задачу выбора лизингодателя целесообразнее локально, а уже по результатам выбора формулировать возможные варианты условий лизингового соглашения в модели.

Ограничения:

$$S^{\min} \leq S(t, P) \leq S^{\max};$$

$$g \in G;$$

$$p^{\min} \leq p(T^л, g) \leq p^{\max};$$

$$\alpha^{\min} \leq \alpha \leq \alpha^{\max};$$

$$T^л, \min \leq T^л \leq T^л, \max;$$

$$R^{взнос}(\alpha, t, P) + R^{нр\text{ием}}(P) \leq R^{\max};$$

$$t^{\min} \leq t \leq t^{\max};$$

$$P^{\min} \leq P \leq P^{\max}.$$

Последние два ограничения устанавливают границы параметров предмета лизинга – возраста и технико-эксплуатационных характеристик.

С точки зрения лизингодателя ценность также может быть рассмотрена как интегральная оценка реализации проекта, и как результат отдельных фаз жизненного цикла.

Содержание фаз и их ценность с позиции лиссора во многом аналогичны рассмотрению проекта с позиции рентера. Принципиальное отличие состоит в критериях ценности, которые имеют противоположную направленность (рис. 2).

Фаза 1. Экспертиза лизингополучателя, которая заключается во всесторонней оценке рентера, принимающего оборудование. В литературе данный вопрос в достаточной степени изучен, например, [6]. Будем полагать, что любой из подходов к экспертизе может быть сформулирован в терминах оценки соответствия лизингополучателя стратегии выбора клиентов лизингодателем.

Аналогично вышеизложенному, стратегия лизингодателя в отношении компаний-клиентов может быть охарактеризована набором параметров $\{L_1, L_2, \dots, L_M\}$, где M – число характеристик, идентифицирующих данную стратегию. По установленной системе параметров оценивается i -й лизингополучатель $\{L_1^i, L_2^i, \dots, L_M^i\}$. Полагаем, что $\{L_1^i, L_2^i, \dots, L_M^i\}$, $\{L_1, L_2, \dots, L_M\}$ – уже нормированные параметры. Таким образом, расстояние между требуемыми параметрами и фактическими может быть вычислено по формуле

$$\sqrt{\sum_{m=1}^M (L_m^i - L_m)^2}$$

Поэтому критерий ценности данной фазы $Z_1 = \min_{i=1, \dots, I} \sqrt{\sum_{m=1}^M (L_m^i - L_m)^2}$ – минимальное расстояние между требуемыми и фактическими параметрами, характеризующими лизингополучателя.

Лизингодатель, для которого этот минимум обеспечивается, отбирается для совместной работы.

Если же перед лизингодателем не стоит проблема выбора лизингополучателя, а требуется оценка отдельно взятого претендента, то решение принимается по установленным ΔL_v – границам возможных отклонений параметров $\{L_1^i, L_2^i, \dots, L_M^i\}$ от базовых $\{L_1, L_2, \dots, L_M\}$

$$L_v^i - L_v \leq \Delta L_v, v = \overline{1, M}$$

Если данное условие выполнено, то рентер соответствует требованиям лиссора.

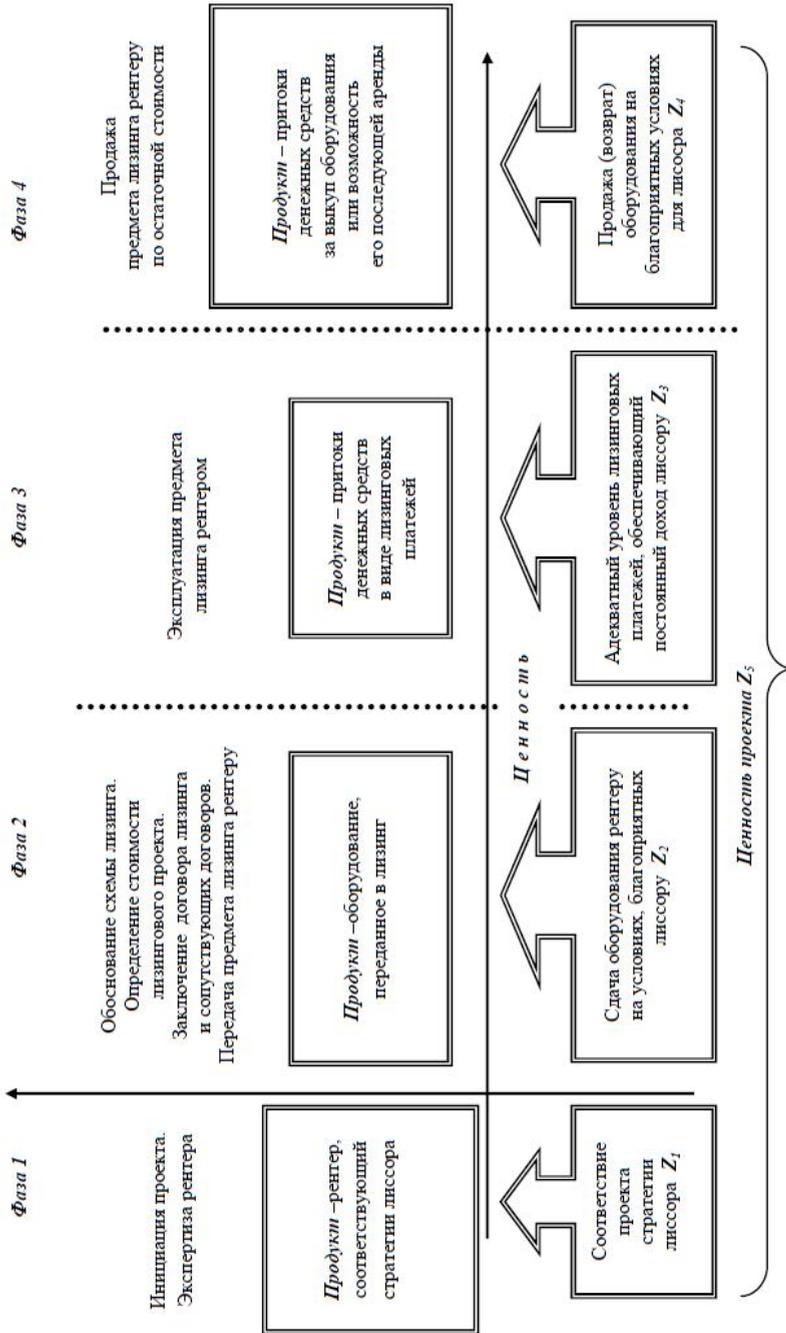


Рис. 2. Ценности фаз жизненного цикла лизингового проекта с позиции лиссора

Фаза 2. Формирование условий и заключение лизингового договора, передача оборудования.

Основная задача лизингодателя на данной фазе – обеспечение благоприятных условий лизингового соглашения. Основные параметры, которые подлежат варьированию:

g – график лизинговых платежей из множества возможных вариантов G ;

$R^{передача}$ – расходы на передачу лизингового оборудования;

P – процентная ставка, которая определяется политикой компании-лизингодателя, сроком лизингового договора $T^л$ и графиком выплат g , таким образом, $p(T^л, g)$.

Величиной, зависящей от данных параметров, являются лизинговые платежи $LP(T^л, g, p)$.

Предельный срок лизингового договора определяется возрастом оборудования $T^{л, max}(t)$, а стоимость оборудования – возрастом и технико-эксплуатационными характеристиками $S(t, P)$. Минимальный срок лизингового соглашения $T^{л, min}$ определяется пожеланиями рентера.

Также можно полагать, что расходы на передачу оборудования, помимо прочего, зависят от технико-эксплуатационных характеристик $R^{передача}(P)$.

В зависимости от того, владеет ли уже лизингодатель оборудованием, или приобретает его с использованием кредита (без использования кредита) для рентера, формируются расходы лиссора и возникают определенные ограничения на параметры:

$S^{min} \leq S \leq S^{max}$ – стоимость оборудования ограничена возможностями (пожеланиями) лизингодателя (в случае приобретения оборудования);

$$g \in G;$$

$$p^{min} \leq p \leq p^{max};$$

$$T^{л, min} \leq T^л \leq T^{л, max}$$

$$t^{min} \leq t \leq t^{max};$$

$$P^{min} \leq P \leq P^{max};$$

$$\alpha^{min} \leq \alpha \leq \alpha^{max};$$

$$R^{взнос}(\alpha, t, P) \geq R^{min}$$

Последнее ограничение отвечает финансовым возможностям лизингодателя, ограниченных величиной R^{\min} , которая может обуславливаться первоначальными расходами по приобретению оборудования.

В качестве критерия ценности данной фазы могут быть использованы суммарные единовременные расходы, связанные с передачей (покупкой и передачей) в лизинг оборудования

$$Z_2 = R^{\text{передача}} + \lambda(S) - R^{\text{взнос}} \rightarrow \min,$$

где

$\lambda(S) = S + R^{\text{приобр}}$, если оборудование приобретается лиссором за собственные средства, где $R^{\text{приобр}}(P, S)$ – расходы, связанные с получением оборудования при покупке (например, транспортные). Эти затраты обуславливаются, как правило, стоимостью оборудования и его технико-эксплуатационными характеристиками;

$\lambda(S) = f * S$, если оборудование приобретается в кредит, а $f(u)$ – доля первоначальных затрат от стоимости оборудования, которая зависит от u – условий кредитного договора, $u \in U$;

$\lambda(S) = 0$, если оборудование уже принадлежит лиссору;

$R^{\text{взнос}} = \alpha * S$ – первоначальный взнос рентера.

Отметим, что в качестве R^{\min} может быть принято $R^{\min} = \lambda(S) + \Delta R$, где ΔR задаваемый лиссором параметр.

Фаза 3. Эксплуатация оборудования.

Вид лизинга и условия лизингового договора обуславливают структуру потоков денежных средств лиссора на этой фазе. Как было сказано выше, на практике используются два вида лизинга – оперативный и финансовый.

Ценность данной фазы может быть выражена следующим образом:

$$Z_3 = \sum_{k=1}^{T^2} CF^k \rightarrow \max$$

$$\text{или } Z_3 = \sum_{k=1}^{T^2} (LP^k - R^k) \rightarrow \max,$$

где $R^k(S, u)$ – расходы по кредиту, которые зависят от условий кредитного договора и стоимости оборудования.

Если имеет место оперативный лизинг, то структура денежных потоков несколько иная. При оперативном лизинге на момент передачи лизингополучателю предмет лизинга является собственностью лизингодателя, и в течение всего ЖЦ находится на балансе лизингодателя. Сле-

довательно, ценность данной фазы может выражаться следующим образом:

$$Z_3 = \sum_{k=1}^{T^l} (LP^k - R^{nocm,k}) \rightarrow \max$$

где $R^{nocm,k}(P, t)$ – постоянные затраты (амортизационные отчисления).

Фаза 4. Возврат либо выкуп оборудования.

На этой фазе оборудование либо возвращается лиссору, либо выкупается рентером. Критерий ценности данной фазы – максимальная выгода при продаже оборудования рентеру по цене $S^{ocm}(t, T^l, P)$

$$Z_4 = S^{ocm}(t, T^l, P) \rightarrow \max$$

В случае, если оборудование возвращается, то расходы по возврату оборудования несет лизингополучатель, а ценность этой фазы для лиссора заключается также в максимизации стоимости оборудования на текущий момент. Действительно, по истечению срока лизингового договора либо оборудование и далее будет сдаваться в лизинг, либо продаваться. И в том, и в другом случае критерий ценности – максимизация стоимости оборудования.

Сформулируем итоговую ценность, которая для лиссора, так же, как и для рентера, может выражаться традиционным показателем экономической эффективности проектов – чистой современной стоимостью

$$Z_5 = NPV \rightarrow \max$$

или

$$Z_5 = \sum_{k=1}^{T^l} \left(\frac{1}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^k} (LP^k - R^{пост,k}) \right) - R_{приобр} + \frac{S^{ост}}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^{k+1}} \rightarrow \max$$

Данное выражение NPV сформулировано для случая оперативного лизинга.

Максимизация экономической эффективности должна осуществляться при ограничении ее минимально возможного уровня. Для этого можно воспользоваться, например, показателем IRR

$$IRR(t, T^l, p, P, u, \alpha, g) \geq IRR^{\min}$$

где IRR^{\min} – минимально допустимая граница внутренней нормы прибыльности проекта.

Обобщая вышеизложенное, получаем следующую **экономико-математическую модель оптимизации параметров лизингового проекта по критерию «ценность проекта» с позиции лиссора:**

$$Z_2 = R^{\text{передача}} + \lambda(S) - R^{\text{взнос}} \rightarrow \min_{t, P, u, \alpha}$$

$$Z_3 = \sum_{k=1}^{T^l} (LP^k - R^k) \rightarrow \max_{t, T^l, P, p, g, u}$$

$$Z_4 = S^{\text{оцм}} \rightarrow \max_{t, T^l, P}$$

$$Z_5 = \sum_{k=1}^{T^l} \left(\frac{1}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^k} (LP^k - R^{\text{ноцм}, k}) \right) - R^{\text{приобр}} +$$

$$\frac{S^{\text{оцм}}}{\left(1 + \frac{d}{100}\right)^{k+1}} \rightarrow \max_{t, T^l, g, P, \alpha, p, u}$$

Ограничения

$$IRR(t, T^l, p, P, u, \alpha, g) \geq IRR^{\min}$$

$$S^{\min} \leq S \leq S^{\max}$$

$$g \in G; u \in U$$

$$p^{\min} \leq p \leq p^{\max};$$

$$T^{l, \min} \leq T^l \leq T^{l, \max}$$

$$t^{\min} \leq t \leq t^{\max};$$

$$P^{\min} \leq P \leq P^{\max}.$$

$$\alpha^{\min} \leq \alpha \leq \alpha^{\max};$$

$$R^{\text{взнос}}(\alpha, t, P) \geq R^{\min}.$$

Параметры управления модели:

p – процентная ставка по лизинговому договору;

g – график лизинговых платежей;

α – процент первоначального взноса;

P – технико-эксплуатационные характеристики оборудования;

t – возраст оборудования;

T^l – срок лизингового договора;

u – условия кредитного договора (для финансового лизинга).

Выводы. Разработанные модели позволяют устанавливать:

- параметры предмета лизинга – возраст и технико-эксплуатационные характеристики оборудования;
- временной параметр – срок лизингового договора;
- финансовые параметры (финансовые условия лизингового соглашения) – первоначальный взнос, график лизинговых платежей, процентная ставка.

