

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



**Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет**

**МОРЕХОДЫ – РАЗВИТИЮ РЫБНОЙ
ОТРАСЛИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

**Материалы XV Национальной научно-технической
конференции студентов, курсантов и молодых ученых**

(Владивосток, 12–13 апреля 2023 года)

Электронное издание

Владивосток
Дальрыбвтуз
2023

УДК 639.2+629.123.073
ББК 65.35(2P55)
М79

Редакционная коллегия:

Бурханов С.Б., канд. экон. наук, доцент, директор Мореходного института.
Карпушин И.С., канд. техн. наук, доцент, зав. каф. «Судовождение».
Лебедева М.Н., зам. директора Мореходного института по научной работе.
Глазюк Д.К., канд. техн. наук, зав. каф. «Судовые энергетические установки».
Бауло Е.Н., канд. техн. наук, доцент, зав. каф. «Электроэнергетика и автоматика».
Валькова С.С., канд. техн. наук, доцент зав. каф. «Эксплуатация и управление транспортом».
Григорьева Е.В., канд. техн. наук, доцент, зав. каф. «Инженерные дисциплины».

Адрес оргкомитета конференции:

680087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52 б,
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
Тел/Факс: (423) 244-00-49
E-mail: lebedeva.mn@dgtru.ru

М79 Мореходы – развития рыбной отрасли Дальнего Востока: материалы XV Нац. науч.-техн. конф. студентов, курсантов и молодых ученых [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (28,0 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2023. – 232 с. – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

В материалах представлены результаты научно-исследовательской работы обучающихся в области безопасности мореплавания и технического обеспечения судов, электроэнергетики и автоматике, технического сервиса и транспортных систем, а также прикладные исследования в области физики и инженерных дисциплин.

УДК 639.2+639.123.073
ББК 65.35(2P55)

© Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный
университет, 2023

Секция 1. БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

УДК 656

Владислав Евгеньевич Гречишников

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
курсант, гр. СВс-112, Россия, Владивосток, e-mail: pillers@mail.ru

Научный руководитель – Виталий Витальевич Ганнесен, доцент

К проблеме безопасности плавания в ледовых условиях

Аннотация. Плавание во льдах является сложным и опасным режимом эксплуатации судна с точки зрения возможности получения повреждения корпуса от столкновения с льдинами, что приводит к деформации, а иногда и нарушению целостности водонепроницаемого корпуса. Большая часть Охотского моря, являющегося одним из основных рыбопромысловых районов, в осенне-зимний период покрывается льдом, что существенно затрудняет ведение промысла и увеличивает количество случаев повреждения судов, а иногда приводит к их гибели.

Ключевые слова: плавание во льдах, ледовые повреждения, гибель судна

Vladislav E. Grechishnikov

Far Eastern State Technical Fisheries University, cadet, SVs-112, Russia, Vladivostok,
e-mail: pillers@mail.ru

Scientific adviser – Vitaly V. Gannesen, Associate Professor

To the problem of navigation safety in ice conditions

Abstract. Navigation in ice is a complex and dangerous mode of operation of the ship in terms of the possibility of damage to the hull from a collision with ice floes, which leads to deformation, and sometimes even a violation of the integrity of the watertight hull. Most of the Sea of Okhotsk, which is one of the main fishing areas, is covered with ice in the autumn-winter period, which significantly complicates fishing and increases the number of cases of damage to ships, and sometimes leads to their death.

Keywords: navigation in ice, ice damage, loss of a vessel

Плавание во льдах является сложным и опасным режимом эксплуатации судна. Корпуса судов, работающих во льдах, подвергаются ударным нагрузкам, приводящим к деформации, а иногда и нарушению целостности обшивки. Рыбопромысловые суда, работающие в Охотском море в осенне-зимний период, нередко вынуждены входить в скопления льда вслед за объектами промысла. При этом капитаны не всегда адекватно оценивают степень опасности, что приводит иногда к возникновению аварийных ситуаций.

Целью работы является исследование условий безопасного плавания судна во льдах.

В зависимости от условий, в которых предполагается эксплуатация судна, его корпусу придается определенная прочность, в том числе и с расчетом на плавание во льдах. Следует напомнить, что прочность корпуса, учитывающая возможность плавания во льдах, име-

ет четыре ограничительных фактора – толщина льда, размеры отдельных льдин, сплоченность ледяного поля и скорость хода судна [1, 2]. Игнорирование любого из них может привести к получению пробоины. Но даже при соблюдении всех четырёх ограничительных условия для судна своего класса капитан должен учитывать дополнительную опасность получения повреждения, когда судно находится в состоянии полной загрузки или близком к этому [3].

Последним примером опасности плавания во льдах стала гибель китайского балкера Yong Xing 56, следовавшего в порт Ванино в конце февраля 2023 г. (рис. 1) [4, 5].

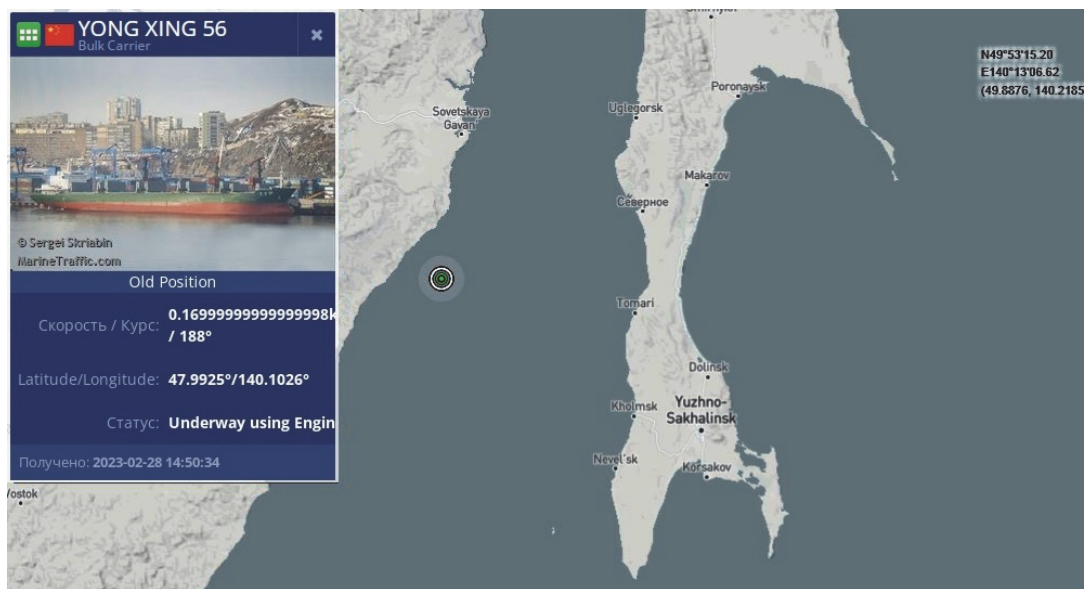


Рисунок 1 – Последняя позиция Yong Xing 56 по данным MarineTraffic

Гибель судна произошла в результате столкновения со льдом и дальнейшего затопления после получения повреждения корпуса размером примерно 1,5 x 2 м в районе таранной переборки (рис. 2).



Рисунок 2 – Пробоина балкера Yong Xing 56



Рисунок 5 – Носовая оконечность Yong Xing 56

В связи с рассмотренными обстоятельствами возникает вопрос, как судно такого класса оказалось в недопустимо тяжелых ледовых условиях? Следует напомнить, что суда, корпуса которых рассчитаны на самостоятельное плавание в неарктических морях, – суда классов Ice1, Ice2 и Ice3, могут рассчитывать на безопасное прохождение мелкобитого льда сплоченностью не более 6 баллов [4, 5]. Фотографии, сделанные во время проведения спасательной операции, показывают, что сплоченность льда не менее 9 баллов, так как просветы воды в ледовом поле имеются только в районе работы судна-спасателя (рис. 6).



Рисунок 6 – Ледовая обстановка во время попытки спасения Yong Xing 56

Рассмотренная авария еще раз показывает, что нельзя пренебрегать теми ограничениями, которые закладываются в конструкцию судна. Капитаны судов, планируя маршруты через скопления льдов, должны заблаговременно изучать ледовую обстановку на маршруте и не допускать попадания судна в ледовые условия, на которые не рассчитана прочность корпуса.

Библиографический список

1. Правила классификации и постройки морских судов. Часть I. Классификация. СПб. : Морской Регистр Судоходства, 2021. 116 с.
2. Правила классификации и постройки морских судов. Часть II. Корпус. СПб. : Морской Регистр Судоходства, 2021. 319 с.
3. Ганнесен В. В., Соловьёва Е. Е. Риски получения повреждений корпуса судна при ведении промысла во льдах // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 61, № 3. С. 77–86.
4. Росморречфлот // telegram-канал. URL: https://t.me/morflot_gov/542.
5. MarineTraffic // онлайн-сервис: положение судов по данным АИС. URL : <https://www.marinetraffic.com/>.
6. Multimaps : картографический сервис. URL : <https://multimaps.ru/>.

УДК 656

Максим Романович Доценко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, курсант, гр. СВс-312, Россия, Владивосток, e-mail: maxdocenko7247@gmail.com

Иван Владимирович Ашов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, курсант, гр. СВс-312, Россия, Владивосток

Научный руководитель – Екатерина Евгеньевна Соловьева, старший преподаватель

Обзор аварийности морских транспортных судов

Аннотация. Общий интерес всех заинтересованных сторон в судоходной отрасли заключается в безопасном и безаварийном судоходстве. Для достижения этой цели одним из наиболее важных действий, которые можно предпринять, является сбор статистических данных причин произошедшей аварии и анализ предыдущих морских аварий. На основе результатов анализа возможно принятие эффективных корректирующих мер, которые могут помочь уменьшить количество таких нежелательных событий в будущем и повысить безопасность судоходства.

Ключевые слова: судно, авария, безопасность судовождения

Maksim R. Dotsenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, cadet, SVs-312, Russia, Vladivostok, e-mail: maxdocenko7247@gmail.com

Ivan V. Ashov

Far Eastern State Technical Fisheries University, cadet, SVs-312, Russia, Vladivostok

Scientific adviser – Ekaterina E. Soloveva, Senior Lecturer

Overview of the accident rate of marine transport vessels

Abstract. The common interest of all stakeholders in the shipping industry is safe and accident-free shipping. To achieve this goal, one of the most important actions that can be taken is the collection of statistical data on the causes of an accident that has occurred and the analysis of previous marine accidents. Based on the results of the analysis, it is possible to take effective corrective measures that can help reduce the number of such undesirable events in the future and improve the safety of navigation.

Keywords: ship, accident, safety of navigation

На судоходную отрасль приходится более 90 % мировой торговли товарами, поэтому она является одним из двигателей мировой экономики. Безопасность судов в море является главной заботой всех заинтересованных сторон. Отсутствие безопасности может привести к гибели людей, загрязнению окружающей среды, повреждению груза и судна, и этого необходимо избегать. Международная морская организация (ИМО) сосредоточилась на повышении безопасности на борту судов с помощью различных наборов правил, положений и требований. Улучшения видны в конструкции кораблей, требованиям к остойчивости, модернизации оборудования и учете влияния человеческого фактора.

Несмотря на все более жесткие требования к обеспечению безопасности мореплавания, за последнее десятилетие произошло несколько катастрофических происшествий, таких как крушение контейнеровоза SS El Faro и грузового судна Semfjord с самыми тяжелыми последствиями – полными потерями груза и человеческими жертвами.

Отличительная культура морской транспортной отрасли характеризуется своим глобальным характером, условиями труда, автономией и сложностью. Глобальный характер судоходной отрасли означает, что всемирная конкуренция заставляет судовладельцев стремиться к постоянному повышению экономической эффективности. На морские перевозки сильно влияют глобальные экономические, торговые и экологические тенденции, а также экономический спад 2020 г., вызванный пандемией COVID-19. По данным ЮНКТАД, общий мировой флот состоит из 98 140 коммерческих судов валовой вместимостью более 100 т (GT). Из них количество газозовов, нефтяных танкеров, балкеров и контейнеровозов росло наиболее быстрыми темпами в течение года до 2020 г. Согласно статистике аварий Lloyd's List Intelligence Intelligence с 1998 г. по июль 2018 г. в мире произошло в общей сложности 3976 морских аварий судов валовой вместимостью 100 и более, в результате которых погибло или было ранено 15 738 человек. Благодаря совершенствованию навигационных технологий и повышенному вниманию, уделяемому различными правительствами безопасности на море и защите окружающей среды, количество морских аварий с полными потерями сократилось, но уровень смертности от таких аварий остается высоким. Большинство текущих исследований несчастных случаев в морском секторе в первую очередь сосредоточены на авариях, связанных со столкновением судов, и прогнозировании рисков таких происшествий.

Общие транспортные потери по годам представлены на рисунке (суда валовой вместимостью более 100 т).



Общие транспортные потери судов валовой вместимостью более 100 т

В то время как общее количество потерь за последний год снизилось, количество зарегистрированных аварийных случаев (АС) или инцидентов на судах увеличилось. Повреждение/отказ оборудования приходится на каждое третье происшествие в мире [1].

Пожар/взрыв является третьей основной причиной (после столкновения), при этом количество пожаров ежегодно увеличивается почти на 10 %. В таблице приведена статистика аварийных случаев по видам.

Статистика аварийных случаев по видам (по данным Allianz Global Corporate & Specialty (AGCS))

Тип АС	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Затопление	46	54	70	50	66	48	57	31	31	24	477
Крушение	28	29	21	18	19	20	15	4	4	7	127
Пожар	9	14	15	7	9	12	8	9	9	10	99
Повреждение техники	6	15	1	5	2	10	9	0	0	1	51
Повреждение корпуса	3	7	1	5	2	4	5	1	1	0	29
Столкновение	3	5	2	2	7	2	1	1	1	2	27
Удар о портовую стену	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Пропажа	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	3
Пираты	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Другое	2	2	1	2	0	1	0	1	1	5	14
Итого	98	128	111	90	105	99	95	53	48	49	876

Что касается географии распределения аварий, то в 2021 г. 46 % морских аварий произошло в Тихоокеанском регионе, 30 % – в Центральном регионе и 24 % – в Атлантическом регионе. Менее 1 % аварий судов произошло в чужих водах. В Тихоокеанском регионе в 2021 г. количество аварий на судах было на 15 % ниже среднего показателя за 2011–2020 гг., в Центральном регионе – на 23 % ниже среднего показателя 2011–2020 гг., а в Атлантическом регионе – на 31 % ниже среднего показателя 2011–2020 гг. [2].

Тип груза и размер судна оказывают большое влияние на масштабы и последствия аварии на море. Только на сырую нефть приходилось около 17–20 % от общего объема морских перевозок грузов в период с 2010 г. по 2019 г., а объем ежегодно транспортируемой сырой нефти составляет в среднем около 1 800 миллионов метрических тонн. Помимо типа груза, увеличение размера судов может повлиять на безопасность, эффективную защиту от пожаров и спасение в случае аварии, что так ярко продемонстрировал недавний случай «заклинивания» Ever Given в Суэцком канале.

За последние 50 лет размер и вместимость судов увеличились на 1500 %, при этом самые большие контейнеровозы теперь не уступают по размеру самому большому нефтяному танкеру и больше, чем самые большие круизные лайнеры. По данным ИТОРФ, в период с 2010 г. по 2018 г. 91 % всех разливов нефти произошло в результате 10 столкновений, что больше, чем в предыдущем десятилетии, когда 75 % разливов нефти произошло в результате тех же 10 столкновений. Действительно, многие исследования определяют столкновение как основную причину аварий с разливом нефти более чем в половине случаев, причем в большинстве случаев это происходит, когда суда находятся на ходу или в открытой воде [3].

В дополнение к увеличению размеров судов судовладельцы еще одним очень распространенным способом сокращения своих фиксированных расходов нанимают многонациональные экипажи из развивающихся стран или сокращают количество членов экипажа на борту. Это часто приводит к снижению приоритетности обучения сотрудников и увеличению проблем с общением и пониманием между многоязычным и мультикультурным экипажем, который не может эффективно общаться и понимать друг друга [4].

Члены экипажа также неизбежно переносят свои культурные взгляды, стереотипы и расовые предрассудки, что приводит к культурной напряженности и натянутым отношениям. Эта напряженность еще больше усугубляется долгим рабочим днем, шумной обстановкой, чувством изоляции и одиночества, плохими и часто общими условиями жизни с отсутствием уединения, а также невозможностью уйти, чтобы насладиться свободным временем в одиночестве. Жизнь и работа в таких условиях в течение длительного времени

может повлиять на моральный дух экипажа и повысить уровень стресса, что приведет к усталости, потере концентрации и внимания, снижению производительности и, в конечном счете, аварии [5].

Сложность и отсутствие стандартизации в отчетности о морских авариях часто означают, что выявление подробных причинных факторов затруднено и занимает много времени.

Отчетность в ИМО о расследованиях морской безопасности, морских авариях и инцидентах основывается на своде международных стандартов и рекомендуемой практики для безопасности при расследовании морской аварии или морского инцидента (Кодекс по расследованию аварий, издание 2008 г. (резолюция MSC.255(84), параграф 14.1, глава 14 обязательной части II: «Безопасность на море». «Проводящее расследование государство (государства) представляет Организации окончательный вариант отчета о расследовании в отношении безопасности на море по каждому расследованию в отношении безопасности на море, проведенному в связи с очень серьезной аварией».

Морская авария с полными потерями, наиболее серьезная авария судов, не только несет огромные экономические потери судоходным компаниям, но также обычно сопровождается человеческими жертвами и экологическим ущербом. Поэтому крайне важно определить взаимосвязь между основными факторами и потерями в морских авариях с полными потерями с целью сокращения таких происшествий и количества несчастных случаев для поддержания безопасности на море.

Библиографический список

1. Ганнесен, В. В. Аварийность морских судов и методология поиска причинно-следственных связей, приведших к аварии / В. В. Ганнесен, Е. Е. Соловьева // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 61, № 3. С. 70–76. EDN RUSLEB.

2. Ганнесен, В. В. Человеческий фактор как одна из основных причин аварийности / В. В. Ганнесен, Е. Е. Соловьева // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 61, № 3. С. 64–69. EDN DIQMOX.

3. Маликова, Т. Е. Аварийность морского флота и анализ внешних факторов, повлекших за собой аварии со смещением грузов / Т. Е. Маликова // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2014. № 1–2. С. 162–165. EDN THBVZV.

4. <https://www.emsa.europa.eu/publications/reports.html>.

5. <https://rostransnadzor.gov.ru/documents/1328>.

УДК 656

Илья Романович Кравченко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, курсант, СВс-512, Россия, Владивосток, e-mail: Kravchenko.IR@stud.dgtru.ru

Научный руководитель – Виталий Витальевич Ганнесен, доцент

Об адекватности принятия решений при угрозе обледенения судна

Аннотация. Работа посвящена исследованию причин, приводящих к возникновению аварийных ситуаций, связанных с принятием неверных решений капитанами судов в условиях обледенения. Рассмотрены два аварийных случая гибели рыболовных судов в условиях обледенения.

Ключевые слова: обледенение судна, потеря остойчивости, переворачивание судна

Илья R. Kravchenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, student SVs-512, Russia, Vladivostok, e-mail: Kravchenko.IR@stud.dgtru.ru

Scientific adviser – Vitaly V. Gannesen, Associate Professor

On the adequacy of decision-making in the event of the threat of the vessel icing

Abstract. The article is devoted to the study of the causes leading to the occurrence of emergency situations associated with the adoption of incorrect decisions by ship captains in icing conditions. The paper considers two emergency cases of death of fishing vessels in icing conditions.

Keywords: icing of the vessel, loss of stability, capsizing of ship

Работа рыбопромысловых судов в дальневосточных морях в осенне-зимний период связана с целым рядом факторов, осложняющих выполнение производственных задач. Одним из наиболее опасных факторов, влияющих на безопасность, является обледенение. В результате обледенения происходит:

- приращение водоизмещения, что ведет к уменьшению запаса плавучести;
- увеличение площади парусности и перемещение вверх центра парусности судна, что ведет к увеличению кренящего момента от ветра;
- перемещение вверх центра тяжести судна, что ведет к уменьшению остойчивости.

Данная работа посвящена исследованию причин, приводящих к возникновению аварийных ситуаций, связанных с принятием неверных решений капитанами судов в условиях обледенения.

Опасность обледенения состоит не только в том, что судно может погибнуть в результате опрокидывания, но прежде всего в том, что шансы на спасение у экипажа крайне малы ввиду стремительности процесса и тяжелых метеорологических условиях, при которых это происходит.

Умение прогнозировать гидрометеорологическую обстановку, адекватно оценивать степень опасности и принимать решения, исключающие риск гибели судна и людей – это обязанность капитана судна. Тем не менее время от времени суда попадают в критические ситуации, которых можно было бы избежать, но капитанами были приняты неверные решения.

В качестве примера неадекватной оценки степени опасности обледенения можно привести случай гибели рыболовного судна «Восток», пропавшего 24 января 2018 г. на пути из порта Донхэ (Корея) в порт Холмск Сахалинской области [1, 2]. Капитан принял решение о выходе из порта, несмотря на штормовую погоду по маршруту (северный ветер с порывами до 20 м/с; высота волн 4 м и более) и предупреждения метеорологических служб о возможности обледенения. Для капитана должно было быть очевидным, что такие метеороусловия обеспечат интенсивное забрызгивание и обледенение по всей высоте судовых конструкций.

Поскольку судно собиралось на промысел краба, то имело на открытой палубе в корме порядка крабовых ловушек. Ловушки, имеющие небольшую массу, не влияли существенно на остойчивость судна в нормальных условиях плавания, но, занимая большой объём, представляли особую опасность при обледенении, поскольку попадающая на них вода замерзала, не успевая стечь, удалить с них лёд способом околки было, практически, невозможно.

Учитывая изложенные обстоятельства, капитан судна должен был отложить выход из порта, но он принял решение о выходе в море. Утром 25 января 2018 г. во Владивостокский морской спасательный координационный центр поступил сигнал бедствия, переданный спутниковым аварийным радиобудем судна «Восток». Источник сигнала находился примерно в 100 милях к югу от мыса Гамова. Велась ли на судне борьба с обледенением, неизвестно, но судя по тому, что сигнал был подан автоматически, а не экипажем, опрокидывание судна произошло стремительно, не оставив шансов на спасение. В результате принятия капитаном решения, неадекватного обстоятельствам, без вести пропало судно и 21 член экипажа.

Другим примером неадекватной оценки степени опасности обледенения можно считать гибель рыболовного судна «Онега» в Баренцевом море в конце декабря 2020 г. [3]. Судно занималось промыслом с использованием горизонтальных ярусов в условиях постоянного обледенения. Часть экипажа постоянно была занята работами по удалению намерзающего льда.

Согласно материалам расследования гидрометеорологические условия были следующими: ветер около 16 м/с, температура воздуха -14 °С, высота волны 3 м. Ведение промысла в данных условиях само по себе уже является нарушением, поскольку для судна такого водоизмещения предельно допустимым состоянием моря при лове крючковыми снастями является волнение 4 балла [4].

28.12.2020 была предпринята попытка выборки через лацпорт ярусов, выставленных днем ранее. Однако процедура была прервана из-за волн, захлестывавших в лацпорт. Расчет, проведенный вахтенным помощником, показал, что остойчивость находится в критическом состоянии. Это означало, что любые изменения весовых нагрузок, уменьшающих остойчивость, могут привести к опрокидыванию судна. Несмотря на это, капитаном было принято решение возобновить выборку ярусов. В условиях «очень быстрого» обледенения (по классификации Международной морской организации [5]) экипаж перестал заниматься удалением льда, а перешел к выборке яруса.

Из-за дополнительного кренящего момента от выбираемых орудий лова, а также дальнейшего уменьшения остойчивости от нарастания льда, судно приобрело крен 20–30°. Через открытый лацпорт накрененного судна вода стала поступать внутрь корпуса, в результате чего судно перевернулось и затонуло.

Расследование показало, что были нарушены почти все положения «Рекомендаций для капитанов рыболовных судов относительно живучести судна в условиях обледенения» [5]. В результате неадекватной оценки риска погибло судно и 17 из 19 членов экипажа.

В обеих рассмотренных авариях критически опасные обстоятельства не возникли внезапно, и у капитанов были возможности не подвергать судно и экипаж риску. Но тут явно просматривается одна основополагающая причина – желание зарабатывать деньги, пусть даже с риском для жизни. А уже на эту основу наложилась недостаточная компетентность в вопросах обеспечения безопасности и управления судном.

Библиографический список

1. Пресс-центр МЧС России. URL : <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/1420385>.
2. РИА Новости. URL : <https://ria.ru/20210906/sudno-1748868121.html>.
3. Доклад о расследовании затопления рыболовного судна «ОНЕГА» в Баренцевом море 28 декабря 2020 года. Федеральная служба по надзору в сфере транспорта. URL : <http://rtn3.alf.legion-pro.ru/documents/1334>.
4. Правила по охране труда при добыче (вылове), переработке водных биоресурсов и производстве отдельных видов продукции из водных биоресурсов. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации N 858Н от 4 декабря 2020 года.
5. Международный кодекс остойчивости судов в неповрежденном состоянии 2008 года (с поправками). Резолюция Ассамблеи ИМО от 04 декабря 2008 г. № MSC.267(85).

УДК 629.014.7

Степан Олегович Сулимов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. СМС-412, Россия, Владивосток, e-mail: stepsul02@gmail.com

Научный руководитель – Дмитрий Константинович Глазюк, канд. техн. наук, доцент

Перспективность танкерного флота – газовозы в современных реалиях

Аннотация. Рассмотрены современные тенденции развития газовозов и их конструктивные особенности.