При этом оптимизация осуществляется по системе критериев ценностей, как каждого этапа ЖЦ лизингового проекта, так и проекта в целом. Модель сформулирована для случая, когда на практике представляется возможным установить зависимости

$$S(t, P), S^{ост}(t, T^l, P), R^{возвр}(P), f^k(t, P), Q^k(t, P), R^{пост,k}(t, P), \\ R^{эспл,k}(t, P), R^{прим}(P).$$

То есть участники проекта не выбирают проект из множества альтернатив, а моделируют объектные, временные и финансовые параметры лизингового соглашения, которые обеспечивают достижение оптимальной ценности проекта.

Перспективой дальнейших исследований является разработка моделей планирования и обеспечения ценности лизинговых проектов с учетом их расширенной классификации, представленной в [7].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Креативные технологи управления проектами и программами: Монографія / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, И.А. Бабаев, В.Б. Яковенко, Е.В. Гриша, С.В. Дзюба, А.С. Войтенко. – К.: Саммит-Книга, 2010. А.С. – 768 с.*
2. *Бушуев С.Д., Бушуева Н.С. Механизмы формирования ценности в деятельности проектно-управляемых организаций // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – № 1/2 (43). – Харьков, 2010. – С. 4-9.*
3. *Болдырева Т.В. Методический подход к инициации параметров продуктов проекта транспортного предприятия / Т.В.Болдырева, Т.А. Ковтун // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць. – 2007. – Вип. 22. – С. 166-180.*
4. *Бондарь А.В. Жизненный цикл лизинговых проектов с позиции лиссора и рентера / А.В. Бондарь // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць. – 2010. – Вип. 31. – С. 253-263.*

5. Жамбю М. Иерархический кластерный анализ и соответствия / М. Жамбю. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 342 с.
6. Снігір Л.Я. Посібник з лізингу: Навч. посібник / Л.Я. Снігір, Д.О. Богодухов, С.П. Кисіль та ін.; під наук. ред. Л.Я. Снігір. – К.: Поліграфплюс, 2009. – 388 с.
7. Морозова И.В. Лизинговые проекты: понятие, участники, классификационные признаки / И.В. Морозова, И.А. Лапкина, А.В. Бондарь // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. праць. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010. – № 2(34). – С. 89-99.

Стаття надійшла до редакції 11.07.2011

Рецензент – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Системний аналіз та логістика» Одеського національного морського університету **І.О. Лапкина**.

УДК 37.015.3:65

В.П. КАПИТАНОВ

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ВЗРОСЛЫХ МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

В статье рассматриваются результаты исследований Болонского процесса и разработок по совершенствованию методов преподавания и технологии учета и оценки результатов компетентностного обучения проектной методологии на магистерском курсе для взрослых. Отмечается ряд проблем в сфере обучения проектной методологии. На примере показаны некоторые особенности применения андрагогики, модерации и фасилитации для преподавания дисциплин по специальности «Управление проектами и программами». Автором сформулированы основные требования к преподавателю-андрагогу. Им также разработана и используется на протяжении 4-х лет информационная технология по учёту учебной деятельности слушателей в реальном режиме времени. Статья предназначена для преподавателей вузов.

У статті розглядається результати досліджень процесу і розробок Болонського по вдосконаленню методів викладання і технології обліку і оцінки результатів компетентностного навчання проектною методологією на магістерському курсі для дорослих. Наголошується ряд проблем у сфері навчання проектною методологією. На прикладі показані деякі особливості застосування андрагогики, модерацій і фасілітацій для викладання дисциплін за фахом «Управління проектами і програмами». Автором сформульовані основні вимоги до викладача-андрагога. Ним також розроблена і використовується впродовж 4-х років інформаційна технологія по обліку навчальної діяльності слухачів в реальному режимі часу. Стаття призначена для викладачів вузів.

Ключевые слова: управление проектами, андрагогика, модерации, фасилитации, оценка знаний.

Ключові слова: управління проектами, андрагогика, модерации, фасилитации, оцінка знань.

Цель статьи – раскрыть результаты исследований и разработок по совершенствованию методов преподавания и обучения проектной методологии на магистерском курсе для взрослых и показать сущность технологии учёта и оценки результатов компетентностного обучения студентов

Современная международная тенденция обучения базируется на модульности и компетентностном подходе, которые направлены на выработку у слушателей набора профессиональных компетенций, т.е. навыков применения полученных знаний в конкретной жизненной ситуации [1].

В настоящей статье рассмотрены следующие вопросы:

- Некоторые проблемы вузов Украины в подготовке специалистов для управления проектами.
- Образовательный процесс и андрагогика.
- Требования к преподавателю-андрагогу.
- Информационная технология для активизации учебной деятельности слушателей магистерского курса «Учёт».

Основные тенденции текущего момента, существенно влияющие на образовательную систему следующие. Высокие темпы развития научно-технического процесса и глобализация, непрерывное появление новых знаний обуславливают необходимость адекватного повышения качества образовательных процессов и образования людей на протяжении всего периода их трудовой деятельности. Старение населения и демографический провал в рождаемости населения развитых стран, в том числе и в Украине, обуславливают необходимость все большего использования специалистов предпенсионного и пенсионного возраста, а также повышения их квалификации и переквалификации.

Наряду с тенденциями проявились некоторые проблемы вузов Украины в подготовке специалистов по управлению проектами.

- Разнотечение компетентностного подхода в различных нормативных документах.
- Низкая финансовая, техническая и технологическая обеспеченность вузов.
- Большое количество студентов, приходящихся на одного преподавателя.
- Недостаточный уровень квалификации преподавателей в области современных знаний, методологии управления проектами и методов обучения студентов.
- Отсутствие целенаправленной государственной политики в сфере предоставления образовательных услуг для взрослых.

Разнотечения компетентностного подхода, например, вытекает из различных образовательных стандартов по специальности управление проектами. Документами болонского процесса предусматривается, что каждый учебный план по специальности должен определять состав компетенций, которые должны быть наработаны слушателями за период обучения. По документам ЕС насчитывается 30 компетенций, которые разбиты на следующие три группы: инструментальные, межличностные и системные.

В то время как для вузов Украины, обучающих методологии управления проектами, рекомендуются:

- *International Project Management Association Competence Base Line*

– Галузевий стандарт вищої освіти України.

В *International Project Management Association Competence Base Line, Version 2* (<http://www.ipma.ch/>) представлены 42 компетенции (ско-

рее названия учебных модулей), разбитых на две группы: 28 *coreelements* и 14 *additionalelements*. Состав компетенций *CBL* соответствуют четырём инструментальным, трём межличностным и пяти системным компетенциям, установленным в Болонских документах. В то время как вуз обязан охватывать в той или иной мере все тридцать компетенций, чтобы быть успешным на рынке труда.

Отраслевой стандарт высшего образования Украины для магистра по специальности «Управление проектами и программами» предусматривает только «типовые задачи деятельности по функциям»: проектировочная, организационная, управленческая и исполнительская. Компетентностный подход в этом стандарте [4] не рассматривается. Этот стандарт корреспондирует с подготовкой и переквалификацией практических работников на курсах повышения квалификации или в центрах переподготовки.

Такие разногласия существенно влияют на образовательный процесс, включающий «мышление, поиск, открытие, критическое размышление и творческий ответ. Образование – это не передача знаний, а скорее отбор, синтез, открытие и диалог». (http://5ka.su/ref/pedagogics/0_object17845.html).

Основа образовательного процесса сегодня – это педагогика, андрагогика и хетагогика.

Педагогика – одна из социальных наук, которая исследует процесс воспитания человека, то есть ее предметом является воспитание, процесс целенаправленного формирования личности: как из ребёнка, существа почти исключительно биологического, формируется личность – существо социальное, сознательно относящееся к окружающему миру и преобразующее этот мир (<http://ru.wikipedia.org/wiki/Педагогика>). *Pedagogy study of teaching methods, including the aims of education and the ways in which such goals may be achieved. The field relies heavily on educational* (Found on <http://www.britannica.com/eb/a-z/p/34>).

Андрагогика (от гр. *aner, andros* – взрослый мужчина, зрелый муж + *ago* – веду): отрасль педагогической науки, раскрывающая теоретические и практические проблемы обучения, воспитания и образования взрослого человека в течение всей его жизни. (Дресвянников В.А. к.т.н., доцент кафедры менеджмента Всероссийского заочного финансово-экономического института. <http://www.elitarium.ru/2007/02/09/andragogika.html>). *Andragogy` is the process of engaging adult learners in the structure of the learning experience. The term was originally used by Alexander Kapp (a German educator) in 1833, was developed into a theory of adult education by the American educator, Malcolm Knowles, (April 24, 1913. – November 27, 1997).* (Found on <http://en.wikipedia.org/wiki/Andragogy>).

Хетагогика основана на принципе обучения, который выражается в стремлении работающего человека к индивидуальному самообучению с использованием интернет технологий в ответ на требования XXI века. (Found on <http://en.wikipedia.org/wiki/Heutagogy>). *Heutagogy` is the*

principle of teaching based upon the concept of truly self-determined learning. It is suggested that heutagogy is appropriate to the needs of learners in the twenty-first century, particularly in the development of individual capability, individualized learning, and independent learning using the internet-based systems including multimedia, virtual learning environments, online assessments and social software (Found on <http://en.wikipedia.org/wiki/Heutagogy>).

В мировой культуре, в развитом сообществе идет непрерывный поиск более совершенных методов обучения и, в том числе, взрослых. Как отмечено выше, проблемами обучения взрослых, поиском их эффективного решения занимается андрагогика. Признанными исследователями в области андрагогики являются М. Нокс (США), Д. Кид (Канада), Malcolm S. Knowles [5, 6]. Предпосылкой повышения качества образования взрослых является ориентация на поиск и накопление нового андрагогического опыта. Впервые термин «андрагогика» был введен в 1833 г. немецким историком эпохи Просвещения А. Каппом. Фундаментальный труд по андрагогике подготовил американец М.Ш. Ноулс «Современная практика образования взрослых. Андрагогика против педагогики». 1970 г. Основные положения андрагогики по М.Ш. Ноулсу.

– Взрослому человеку принадлежит ведущая роль в процессе обучения.

– Он, являясь сформировавшейся личностью, ставит перед собой конкретные цели обучения, стремится к самостоятельности, самореализации, самоуправлению.

– Взрослый человек обладает профессиональным и жизненным опытом, знаниями, умениями, навыками, которые должны быть использованы в процессе обучения.

– Взрослый ищет скорейшего применения знаниям и умениям, полученным при обучении.

– Процесс обучения в значительной степени определяется временными, пространственными, бытовыми, профессиональными, социальными факторами, которые либо ограничивают, либо способствуют ему.

– Процесс обучения организован в виде совместной деятельности обучающегося и обучающего на всех его этапах.

Опыт проведения занятий со слушателями заочной формы обучения дал нам возможность сформулировать требования к преподавателю – андрагогу в области обучения управления проектами.

– Основные положения андрагогики чаще всего применимы в магистратуре по специальности управление проектами при разработке проектов, когда слушатели объединяются в команды и стремятся внедрить их уже на стадии обучения.

– Здесь непосредственно проявляются связь теории и практики, возможности применения и передачи коллегам по учебе накопленного ранее опыта, ведутся дискуссии, проводится экспресс-обследование внутренней и внешней среды проекта.

– Обучение взрослых методологии управления проектами привело к наработке несколько иных методов преподавания по сравнению с прошлыми временами.

Так, проявились особые повышенные требования к преподавателям-андрагогам в отношении:

- методов модерации групповой работы с взрослыми;
- навыков, умений и уровня подготовки;
- новых стилей обучения;
- методов фасилитации и др.

Возникли определенные трудности в организации учебного процесса и др.

Термин "модерации" произошел от итальянского *moderare*, что означает "смягчение", "сдерживание", "умеренность". Модерации – это совокупность техник и методов по организации взаимодействия в группе с целью принятия решений. Она обеспечивает наиболее полное вовлечение всех слушателей в процесс обучения. Таким образом, обеспечивается более эффективное использование идей и энергии членов группы и гарантируется, что за счёт перераспределения заданий и синергии материал усваивается глубже.

Преподаватель-андрагог должен быть всесторонне подготовленным как в сфере управления процессами, так обладать определенными знаниями и умениями.

Он должен владеть навыками управления:

- проектированием образовательных программ;
- технологиями современного учебного процесса;
- современными методами обучения взрослых;
- групповой работой слушателей;
- организационной и методической деятельностью;
- эффективным педагогическим общением.

Преподаватель-андрагог должен обладать базовыми умениями:

- системного анализа;
- конструирования социально-педагогических ситуаций;
- приведения в действие механизмов самоорганизации и саморазвития;
- педагогического воздействия на слушателей.

Также он должен обладать:

- социально-психологической компетентностью;
- системным мышлением;
- опытом личностно-профессиональной деятельности в различных профессиях.

Эта всесторонняя подготовка должна давать возможность преподавателю-андрагогу применять различные стили обучения взрослых, среди которых: директивный стиль, стиль взаимодействия и стиль ведущего.

Директивний стиль, когда ведущая роль в обучении принадлежит преподавателю.

– Такой стиль необходим для представления слушателям нового материала, технологии управления проектами.

– В основе стиля лежат интерактивная лекция, знания и авторитет преподавателя.

Стиль взаимодействия, когда преобладает активное участие слушателей в овладении материалом.

– Он применяется, когда слушатели получили определённые знания и представления об изучаемой методологии и приступили к наработке практических навыков.

– Такой стиль позволяет работать в командах при решении проектных ситуаций, привлекать для выявления и решения проблем знания, имеющиеся у слушателей.

– Авторитет преподавателя не задан изначально, а возникает в процессе обучения.

Стиль ведущего, когда слушатели в основном самостоятельно овладевают материалом при выполнении курсовых проектов и магистерского исследования, но с помощью консультаций и организационной поддержки со стороны преподавателя. Он применяется при стремлении слушателей повысить свою квалификацию и воспринять новые знания и навыки для совершенствования производственной деятельности как руководителя проектов и программ.

Обучение с применением разных стилей ведётся с помощью различных методов модерации и фасилитации.

Особенности модерации проявляются в следующем. Цель проведения модерации – наиболее полное вовлечение всех участников проекта в процесс выработки общей концепции реализации проекта. Модерации – это совокупность методов по организации взаимодействия в группе с целью принятия решений: "мозговой штурм", "карточный опрос", "схема анализа проблемы", "*mind-mapping*", "многопозиционный опрос", "вспышка".

"Мозговой штурм" ("*brain attack*") – до проведения совещания модератор должен подготовить критерии для оценки идей, а не формировать их вместе с группой. Разновидности этого метода: двойной прямой, обратный прямой штурм, круговой и по принципу "635".