Ключевые слова: танкер-газовоз, современные тенденции, перспективность

Stepan O. Sulimov

Far Eastern State Technical Fisheries University, SMS-412, Russia, Vladivostok, e-mail: stepsul02@gmail.com

Scientific adviser – Dmitriy K. Glazyuk, PhD, Associate Professor

The prospects of the tanker fleet - gas tankers in modern realities

Abstract. Modern trends in the development of gas tankers and their design features are considered.

Keywords: gas tanker, current trends, prospects

Первые сведения о перевозках сжиженных газов морем относятся к 1929–1931 гг., когда компания *Shell* временно переоборудовала танкер *Megara* дедвейтом около 11 тыс. т в судно для перевозки сжиженного газа и построила в Голландии судно *Agnita* дедвейтом 4,5 тыс. т, предназначенное для одновременной перевозки нефти, сжиженного газа и серной кислоты.

На судне *Agnita* в 12 грузовых танках было установлено 12 вертикальных цилиндрических цистерн, выступающих над верхней палубой. Пространство в танках, не занятое цистернами, заполнялось нефтепродуктами. Главным двигателем служил дизель, позволявший судну развивать скорость около 13 уз. Танкер *Agnita* перевозил сжиженные газы с острова Кюрасао (Карибское море) в западноевропейские страны. Во время второй мировой войны это судно погибло.

Типовой современный СПГ-танкер (*метановоз*) может перевозить 155–220 тыс. м³ сжиженного газа, из чего может быть получено порядка 95–135 млн м³ природного газа в результате регазификации. По своему размеру суда-газовозы аналогичны авианосцам, но значительно меньше сверхкрупнотоннажных нефтеналивных судов. Ввиду того, что метановозы отличаются чрезвычайной капиталоемкостью, их простой недопустим (цена постройки газовоза колеблется в диапазоне 200–250 млн долл., что в разы превышает стоимость нефтяных танкеров, цена которых находится в диапазоне 20–60 млн долл.). Они быстроходны, скорость морского судна, перевозящего сжиженный природный газ, достигает 18–21 уз по сравнению с 14 уз для стандартного нефтяного танкера. Кроме того, операции по наливу и разгрузке СПГ не занимают много времени (в среднем 12–18 ч).

Современные тенденции развития рынка сжиженного природного газа

Ранжирование основополагающих тенденций развития мирового рынка СПГ можно определить следующим образом.

Во-первых, мировой рынок СПГ становится более гибким и мобильным в результате увеличения доли краткосрочных и среднесрочных контрактов на поставку СПГ. Так, до 1990 г. все объемы производимого СПГ были законтрактованы на 20–25 лет. С ростом рынка СПГ начало возрастать количество краткосрочных контрактов от 1 до 5 лет. Средняя продолжительность и объем СПГ-контрактов представлены на рис. 1, 2.

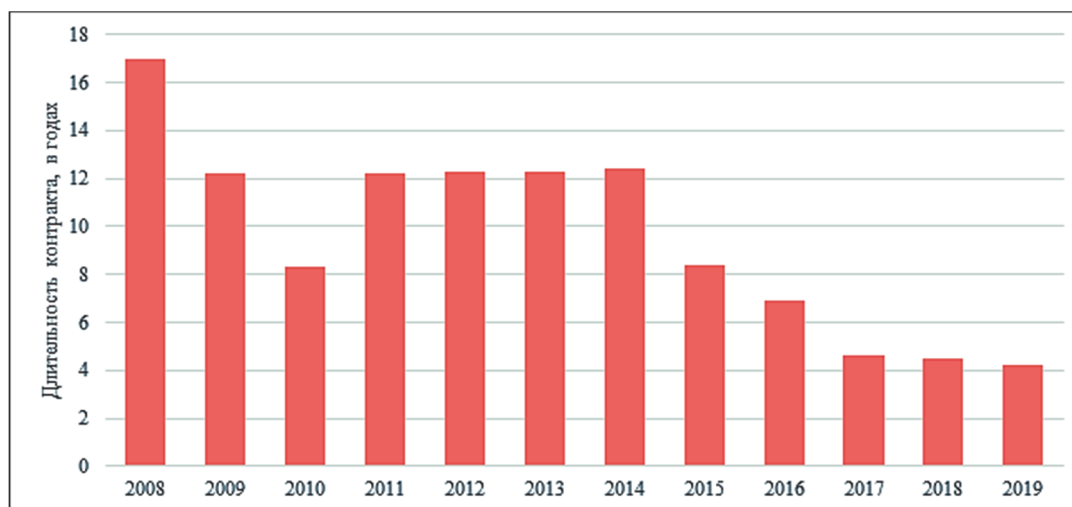


Рисунок 1 – Средняя продолжительность СПГ-контрактов, в годах

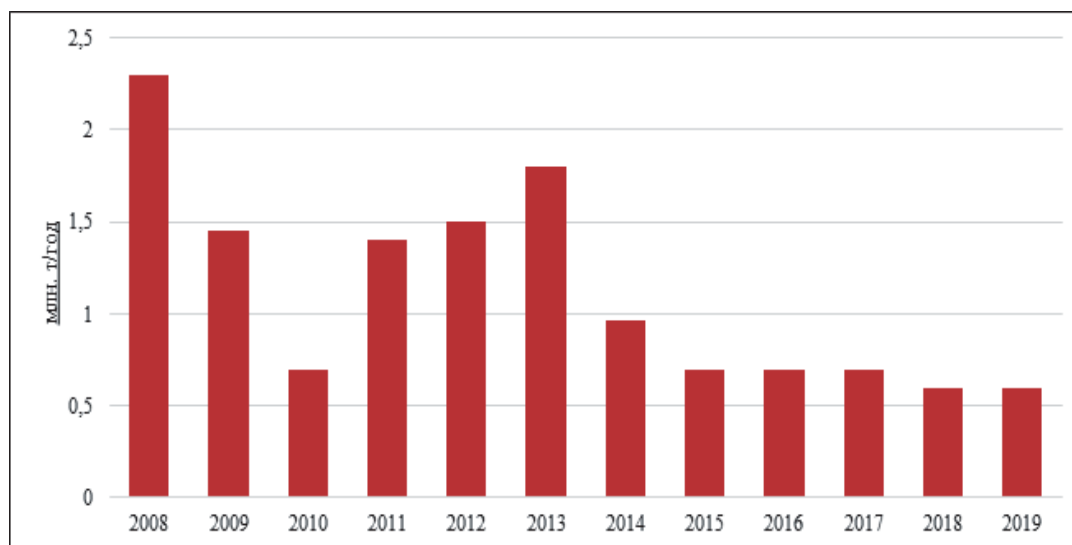


Рисунок 2 – Средний объем СПГ-контрактов, млн т/год

Во-вторых, мировой рынок сжиженного природного газа в последние годы демонстрирует ускоренное развитие и одновременно изменения в конфигурации поставок.

Рассмотрим это более подробно. Крупнейшими в мире экспортерами СПГ, помимо США и Катара, являются: Австралия, Малайзия, Нигерия и Индонезия. Вплоть до недавнего времени рынки Японии и Южной Кореи были самыми притягательными для поставщиков: высокие внутренние цены на газ делают экспорт в этот регион более выгодным, чем в Европу (рис. 3).

Однако в последнее десятилетие ситуация изменилась, в первую очередь, в отношении географии поставок СПГ. Как и прежде, США и Катар продолжают оставаться основными центрами его экспорта, а их доля к 2040 г. будет составлять около 40 % всех поставок на внешний рынок. Азия остается доминирующим рынком для импорта СПГ, хотя структура импорта в этом регионе мировой торговли изменяется в пользу Китая, Индии и других стран с высокой динамикой роста ВВП.

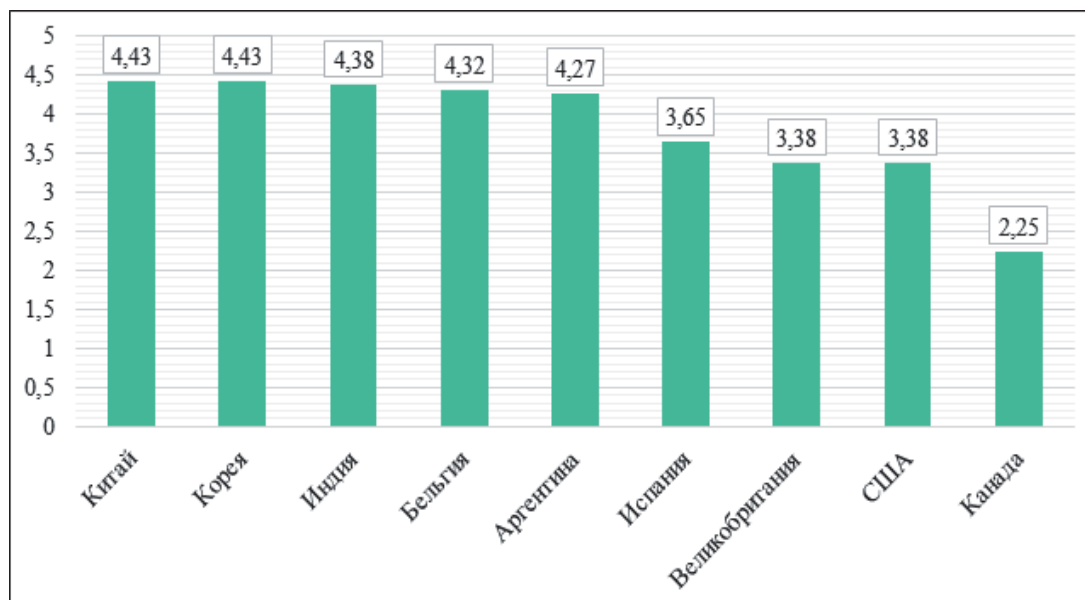


Рисунок 3 – Мировые цены на СПГ по регионам, 2019 г.
(в долларах США на миллион британских тепловых единиц)

В-третьих, формирование в странах механизма государственной поддержки экспорта СПГ. Так, в России «Ямал СПГ» освобожден от налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ) на 12 лет, а также налога на имущество, уплаты НДС при покупке оборудования, не имеющего аналогов в России, и пошлин на экспорт СПГ, а также платит налог на прибыль по льготной ставке 13,5 % [3]. Конкуренция на рынке существенно возрастет, поскольку только в Северной Америке сегодня строятся мощности по производству 60 млн т СПГ в год. Поэтому российскому СПГ нужна государственная поддержка, нужно постоянно работать над снижением затрат и обеспечением благоприятного налогового режима.

В-четвертых, наблюдается рост объемов строительства плавучих регазификационных терминалов и плавучих заводов по сжижению газа (FLNG). Например, Германия в 2022 г. запустила первый в стране плавучий терминал для приема сжиженного природного газа (СПГ) [3]. Германия зафрахтовала четыре плавучих терминала для поставок СПГ. Их предоставят компании Noegh и Dynagas, по два каждая. Вместе они способны перерабатывать не менее 20 млрд м³ переохлажденного газа в год – это пятая часть потребностей ФРГ. Траты бюджетных средств на терминалы составили €6,56 млрд.

В-пятых, происходит развитие малотоннажного производства СПГ. В мировой практике малотоннажным заводом СПГ считается предприятие с объемом производства до 80 тыс. т/г. (заводы с мощностью до 2 млн т/г. – среднетоннажные, более производительные относятся к крупным). Сравнительно низкие затраты на строительство малотоннажных заводов СПГ позволяют производить дешевое топливо, в том числе для удаленных от трубопроводов территорий страны. Однако все чаще продукция таких предприятий идет на экспорт. Потребители СПГ, производимого небольшими заводами, особые: это объекты или предприятия с автономной газификацией. Интерес к развитию малотоннажного производства СПГ сегодня проявляют «Газпром» и другие игроки российского газового рынка. Мощность каждого из малотоннажных заводов, принадлежащих ЗАО «Криогаз», составляет от 9 до 23 тыс. т сжиженного природного газа в год [3].

Современные проблемы и перспективы развития технологий транспортировки природного газа морским транспортом

Учитывая специфику и разнообразие географических, экономических, политических и других условий, традиционные технологии трубопроводного транспорта газа и LNG не могут в полной мере удовлетворить требованиям проекта. Так, например, значительная

часть относительно малых, необорудованных и удаленных от транспортной инфраструктуры месторождений не исследуется, в том числе и в связи с проблемой их перевозки. В то же время около 80 % залежей газа, открывающихся в последнее время, принадлежат этой категории.

Среди альтернативных технологий, которые могут занять свою нишу на рынке услуг по транспортировке природного газа морем, заслуживает особого внимания технология транспортировки гидрата природного газа (ПГГ, или NGH).

Вторая технология (NGH – газ в газогидратной форме), по сравнению с CNG- и LNG-технологиями, является наиболее безопасной и имеет ряд преимуществ, но пока не получила широкого применения, поскольку находится на стадии разработки и отработки элементов технологической цепочки. Кроме того, до последнего времени газогидратные месторождения считались нерентабельными, однако в 2017 г. китайские эксперты решили проблему, связанную с полноценной добычей газогидратов с глубоководного морского месторождения [2]. Исследование месторождения так называемого «горючего льда» (внешне газовые гидраты похожи на рыхлый лед) началось 10 мая 2017 г. Только за первую неделю использования месторождения, находящегося на глубине свыше 1 200 м от морской поверхности и около 200 м от уровня дна, было получено более 120 тыс. м³ газа с содержанием метана до 99,5 %.