"Карточный опрос" – служит для сбора и сортировки тем, идей, проблемных пунктов или вариантов решения. Этот метод рекомендуется в ситуациях, когда рассматриваются многосекторные проблемы. Опрос с использованием карточек также необходим, когда в группе недостаточно открытые отношения и участники сдержаны или малознакомы.

"Схема анализа проблем" – выявление причин (факторов) и следствий, определяющих основную проблему.

"*Mind-mapping*" – планирование необходимых действий по проекту, где от "ствола дерева" расходятся "корни" или от основной цели идут задачи, а также необходимые ресурсы и действия в виде "ответвлений".

"Многопозиционный опрос" – метод выбора с помощью голосования. Применяется, когда при множестве альтернатив необходимо сделать выбор или определить отношение экспертной группы к обсуждаемым вариантам развития проекта. Этот метод может быть использован после мозгового штурма, чтобы отобрать идеи с которыми стоит работать дальше (http://retail-trainer.com.ua/pages/ru/Moderation_in_training.html).

"Вспышка" – обзор мнений участников, например, при анализе «проблемного поля».

Методы фасилитации отличаются от модерации. Энциклопедия «Википедия» определяет фасилитацию как средство мотивирования группы, способ ведения группы к выработке решения. *Facilitation is the art of bringing adults together with the learning, by helping adults learn through self-discovery. For facilitation to be effective, the emphasis must be on both the acquisition and the use of the new knowledge, skills, attitudes, and abilities. (Adapted from: Facilitation Basics, ASTD Press ASTD Speaker Orientation).* Впервые социальная фасилитация была зафиксирована в конце XIX века в опытах французского физиолога Фере, а затем подробно описана Ф. Олпортом, В. Меде, В.М. Бехтеревым (совместно с Н.Н. Ланге).

Принципы эффективной фасилитации следующие: подлинное взаимное доверие, партнерство в обучении, динамизм, целенаправленный процесс, критическое восприятие.

Методы фасилитации разнообразны, комбинируются с методами активного обучения, такими, как деловые игры и предполагают использование таких инструментов, как "*Brain attack*", *Case study*, *Concept Draw*, *Mind mapping*, *Open Space*, групповое исследование, мастер-класс и других.

Применение методов фасилитации и модерации необходимы при активном обучении взрослых для принятия решений по проектам, имеющим практическую ценность. Например, при выработке стратегии проекта рекомендуется проведение нескольких совещаний, используя комбинации различных методов модерации и фасилитации, пока не будет обоснована стратегия развития проекта, которая будет удовлетворять всех участников, и обеспечит им успех. Выработка стратегии проекта – это итерационный процесс.

Методы фасилитации и модерации используются на магистерском курсе в различных дисциплинах. Так, например, в дисциплине ПП.02 – «Планирование проектной деятельности» [4], сложились следующие этапы в сочетании со стилями освоения слушателями материала:

1. Подготовительный этап – *Директивный стиль*.
2. Этап изложения теоретического материала – *Директивный стиль*.

3. Этап практического осмысливания ситуации на основе применения полученных теоретических знаний и собственного опыта каждого участника группы – *Стиль взаимодействия*.

4. Этап обобщения знаний изучаемого материала и коллективного опыта – *Стиль взаимодействия*.

5. Этап публичного обсуждения результатов групповой работы – *Стиль взаимодействия*.

6. Этап закрепления первичных знаний и навыков – *Стиль ведущего*.

7. Этап самостоятельного закрепления знаний и навыков – *Стиль ведущего*.

Обучение в командах при подготовке концепции проекта характеризуется типичным сценарием занятий по разработке предметной области проекта и включает:

- взаимодействие, вовлечение и мотивацию слушателей;
- формирование общего банка данных;
- совместную выработку идей;
- интерпретацию идей, подходов и данных;
- анализ и оценку учебной ситуации;
- решение о развитии проекта;
- оформление и публичное объявление результатов.

Такое занятие проводит фасилитатор с подгруппами – командами. Каждая команда учебного проекта состоит из слушателей, не более 5 человек.

На этапе разработки предметной области, например, используется стиль взаимодействия фасилитатора с командой. Команда проводит сбор идей, изучает заданную ситуацию, обрабатывает предложения отдельных слушателей, подготавливает альтернативы решений, анализирует подходы к решению выявленных проблем. Отличительными признаками такой работы являются: равноправие слушателей и полное отсутствие иерархии.

Применение методов модерации и фасилитации повлекло за собой необходимость непрерывного учета наработки знаний и умений каждым слушателем магистерского курса. Контроль освоения материала и оценка уровня подготовки слушателей по специальности «Управление проектами и программами» на протяжении четырех последних лет ведется с использованием специально разработанной нами информационной технологии «Учёт». Эта технология дает возможность отслеживать накопление знаний и уровень подготовки по мере изучения дисциплины, а не в конце по результатам экзамена или зачёта. Оценка знаний получается накопительная, слушатель осведомлён о промежуточных результатах.

В технологии «Учёт» используется модульно-бальная система оценивания достижений студента. Для этого разработаны взаимосвязанные интерфейсы ИТ «Учет»: «*Rubric*», «Нормативы», «Группа», «Слушатель» и «Итоги» (табл. 1-6).

Интерфейс «Группа» служит для учета посещаемости лекционных и практических занятий, а также отражает кумулятивные оценки по успеваемости и освоению материала (табл. 1).

Таблица 1

Интерфейс «Группа»

УП1 к Группе 1		28.05.2010 13:17										
№	Вид занятий	Лекции			Посе- ща- емость лекций	Практика			Посе- щае- мость прак- тиче- ских	Общая посещае- мость	Кумулятивная оценка	
		Дата	15.9	0.1		0.1	0.1	0.1			0.1	%
	Занятие номер	Л_1		Л_25		П_1		П_25				
1	Иванов П.Ф.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %	2
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %	2
3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %	2
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %	2
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %	2
25		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %	2
	ИТОГО	0	0	0		0	0	0		0	0,00 %	
25	Фактическое состояние	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %		0 %	0,00 %	

Текущая посещаемость занятий, %	0,0 %
Текущая оценка успеваемости группы,	0,0 %

Интерфейс «Слушатель» содержит пять форматов, дающих возможность учитывать:

- активность аудиторной и самостоятельной работы слушателя на каждом занятии по семи критериям;
- уровень разработки самостоятельных работ, таких как курсовой проект, курсовая работа, расчетно-графическая работа или модель процесса на ПК по девяти критериям;
- уровень разработки и защиты реферата по 10 критериям;
- результаты ответа на итоговом, экзамене, зачете по количеству вопросов в билете или в тесте;
- кумулятивную оценку по дисциплине в баллах по пяти составляющим и бонусам за активность (табл. 2, 3).

Таблиця 2

Интерфейс «Слушатель» – фрагмент лекции и практика

Уровень освоения лекционного материала, факт.							
Лекции	Критерии	15.9	0.1	0.1	0.1	ИТОГ:	Предел
		Л_1			Л_25		
Основные баллы	ПЗ	0	0	0	0	0	0 или 1
	ОПМ	0	0	0	0	0	от 2 до 5
	СРС	0	0	0	0	0	от 2 до 5
	Факт, %	0	0	0	0	0	0,0 %
	Предел, %	11	11	11	11	231	15,0 %
Бонусные баллы	ОЗ	-5					-5
	АЗ	0					от 2 до 5
	ВМ	0					от 2 до 5
	ООЗ	0					-5
	Факт, %	-5					0,0 %
	Предел, %	10	10	10	10	210	10,0 %
Уровень выполнения практических (лабораторных) работ, факт.							
Практические	Критерии	0.1			0.1	ИТОГ:	Предел
		П_1	П_2	П_3	П_25		
Основные баллы	ПЗ	0	0	0	0	0	0 или 1
	ОПМ	0	0	0	0	0	от 2 до 5
	СРС	0	0	0	0	0	от 2 до 5
	Факт, %	0	0	0	0	0	0,0 %
	Предел, %	11	11	11	11	110	15,0 %
Бонусные баллы	ОЗ	0	-5	-5	0	-10	-5
	АЗ	0	0	0	0	0	от 2 до 5
	ВМ	0	0	0	0	0	от 2 до 5
	ООЗ	0	0	0	0	0	-5
	Факт, %	-5	0	-5	-5	0	0,0 %
	Предел, %	10	10	10	10	100	10,0 %

По каждому критерию оценки деятельности студента разработана шкала, которая отражена в интерфейсе «*Rubric*». Оцениваемые параметры работы студента во время лекции приведены в табл. 4 ниже. Оценка работы студента ведется по семи параметрам, отражающим активность студента по познавательной деятельности, и разбитым на две группы. Каждый параметр оценивается по шкале. Так, параметр «Присутствие на занятиях» оценивается баллом 0 или 1. При отсутствии слушателя на занятиях автоматически записывается минус 5 баллов в группу бонусов. «Отказ от зачетного ответа по занятию» также оценивается минусом 5 баллов в группе бонусов. Остальные параметры познавательной деятельности студента оцениваются по шкале 2, 3, 4, 5, причем каждому уровню соответствует свой критерий (табл. 4).

Таблиця 3

Интерфейс «Слушатель» – фрагмент кумулятивной оценки по дисциплине

№	Вид контроля	Факт, %	Факт, балл	
Основные баллы				
1.	Уровень освоения лекционного материала	0		
2.	Уровень выполнения практических работ	0		
3.	Уровень разработки и защиты реферата	0		
4.	Уровень разработки и защиты КП, КР, РГР, программы для ПК	0		
5.	Ответ на итоговом экзамене, зачете	0		
	Основные баллы, итого	0	2	Незачтено
	Бонусные баллы, итого	0		
	Основные и бонусные баллы, всего	0		

Таблиця 4

Интерфейс «Rubric» – фрагмент шкалы оценок

Оцениваемые параметры работы на лекции		Диапазон
Основные баллы		
ПЗ	<i>Присутствие на занятии</i>	0 или 1
ОПМ	<i>Ответ по пройденному материалу во время занятия</i>	от 2 до 5
	пассивное восприятие – слушает ответы других	2
	воспроизводит материал частично и с ошибками	3
	воспроизводит материал частично	4
	воспроизводит материал полностью и сопоставляет с изложенным ранее и по другим дисциплинам	5
СРС	<i>Самостоятельная работа студента вне аудитории</i>	от 2 до 5
	консультация по составлению плана самостоятельной работы	2
	представление плана и результатов работы по плану СРС	3
	представление и доработка письменного отчета о СРС по дисциплине	4
	представление, доработка письменного отчета и ответ по СРС	5

Продолжение табл.4

Бонусные баллы		
ОЗ	<i>Отсутствие на занятии минус</i>	-5
АЗ	<i>Активность на занятии</i>	от 2 до 5
	вопросы по рассматриваемой теме	2
	помощь сокурсникам в поиске решения, не подсказка	3
	другой подход к решению рассматриваемой проблемы	4
	оригинальный собственный подход к решению рассматриваемой проблемы	5
ВН	<i>Внесение своих идей на занятиях, конференции</i>	от 2 до 5
	подготовка реферата для конференции	2
	работа в команде	3
	работа лидером команды	4
	присуждение призового места по результатам конференции	5
ООЗ	<i>Отказ от зачетного ответа по занятию минус</i>	-5

В интерфейсе «Нормативы» отражены управляемые переменные, отражающие:

- количество аудиторных занятий по видам работ;
- пересчет балльных оценок в действующую пятибалльную систему;
- распределение тем дисциплины по видам работ и семестрам;
- распределение нагрузки слушателя на отдельные виды учебного процесса - лекции, практические, курсовое проектирование, реферирование и экзамен (табл. 5).

Таблица 5

Интерфейс «Нормативы» – фрагмент пересчета балльных оценок в действующую пятибалльную систему

Оценка, балл	Диапазон баллов, %	Действующая система оценок		Аттестация
80,00 %	81-100	5	Отлично	Зачтено
64,00 %	65-80	4	Хорошо	Зачтено
49,00 %	50-64	3	Удовлетворительно	Зачтено
0,00 %	0-49	2	Неудовлетворительно	Незачтено

Интерфейс «Итоги» отражает данные о количестве неотработанных лекций и практических работ. В нем показано количество незащищенных практических работ, текущий уровень разработки реферата, кумулятивные оценки каждого слушателя и др. (табл. 6).

Таблиця 6

Интерфейс «Итоги» – фрагмент обобщенных данных

№	ФИО	Количество		Количество незащищенных практических работ	Уровень разработки реферата, РГР	Кумулятивная оценка
		лекций	практических работ			
1	0	21	10	10		0,00 %
2	0	21	10	10		0,00 %
3	0	21	10	10		0,00 %
...	0	21	10	10		0,00 %
...	0	21	10	10		0,00 %
25	ИТОГО присутствие	21	10	10		0,00 %

Информационная технология «Учёт» содержит данные, открытые для каждого слушателя. Она стала хорошим катализатором активизации деятельности учащихся.

Таким образом, можно констатировать, что в современных условиях, несмотря на наличие определенных проблем, удается использовать современные методы преподавания взрослым слушателям магистерского курса по управлению проектами. Результаты исследований на протяжении 11 лет используются в учебном процессе. Они выразились в разработке и использовании в комбинации трех основных стилей обучения, применении различных методов модерации и фасилитации, специализированных информационных и мультимедийных технологий, специальных компьютеризованных методов контроля, оценки и самооценки уровня освоения материала слушателями.

Дальнейшие исследования предусматривают разработку методов оценки и самооценки слушателями результатов преподавания и обучения расширенному числу компетенций, то есть дальнейшее повышение качества образовательного процесса.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Настройка образовательных структур в Европе. Вклад университетов в Болонский процесс. Education and Culture. Tuning Project "Socrates Tempus"*
2. *Economic Impact of International Education in Canada Final Report. July 2009 (<http://www.rkunin.com/>)*
3. http://www.strf.ru/organization.aspx?CatalogId=221&d_no=17866

4. *Галузевий стандарт вищої освіти України: освітньо-кваліфікаційна характеристика магістра за спеціальністю 8.000003 «Управління проектами» специфічних категорій підготовки кваліфікації 1238 «Керівник проектів и програм». Видання офіційне. Міністерство освіти і науки України. – К., 2004. – 61 с.*
5. *Caupin G., Knoepfel H., Morris P., Motzel E., Pannenbäcker IPMA ICB Competence Base Line. Down load version. – 2004. –90 p. [http:// www.ipma.ch](http://www.ipma.ch)*
6. *Andragogy in Action: Applying Modern Principles of Adult Learning ISBN 0875896219 San Francisco: Jossey-Bass, 1984.*

Стаття надійшла до редакції 15.04.2011

Рецензент – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Системний аналіз та логістика» Одеського національного морського університету **І.О. Лапкіна**.

УДК 530.16:004

С.П. ОНИЩЕНКО, Е.С. АРАБАДЖИ

СТРУКТУРА, ЦЕЛЬ, ПРОДУКТ И ЦЕННОСТЬ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Проанализированы отличительные особенности программ от других совокупностей проектов; в зависимости от целевой задачи и содержания сформирована классификация программ, определены свойства продукта и ценности программы.

Проаналізовано відмінні риси програм від інших сукупностей проектів; залежно від цільової задачі та змісту сформована класифікація програм, визначені властивості продукту і цінності програм.

Ключевые слова: программа, классификация, структура, продукт, ценность.

Ключові слова: програма, класифікація, структура, продукт, цінність.

Актуальность. Понятие «проект» и его основные атрибуты – структура, жизненный цикл, продукт, эффективность – достаточно четко сформулированы в научной литературе [5, 11-13, 19]. Современные исследования в области управления проектами направлены, в основном, на максимальный учет специфики различных проектов, то есть, ориентированы на создание прикладных результатов (например, [9, 12, 13, 15]), позволяющих эффективно управлять специфическими проектами. В части развития теоретической базы управления проектами, одна из тенденций последних лет – новый взгляд на результат реализации проектов посредством «ценности проекта» [5-8, 20], что обуславливает приоритетность ценности над традиционной экономической эффективностью при оценке проектов.

Несмотря на значительное развитие общетеоретической и прикладной (по направлениям) теоретической базы управления проектами за последнее десятилетие, весьма скромное внимание современными исследователями уделяется программам – как в части методологии (структуре, классификации, эффективности), так и в вопросах формирования оптимального состава программы, оптимизации распределения ресурсов и т.п. Поэтому проблема построения системной модели программ, их классификации, и определения ценности является актуальной.

Постановка задачи. Осуществление преобразований любых объектов в различных масштабах обеспечивается с помощью реализации проектов, программ и портфелей. Согласно ОМРЗ (PMI) [19] предприятие может овладеть тремя уровнями знаний по управлению проектами:

первый уровень – управление проектами; второй – управление проектами и программами; третий – управление портфелями, программами и проектами. Следовательно, управление программой это второй по сложности этап в общей теории проектного управления, обусловленный структурной иерархией портфеля, программы и проекта.

Решение вопросов формирования оптимального состава программ связано с необходимостью четкого определения следующих позиций:

- 1) что такое «программа» и в чем принципиальное отличие программы от других совокупностей проектов;
- 2) классификация программ, специфические особенности программ развития;
- 3) продукт и ценность программы;

В результате идентификации указанных позиций достигается цель данной статьи – идентификация четкого системного представления программы, что является необходимой базой для успешного формирования и реализации программ развития предприятий.

Результаты. Как известно, программа представляет собой группу проектов, управление которыми для достижения общей цели осуществляется в комплексе, так как при индивидуальном управлении такая цель недостижима [11, 13, 19]. Данное определение акцентирует внимание на организационной неотделимости проектов в рамках программы. В [16] программа определяется как комплекс операций (мероприятий), увязанных технологически, ресурсно и организационно и обеспечивающих достижение поставленной цели. В [6, 8] под программой понимают множество взаимосвязанных проектов, обеспечивающих достижение поставленной цели в обусловленные сроки, с установленным бюджетом и необходимыми ресурсами.

Обобщая вышесказанное, можем определить программу как совокупность проектов, системное единство которых обеспечивает достижение поставленной цели. Под системным единством понимается единство структуры, ресурсов, функций и целей, которые обеспечивают функционирование системы для достижения цели системы, в данном случае – цели программы. Такое понимание акцентирует внимание на свойстве целостности программы, и невозможности исключения из программы какого-либо элемента (проекта), поскольку в таком случае невозможно достижение главной цели.

Достаточно близким понятием программы является «портфель проектов». В [20] под портфелем проектов понимается набор проектов, программ и других работ, объединенных вместе с целью эффективного управления данными работами для достижения стратегических целей. В [5] отражено свойство приоритетности проектов портфеля, в [14] указывается на отсутствие обязательной технологической зависимости проектов в портфеле. Таким образом, можно утверждать, что портфель представляет собой совокупность проектов предприятия, объединенных общими ресурсами. Реализация данных проектов необходима для достиже-

ния стратегических целей предприятия, а приоритетность выполнения проектов определяет руководство, основываясь на результатах стратегического планирования и ресурсных и финансовых возможностей.

Таким образом, портфель, также как и программа, представляет собой систему, однако такая система не обладает свойством целостности, поскольку при ранжировании проектов предприятие определяет для себя приоритетность их выполнения, при этом не все проекты портфеля могут быть, вообще говоря, реализованы. В таком случае, можно говорить о достижении не всех стратегических целей предприятия, а только некоторых. Таким образом, если достижение цели программы возможно только при реализации всех проектов, то цель портфеля, в принципе, достижима и при условии частичной реализации проектов (рис.1). Важно также отметить, что в программе проекты достаточно часто зависимы технологически (по аналогии с работами в проекте), а в портфеле зависимость проектов, вообще говоря, не принципиальна. Единые ресурсы программы обуславливают необходимость в едином управляющем центре (офисе управления портфелем, программой). Благодаря использованию общих ресурсов, обеспечивается их экономия, которая обуславливает эффект синергизма [15]. Поэтому, одной из важных задач управления программой является задача распределения ресурсов.

В программе проекты представляют собой древовидную структуру, при этом зависимость проектов сокращает число альтернативных вариантов программы при выборе оптимального состава. Важным отличительным признаком программы является количество целей. Программа характеризуется наличием одной главной цели [13], которую можно представить в виде дерева целей. У портфеля число целей соответствует числу стратегических целей предприятия, и не всегда совпадает с числом проектов в портфеле, поскольку достижение некоторых целей подразумевает выполнение сразу нескольких проектов. Отметим, что с точки зрения структуры и программа, и портфель представляют собой объединение проектов. Однако, образующей единицей портфеля могут быть и программы [5, 20]. Таким образом, портфель может формироваться из программ, проектов и работ, отражающих стратегические цели предприятия, а управление проектами и программами находится на порядок ниже с точки зрения иерархии, чем управление портфелем (рис.2).

Таким образом, мы рассмотрели три близких, но принципиально различных, категории: проект, программу и портфель проектов. Программу можно выделить из рассматриваемой триады как системную совокупность проектов, только интегрированная реализация которых обеспечивает достижение цели программы. Любое исключение и невыполнение проектов из структуры программы фактически приводит к недостижимости поставленной цели. Поэтому, процесс формирования структуры программы является значительно сложнее, чем у портфеля проектов, так как связан с исследованием иерархии целей.

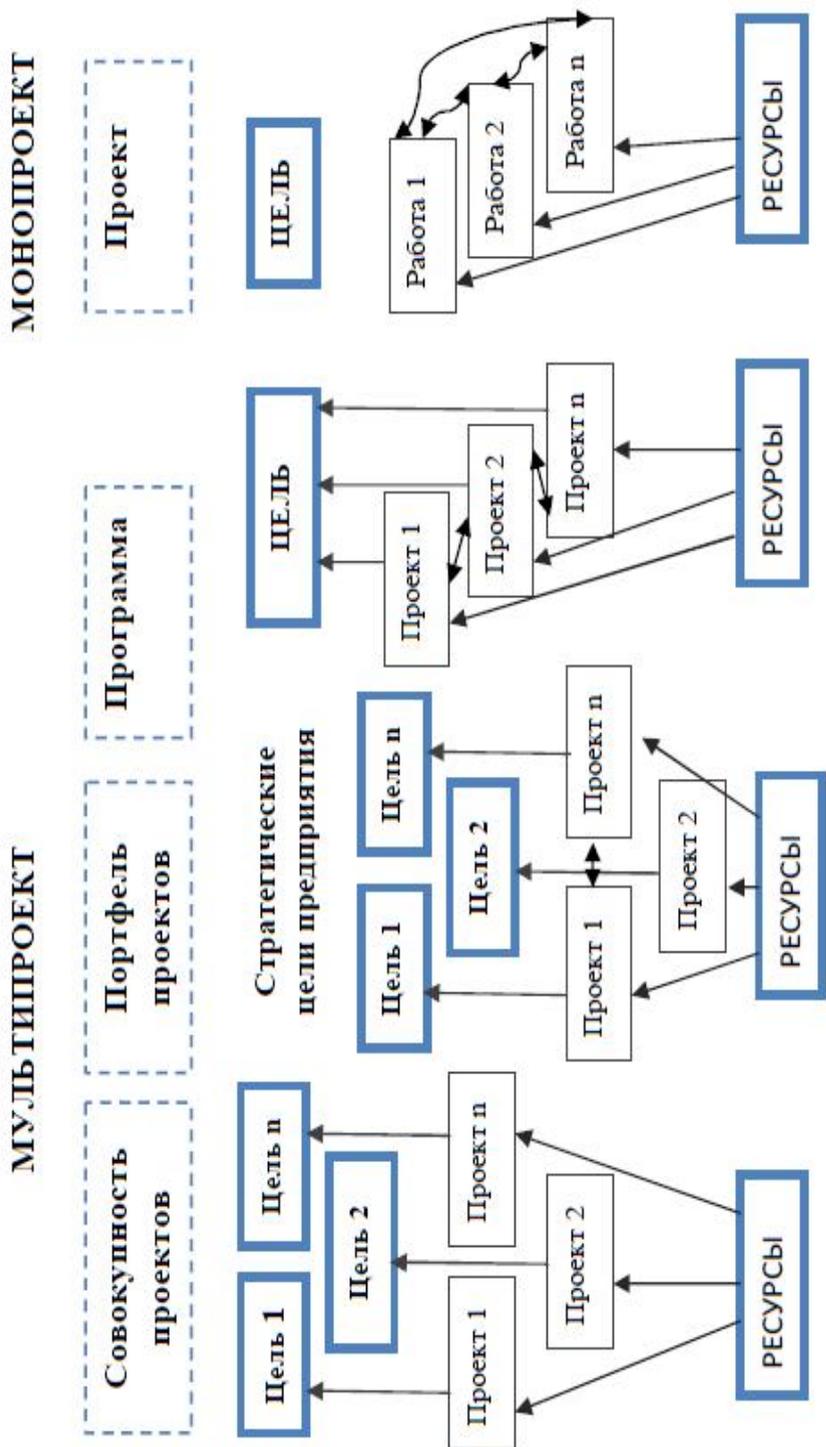


Рис. 1. Структура проекта, программы, портфеля проектов

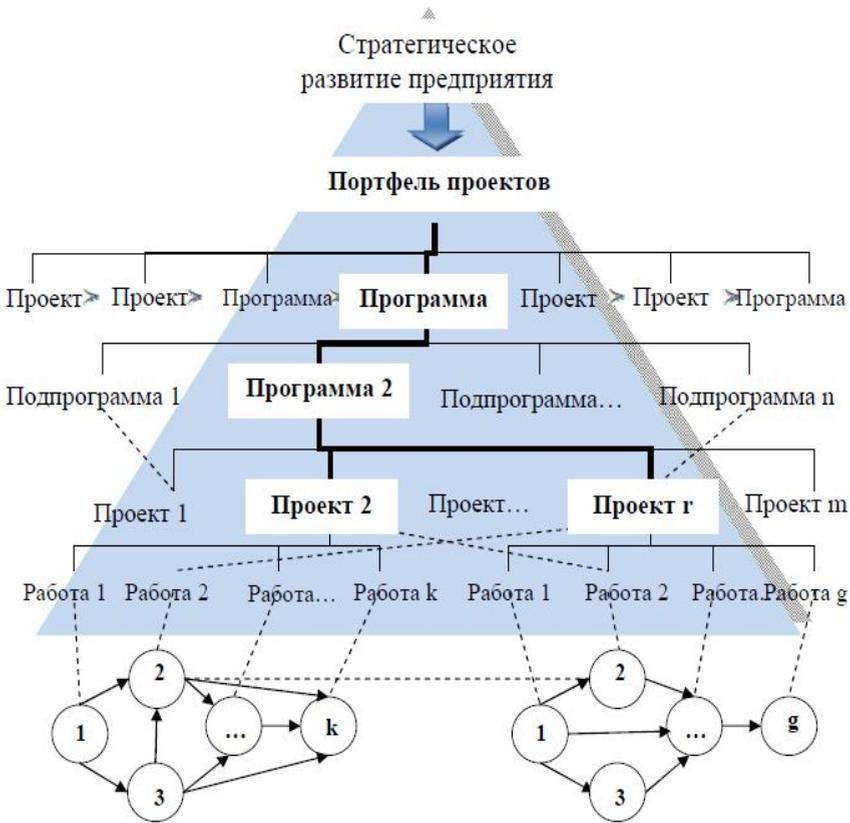


Рис.2. Иерархия управления и структуры портфеля программы и проекта

С учетом специфики системных свойств, можно утверждать, что каждый элемент программы (проект) с одной стороны, оказывает влияние на достижение цели всей программы, с другой, – взаимодействует с другими элементами (проектами). Причем степень взаимодействия может варьироваться от минимального уровня до значительного взаимного влияния проектов. Минимальное присутствие взаимосвязи проектов проявляется в наличии только общности цели, единого руководства программы и (или) единого источника финансирования. Значительное влияние проектов в рамках программы формируется посредством использования общих ресурсов различных видов (как на одной из фаз жизненного цикла, например, инвестиционной; так и на протяжении всего жизненного цикла); получения продуктов, которые имеют технологическую взаимосвязь, что обуславливает взаимосвязь временных границ задач или этапов для каждого проекта.

Что касается классификации программ. Так, в японской системе знаний по управлению проектами и программами (P2M) выделяют два типа программ [20]: первый – программы, в которых концепция с самого начала является в некоторой степени общей для всех заинтересованных сторон (операционный тип программы), и второй – программы, которые инициируются при условии, что концепция является многовекторной, и возникла в силу чрезвычайных обстоятельств (программа создания и преобразования). Согласно классификации, предложенной Д. Фернсом [1], программы можно разделить на три категории:

1) стратегические программы – группы проектов, возникшие в результате изменений миссии или стратегических целей компании и призванные осуществить эти изменения. Например, реорганизация, диверсификация бизнеса, слияние или поглощение.

2) программы, связанные с бизнес-циклом. Это программы, которые связаны с операционной деятельностью. Например, программа выпуска журнала. Каждый номер такой программы будет представлять собой проект. Такую программу можно также назвать циклической.