Обоснование перспектив внедрения газогидратной технологии транспортировки газа морским транспортом

Следует провести экономическое сравнение технологий LNG и NGH в условиях морской транспортировки природного газа. LNG-технология предусматривает транспортировку сжиженного природного газа на специальных судах в изотермических емкостях при температуре –162 °С. Газ при этом уменьшается в объеме в 600 раз. Процесс сжижения требует расхода до 25 % энергии, содержащейся в газе сжиженной формы. Кроме того, для регазификации происходят затраты в объеме еще 5–6 % энергии. Вместимость современных танкеров составляет от 150 до 250 тыс. м³. Однако LNG-проекты имеют определенные пределы экономической целесообразности, поскольку требуют значительных начальных капиталовложений в постройку заводов по переработке природного газа и наличие значительных запасов месторождения газа. Общие инвестиции в LNG-проекты в зависимости от рыночного спроса и количества судов могут составлять 1,5–2,5 млрд долл. Кроме того, LNG-проекты являются коммерчески целесообразными и экономически эффективными при транспортировке на расстояние не менее 5,5 тыс. км.

Имеющиеся разработки подтверждают, что газовые гидраты при соблюдении должных условий достаточно продолжительный период времени остаются в неизменном состоянии и могут быть задействованы для перевозки газа на дальние дистанции. В работе проводится анализ экономической целесообразности производства газогидратов для дальнейшей транспортировки природного газа по NGH-технологии в количестве 4 млрд м³ природного газа на дистанцию 5,5 тыс. км и сравнение их расходов при аналогичных условиях для варианта транспортировки газа по LNG-технологии (таблица).

Сравнение капитальных затрат цепей LNG- и NGH-технологий

Технологии	LNG-технология, млн долл. (%)	NGH-технология, млн долл. (%)	Разница, млн долл. (%)
Производство	1 489 (56)	955 (48)	534 (36)
Перевозка	750 (28)	560 (28)	190 (25)
Регазификация	438 (16)	478 (24)	–40 (–9)
Общая стоимость	2 677 (100)	1 995 (100)	684 (26)

Отсюда видно, что экономические затраты на технологическую цепочку NGH-технологии на 26 % ниже. LNG-танкеры рассчитаны на 125 тыс. м³ сжиженного газа и стоят 250 млн долл. Стоимость типичного корабля-гидратовоза составит не более 80 млн долл. Хотя для транспортировки 4 млрд м³ газа на 5,5 тыс. км по LNG-технологии необходимо три судна, а гидратовозов для этого понадобится семь, все же общие расходы на их приобретение будут ниже на 190 млн долл. Кроме того, в качестве транспортного средства можно использовать стандартные термоизолированные корабли и баржи.

Классификация газовозов

Все суда-газовозы можно разделить на три основные группы в зависимости от давления и температуры грузов, которые судовые системы могут поддерживать в грузовых танках при их перевозке:

1. Напорного типа (без охлаждения груза), рис. 4.
2. Полунапорного типа (с частичным охлаждением груза), рис. 5.
3. Рефрижераторного типа (с полным охлаждением груза, когда давление паров близко к атмосферному, рис. 6).

Кроме того, суда-газовозы можно дополнительно разделить на группы в зависимости от вида перевозимых грузов:

1. LPG- Liquefied Petroleum Gas (сжиженный нефтяной газ). Груз перевозится под атмосферным давлением/под частичным давлением паров/под полным давлением паров.
2. LEG (LEG/LPG/NH₃). Под атмосферным давлением/под частичным давлением паров.
3. LNG-Liquid Natural Gas (сжиженный природный газ). Под давлением паров, равным атмосферному.
4. Комбинированные суда газовозы/химовозы. Под частичным давлением паров.

Газовозы напорного типа.

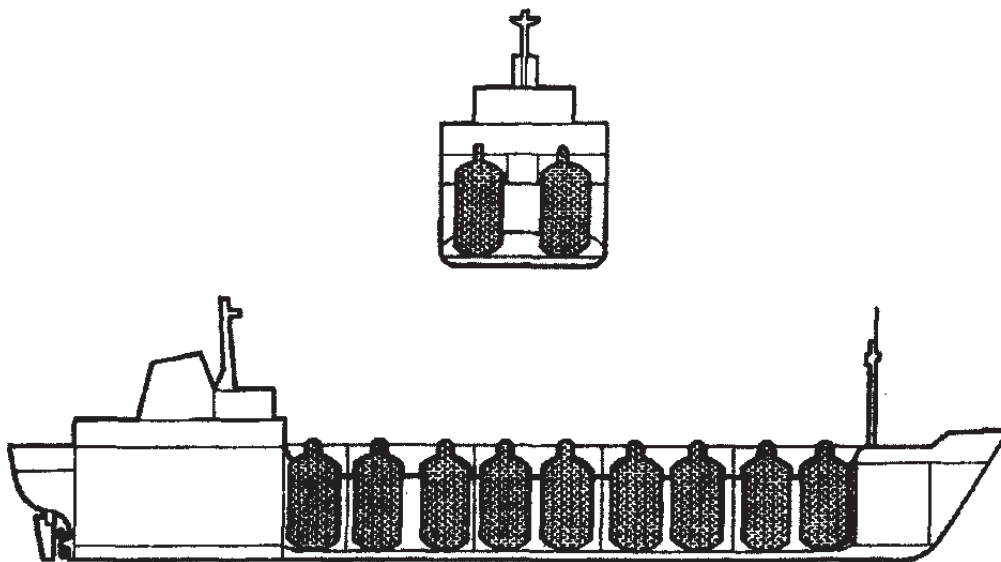


Рисунок 4 – Газовоз напорного типа

Вместимость судов для перевозки газов под давлением обычно небольшая – до 2000 м³. Так как газы перевозятся при температуре окружающей среды, отпадает необходимость в установке на таких судах системы охлаждения груза, а также в изоляции танков. Суда, перевозящие газы при полном давлении паров, соответствующем температуре окружающей среды, предназначены для перевозки нефтяных газов, аммиака и некоторых других газов, за исключением этилена и природного газа, которые могут быть сжижены только при низких температурах.

Газовозы полунанпорного типа.

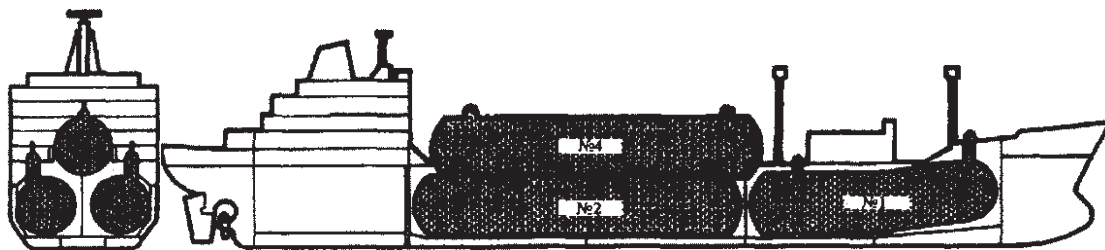


Рисунок 5 – Газовоз полунанпорного типа

Первое судно полунанпорного типа было построено в 1959 г. Оно еще не могло перевозить грузы в полностью охлажденном состоянии, т.е. при атмосферном давлении, однако позже такие суда уже строили с тем, чтобы они могли перевозить грузы как при избыточном давлении, так и при атмосферном. Суда такого типа наиболее эффективно можно использовать при их вместимости от 2000 до 25 000 м³. На судах полунанпорного типа, которые в последние годы нашли наиболее широкое применение, конструкция грузовых танков предусматривает транспортировку сжиженных газов при давлении от 4 до 8 бар и довольно широком спектре температур груза (от 0 °С до -104 °С).

Газовозы рефрижераторного типа.

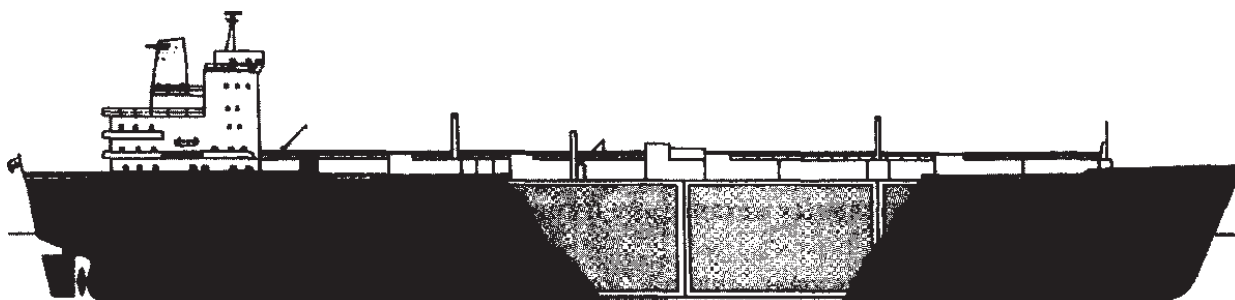


Рисунок 6 – Внешний вид газовоза рефрижераторного типа

Раньше так называли суда, перевозящие полностью охлажденные сжиженные газы. Появились они в результате совершенствования газовозов полунанпорного типа. Первое судно такого типа было построено в 1961 г. Обычно такие суда имеют грузоместимость от 15 000 до 100 000 м³ и предназначены для перевозки нефтяных газов (LPG) и аммиака.

Суда для перевозки природного газа – метановозы.

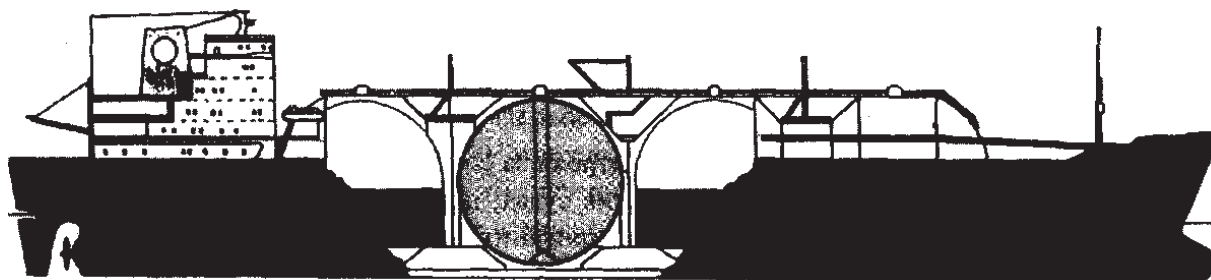


Рисунок 7 – Газовоз-метановоз

Природный газ (LNG) всегда транспортируется в полностью охлажденном виде при температуре $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ и атмосферном давлении. Грузовые танки на метановозах (рис. 7) выдерживают давление до 2 бар и температуру до $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вместимость танкеров-метановозов, которые используются в настоящее время, превышает $125\ 000\ \text{м}^3$, а в недалеком будущем планируется построить метановоз вместимостью свыше $300\ 000\ \text{м}^3$.

Из-за теплообмена груза с окружающей средой часть его испаряется. Понижать избыточное свыше допустимого давление паров можно:

- срабатывая давление в атмосферу;
- используя газ как топливо;
- сжижая газ и возвращая пары в танк.

Подводя итог, можно сказать, что, несмотря на большую востребованность танкеров-газовозов, существует ряд ограничений, которые для увеличения целесообразности использования газозовов необходимо решать. Во-первых, современные метановозы имеют очень большую стоимость по сравнению со схожими по размерам нефтяными танкерами, следовательно, газозовы должны быть быстроходными, и бункеровочные операции не должны занимать много времени, так как простой танкера-газовоза недопустим. Во-вторых, технология LNG нерентабельна при исследовании небольших месторождений, поэтому рекомендуется использование новых технологий перевозки газа, таких как: CNG (Compressed natural gas) – компримированный (сжатый) природный газ и NGH (Natural gas hydrate) – газ в газогидратной форме. В-третьих, во время транспортировки сжиженного природного газа неизбежно образуется отпарной газ вследствие теплообмена танков с окружающей средой, следовательно, часть груза может теряться. Для решения этой проблемы отпарной газ можно использовать в качестве хладагента (для охлаждения танка) либо повторно сжижать и снова направлять в танк. Также газ можно использовать в качестве топлива для двухтопливных дизелей. В-четвертых, имеются некоторые сложности бункеровки газозова сжиженным природным газом. В основном бункеровка танкеров-газовозов происходит с помощью наземных регазификационных терминалов СПГ, что влечёт за собой неизбежную привязку газозовов к строго определенным портам, в которых находятся терминалы, а также от газозовов требуются определённые характеристики (длина, ширина, осадка) для того, чтобы бункеровка была возможной. Для решения этой проблемы рекомендуется использование плавучих регазификационных терминалов (FLNG-floating liquefied natural gas platform), что позволяет проводить процессы подготовки, сжижения и отгрузки СПГ на газозовы прямо в море.

Библиографический список

1. Баскаков С. П. Перевозка сжиженных газов морем : учеб. пособие. СПб. : Судостроение, 2001. 272 с.
2. Журнал Эксперт. Китайский рынок СПГ: ловим волну [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://expert.ru/2019/03/21/spg/> (дата обращения : 20.03.2023).
3. Конопляник А. А. Этапы большого пути // НЕФТЕГАЗОВАЯ ВЕРТИКАЛЬ, НГВ № 23–24/2018, № 1/2019. С. 44–52.
4. Основные положения Форума «Российская энергетическая неделя» 02.10.2019 года [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.kremlin.ru/events/president/news/61704> (дата обращения : 26.03.2023).
5. Пронин Е. Н., Поденок С. Е. Морская транспортировка компримированного газа // Информ. бюл. 2004. № 1(15).
6. Якушев В. С., Герасимов Ю. А., Квон В. Г., Истомин В. А. Современное состояние газогидратных технологий : обзор. информ. М. : ООО «ИРЦ Газпром», 2018. 88 с.

УДК 623.4

Владилен Андреевич Цымбалюк

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. СВс-512, Россия, Владивосток, e-mail: v-tsymbalyuk@mail.ru

Научный руководитель – Роман Николаевич Алифанов

Перспективы и тенденции развития автоматизированных систем управления судном

Аннотация. Целью данной работы является анализ развития автоматизированных систем управления судном. Необходимо разобраться в нынешних тенденциях в сфере судоходства. Следует ответить на вопрос о безопасности и необходимости применения таких модернизаций.

Vladilen A. Tsymbalyuk

Far Eastern State Technical Fisheries University, SVs-512, Russia, Vladivostok, e-mail:
v-tsymbalyuk@mail.ru

Scientific adviser – Roman N. Alifanov

Prospects and trends in the development of automated ship control systems

Abstract. The purpose of this work is to analyze the development of automated ship control systems. It is necessary to understand the current trends in the shipping industry. The question of safety and the need for such upgrades should be answered.

Понятия и расшифровка аббревиатур.

GPS – система глобального позиционирования, вычисляет местоположение объекта во всемирной координатной системе.

ИИ – искусственный интеллект, виртуальная система, способная проводить вычислительные операции, принимать решения, реагировать на команды.

Автономность – способность выполнять действие без помощи внешних факторов.

АИС – (Автоматическая идентификационная система) это автоматическая система слежения, которая использует приемопередатчики на судах и используется службами движения судов.

Введение

В наше время невозможно представить жизнь без современных технологий. Каждый день происходит развитие и модернизация в любой сфере деятельности. В том числе и в области судоходства. Ученые, инженеры, IT-специалисты всего мира разрабатывают современные системы для морских судов. Работают над решением проблем обеспечения безопасности на морских акваториях. Создают технологии для упрощения выполнения морских операций. Рассмотрим ряд инноваций и проектов, которые в будущем могут стать неотъемлемой частью судоходства.

Автономные транспортные суда

В современном мире уже давно известно о беспилотных транспортных средствах, используемых в различных целях. Вслед за ним начинают появляться проекты по созданию

беспилотных и полностью автономных транспортных, военных и исследовательских судов. Одним из таких проектов является автономный контейнеровоз Yara Birkeland, на его разработку было потрачено более 25 млн долларов. Этот контейнеровоз способен перевезти до 120 контейнеров на своем борту. Благодаря технологии ИИ производится навигационная прокладка пути следования судна, а также учитываются все факторы, связанные с безопасностью следования. Это судно оборудовано инфракрасными датчиками и GPS-трекерами для обеспечения точного позиционирования, рис. 1.



Рисунок 1 – Контейнеровоз Yara Birkeland

Плюсы:

- исключение происшествий, связанных с человеческим фактором;
- увеличенная грузместимость, так как отсутствуют жилые помещения;
- отсутствие расходов, связанных с экипажем судна.

Минусы:

- большие затраты на судостроение;
- высокая опасность кибератак;
- повышенные эксплуатационные расходы на суше (строительство центров управления и заработная плата инженеров).

Система автоматизированной швартовки

Компания FLIR Systems представила Raymarine DockSense – вспомогательную систему управления судном, принцип работы которой основан на интеллектуальном распознавании объектов. Она способна учитывать воздействие ветра, приливов, течения и компенсировать их. Устройство обрабатывает информацию, полученную с системы видеонаблюдения и датчиков сближения, и подает команды на двигатель и рулевое устройство судна, рис. 2.

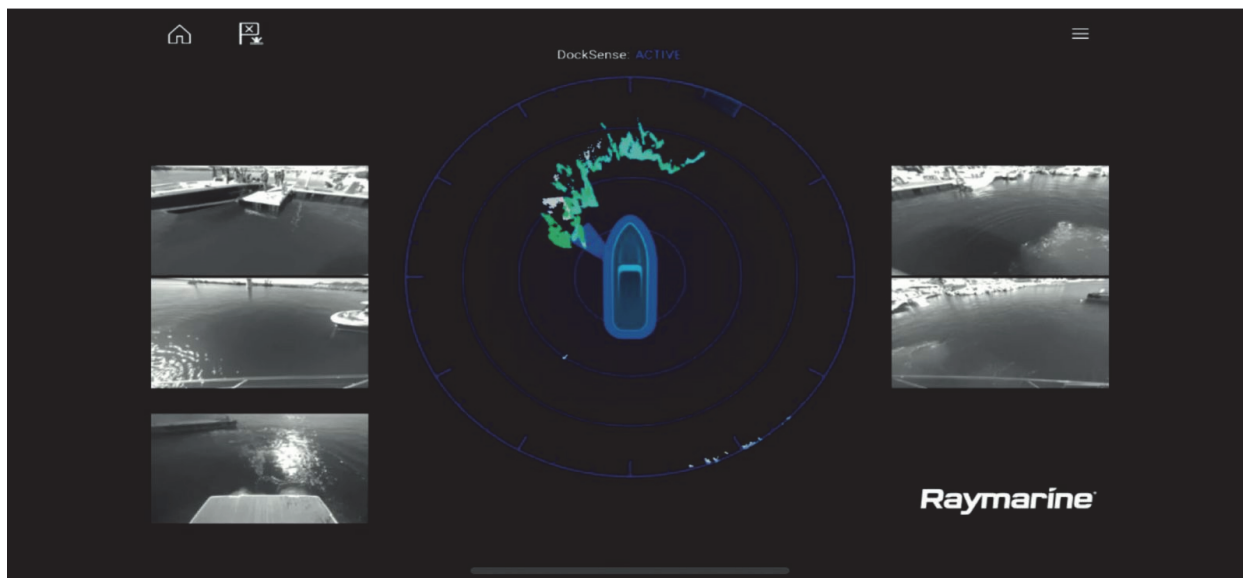


Рисунок 2 – Система Raymarine DockSens

Плюсы:

- исключает влияние человеческого фактора;
- обеспечивает безопасность операции .

Минусы:

- используется только на малых судах;
- дорогостоящее оборудование.

Система управления судном на основе искусственного интеллекта

Эта система использует передовые программные обеспечения и современные устройства, необходимые для управления судном, рис. 3. Она способна воспринимать внешние факторы, такие как изменения погоды или приближение других судов, своевременно выполнять необходимые маневры, а также прогнозировать ситуацию наперед. Система самостоятельно, путем анализа, выбирает нужную скорость и курс. В 2018 г. успешно прошел тесты паром Folgofonn, благодаря системе автономно швартовался и заходил в порт.



Рисунок 3 – Иллюстрация системы управления искусственным интеллектом

Предназначением системы является контроль навигационных опасностей, предотвращение возможных столкновений с другими судами, а также корректировка курса движения. Система использует глобальное отслеживание судов и всей информации, связанной с курсом и скоростью этих судов. Системой можно управлять, как удаленно, так и находясь на навигационном мостике судна.

Заключение

Человеческий фактор по статистике является главной причиной происшествий на море в 80–85 % случаев. Основная масса проектов и тенденций в судоходстве ориентирована на автономное и автоматизированное управление судном, которое способно снизить процент происшествий. В нынешнее время все эти технологии являются очень дорогостоящими и имеют ряд нерешенных проблем, но, возможно, в будущем будут являться неотъемлемой частью судоходства.

Библиографический список

1. <https://maritime-zone.com/news/view/sudohodstvo-2030-novye-tehnologii-v-morskoj-industrii>.
2. <https://bitcryptonews.ru/blogs/sem-trendov-korablestroeniya-na-blizhajshee-desyatiletie>.
3. https://aumsu.ru/images/vestnik/pdf/Vestnik_2_1_36.pdf.
4. https://www.korabel.ru/news/comments/novye_tehnologii_dlya_sudostroeniya_sem_super-razrabotok.html.

УДК 621.319

Алексей Андреевич Бuzдыгарь

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭМС-312, Россия, Владивосток, e-mail: buzdygar2003@mail.ru

Научный руководитель – Владимир Витальевич Кирюха, доцент

Контроль запыленности воздушной среды на рыбоперерабатывающих предприятиях. Электростатический способ очистки воздушной среды

Аннотация. Рассматриваются различные меры, которые могут быть предприняты для борьбы с переносимой по воздуху пылью на рыбоперерабатывающих предприятиях, также уделяется особое внимание электростатическому способу очистки воздуха, который поможет повысить качество воздушной среды и условия труда персонала.

Ключевые слова: мелкофракционная пыль, электростатический пылеуловитель, рыбоперерабатывающие предприятия, осаждение пыли

Alexey A. Buzdygar

Far Eastern State Technical Fisheries University, EMs-312, Russia, Vladivostok, e-mail: buzdygar2003@mail.ru

Scientific adviser – Vladimir V. Kiryukha, Associate Professor

Control of the dustiness of the air environment at fish processing enterprises. Electrostatic method of air purification

Abstract. The article discusses various measures that can be taken to combat airborne dust at fish processing plants, also pays special attention to the electrostatic method of air purification, which will help improve the quality of the air environment and working conditions of personnel.

Keywords: fine-grained dust, electrostatic dust collector, fish processing enterprises, dust deposition

Состояние проблемы заключается в том, что здоровье человека во многом определяется качеством воздуха, которым он дышит. К основным параметрам воздушной среды следует отнести температуру, влажность, запыленность и наличие посторонних примесей.

Наибольшие трудности представляет удаление мелкофракционной пыли и посторонних примесей. Эти параметры важны для персонала, так как могут быть причиной ряда заболеваний.

Очистка воздуха от примесей и пылевых частиц выполняется с помощью систем фильтрации, особенно важны вопросы управления качеством воздушной среды для производственных помещений рыбообработывающих предприятий, так как в таких помещениях имеются перепады температур, наличие в воздухе посторонних запахов.

Задачу удаления посторонних пылевых частиц можно решить применением специальных фильтров. Такие фильтры могут быть основаны на использовании механических пре-

град для пылевых частиц, применении химических поглотителей либо специальных добавочных устройств с использованием электрофизических принципов осаждения [1, с. 3].

Одним из основных источников образования пыли на рыбоперерабатывающих предприятиях является разделка и переработка рыбы. Это можно контролировать с помощью системы сбора пыли, которая улавливает пыль в месте ее образования [2]. В таких системах обычно используются вытяжки, воздуховоды и фильтры для сбора и удаления частиц пыли из воздуха.

Еще одна мера, которую можно принять, – это использование надлежащих систем вентиляции для подачи свежего воздуха и удаления загрязняющих веществ с рабочего места. Этого можно добиться, установив вентиляторы и системы фильтрации воздуха, способные удалять частицы пыли из воздуха.

Кроме того, правильная уборка и техническое обслуживание рабочего места также могут помочь контролировать содержание пыли в воздухе. Это включает в себя регулярную уборку полов, стен и оборудования для удаления скопившейся пыли.

Наконец, рабочие могут быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, такими как респираторы, для защиты от вдыхания частиц пыли. Обучение правильному обращению с рыбными отходами и их утилизации также может помочь снизить уровень запыленности.

При изучении химическим отделом технологического процесса производства рыбной муки и переработки субпродуктов было определено, что в атмосферу от перерабатывающего оборудования происходит выброс опасных дурнопахнущих газов и паров, различных по химической природе и кислотным свойствам.

Очистка воздуха на рыбообрабатывающем предприятии – это в первую очередь очистка от ядовитых выбросов и неприятных (зловонных) запахов, наносящих вред здоровью человека и окружающей среде [3].

В основе фильтрации воздуха от пылевых частиц лежат основные физические причины: эффект отсеивания, эффект инерции, эффект перехвата и эффект диффузии.

Эти эффекты проявляются при работе с фильтрами для очистки воздуха и удаления мелкодисперсионных частиц пыли.

Рассмотрим этот процесс на примере производственного цеха. Примером такого производственного помещения может служить цех по производству рыбной муки. В воздушной среде такого цеха может одновременно присутствовать крупнофракционная пыль, содержащая обычные частицы пыли (кремнезем, «уличная» пыль и т.д.) и мелкофракционные частицы («пылевая взвесь» рыбной муки) диаметром меньше 1 нкм.