3) программы, подчиненные только одной цели (отсутствие декомпозиции целей). Данные программы связаны с созданием объекта управления.

На наш взгляд, в основу классификации программ должна быть положена характеристика цели, так как именно единая цель является отличительным признаком программ. По характеру целевой задачи программы можно классифицировать следующим образом: развития, коммерческие, организационные, социальные, научно-исследовательские, экологические (рис.3).

Специфика цели оказывает влияние на содержание программы. Так коммерческие программы в качестве цели выдвигают получение прибыли. При этом проекты, входящие в такую программу, будут в основном коммерческими. Однако, для достижения основной цели коммерческих программ, в некоторых случаях требуется выполнение ряда проектов, не связанных с получением прибыли (например, проект повышения уровня профессионализма персонала или проект по утилизации вредных производственных отходов). Назовем проекты, не связанные напрямую с основной целью программы, вспомогательными.

Отметим, что вспомогательные проекты могут присутствовать во всех видах программ и направлены на достижение целей, явно не связанных с основной, но обеспечивающих успешную реализацию других проектов.

Каждый проект программы формирует продукт. Системная совокупность этих продуктов создает продукт программы. Например, в программе воссоздания флота продуктами отдельных проектов будут суда различной специализации. Системная совокупность этих судов – флот – является продуктом программы (рис.4). Оценка эффективности проекта напрямую зависит от продукта проекта. Так, в проекте пополнения флота судоходной компании продуктом будет выступать судно и полученная от его эксплуатации прибыль (поскольку проект коммерческий). Таким образом, эффективность проекта можно оценить по экономическим или финансовым критериям. В приведенном примере программы все проекты – коммерческие, продукт такой программы также можно оценить экономическими и финансовыми показателями.

Рис. 4. Примеры продуктов проектов программы воссоздания национального флота

Совсем иная ситуация, например, с социальными программами. Такие программы состоят из проектов, связанных с получением «не вещественного» продукта. Каждый проект такой программы достаточно сложно оценить финансовыми показателями, поскольку проекты в большей степени бесприбыльные. Например, проекты, входящие в программу социального развития порта могут быть оценены с помощью показателей уровня благосостояния работников порта. Аналогично, оценка продукта данной программы должна производиться, в первую очередь, по уровню достижения социального обеспечения, и лишь во вторую очередь, могут быть учтены размеры расходов, связанных с реализацией такой программы.

Поскольку программа – это системная совокупность проектов, то продукт программы будет формироваться из продуктов отдельных проектов, которые объединены в ту же иерархическую структуру, что и проекты программы. Однако поскольку проекты в программе объединены для достижения некой единой цели программы, то и продукты проектов объединяются для образования принципиально нового продукта – продукта программы. Таким образом, проявляется системный эффект – эмерджентность.

Под эмерджентностью будем понимать качество, свойства системы, которые не присущи ее элементам в отдельности, а возникают благодаря объединению этих элементов в единую, целостную систему. Понятие «эмерджентность» и «синергия» являются родственными. Однако, синергия означает заметное усиление или ослабление уже имеющегося качества при определённом взаимодействии элементов, а, благодаря эмерджентности, появляется новое качество. Таким образом, программы, как правило, связаны с достижением гораздо большего, чем просто экономический, социальный, экологический или пр. эффект. В современной литературе по проектному менеджменту для оценки программ и проектов развития, предлагается использовать понятие «ценность программы (проекта)». В каждом конкретном случае «ценность» может выражаться различными показателями, в том числе и экономическими.

С.Д. Бушуев [6] определяет ценность как выгоду, получаемую от реализации проекта всеми заинтересованными сторонами. В [10] ценность определяется как разница между изменением выгод в результате реализации проекта и изменением затрат в результате проекта. В.А. Рач [17] рассматривает понятие «гармонизированная ценность», которая является результатом двух гармонизаций – стратегическим целям организации, реализующей проект, и ценностям всех заинтересованных сторон проекта.

Естественно, что ценность программы зависит, прежде всего, от содержания программы и ее цели. Укрупняя классификацию (рис.2), можно выделить три вида программ – коммерческие, некоммерческие, смешанные. Так, программы коммерческого характера, формируют ценность, которая может быть выражена как суммарный приток денежных средств, прирост капитала, уровень эффективности инвестиций и т.п. Программы некоммерческой направленности (например, социальные, экологические) обладают ценностью, которую не всегда можно оценить финансовыми показателями, как, отдельно взятый проект (например, для природоохранных проектов в [18] предлагался специфический подход оценки эффективности).

Программы смешанного типа (а именно, такие, в основном и используются предприятиями в процессе развития) связаны с формированием ценности, которая обуславливает стратегическую стабильность предприятия, что, в свою очередь, предполагает устойчивое функционирование и высокий потенциал к дальнейшему развитию. Отметим, что высо-

кая ценность проекта в локальном его рассмотрении может не обеспечивать необходимую ценность с точки зрения всей программы. Поэтому критерием включения проекта в программу является степень достижения ценности программы. Таким образом, формируется цепочка (рис.5).

Рис. 5. Цепочка ценностей проектов, подпрограмм, программ

Оценить эмерджентность в большинстве случаев можно только с помощью экспертных методов, синергетический же эффект, связанный в большей степени с экономией ресурсов, оценить принципиально проще.

Выводы. В данной статье были рассмотрены основные вопросы, связанные с построением системной модели программ, идентификации их видов и основных характеристик (цель, продукт, ценность). Представленное системное описание является универсальным и может быть использовано для программ любых сфер деятельности. Дальнейшим развитием результатов является использование идентифицированных свойств и характеристик программ для моделирования процесса отбора проектов в программу из множества альтернатив, то есть для оптимизации структуры программы.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ferns D.C. *Developments in programme management // International Journal of Project Management.* – Vol. 9. – № 3. – August. – 1991.
2. Аньшин В.М. Анализ подходов к распределению ресурсов по проектам портфеля в условиях неопределенности / В.М. Аньшин, И.В. Демкин, И.М. Никонов, И.Н. Царьков. // *Проблемы анализа риска.* – 2007. – Т.4. – № 3. – С. 231-245.
3. Аньшин В.М. Портфель проектов на службе управления компанией / В.М. Аньшин, И.В. Демкин, И.М. Никонов, И.Н. Царьков // *Практика международного бизнеса.* – 2007. – №3-4 (36). – С.111-119.
4. Аньшин В.М. Портфель проектов организации: стратегии, типология, анализ / В.М. Аньшин, И.В. Демкин, И.М. Никонов, И.Н. Царьков // *Управление проектами и программами.* – 2008. – №1 (13). – С. 14-27.

5. Бушуев С.Д. Креативные технологии управления проектами и программами: Монография / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, И.А. Бабаев, В.Б. Яковенко, Е.В. Гриша, С.В. Дзюба, А.С. Войтенко. – К.: Саммит-Книга, 2010. – 768 с.
6. Бушуев С.Д. Механизмы формирования ценности в деятельности проектно-управляемых организаций / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – № 1-2 (43). – Харьков, 2010. – С. 4-9.
7. Бушуев С.Д., Харитонов Д.А. Ценностный подход в управлении развитием сложных систем // <http://conference.nuos.edu.ua>.
8. Бушуева Н.С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития / Н.С.Бушуева. – К.: Наук. світ, 2007. – 270 с.
9. Готин А.Е. Управление инвестиционными проектами развития промышленного предприятия / А.Е. Готин // Управление проектами. – 2007. – № 3. – С. 10-17.
10. Волков И.М., Грачева М.В., Алексанов Д.С. Критерии оценки проектов // www.senclub-smsr.ru/about/rating/kriterii.doc
11. Керівництво з питань проектного менеджменту РМВООК: Пер. з англ. / Під ред. С.Д. Бушуєва. – К.: Видавничий дім «Делова Україна», 2000. – 198 с.
12. Лапкина И.А. Особенности применения проектной терминологии в программах воссоздания танкерного флота / И.А. Лапкина, Е.С. Петрова //Управління проектами та розвиток виробництва. 2009, № 1(29). С.113-121.
13. Лапкина И.А. Проектный анализ. Теоретические основы оценки проектов на морском транспорте: Учебное пособие / И.А. Лапкина, Л.А. Павловская, Т.В. Болдырева, Т.Н. Шутенко / Под общ. ред. И.А. Лапкиной. – Одесса: ОНМУ, 2008. – 315 с.
14. Матвеев А.А. Модели и методы управления портфелями проектов / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с.
15. Онищенко С.П. Моделирование процессов организации и функционирования системы маркетинга морских транспортных предприятий / С.П.Онищенко. – Одесса: Феникс, 2009. – 328 с.
16. Поспелов Г.С. Процедуры и алгоритмы формирования комплексных программ / Г.С. Поспелов, В.А. Ириков, А.Е. Курилов. – М.: Наука, 1985. – 424 с.
17. Рач В.А. Методи оцінки альтернативних проектів стратегій регіонального розвитку / В.А. Рач // Матеріали конференції «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв, 2009. – С. 4-6.

18. Руденко С.В. Экономическая оценка эффективности природо-охранных проектов / С.В. Руденко, И.А. Лапкина, А. Швец // Вісник ОНМУ. – 2010. – № 29. – С. 189-197.
19. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК. – 2004. Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA.
20. Руководство по управлению инновационными проектами и программами: Пер. на рус. язык под ред. С.Д. Бушуева. – К.: Наук. світ, 2009. – Т.1. – Версия 1.2. – С. 171-173.

Стаття надійшла до редакції 18.07.2011

Рецензент – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Системний аналіз та логістика» Одеського національного морського університету **І.О. Лапкина**.

УДК 656.611.2.65.014.1

Н.Н. ПОДДУБНАЯ

ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДА
К ПРОВЕДЕНИЮ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ
ПРОЕКТНООРИЕНТИРОВАННОЙ СУДОХОДНОЙ КОМПАНИИ

В данной статье рассматривается проектный подход к проведению реструктуризации компании (на примере судоходной). При этом главное внимание уделяется рассмотрению метода оценки состояния на этапе диагностики в рамках проекта реструктуризации.

У даній статті розглядається проектний підхід до проведення реструктуризації компанії (на прикладі судноплавної). При цьому головна увага приділяється розгляду методу оцінки стану на етапі діагностики в рамках проекту реструктуризації.

Ключевые слова: процессы реструктуризации, система сбалансированных показателей, судоходная компания, диагностика деятельности компании.

Ключові слова: процеси реструктуризації, Система збалансованих показників, судноплавна компанія, діагностика діяльності компанії.

Введение. Одной из общих закономерностей развития современной экономики разных стран является повышение роли организационно-управленческих факторов. В Украине в связи со сменой модели развития, переходом к рыночным отношениям проблемы реформирования систем управления носят особо острый характер.

Проводимые реформы украинской экономики начала девяностых годов двадцатого века неоднозначно отразились на финансово-экономическом состоянии предприятий: одним из них удалось адаптироваться к новым условиям функционирования, другие стали убыточными либо обанкротились. Так, последовавший за реформами спад экономики привел более чем к двукратному снижению объемов промышленного производства. Предприятия оказались в сложных условиях выживания. Большее значение приобрели внутренние факторы, поскольку многие, даже обладающие огромным потенциалом предприятия, оказались в затруднительном финансово-экономическом положении, что явилось следствием неумелого управления ими в условиях кризиса экономики. В итоге значительная доля промышленных предприятий Украины стала убыточной.

Не миновала эта участь и судоходные компании. Условия работы морского флота страны в начале 1990-х годов характеризовались, прежде всего тем, что судоходные компании Украины без какой-либо подготовки и ситуационной проработки были вынуждены практически заново выходить на фрахтовый рынок, но уже не имея в качестве гарантии объемов мощнейшей грузовой базы бывшего СССР и СЭВ, а также твердых государственных тарифов на перевозку грузов.

Эти и другие причины из области политической, коммерческой и профессиональной некомпетентности очень быстро привели к тому, что содержание флота в украинских государственных судоходных компаниях стало приносить как самим компаниям, так, соответственно, и государству огромные убытки. Достаточно показательно то, что к 1997 году украинские государственные судоходные компании, сохранив костяк судов – до 80 % состава флота как по количеству, так и по дедейте, понесли в результате своей деятельности более 81 млн. гривен убытков [1].

Механизмы рыночной экономики, с одной стороны, и полная неготовность (а зачастую и нежелание) решать эти проблемы в пользу Украины и ее предприятий – с другой, привели к негативными последствиями для украинского флота.

В дальнейшем неблагоприятная ситуация в судоходной отрасли усугубилась почти полной потерей флота. В данный момент большинство экспертов считают наиболее существенной и острой проблемой не потерю флота и стагнацию в отрасли как таковую, а систему управления, которая не соответствует ни объекту управления, ни изменившимся условиям внешней среды.

Итак, очевидно, что проблемы управления судоходными компаниями в настоящее время актуальны и требуют специального рассмотрения.

С нашей точки зрения, одной из причин неэффективного управления является недостаточная разработка методов и технологий оценки функционирования предприятия с учетом стадий его жизненного цикла и специфики украинской экономики.

Несмотря на наличие большого количества теоретических и практических разработок в области финансово-экономического анализа, предложенных как зарубежными, так и отечественными учеными, необходимо проводить их дальнейшее изучение и уточнение, так как механизм оценки состояния компании должен разрабатываться с учетом множества факторов и критериев, полный перечень которых определить достаточно сложно.

Необходимо отметить, что проблема стабильности функционирования предприятия рассматривалась в работах А.Д. Шеремета, М.И. Баканова, Е.С. Стояновой, В.В. Ковалева, В.Г. Артеменко, М.В. Беллендира, О.В. Ефимовой, Дж. К. Ван Хорна,

Е.В. Кувшинниковой и др. в основном с точки зрения финансово-экономической направленности.

Постановка задачи. Уже не для кого не секрет, что оценка деятельности компании посредством только финансово-экономических показателей однопрофильна и такой подход может привести к неадекватным результатам. Это связано с тем, что финансово-экономические показатели можно назвать запаздывающими индикаторами, т.к. они являются результатом уже выполненных мероприятий и, чаще всего, полученные данные уже не могут повлиять на перспективную ситуацию. Немаловажно и то, что показатели, используемые в практике управления предприятием, имеют денежное выражение, что затрудняет идентификацию причин их ухудшения. Это наталкивает на мысль о необходимости учета и анализа нефинансовых показателей деятельности.

В последнее время все большее распространение и признание получают современные подходы к управлению, в том числе, управление проектами. Для «реанимации», да и просто развития предприятий, разрабатываются и реализуются проекты реструктуризации.

Одним из недостатков существующих подходов к проведению реструктуризации, в частности, к определению потребности в ней, периодичности и направлений, является недостаточная разработанность методов и технологий проведения оценки состояния предприятия.

В последнее десятилетие, как за рубежом, так и в Украине, широкое распространение и применение получили стратегические системы управленческого учета, одной из которых является концепция сбалансированной системы показателей (Balanced Scorecard), разработанная профессорами Р. Капланом и Д. Нортонем. Система сбалансированных показателей (ССП) эффективности имеет безусловные преимущества по сравнению с традиционными концепциями, используемыми для комплексной оценки деятельности предприятия и имеет чрезвычайную полезность в качестве учетно-аналитического инструмента.

Основная идея СПП заключается в том, чтобы создать подход, позволяющий, с одной стороны, наиболее полно оценить стоимость компании, а с другой – вложить в руки руководителей различного уровня инструмент, помогающий осуществлять оперативное руководство компанией в соответствии со стратегией ее развития. Методологическая основа СПП предполагает формирование так называемых стратегических карт, представляющих собой группировку целей и показателей по четырем категориям: 1) финансы, 2) клиенты, 3) внутренние бизнес-процессы и 4) обучение и развитие [2, 3].

В последнее время исследователи отмечают, что эти направления не являются «константами» [4, 5]: возможны и иные комбинации. По нашему мнению при формировании структуры *ССП* в качестве наиболее важных моментов следует учитывать:

1. Специфику национальной экономики и государственное регулирование, которые в Украине характеризуются преимущественно ресурсным подходом к формированию стратегии. Причем, ресурсный характер проявляется не только в экстенсивном развитии вследствие того, что основная часть экономики сконцентрирована в «добывающих», а не в обрабатывающих областях, а в том, что вне зависимости от профиля украинской компании, ее деятельность имеет сильную зависимость от такой переменной внешней среды, как «закон и государственные органы». Иначе говоря, имеет место так называемый «административный ресурс», который является средством достижения в экономическом смысле «конкурентного преимущества». Для судоходных компаний это означает высокую степень государственной централизации в отрасли, ограничение полномочий, отсутствие «прозрачных» программ развития транспортного комплекса и наличие ряда других проблем. В свою очередь перечисленное приводит к сужению возможности прогнозирования финансовых показателей деятельности, что усиливает роль других составляющих в структуре *ССП*.

2. Традиционный подход к управлению компанией, что проявляется в несовершенстве организационной структуры, например, в отсутствии рационального делегирования ответственности. В условиях украинской действительности редкий владелец бизнеса может позволить, чтобы его менеджеры могли принимать значимые решения самостоятельно. Институт разделения на собственников и менеджеров у нас фактически отсутствует. Это обуславливает необходимость учета организационных аспектов и кадровой политики предприятия.

3. Специфику деятельности судоходной компании и идеологию управления.

Результаты. В данной статье предлагается в качестве инструмента диагностирования на начальном этапе реструктуризации рассматривать *ССП*.

Для проектно-ориентированной судоходной компании *ССП*, с нашей точки зрения, может иметь структуру, представленную на рисунке. Заметим, что разработанная структура, состоящая из трех подсистем *ССП* (*ПССП*), может быть использована любой проектно-ориентированной компанией независимо от рода деятельности, поскольку носит принципиальный характер. Особенности же деятельности влияют на наполнение структурных блоков, т.е. на формирование базы показателей.

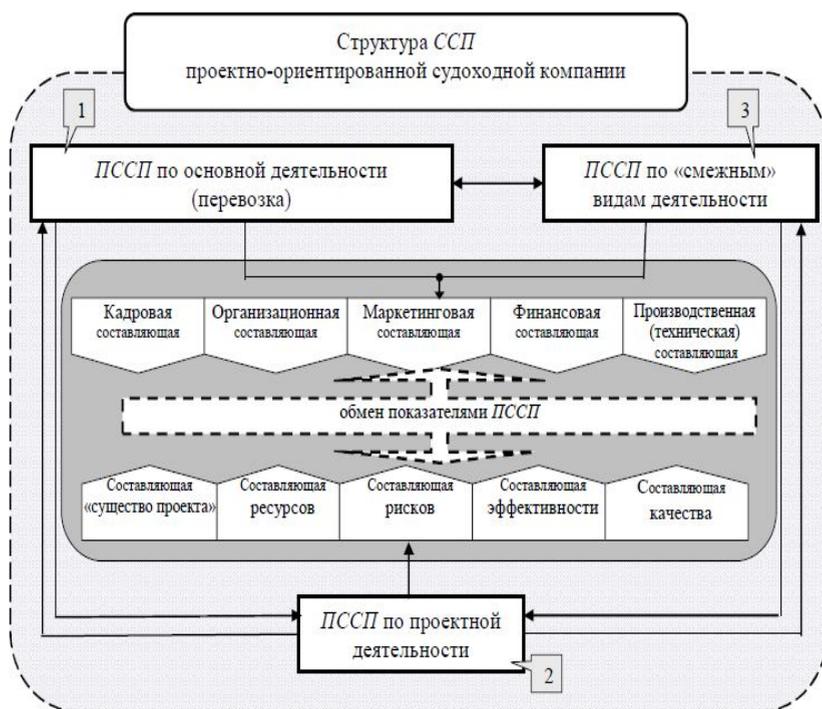


Рис. Принципиальная структура ССП для проектно-ориентированной компании

тельности, поскольку носит принципиальный характер. Особенности же деятельности влияют на наполнение структурных блоков, т.е. на формирование базы показателей.

Для более четкого понимания предложенной структуры, уточним используемые термины: проектно-ориентированная компания и ССП.

Практически каждая организация в процессе своей деятельности сталкивается с тем или иным проектом. В настоящее время, в условиях конкурентной рыночной среды, проект рассматривается как специфическое направление деятельности компании, которое ведет к повышению эффективности используемых ресурсов и улучшению управления. Это в свою очередь приводит к достижению поставленных целей и увеличению конкурентных преимуществ. Итак, проектно-ориентированная судоходная компания – это компания, в основе управления которой используется методология управления проектами. Иначе говоря, любые изменения в ее деятельности, например, расширение предоставляемых услуг, выход на новый сегмент рынка или же прекращение существования, могут реализовываться в проектной форме. Степень успешности

работы проектно-ориентированной компании, как впрочем и любой другой, может быть измерена с помощью системы сбалансированных показателей.

Сбалансированная система показателей (*ССП*) – это система стратегического управления организацией на основе измерения и оценки эффективности по набору показателей, подобранному таким образом, чтобы учесть все существенные (с точки зрения стратегии) аспекты деятельности.

Исходя из вышесказанного, в отличие от фиксированных четырех направлений классической концепции *ССП*, и выделяя существенные аспекты деятельности судоходной компании, предлагается структуру *ССП* формировать по трем направлениям (подсистемам):

1. Основной вид деятельности (подсистема 1 – *ПССП^{овд}*);
2. Управление проектами или проектная деятельность (подсистема 2 – *ПССП^{пр}*);
3. Смежный вид деятельности (подсистема 3 – *ПССП^{свд}*).

Таки образом, система сбалансированных показателей судоходной компании может рассматриваться как объединение подсистем, т.е.

$$ССП = ПССП^{пр} \cup ПССП^{овд} \cup ПССП^{свд}.$$

Внутренняя среда судоходной компании, с точки зрения системного подхода, – это та часть общей среды, которая находится в ее пределах. Она оказывает постоянное и самое непосредственное воздействие на функционирование и состояние организации. Внутренняя среда имеет несколько срезов, состояние которых в совокупности определяет тот потенциал и те возможности, которыми располагает компания. Таким образом, опираясь на теорию менеджмента и классическую модель организации, *ПССП* основного и смежного видов деятельности (подсистемы 1 и 3) следует рассматривать в пяти направлениях:

1. Кадровый срез (взаимодействие менеджеров и рабочих; найм, обучение и продвижение кадров; оценка результатов труда и стимулирование; создание и поддержание отношений между работниками и т.п.);
2. Организационный срез (коммуникационные процессы; организационные структуры; нормы, правила, процедуры; распределение прав и ответственности; иерархию подчинения);
3. Производственный срез (изготовление продукта (услуги); снабжение и ведение складского хозяйства; обслуживание технологического парка; осуществление исследований и разработок);

4. Маркетинговий срез (реалізація продукції, цінообразування, просування продукту (услуги) на ринку, вибір ринку збуту і системи розподілу);

5. Фінансовий срез (процеси, пов'язані з забезпеченням ефективного використання і руху грошових засобів в організації, підтримання належного рівня ліквідності і забезпечення прибутковості, створення інвестиційних можливостей і т.п.).

Управління проектами або проектна ПССП^{пр}, як вид діяльності компанії, з нашої точки зору, може характеризуватися наступними п'ятьма напрямками:

1) «Существо» проекту; 2) ресурси; 3) ризики; 4) ефективність; 5) якість.

Вибір такої структури складових ґрунтується на наступних розсудженнях. Оскільки, в загальному сенсі, проект – це заходи, спрямовані на досягнення унікального результату в задані терміни і в межах вказаного бюджету, то всі проекти здійснюються для отримання певного результату продукту проекту (услуги). Відповідно, успіх будь-якого проекту залежить від: 1) розуміння того, що повинно бути отримано в результаті його реалізації; 2) ресурсів, якими розпорядиться компанія і які повинні бути привнесені; 3) ризиків і можливості їх зменшення; 4) необхідності проекту і можливості створити певний позитивний ефект від його впровадження; 5) якості роботи як команди менеджерів, так і проекту в цілому.

Пояснимо взаємодію між даними підсистемами.

Під «балансом» в концепції ССП розуміється встановлення зв'язків між фінансовими і нефінансовими показниками, стратегічним і операційним рівнем управління, минулими і майбутніми результатами, а також між внутрішніми і зовнішніми аспектами діяльності компанії. В запропонованій нам структурі всі ПССП взаємопов'язані і утворюють ССП. Оскільки концепція ССП є інструментом для розробки і досягнення поставленої мети, пояснимо, яким чином в запропонованій схемі цю задачу вирішують взаємозв'язки між ПССП.

Розробка стратегії і цілей функціонування, як правило, достатньо складний процес і потребує немалих ресурсів через необхідність урахування всіх аспектів діяльності компанії і можливих варіантів розвитку подій. Метою будь-якої компанії є утримання і завоювання суттєвих конкурентних переваг при наявності ресурсів, а також перехід з поточного стану в бажаний, який є стратегічною метою компанії на даному етапі її розвитку. Виходячи з цього, зв'язки в ССП нами пропонуються розглядати з урахуванням цілей розви-

тия судоходной компании на каждом этапе ее жизненного цикла. Использование теории жизненных циклов дает возможность рассматривать компанию не как статическую систему, а как систему в динамике ее развития. Это позволит своевременно объяснить и предсказать возможные изменения, связанные с влиянием внешней среды, и своевременно принять те или иные управленческие решения по стабилизации функционирования компании.

Выводы. В данной статье проанализированы причины нестабильной работы судоходных компаний – это прежде всего неэффективное управление. Причиной такой ситуации является недостаточно разработанные и применяемые методы оценки функционирования предприятия.

Разработанная структура *ССП* позволяет своевременно отслеживать отклонения показателей как по основному и смежному направлениям деятельности компании, так и по проектному.

Оценка функционирования судоходной компании должна осуществляться не только с учетом специфики ее деятельности, но и с учетом жизненного цикла ее развития, а значит и стратегической направленности. Определение причинно-следственных связей *ПССП* в *ССП* на каждом этапе жизненного цикла компании, является дальнейшим направлением исследования.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Водному транспорту – европейский уровень // Порты Украины. – 2005. – № 1. – 5 с.*
2. *Каплан Роберт С., Нортон Давид П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию: Пер. с англ. Н. Барышиковой. – М.: Олимп-Бизнес, 2003. – 304 с.*
3. *Нильс-Гордан Ольве, Жан Рой, Вангус Веттер. Оценка эффективности деятельности компании. Москва-Санкт-Петербург-Киев: Изд. дом «Вильямс», 2004. – 300 с.*
4. *Кащеев Р. Balanced Scorecard: новое заклинание или стратегия управления? // Управление компанией. – 2002. – № 9916. – 21 с.*
5. *Каплан Роберт С., Нортон Дейвид. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – СПб.: Изд-во "Олимп-Бизнес", 2003. – 304 с.*

Стаття надійшла до редакції 20.06.2011

Рецензент – кандидат економічних наук, доцент кафедри «Системний аналіз та логістика» Одеського національного морського університету **С.П. Онищенко**.

УДК 504.75

С.В. РУДЕНКО

ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИРОДООХРАННОГО ПРОЕКТА

Предложены показатели для оценки эколого-социальных результатов природоохранного проекта, на базе которых разработаны критерии его эффективности.

Запропоновано показники для оцінки еколого-соціальних результатів природоохоронного проекту, на базі яких розроблено критерії його ефективності.

Ключевые слова: природоохранный проект, эффективность, результат, показатели, вероятность.

Ключові слова: природоохоронний проект, ефективність, результат, показники, вірогідність.

Результат – данные, отражающие степень достижения целей и оценивающие результаты природоохранного проекта. Степень достижения целей природоохранных проектов (их эффективность) можно определить с помощью общего эколого-социального и экономического результатов проекта [1, 2, 3].

В связи с многоплановостью направлений деятельности природоохранных программ на первый план при оценке результатов выступает необходимость рассмотрения не столько экономической эффективности, а в большей степени других эффектов от осуществления программ – в здравоохранении, социальной, научно-технической, производственной, и других сферах.

То есть прибыль от реализации проекта или программы является не основным и не единственным результатом природоохранного проекта. Особенно это касается крупномасштабных проектов и программ, деятельность которых затрагивает природоохранные и общественные сферы деятельности отдельных регионов.

Известные показатели эффективности проектов позволяют оценить проект с точки зрения финансовой составляющей, но никак не учитывают другие его составляющие.

Целью настоящего исследования является выбор и формирование системы показателей, по которым должна оцениваться эффективность природоохранных проектов.

Эта система должна удовлетворять следующим требованиям. Во-первых, она должна отражать существенные и измеримые характеристики проектов. Во-вторых, она должна отражать стратегическую цель природоохранного проекта, учитывать прогнозную и экспертную информацию.

Экологический результат природоохранного проекта заключается в уменьшении отрицательного воздействия на окружающую среду и улучшение ее состояния вследствие снижения объемов поступающих в среду загрязнений.

В качестве показателей, оценивающих экологические результаты природоохранного проекта, предлагается использовать:

– уровень воздействия вредного фактора (концентрации химических веществ в воздухе, почве и воде, уровень акустического воздействия, уровень ионизирующего излучения, уровень электромагнитных колебаний и т.д.);

– величину объема поступающих в окружающую среду загрязнений (объем вредных выбросов в атмосферу по отдельным ингредиентам, объем вредных веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами).