Приточно-вытяжная вентиляция не в состоянии удалить эти мелкофракционные частицы пыли. Они могут стать причинами аллергических заболеваний обслуживающего персонала, а также ускоряют выход из строя фильтров кондиционеров, если они используются в таких помещениях.

Представляет определенный интерес применение относительно простых и недорогих устройств для удаления такой мелкофракционной пыли. Можно предложить применение простого электростатического пылеуловителя, который может быть совмещен с приточно-вытяжной вентиляцией и механическими фильтрами. Принцип электростатического осаждения пыли заключается в предварительной электризации частиц мелкофракционной пыли при прохождении ими через камеру с изолированной решеткой, на которую подан электрический потенциал в несколько киловольт. На расстоянии нескольких десятков сантиметров от первой решетки находится вторая решетка, имеющая надежное заземление. Принцип электростатического осаждения пыли схематично показан на рис. 1.

Очищаемый воздух проходит через металлические решетки для осаждения крупнофракционной пыли и попадает в цилиндрическую камеру, внутри которой расположены две проволочные сетки последовательно одна за другой на расстоянии 40–50 см. Первая сетка изолирована от металлического каркаса камеры, а вторая – имеет с ней надежный электрический контакт. Корпус камеры заземлен.

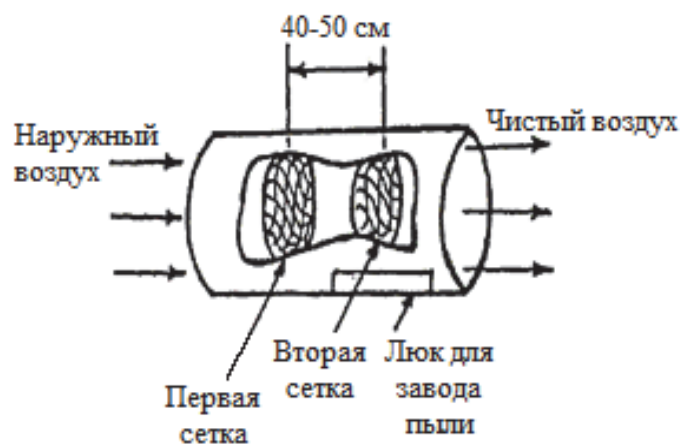


Рисунок 1 – Электростатический пылеуловитель

На первую сетку от высоковольтного выпрямителя подается высокое постоянное напряжение 5–6 кВ. Частицы пыли, проходя через ячейки первой сетки в потоке воздуха, электризуются вблизи второй сетки, а очищенный воздух проходит в помещение. Камера пылеуловителя в нижней части имеет люк для удаления пыли по мере ее накопления.

Высоковольтный выпрямитель выполнен в изолированном корпусе, детали выпрямителя и повышающий трансформатор залиты эпоксидной смолой. Высокое напряжение на сетку в камере подается соответствующим кабелем. При использовании нескольких пылеуловительных камер питание подается от одного высоковольтного блока (рис. 2).

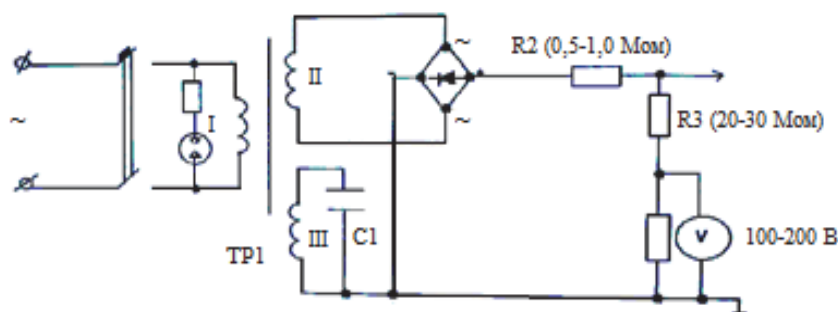


Рисунок 2 – Принципиальная схема пылеуловителя

Питается блок от сети переменного напряжения 220 или 127 В. Выходной ток ограничивается резисторами R1 и R3 до значения, безопасного для жизни человека (2–3 мА). Выпрямительный мост собран по схеме удвоения напряжения (два диода, два конденсатора). В качестве дополнительных мер безопасности рекомендуется автоматическое токоограничение и применение феррорезонансного стабилизирующего контура (обмотка III трансформатора TP1 и конденсатор C1).

По мере накопления пыли в камере пылеуловителя выходное напряжение высоковольтного выпрямителя понижается. На этом свойстве основан сигнализатор заполнения камеры пылью. На выходе высоковольтного выпрямителя включен двигатель напряжения и вольтметр. Шкала вольтметра отградуирована в произвольных единицах пылезаполнения.

Очистку камеры пылеуловителя производят при отключенном питании. Изображенная на рис. 2 принципиальная схема имеет иллюстративный характер. Реальные принципиальные схемы имеют электронные узлы и блоки для сигнализации, стабилизации и т.д. [4, с. 14–16].

Таким образом, контроль запыленности воздуха на рыбоперерабатывающих предприятиях имеет решающее значение для поддержания безопасной и здоровой рабочей среды. Внедряя такие меры, как системы сбора пыли, надлежащая вентиляция и уборка рабочих

мест, работодатели могут снизить риски, связанные с воздействием пыли на своих работников и окружающую среду. Также мы рассмотрели электростатический способ очистки воздуха, который при работе вместе с приточно-вытяжной вентиляцией и механическими фильтрами повышает эффективность очистки воздушной среды на рыбообрабатывающих предприятиях и поможет снизить количество аллергических заболеваний обслуживающего персонала. Применение пылеуловителя такой конструкции на сварочных участках ЗАО «Эстафета» позволило на 50 % снизить сезонные заболевания персонала.

Библиографический список

1. Кирюха В. В. Вопросы контроля и управления качеством воздушной среды. Владивосток, 2020. 54 с.

2. Источники загрязнения воздушной среды на предприятиях мясной, молочной и рыбной промышленности [Электронный ресурс]. URL : <https://studopedia.org/13-105004.html> (дата обращения : 20.03.2023).

3. Очистка воздуха на рыбоперерабатывающем производстве [Электронный ресурс]. URL : <https://legend-air.ru/ochistka-vozduha-na-rybopererabatyvayushchem-proizvodstve/> (дата обращения : 20.03.2023).

4. Кирюха В. В. Управление качеством воздушной среды рыбообрабатывающих предприятий : монография. Владивосток: ИП Шульга, 2020. 79 с.

УДК 621.31

Иван Анатольевич Дусь

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: dusivan9@gmail.com

Дмитрий Сергеевич Хиврич

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: khivrichd@gmail.com

Научный руководитель – Наталья Николаевна Сницаренко, ассистент

Исследование интерактивной модели «Асинхронный ход в энергосистеме»

Аннотация. Исследуется процесс формирования и развития асинхронного режима в энергосистеме, причины, последствия и способы его ликвидации. По результатам исследования построены графики зависимости тока и сопротивления от угла между векторами ЭДС эквивалентных генераторов, определён электрический центр качаний (ЭЦК), построен график зависимости отношения ЭДС генераторов от расположения ЭЦК, сформулирован вывод о выборе места установки устройства автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР).

Ключевые слова: асинхронный ход, РЗА, энергосистема, ЭДС, угол δ , АЛАР

Ivan A. Dus

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: dusivan9@gmail.com

Dmitrii S. Khivrich

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: khivrichd@gmail.com

Scientific adviser – Natalya N. Snitsarenko, Assistant

Research of the interactive model «Asynchronous running in the power system»

Abstract. In this paper, the process of formation and development of the asynchronous mode in the power system, the causes, consequences and ways to eliminate it are investigated. According to the results of the study, graphs of the dependence of current and resistance on the angle between the EMF vectors of equivalent generators were plotted, the electric center of oscillation (ESC) was determined, a graph of the dependence of the ratio of the EMF of generators on the location of the ESC was plotted, and a conclusion was made about choosing the installation location of the device for automatic elimination of the asynchronous mode (ALAR).

Keywords: asynchronous running, RZA, power system, EMF, corner δ , ALAR

Целью и задачами нашего исследования является изучение процесса формирования и развития в энергосистеме асинхронного режима, причин, последствий и способов его ликвидации, а также определения предполагаемого места установки устройства автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР).

Актуальность темы заключается в том, что асинхронный режим (ход) представляет постоянную и серьезную угрозу, так как приводит к нарушению устойчивости электроэнергетической системы, в связи с чем возрастает актуальность задачи оценки вероятности возникновения и допустимости асинхронных режимов и необходимость моделирования динамических процессов, происходящих в сети, для их дальнейшего исследования.

Асинхронный режим – переходный режим в энергосистеме, характеризующийся не-синхронным вращением части генераторов энергосистемы.

Физический смысл асинхронного хода сводится к тому, что движение роторов синхронных машин одной группы происходит с угловой скоростью, отличающейся от угловой скорости движения роторов синхронных машин другой группы (энергосистемы, объединенной энергосистемы).

Причиной появления асинхронного хода может быть полная или частичная потеря возбуждения на генераторе, вызванная ошибочным отключением автомата гашения поля (АГП), обрывом или коротким замыканием (КЗ) в силовой цепи обмотки возбуждения.

В асинхронном режиме электрические параметры довольно сильно меняются – токи возрастают, а напряжения падают, а это, как известно, признак короткого замыкания. Но асинхронный ход – не короткое замыкание, и релейная защита должна четко разделять эти режимы, иначе это может приводить к ложной работе устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики [2].

Настройка устройства АЛАР должна обеспечивать: блокировку срабатывания устройства при синхронных качаниях и при КЗ; выявление электрического центра качаний; учет количества циклов асинхронного режима.

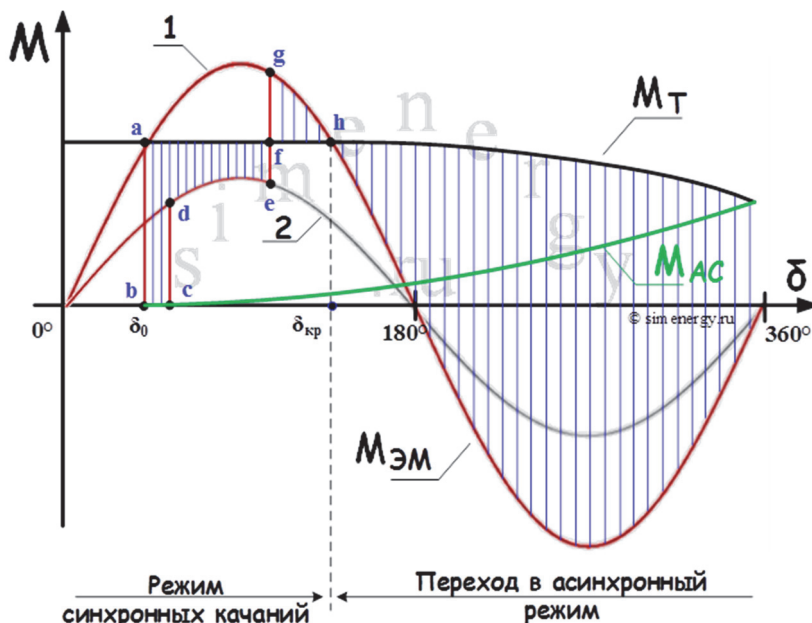


Рисунок 1 – Угловая характеристика мощности [1]

На рис. 1 изображен процесс отключения поврежденной линии электропередачи. Так как площадь площадки ускорения f_{abcdef} больше площади площадки торможения f_{fgh} , то из-за инерции турбина не успевает вовремя уменьшить скорость. Поэтому взаимный угол δ эквивалентного генератора G переходит за критическое значение $\delta_{кр}$. Следовательно, на турбину начинает действовать ускоряющий избыточный момент, приводящий к дальнейшему увеличению угла δ с увеличением скорости вращения турбины (ротора генератора). Как только скорость вращения ротора начинает отличаться от синхронной частоты, появляется скольжение S, растущее с увеличением разности скоростей [1].

При некотором значении скольжения S момент турбины сравнивается со средним асинхронным моментом ($M_T = M_{AC}$), что означает начало асинхронного режима. В результате

для выпавшей из синхронизма машины на вал генератора-турбины будет действовать взаимно уравнивающие друг друга асинхронный момент и момент турбины, а также синхронный вращающий момент. Уравнение движения ротора генератора в асинхронном режиме может быть записано в следующем виде:

$$T_J * \frac{\partial^2 \delta}{\partial t^2} = M_T - M_C - M_{AC} = \Sigma M. \quad (1)$$

Во время асинхронного режима вектор ЭДС синхронной машины, выпавшей из синхронизма, начинает вращаться относительно вектора ЭДС машин, работающих синхронно. При этом машина работает то в генераторном, то в двигательном режиме, что сопровождается большими уравнительными токами, значительными отклонениями напряжения, а также большими моментами, действующими на генератор и турбину. Несинхронная работа отдельного возбужденного генератора любого типа относительно других генераторов электростанции не допускается (п. 5.1.27 ПТЭ РФ) [1].

При асинхронном ходе периодически изменяются следующие параметры:

- угол (фазовый сдвиг) между вектором ЭДС генератора и вектором напряжения энергосистемы (приёмной сети) – от 0° до 360° ;
- напряжение (при значении угла, равного 180° , напряжение падает до нуля – «качание напряжения»);
- ток (при значении угла, равного 0° , ток тоже равен нулю; при значении угла, равного 180° , ток достигает максимального значения – «качание тока»).

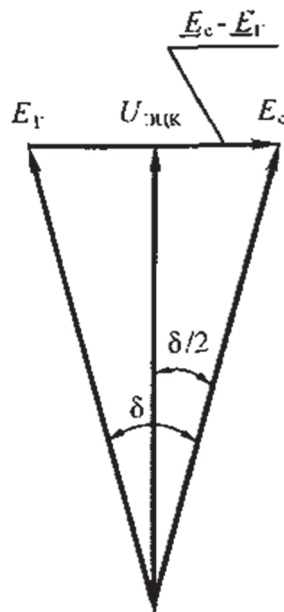


Рисунок 2 – Векторная диаграмма напряжения в ЭЦК

Точка в энергосистеме, напряжение в которой при угле $\delta = 180^\circ$ снижается до нуля, а ток возрастает до максимума, является центром асинхронного хода и называется электрическим центром качаний (ЭЦК).

Напряжение в ЭЦК, при равных ЭДС для любого угла, можно определить на основании векторной диаграммы (рис. 2). При $E_G = E_C$ электрический центр качаний расположен в середине вектора $E_C E_G$. Поэтому вектор напряжения $U_{ЭЦК}$ делит угол δ пополам, и, следовательно, можно записать

$$U_{ЭЦК} = E \cos \frac{\delta}{2}. \quad (2)$$

При изменении значений E_G и E_C место расположения ЭЦК меняется. В зависимости от соотношения величины ЭДС и сопротивления параметров системы ЭЦК может располагаться в любой точке линии, в трансформаторе или даже в самом генераторе [3].

Для исследования и вычисления параметров энергосистемы нами использовалась виртуальная интерактивная модель «Асинхронный ход в энергосистеме» Интернет-ресурса «Проект РЗА», посвящённому вопросам защиты и автоматики электрических сетей, а также смежным областям электротехники [4]. С помощью данной модели, при изменении режима синхронных колебаний на режим асинхронного хода, можно наблюдать изменение основных электрических параметров, представленных в виде интерактивных векторных диаграмм.

Наш эксперимент включает в себя три этапа.

Методика выполнения 1-го этапа. Цель: исследовать векторную диаграмму ЭДС, тока, напряжения и векторную диаграмму сопротивлений в зависимости от угла δ между векторами ЭДС эквивалентных генераторов.

Точку наблюдения установить в системе S_1 .

1. Установить следующие исходные значения параметров:

- угол комплексного сопротивления линии $\varphi_{\text{line}} = 60^\circ$;
- модули комплексных сопротивлений генераторов: $Z_{s1} = 0,4$; $Z_{s2} = 0,8$;
- углы комплексных сопротивлений генераторов: $\varphi_{s1} = 80^\circ$, $\varphi_{s2} = 80^\circ$;
- отношение модулей ЭДС генераторов $E_2/E_1=1,05$.

2. Перейти в режим отображения ЭДС систем и векторов токов.

3. Последовательно изменяя угол δ между векторами ЭДС генераторов в интервале 0° до 360° , вывести систему из состояния статической устойчивости, определяя соответствующие значения тока I и полного комплексного сопротивления Z (по длинам векторов, в условных единицах).

4. Наблюдая за эпюрой напряжения, отметить, при каких значениях угла, тока и сопротивления и в какой точке линии происходит уменьшение напряжение энергосистемы до нуля.

5. Результаты измерений занести в табл. 1.

6. По данным таблицы на одной системе координат построить графики зависимости тока и сопротивления от угла δ , отобразив оба полупериода.

7. По графику сделать вывод о зависимости тока I и сопротивления Z от угла δ , сопоставив с эпюрой напряжения.

В ходе проведённых измерений были получены следующие результаты:

Таблица 1 – Зависимость электрических параметров от угла δ

№ измерения	δ , градусы	I , усл. ед.	Z , усл. ед.
Правая полуплоскость			
1	0	0	∞
2	50	0,37	2,6
3	90	0,64	1,3
4	135	0,82	0,85
5	160	0,89	0,75
6	180	0,9	0,7
Левая полуплоскость			
7	160	0,89	0,75
8	135	0,82	0,85
9	90	0,64	1,3
10	50	0,37	2,6
11	0	0	∞

На рис. 3 представлен график зависимости тока и сопротивления от угла δ в диапазоне 360° , построенный по данным табл. 1.

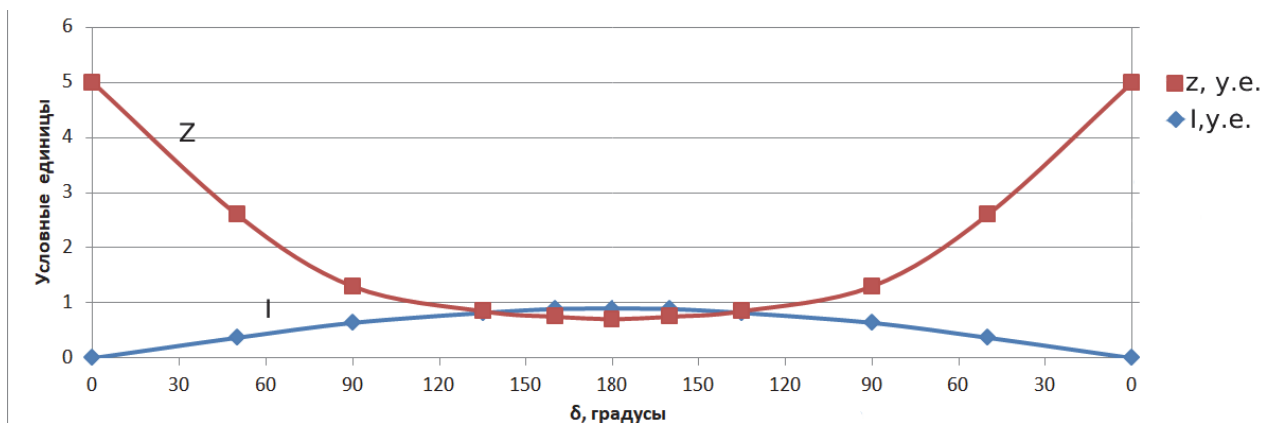


Рисунок 3 – График зависимости тока и сопротивления от угла δ

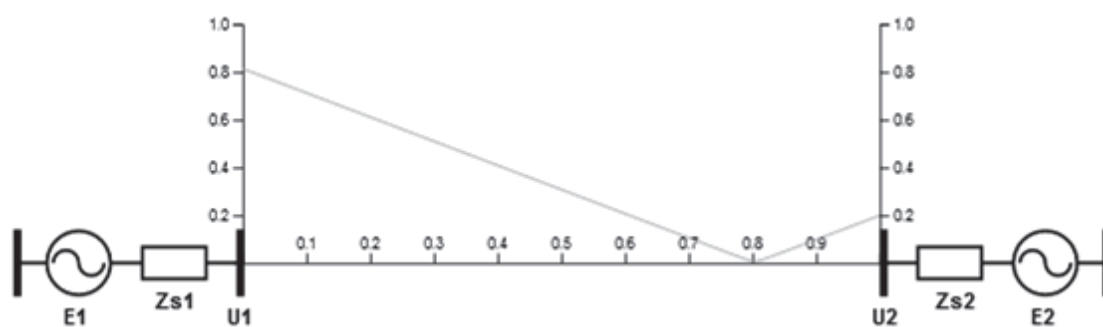


Рисунок 4 – Эпюра напряжения

Проанализировав график (рис. 3) и соответствующую ему эпюру напряжения (рис. 4), мы сделали вывод, что точка на графике, в которой при угле $\delta = 180^\circ$ ток максимален, сопротивление минимально, а напряжение снижается до нуля, является центром асинхронного хода. Таким образом, наш эксперимент подтверждает соответствующие теоретические положения, изложенные в публикациях по противоаварийной автоматике и релейной защите [5].

Методика выполнения 2-го этапа. Цель: исследовать положение точки ЭЦК в зависимости от отношения модулей векторов ЭДС эквивалентных генераторов (E_2/E_1).

Исходную точку наблюдения установить в системе S_1 .

1. Установить следующие исходные значения параметров:

- угол комплексного сопротивления линии $\varphi_{\text{line}} = 60^\circ$;
- модули комплексных сопротивлений генераторов: $Z_{s1} = 1, Z_{s2} = 1$;
- углы комплексных сопротивлений генераторов: $\varphi_{s1} = 80^\circ, \varphi_{s2} = 80^\circ$.

2. Перейти в режим отображения ЭДС систем.

3. Последовательно изменяя отношение E_2/E_1 , определить, соответственно, положение точки ЭЦК на линии (в условных единицах длины).

4. Результаты измерений занести в табл. 2.

5. По данным таблицы построить графики зависимости положение точки ЭЦК от отношения E_2/E_1 , сделать вывод.

В ходе проведенных измерений были получены следующие результаты:

Таблица 2 – Зависимость положение точки ЭЦК от E_2/E_1

E_2/E_1	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	1,9
l, усл. ед.	1	0,71	0,49	0,33	0,19	0,08	0,03

На рис. 5 представлен график зависимости положения точки ЭЦК от отношения E_2/E_1 , построенный по данным табл. 2.

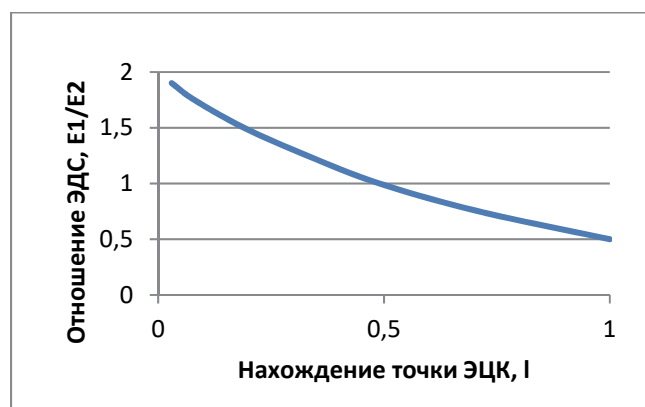


Рисунок 5 – Зависимость положения точки ЭЦК от отношения E_2/E_1

На графике видно, что при $E_2/E_1=1$ центр асинхронного хода находится примерно на середине линии, при увеличении соотношения векторов ЭДС электрический центр качания смещается к началу линии, при уменьшении – к концу линии и выходит за её пределы. Из чего делаем вывод, что **положение ЭЦК в зависимости от отношения модулей векторов ЭДС может изменяться. Он может располагаться как на линии, так и в системе энергообеспечения.**

Методика выполнения 3-го этапа. Цель: исследовать точку ЭЦК и значения напряжений на концах линии систем S_1 и S_2 в зависимости от комплексных сопротивлений эквивалентных генераторов (Z_{S1} и Z_{S2}).

Точка наблюдения перемещается вдоль линии.

1. Установить следующие исходные значения параметров:

- угол комплексного сопротивления линии $\varphi_{line} = 60^\circ$;
- модуль комплексного сопротивления генератора $Z_{S2} = 1$;
- углы комплексных сопротивлений генераторов: $\varphi_{S1} = 80^\circ$, $\varphi_{S2} = 80^\circ$;
- отношение модулей ЭДС генераторов $E_2/E_1=1,05$;
- угол между векторами E_1 и E_2 равен 180° .

2. Перейти в режим отображения ЭДС систем.

3. Изменяя последовательно значение параметра Z_{S1} , измерить следующие величины:

- напряжение в начале и в конце линии U_1 и U_2 ;
- положение точки ЭЦК на линии (в условных единицах длины).

4. Результаты измерений занести в табл. 3.

5. Установить модуль комплексного сопротивления генератора $Z_{S1} = 1$ (значения остальных параметров оставить прежними).

6. Изменяя последовательно значение параметра Z_{S2} , измерить следующие величины:

- напряжение в начале и в конце линии U_1 и U_2 ;
- положение точки ЭЦК на линии (в условных единицах длины).

4. Результаты измерений занести в табл. 4.

5. Сравнивая данные из табл. 3 и табл. 4, сделать вывод.

В ходе проведённых измерений получены следующие результаты:

Таблица 3 – Зависимость положения точки ЭЦК от параметра Z_{S1}

Z_{S1} , усл. ед.	0,1	0,4	0,7	1	1,3	1,6	1,9
l, м	0,95	0,8	0,65	0,5	0,35	0,2	0,04
U_1 , В	0,92	0,67	0,5	0,34	0,22	0,11	0,2
U_2 , В	0,06	0,17	0,26	0,34	0,41	0,46	0,5

Таблица 4 – Зависимость положения точки ЭЦК от параметра Z_{s2}

Z_{s2} , усл. ед.	0,1	0,4	0,7	1	1,3	1,6	1,9
l , м	0,05	0,21	0,36	0,51	0,67	0,83	0,98
U_1 , В	0,05	0,18	0,27	0,34	0,41	0,56	0,61
U_2 , В	0,91	0,67	0,48	0,34	0,21	0,1	0,02

Заключение

При последовательном изменении комплексного сопротивления систем S_1 и S_2 соответственно изменяются значения напряжения U_1 и U_2 , а также положение точки ЭЦК. Так, при комплексном сопротивлении энергосистемы E_1 , равным 0,1 усл. ед., ЭЦК находится в конце линии, а при комплексном сопротивлении энергосистемы E_2 , равным 0,1 усл. ед. (при прочих равных условиях), – в начале линии.