Оценку показателя уровня воздействия вредных факторов антропогенного происхождения предлагается проводить путем сравнения с принятым в Украине нормированным предельно допустимым уровнем (*ПДУ*). По определению *ПДУ* – воздействие на человека факторов окружающей среды периодически или в течение всей его жизни (прямо или опосредовано – через экосистемы), не вызывающих соматических или психических заболеваний.

Оценку объема поступающих в окружающую среду загрязняющих веществ предлагается проводить путем сопоставления с установленными для каждого предприятия или источника загрязнения нормами предельно допустимого выброса (*ПДВ*) или сброса (*ПДС*). По определению *ПДВ* – объем поступивших за единицу времени в атмосферный воздух, водоемы загрязняющих веществ и иных вредных воздействий на природную среду, превышение которых ведет к неблагоприятным последствиям как для среды, так и для ее обитателей. *ПДС* – масса загрязняющих веществ, максимально разрешенная к поступлению в водный объект со сточными водами в единицу времени.

Экологический эффект природоохранного проекта отражает степень уменьшения отрицательного воздействия на окружающую среду и улучшение ее состояния в результате его реализации.

Природоохранный проект следует признать экологически эффективным, если для всех вредных факторов воздействия выполняется следующее условие:

$$\frac{VB_i}{ПДУ_i} \leq 1$$
$$\frac{V_i}{ПДВ_i} \leq 1$$

где UB_i – уровень воздействия i -го вредного вещества после завершения проекта;

$ПДУ_i$ – нормативно установленный предельно допустимый уровень воздействия i -го вредного вещества;

V_i – объем поступающего за единицу времени в окружающую среду i -го вредного вещества после завершения проекта;

$ПДВ_i$ – установленный для каждого источника предельно допустимый объем поступающего за единицу времени в окружающую среду i -го вредного вещества.

Лингвистическая оценка критериев экологической эффективности природоохранного проекта приведена в табл.1.

Таблица 1

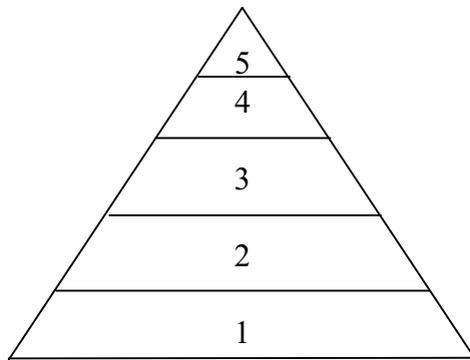
*Лингвистическая оценка критериев
экологической эффективности природоохранного проекта*

Наименование экологического критерия	Норматив	Лингвистическая оценка			
		неуд.«2»	удовл.«3»	хор.«4»	отл.«5»
Уровень воздействия вредного фактора	ПДУ	>ПДУ	=ПДУ	<ПДУ	0
Объем вредных веществ, поступающих в окружающую среду	ПДВ (ПДС)	>ПДВ	=ПДВ	<ПДВ	0

Социальный результат – это улучшение физического развития населения, сокращение заболеваемости и, в конечном итоге, увеличение продолжительности жизни и периода активной деятельности, улучшение условий труда и отдыха, поддержание экологического равновесия в территориальной экосистеме и сохранение рекреационных зон.

В качестве социального показателя предлагается ввести показатель СОППЖ (среднестатистическая ожидаемая продолжительность предстоящей жизни). Поскольку СОППЖ является количественным показателем (количество лет жизни), то это позволяет поставить процесс управления проектом на количественную основу. В рамках такого подхода требуется выразить риск здоровью для населения от различных технологий или видов деятельности в виде величины сокращения СОППЖ, а выгоду от них в виде продления СОППЖ. Сопоставление этих параметров и позволяет количественно оценить величину социального эффекта от внедрения предлагаемых технологий или видов деятельности [4].

Как известно, при действиях любого вредного фактора можно различать разные биологические ответы организма: смерть, болезнь, физиологические признаки болезни, функциональные сдвиги неясной биологической значимости, накопление загрязнителей или продуктов их метаболизма в органах и тканях [5, 6]. Даже при одинаковой концентрации вредных веществ в воздухе у разных групп населения наблюдается разная реакция: от отравления у наиболее чувствительных лиц до отсутствия реакции на воздействие [7]. Общая схема такого воздействия показана на рисунке.



Часть населения с признаками воздействия

Рис. Биологическая реакция населения на воздействие вредных факторов среды:

- 1 – накопление химических веществ в органах и тканях;*
- 2 – физиологические и другие сдвиги неизвестного значения;*
- 3 – физиологические признаки болезни;*
- 4 – заболеваемость; 5 – смертность*

Оценка вероятности реакции окружающей среды на воздействие базируется на прошлом опыте либо на данных эксперимента. Так, для многих веществ экспериментально определена и принята на уровне законодательства среднесмертельная концентрация LK_{50} – концентрация вещества, вызывающая при вдыхании гибель 50 % живых организмов. При этом следует отметить возможность учета различного уровня реакции – последствия (рис.): от появления аллергических реакций до интоксикации организма с потерей трудоспособности вплоть до летального исхода.

Вероятность проявления поражений с более высоким уровнем тяжести последствий, как это схематично показано на рис.1, имеет ниспадающую тенденцию

$$u_5 > u_4 > u_3 > u_2 > u_1 .$$

Вероятность возникновения поражений каждой последующей степени тяжести u_{i+1} может определяться произведением вероятности получения поражений более легкой степени u_i на условные вероятности $P_{i,j}$ перехода опасных состояний легкого поражения в более тяжелое:

$$\begin{aligned}u_4 &= P_{5,4} \cdot u_5 \\u_3 &= P_{4,3} \cdot u_4 \\u_2 &= P_{3,2} \cdot u_3 \\u_1 &= P_{2,1} \cdot u_2 ,\end{aligned}$$

где $0 < P_{i,j} < 1$.

Приведенные зависимости отражают весьма важное свойство риска, состоящее в том, что достаточно определить риск какого-то одного уровня, например, гибель/чел.год. Значения величины риска для всех остальных уровней можно затем найти из простых соотношений, показанных выше.

Пусть риск для здоровья, определенный статистическими методами либо на основе теоретических представлений, составляет некоторую величину R_ϕ (гибель/чел.год). Индивидуальный риск должен учитывать время пребывания каждого индивидуума на территории с данным уровнем риска

$$R_u = R_\phi * Q.$$

Величина, обратная R_u , имеет смысл группы выборки – числа дней, из которых один теряется, сокращая среднюю продолжительность жизни. Например, если $R_u = 0,02$ группа выборки будет равна $1 / R_u = 50$ дням, а сокращение средней ожидаемой предстоящей продолжительности жизни (СОПЖ) за один год в условиях принятой загазованности в данной зоне составит

$$\text{СОПЖ}_u = 365 * 0,02 = 7,3 \text{ дней/год.}$$

Предлагаемый способ выражения социального результата природоохранного проекта в единицах СОПЖ обоснован физически, поскольку результат не является абстрактным числом и фактически выражает ту плату, которую несет население за проживание в данном регионе.

Социальный эффект природоохранного проекта отражает состояние физического развития населения, сокращение заболеваемости и, в конечном итоге, увеличение продолжительности жизни и периода активной деятельности, улучшение условий труда и отдыха, поддержание экологического равновесия в территориальной экосистеме и сохранение рекреационных зон.

Проект следует признать социально эффективным если

$$R_{fin} < normative,$$

где *normative* – приемлемая величина риска здоровью;

R_{fin} – значение уровня риска здоровью после завершения проекта.

Лингвистическая оценка критериев социальной эффективности природоохранного проекта приведена в табл.2.

Таблица 2

Лингвистическая оценка критериев социальной эффективности природоохранного проекта

Наименование социального критерия	Норматив	Лингвистическая оценка			
		неуд. «2»	удовл. «3»	хор. «4»	отл. «5»
Риск здоровью жителей территориальной ЭЭС	Уровень риска для здоровья	$>10^{-6}$	$=10^{-6}$	$<10^{-8}$	0

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Браун М.Г. Сбалансированная система показателей: на маршруте внедрения / Марк Грэм Браун; пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 226 с.
2. Руденко С.В., Егоров А.Ю., Гогунский В.Д. Концептуальные принципы управления проектами с учетом экологических ограничений // Вісник Одеського національного морського університету. – Вип. 14. – 2005. – С. 167-175.
3. Кузьмин И.И. Безопасность и техногенный риск // Журнал Всесоюзн. химич. общества им. Д.И. Менделеева. – Т. 35. – 1990. – С. 415-421.
4. Буштуева К.А., Случанко И.С. Методы и критерии оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. – М.: Наука, 1979. – 176 с.
5. Гогунский В.Д., Руденко С.В., Вайсман В.А. Постоянное улучшение процессов – основа управления качеством проектов // Вісник Черкаського державного технологічного ун-ту. – Спецвипуск. – Черкаси: ЧДТУ, 2006. – С. 294-296.

6. Гогунский В.Д., Цыкало А.Л. Об экологическом риске и методе его оценки// Труды международной конф. «Экологические проблемы Одесского региона и их решение». – 14-15 декабря 1994. – С.11-15.
7. Гогунський В.Д., Руденко С.В., Басиль Є.Є. Оцінки екологічного ризику на основі принципів гігієнічного регламентування шкідливих факторів: Моделирование в прикладных научных исследованиях / Материалы XI семинара. – Одесса: ОНПУ, 2004. – С.8-11.

Стаття надійшла до редакції 25.07.2011

Рецензент – доктор технічних наук, професор кафедри «Судноремонт» Одеського національного морського університету
А.В. Шахов.

АВТОРИ ЗБІРНИКА

Анфіногентов Володимир Валерьевич – аспірант Одеської національної морської академії

Арабаджи Олена Станіславівна – асистент кафедри «Системний аналіз та логістика» Одеського національного морського університету

Бойко Віктор Дмитрович – ст. викладач кафедри «Інформаційні технології» Одеського національного морського університету

Бондар Алла Віталіївна – ст. викладач кафедри «Системний аналіз та логістика» Одеського національного морського університету

Валько Надія Григоріївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теорія та проектування корабля» Одеського національного морського університету

Голіков Володимир Антонович – доктор технічних наук, професор, проректор Одеської національної морської академії

Гришин Володимир Олександрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Теоретична і прикладна механіка» Одеського національного морського університету

Єгоров Олександр Геннадійович – мол. наук. співпрацівник Морського інженерного бюро

Єгоров Геннадій В'ячеславович – доктор технічних наук, професор, генеральний директор Морського інженерного бюро

Каніфольський Олександр Олегович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теорія та проектування корабля» Одеського національного морського університету

Капітанов Василь Павлович – доктор технічних наук, професор кафедри «Системний аналіз та логістика» Одеського національного морського університету

Кириллов Володимир Харитонович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Інформаційні технології» Одеського національного морського університету

Крисюк Лариса Михайлівна – ст. викладач кафедри «Облік, фінанси та аудит» Одеського національного морського університету

Кучер Юрій Павлович – ст. викладач кафедри «Теорія та устрій судна» Одеської національної морської академії

Левченко Валерій Валерійович – кандидат історичних наук, ст. викладач кафедри «Українознавство» Одеського національного морського університету

Лукаш Ернест Павлович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теоретична і прикладна механіка» Одеського національного морського університету

Мошнянський Анатолій Федорович – кандидат технічних наук, професор кафедри «Технічна кібернетика» Одеського національного морського університету

Онищенко Світлана Петрівна – кандидат економічних наук доцент кафедри «Системний аналіз та логістика» Одеського національного морського університету

Партолога Майя Іванівна – ст. науковий працівник Одеського національного морського університету

Подлях Олексій Ємельянович – аспірант кафедри «Електротехніка та електрообладнання суден» Одеського національного морського університету

Піддубна Наталія Миколаївна – ст. викладач кафедри «Системний аналіз та логістика» Одеського національного морського університету

Руденко Сергій Васильович – кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідуючого кафедрою «Іноземні мови», проректор з наукової роботи, директор Науково-дослідного інституту фундаментальних та прикладних досліджень Одеського національного морського університету

Сьомін Олексій Анатолійович – начальник департаменту суднобудування ООО «Лігір»

Сіверин Володимир Геннадійович – асистент кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація» Одеського національного морського університету

Сіряченко Валентин Федорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теорія та устрій судна» Одеської національної морської академії

Степанов Валерій Вікторович – ст. викладач кафедри «Теорія та устрій судна» Одеської національної морської академії

Сторожук Микола Спиридонович – доцент кафедри «Вища та прикладна математика» Одеського національного морського університету

Стрельцов Павло Маркович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Підйомно-транспортні машини та механізація перевантажувальних робіт» Одеського національного морського університету

Черніков Павло Сергійович – асистент кафедри «Електротехніка та електрообладнання суден» Одеського національного морського університету

Яровенко Володимир Олексійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Електротехніка та електрообладнання суден» Одеського національного морського університету

ВИМОГИ ДО АВТОРСЬКИХ ТЕКСТОВИХ ОРИГІНАЛІВ

Редакційна колегія збірника наукових праць запрошує науковців до співробітництва в галузі інформування науково-технічної громадськості про нові теоретичні і практичні досягнення у сфері функціонування різних видів транспорту.

У журналі публікуються оригінальні та оглядові статті проблемного і дискусійного характеру.

Статті публікуються на одній з трьох мов: українській, російській або англійській.

Стаття повинна задовольняти вимогам ВАК України до публікацій статей у періодичних наукових виданнях.

Редакційна колегія приймає лише наукові статті, які мають **такі елементи**: постановка проблеми, огляд останніх досліджень і публікацій з цієї проблеми, формулювання завдання дослідження, виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів, висновки з цього дослідження, список використаних джерел.

Стаття має відповідати тематичному спрямуванню збірника і бути завізована власноручно підписом автора.

Матеріал необхідно викладати стисло, послідовно, стилістично грамотно. Терміни та позначення повинні відповідати чинним стандартам. Не допускаються повтори, зайві подробиці при переказі раніше опублікованих відомостей – замість цього подаються посилання на літера-турні джерела. Одиниці виміру слід подавати лише за міжнародною системою одиниць SI або в одиницях, допущених до застосування в Україні згідно до вимог чинних державних стандартів.

Рекомендований обсяг статті, що включається у збірник, **не менше 6 та не більше 15 сторінок**.

Для опублікування у збірнику необхідно до підписаної всіма авторами статті та рефератів додати такі документи:

- ✓ експертний висновок;
- ✓ рецензію фахівців з науковим ступенем за профілем статті (бажано доктора економічних наук), завірену печаткою;
- ✓ рекомендацію відповідної кафедри, лабораторії або наукового підрозділу, що рекомендує статтю до друку;
- ✓ авторську довідку, якщо автор подає рукопис до Видавництва ОНМУ вперше, з зазначенням місця роботи, посади, вчених ступенів і звань, адрес і телефонів.

Рішення про публікацію статті у збірнику приймає редакційна колегія на підставі висновку рецензентів про її наукове та практичне значення.

Вимоги до оформлення тексту статті

Редакційна колегія приймає до роботи диски і один примірник роздрукованого текстового оригіналу (файлів), що є на диску. Текстовий редактор Word – файли в форматі (Word 97-2003 & 6.0/95 RTF).

Необхідно дотримуватись головної вимоги – відповідність шрифтів документа його формату. Оформлення рівнозначних фрагментів документа (заголовків, підписів під рисунками, формул тощо), позначень ідентифікаторів перемінних та констант повинно бути однаковим по всій роботі. Одна і та ж величина (фізична, хімічна, економічна тощо) повинна мати однакове начертання літер.

Текст набирається з дотриманням нижченаведених правил:

- ✓ абзаци відокремлюються один від одного одним маркером кінця абзацу (застосування цього символу в інших цілях не допускається);
- ✓ усі слова всередині абзацу розділяються тільки одним пробілом;
- ✓ перед розділовим знаком пробіли не ставлять, після розділового знака – один пробіл;
- ✓ після ініціалів (перед прізвищем), перед скороченнями і між ними ставиться нерозривний пробіл;
- ✓ виділення курсивом, напівжирним, великими літерами забезпечуються засобами Word.

Розміри полів на сторінках видання

Розмір паперу – формат А4 210 x 297 мм.

- ✓ верхнє – 2 см;
- ✓ нижнє – 3 см;
- ✓ ліве – 2,5 см;
- ✓ праве – 1,5 см.

Стиль, рекомендований для друку – Times New Roman, 14 пт; рядковий;

- вирівнювання – по ширині;
- міжрядковий інтервал – одинарний;
- заборона висячих рядків;
- режим переносу слів – відключений.

Розстановка переносу слів ручним способом забороняється

У лівому куті статті зверху проставляється індекс УДК, ініціали та прізвища авторів передують заголовку і друкуються рядковими літерами – у правому куті.

Заголовок

- ✓ відступ – 0,75;
- ✓ шрифт – Arial Сут, 14 пт, великий;
- ✓ напівжирний;
- ✓ вирівнювання – вліво.

Анотація складається **обов'язково трьома мовами**: українською, російською та англійською (обсягом до 50 слів кожна).

Ключові слова – **обов'язково трьома мовами**: українською, російською та англійською (5-10 слів) наводяться після анотації.

Далі наводяться всі обов'язкові елементи наукової статті.

Вступ

- а) постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними задачами;
- б) короткий аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор;
- в) виділення невирішених раніше питань загальної проблеми, яким присвячується стаття.

Постановка задачі – формулювання мети статті.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів з поділом його на частини з відповідними назвами

У цьому розділі рекомендується висвітлити такі питання, як:

- а) ґрунтовний огляд існуючих рішень поставленої задачі (якщо це необхідно);
- б) актуальність поставленої задачі;
- в) вибір методів, підходів, моделей та інструментів розв'язку поставленої задачі;
- г) власне розв'язок поставленої задачі;
- д) адекватність теоретичних рішень та переваги практичних рішень над існуючими;
- е) приклади застосування отриманих результатів.

Висновки

- а) підсумки даного дослідження;
- б) перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

Література

Список літератури подається в порядку посилання. Неприпустиме посилання на неопубліковані та незавершені праці.

Редакційна колегія звертає увагу авторів на те, що назва статті повинна коротко і максимально точно відобразити суть проведених досліджень.

Розміри для введення формул

- ✓ основний – 16 пт;
- ✓ крупний індекс – 12 пт;
- ✓ дрібний індекс – 10 пт;
- ✓ крупний символ – 18 пт;
- ✓ дрібний символ – 14 пт;
- ✓ перемінна – курсив (на 2 пт більше базового);
- ✓ функція и константи – прямий шрифт (на 2 пт більше базового);
- ✓ скорочення в індексах – прямий шрифт.

Математичні формули набирають тільки вбудованим редактором формул Microsoft Equation 3.0. Вони потребують однакового написання та розміщення елементів. Індeksi та показники степеня повинні бути однаковими за розміром, але не більше ніж у два рази меншими за основну строку формули та однаково опущеними чи піднятими по відношенню до лінії основного рядка формули, щоб при зменшенні в 1,5 рази вони безпомилково читались.

Номери формул позначають арабськими цифрами у круглих дужках, розташовуючи їх біля правого краю полоси. У разі, якщо номер не вміщується у рядку формули, його виділяють у наступний за формулою черговий рядок. Біля формули, що займає декілька рядків, номер ставлять біля останнього рядка, біля формули-дроби – навпроти основної ділильної лінійки. Невеликим формулам у одному рядку, якщо вони складають єдину групу, присвоюють один загальний номер. Групу формул, розташованих окремими рядками, охоплюють справа чи зліва парантезом і номер групи розташовують проти його вістря, а якщо парантеза справа нема – проти середини цієї групи.

Якщо формула набирається у редакторі формул шрифтом Times курсивом, то і по тексту символи необхідно набирати курсивом, тобто символи по тексту повинні відповідати символам у редакторі формул.

Якщо формула набирається шрифтом Arial не курсивом, то і по тексту символи повинні відповідати формулі.

Рисунки набираються по тексту, повинні бути згрупованими, розмір не повинен перевищувати 10x12 см.

Підписи та надписи у графічних об'єктах (рисунках, схемах та т. інш.) неможна робити за допомогою інструменту надпису панелі інструментів (Рисування) у зв'язку з тим, що при збільшуванні чи зменшуванні графічних об'єктів текстові блоки викривлюються.

Для створення графічних об'єктів рекомендується використовувати графічні програми Paint, Corel Draw, AutoCad та інш.

Середня кількість ілюстрацій за обсягом не повинна перевищувати 20 % авторського тексту, що при розмірі 9x12 см складе 7-8 рисунків на авторський лист.

Якщо рисунок у статті один, то він не нумерується, посилання на нього робиться словом «рисунок» без скорочення, а під самим рисунком слово «рисунок» не пишеться. Підпис з експлікацією без підпису (теми зображення) неприпустиме.

Підпис завжди починають з великої літери, експлікації – з малої. Крапки у кінці підпису не ставлять. Після основного підпису, якщо далі йде експлікація, прийнято ставити двокрапку. Елементи експлікації відділяють один від одного крапкою з комою, а цифрові або буквені позначення від тексту пояснення – знаком тире.

Таблиці. Ширина таблиці повинна відповідати ширині текстового блоку видання. Розмір шрифту для набору таблиці – 14 кегль. Допускається розмір шрифту – 12 кегль.

Таблиці повинні бути надруковані у тексті після абзаців, що мають посилання на них. Таблиця має нумераційний заголовок та тематичний заголовок, що визначає її тему та зміст (без розділового знака на кінці).

Якщо в тексті одна таблиця, нумераційний заголовок не пишеться. Тематичний заголовок не пишеться у таблиці допоміжного характеру, у такій, що немає самостійного значення.

Основні вимоги до тематичного заголовка – точність, відповідність призначенню, зміст таблиці, виразність та короткість.

Над таблицею, що продовжується, пишеться нумераційний заголовок «Продовження табл. _ », якщо вона не закінчена, або «Закінчення табл. _ », якщо закінчена.

Текст таблиці не повинен виходити за лінії, що обмежують граfi. Числа у таблиці, що мають більше чотирьох цифр, повинні ділитися на класи по 3 цифри, інтервалом у один пробіл (виняток номери та дати).

Таблиці повинні бути закритими з боків та внизу. Графу «Номер з/п» давати тільки тоді, коли є посилання на цю нумерацію.

Заголовки граfi ставлять у називному відмінку однини чи множини без довільного скорочення слів.

У одноярусній головці усі заголовки пишуться з великої літери.

У дво- і багатоярусній головці заголовки верхнього ярусу пишуться з великої літери, а заголовки наступних ярусів – з великої літери, якщо вони граматично не підпорядковуються заголовку верхнього ярусу, що стоїть над ними.

Примітки та виноски за змістом таблиці необхідно друкувати тільки під таблицею.

Виноски позначаються зірочкою.

Матеріали і документи, які не повністю оформлені або не відповідають усім вимогам, не розглядаються.

УВАГА!

Матеріали, що подаються для опублікування, повинні бути актуальними, виключати паралелізм та дублювання.

Передрукування та будь-яке використання матеріалів здійснюється з обов'язковим посиланням на збірник.

Автори несуть повну відповідальність за науковий зміст, точність фактичних даних, посилань на джерело, а також ілюстративного матеріалу і цитат.

Редакція не завжди поділяє позицію авторів публікацій.

Приклади бібліографічного опису документа

Опис книги одного автора

Іванов О.К. Економічний аналіз: Учбовий посібник/ О.К. Іванов. – СПб.: Вид. СПбГТУ, 1998. – 88 с.

Опис книги двох авторів

Гаврикова Т.А. Дислокація в кристалах: Учебн. пособие / Т.А. Гаврикова, Б.А. Зыков. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1998. – 72 с.

Опис книги трьох авторів

Сергеев К.Г. Физические методы контроля качества материалов и продукции: Учебн. пособие / К.Г. Сергеев, Н.А. Столярова, И.И. Горшков. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1998. – 52 с.

Опис книги під редакцією

Пористые проницаемые материалы: справ./ Под ред. С.В. Белова. – М.: Металлургия, 1987. – 333 с.

Опис методичних вказівок

Управление проектами: Метод. указания / В.П. Капитанов. – Одесса: Изд-во ОНМУ, 2005. – 37 с.

Опис складової частини видання

Ильф И.А. Источник веселья / И.А. Ильф, Е.П. Петров // Собр. соч.: В 5 т. – М., 1961. – Т.5. С.94-97.

Опис статті зі збірника, книги

Кириллов В.Н., Демидюк А.В., Тонюк В.И. Экспериментальная установка для исследования гидродинамических характеристик продольной качки моделей судов // Вісник ОДМУ. – Одеса: Вид-во ОДМУ. – 1998. – № 1. – С.90-93.

Опис статті з журналу

Вечорин Е.Л., Константин Петрович Боклевский / Е.Л. Вечорин // Научно-технические ведомости СПбГТУ. – 1999. – № 1(15). – С. 113.

Синтез перенасыщенных аналогов пенициллина / Е.Ф. Панарин, М.В. Соколовский, М.Б. Беров, М.А. Жукова // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1974. – № 10. – С. 2300-2303.

Опис статті з газети

Немировский Е.Л. Первопечатник Иван Федоров / Е.Л. Немировский // Лит.газ. – 1984. – 5 мая. – С.16.

Опис стандартів

ГОСТ 7.1-84 СИБИД. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила оформления. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 76 с.

Опис патентних документів

А.с. 1254421 СССР, МКИ G 03 G 15/00. Электрографический микрофильмирующий аппарат / А.Г. Арутюнов (СССР). Оpubл. 23.06.86. Бюл. № 32.

Опис авторефератів дисертацій

Касимовский Н.И. Разработка оксидного катализатора: Автореф. дис. ... канд. техн. наук // Н.И. Касимовский; ЛТИ им. Ленсовета. – Л., 1988. – 16 с.

Опис дисертації

Талишинский Р.Р. Документализм в публицистике: Дис. ... канд. филол. наук / Р.Р. Талишинский; Моск.гос.ун-т. – М., 1986. – 203 с.

Опис іноземних літературних джерел підпорядковується тим же правилам. Наприклад:

Wyner F. The wire-tap channel / A. Wyner // Bell Sistem Technical J. – 1975. – Vol. 54. – № 3. – P. 1355-1387.

Гришин В.А., Мошнянский А.Ф. Директор ОИИМФА Александр Васильевич Будницкий	3
Сторожук Н.С. Кафедра «Высшая и прикладная математика (ВиПМ)» (80 лет на службе флоту)	11
Левченко В.В. К вопросу становления и преемственности Одесского национального морского университета	17

ГИДРОДИНАМИКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРАБЛЯ

Бойко В.Д., Кириллов В.Х. Исследование нелинейных волнообразований на поверхности тонкого слоя вязкой жидкости, текущей по наклонной поверхности	27
Валько Н.Г., Егоров А.Г. Определение весовой нагрузки нефтеналивных судов смешанного плавания в начальной стадии проектирования	39
Егоров Г.В. Танкеры смешанного река-море плавания. Перспективы существующего флота	47
Канифольский А.О., Крысюк Л.М. Методика определения коэффициента загрузки судна, основанная на данных международной конвенции SOLAS	63
Сёмин А.А. Идентификация и оценка рисков при проектировании пассажирских судов внутреннего и смешанного плавания	69

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА, ПРОЧНОСТЬ СУДОВ И СООРУЖЕНИЙ

Гришин В.А. История одесских оползней. (Часть 3)	78
Лукаш Э.П., Партолога М.И. Моделирование сложных судовых конструкций при динамических нагрузках	92
Сириченко В.Ф., Степанов В.В., Кучер Ю.П. Прочность плавучего причала	100

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Голиков В.А., Анфиногентов В.В.	
Определение характеристик взаимодействия нефтеостатков с поверхностью грузового танка	108
Сиверин В.Г.	
Доводка конструктивных параметров топливной системы с использованием методики расчета процесса топливopодачи ...	116
Стрельцов П.М.	
Оптимизация управления крановыми установками	123
Яровенко В.А., Подлях А.Е., Черников П.С.	
Математическая модель синхронного генератора в составе пропульсивного комплекса электрохода	134

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ

Бондарь А.В.	
Управление ценностью лизингового проекта	144
Капитанов В.П.	
Новые технологии интерактивного обучения взрослых методологии управления проектами	161
Онищенко С.П., Арабаджи Е.С.	
Структура, цель, продукт и ценность программ развития предприятий	175
Поддубная Н.Н.	
Обоснование подхода к проведению диагностики состояния проектноориентированной судоходной компании	187
Руденко С.В.	
Оценки эколого-социальных результатов природоохранного проекта	195
АВТОРИ	202
ВИМОГИ ДО АВТОРСЬКИХ ТЕКСТОВИХ ОРИГІНАЛІВ	205
ЗМІСТ	213