В ходе проведенного виртуального исследования мы изучили процесс формирования и развития асинхронного режима; убедились, что при выборе места установки устройства АЛАР необходимо предварительно просчитывать точку ЭЦК, чтобы система АЛАР могла своевременно реагировать на возникновение асинхронного режима, выявляя электрический центр качаний и учитывая количество его циклов.

Библиографический список

1. Асинхронный режим в энергетике. Способы выявления асинхронного режима [Электронный ресурс]. URL : <http://simenergy.ru/energy-system/basic-data/asynchronous-regime> - (дата обращения : 14.03.23).
2. Автоматика ликвидации асинхронного режима [Электронный ресурс]. URL : <http://elektro-rezhim.ru/avtomatika-likvidacii-asinxronnogo-rezhima/> (дата обращения : 13.03.23).
3. Мелешкин Г. А., Меркурьев Г. В. Устойчивость энергосистем : монография. СПб. : НОУ «Центр подготовки кадров энергетики», 2006. 369 с.
4. Асинхронный ход [Электронный ресурс]. Проект «РЗА». URL : <https://pro-rza.ru/models/asynhr/> (дата обращения : 12.03.23).
5. Гурин В. В. Автоматическая защита электрооборудования. Часть 2. Защита асинхронных трехфазных электродвигателей : учеб.-метод. пособие. Минск : БГАТУ, 2021. 452 с.

УДК 621.31

Михаил Викторович Лебедев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ЭНБ-312, Россия, Владивосток, e-mail: gnot@inbox.ru

Научный руководитель – Юрий Михайлович Горбенко, канд. техн. наук, доцент

Умные электрические сети – перспективы и развитие

Аннотация. Актуальность и цели. Развитие интеллектуальных сетей является актуальной в настоящее время задачей. Проводящаяся сейчас модернизация энергосистемы невозможна без применения информационных и цифровых технологий. Использование принципиально новых методов реализации в энергетике и объединение ее в целостную, взаимосвязанную и самостоятельную инфраструктуру позволит решить многие назревшие на сегодняшний день вопросы [1]. Целью данной работы является рассмотрение различных аспектов возможной реализации интеллектуальной энергосети Smart Grid. Результаты. В работе изложены перспективы развития и преимущества интеллектуальной энергосети над традиционной энергосистемой. Приведены обоснованные доводы в пользу развития энергетики будущего. Описана основная архитектура Smart Grid. Выводы. Внедрение концепции Smart Grid реально уже сегодня без глобальных затрат на модернизацию существующей энергосети. Не прибегая к масштабным реновациям и имея огромный энергетический потенциал [1].

Ключевые слова: умная сеть, развитие, разработка, проекты

Mikhail V. Lebedev

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: gnot@inbox.ru

Scientific adviser – Yury M. Gorbenko, PhD, Associate Professor

Smart Electric Grids – Prospects and Development

Abstract. Relevance and goals. The development of smart grids is current task. The ongoing modernization of the energy system is impossible without the use of information and digital technologies. The use of fundamentally new methods of implementation in the energy sector and its integration into an integral, interconnected and independent infrastructure will allow address many of today's pressing issues. The purpose of this work is to consider various aspects of the possible implementation of intellectual. Smart Grid energy networks. Results. The paper outlines the development prospects and advantages of an intelligent power grid over a traditional power system. Substantiated arguments in favor of the development of the energy of the future are given. The basic architecture of Smart Grid is described. Conclusions. The implementation of the Smart Grid concept is already possible today without global costs for the modernization of the existing power grid. Without resorting to large-scale renovations and having a huge energy potential.

Keywords: smart grid, development, development, projects

В настоящее время три фактора влияют на будущее развитие энергетических сетей мира: политика государства, нарастание мощностей потребителей и скорости модернизации уже существующих электрических сетей. Кроме того, всё более и более ухудшающаяся

экологическая обстановка способствует тенденции к повышению качества энергосистем. Наличие новых технологий, таких как более многочисленные и информативные датчики SCADA, безопасная двусторонняя связь, интегрированное управление данными и интеллектуальные, автономные контроллеры, открыло возможности, которых не существовало даже десять лет назад.

Новый формат энергосистемы должен удовлетворять этим новым тенденциям развития. В последние годы на вооружении многих развитых стран мира в разработке появилась так называемая концепция «умных сетей», но она не получила чёткого определения в международном сообществе. Как правило, определение этих сетей выбирает каждая конкретная страна в соответствии с условиями, в которых она её реализует. Ниже мы попытаемся раскрыть эти понятия и показать тенденции их развития в различных странах мира, схожих с Россией по своей структуре энергосети.

Прогресс развития интеллектуальных сетей в Китае. Китай является второй по площади территории страной мира после России. Быстрый рост населения и повышение технологического уровня способствуют всё большему спросу на электроэнергию по всей стране. Получают развитие традиционные источники энергии, такие как гидро- и теплоэнергетика, а также наблюдается значительный рост возобновляемых источников энергии в связи с ухудшением экологической обстановки в стране.

Однако тепловая энергия, особенно угольная, по-прежнему занимает лидирующую позицию в структуре генерации. Поэтому Китаю предстоит еще долгий путь диверсификации генерации и снижения зависимости от ископаемых источников энергии. Кроме того, из-за географических условий и ограничений природных ресурсов установка гидроэлектростанций, насосных хранилищ, газовых и других источников энергии, которые могут быстро удовлетворить спрос и обеспечить вспомогательные услуги для энергосистемы, является недостаточной и в значительной степени препятствует широкомасштабной интеграции возобновляемых источников энергии [2]. В настоящее время Китай предпринимает всё больше попыток создать интеграционный комплекс между традиционными источниками и новыми возобновляемыми источниками энергии.



Рисунок 1 – Структура традиционной энергосети

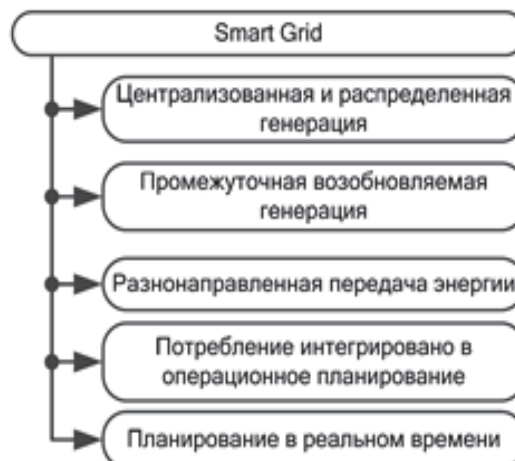


Рисунок 2 – Структура «умной» энергосети

Передача. SGCC всесторонне изучила основные технологии системы передачи сверхвысокого напряжения и разработала передовое оборудование сверхвысокого напряжения переменного тока (1000 кВ) и постоянного тока (7800 кВ), а также испытательную систему, которые эффективно повышают безопасность и пропускную способность электросети [2]. Но, несмотря на это, прогресс улучшения передачи энергии всё ещё низок. Автоматизация остаётся слабой (около 10 %) и часто не задействована на полную мощность. Применение энергосберегающих технологий также ограничено. Также медленно развивается

НИОКР, применение микросетей находится на достаточно примитивном уровне. Приоритетом будет являться автоматизация таких сетей, но их развитие пока больше лежит на уровне инженерных демонстраций и экспериментов на небольших участках сетей.

Умные сети в Индии. Текущий сценарий развития энергетики и прогноз на будущее. Хотя размеры Индии не соизмеримы со «странами-гигантами» вроде Китая, всё же она является четвёртым по счёту энергопотребителем в мире. С момента обретения независимости и взрывного роста населения произошел и соответствующий рост энергосектора в стране. Но всё же энергосети развиты крайне слабо, многие жители попросту не имеют доступа к энергии. Развитие энергетики традиционным путём является трудной задачей и не удовлетворит спрос на энергию в нужные сроки, а также сильно ухудшит и без того плохую экологическую обстановку в стране. Поэтому приоритетом развития для энергетики являются возобновляемые источники энергии. В отличие от традиционной генерации возобновляемые источники энергии являются не диспетчеризируемыми, т.е. существуют неопределенность и изменчивость, связанные с крупномасштабной ветро/солнечной генерацией. Ожидается, что развитие интеллектуальных сетей в Индии будет способствовать интеграции крупномасштабной возобновляемой генерации за счет усиленного мониторинга энергосистемы и более широкого участия потребителей, а также решения различных проблем, связанных с сектором распределения [3].

Инициатива POWERGRID по интеллектуальным сетям. Компания POWERGRID проявила инициативу по внедрению технологии интеллектуальных сетей во всех звеньях цепочки создания стоимости поставок электроэнергии. В секторе «Распределение» пилотная интеллектуальная сеть разрабатывается в Пудучерри благодаря открытому сотрудничеству с производителями, учеными, поставщиками решений и консультантами. Аналогичным образом пилотные проекты синхрофазоров были предприняты в секторе «Передача» для динамического измерения состояния системы в режиме реального времени во всех пяти регионах Индии. На основе опыта пилотного проекта синхрофазоров проводится крупномасштабное внедрение PMU в виде схемы «Унифицированного динамического измерения состояния в реальном времени» (URTDSM). Для широкомасштабной интеграции новых возобновляемых мощностей в индийскую энергосистему POWERGRID разработал комплексный отчет под названием «Зеленые энергетические коридоры». Он включает в себя укрепление системы передачи, инфраструктуру управления, хранение энергии и создание REMC. В данной статье представлен пример пилотного проекта Smart Grid, реализованного в Пудучерри.

Пилотный проект интеллектуальных сетей в Пудучерри. Компания POWERGRID выступила с новаторской инициативой по разработке пилотного проекта SmartGrid в Пудучерри в рамках открытого сотрудничества совместно с Департаментом электроэнергетики правительства Пудучерри для демонстрации эффективности технологии, обеспечения вклада в стандартизацию и совместимость различных технологий, пропаганды и нормативно-правовой базы для разработки тарифов и нетто-учета, внедрения электромобилей с зарядкой от возобновляемых источников энергии и т.д.

В рамках этого проекта уже реализованы и постепенно расширяются различные атрибуты «умных сетей». В настоящее время более 1600 интеллектуальных счетчиков в помещениях потребителей вместе с блоками концентраторов данных (DCU) и системой управления данными счетчиков (MDMS) объединены на одной общей платформе в Центре управления интеллектуальными сетями в Пудучерри [3].

Умные сети в Европе. Обзор европейских тенденций в области SG. Энергосети ЕС считаются одними из самых мощных и при этом разнообразных по источникам энергии сетей в мире. Многие страны переходят на возобновляемые источники, другие, как, например, Франция, развивают атомную энергетику или традиционные источники.

Для синхронизации всей энергосети и увеличения качества передаваемой и потребляемой энергии в ЕС возник свой проект «умных сетей». Проект предполагает большие преимущества в плане ценообразования, технологий безопасности и самовосстановления сети,

её децентрализации, повсеместного контроля за сетью и улучшения экологической обстановки.

Перспективы SG были начаты с плана SET 2005 г. и продолжены амбициозными планами, сформулированными в 2007 г. для стратегических исследований и дорожной карты до 2035 г. Концепция заключается в преобразовании европейской электрической сети таким образом, чтобы она стала более гибкой, ответственной и доступной, а также в получении более высокой экономической ценности. Сформулировав концепцию на 2020 год и далее, ЕС предпринял инициативы в форме пакетов и политики, чтобы сделать ее более реальной. Климатический и энергетический пакет ЕС, в частности, направлен на улучшение и актуализацию перспектив SG, которые соответствуют целям SG по устойчивому развитию, надежному энергоснабжению и конкурентоспособности рынка. Пакет направлен на достижение следующих целей: к 2020 г. была поставлена цель на 20 % увеличить выработку возобновляемой энергии, на 20 % снизить выбросы парниковых газов по сравнению с уровнем 1990 г. и на 20 % повысить энергоэффективность. С перспективой революционного преобразования традиционной энергосистемы в сложную и более здоровую общеевропейскую энергосистему, способную к двунаправленной передаче энергии, будущие энергосистемы должны стать более «умными» [4].

Заключение

Умные сети являются перспективным развитием энергетических систем многих стран мира, в том числе и России. Необходимость перехода от экстенсивного пути развития энергетики к интенсивному, а также переход от аналоговых технологий к цифровым невозможно без модернизации текущих сетей. Но «умная сеть» позволит это сделать без кардинальной перестройки существующей инфраструктуры и при этом намного повысит качество и количество вырабатываемой и передаваемой энергии. Перспективы применения такой технологии, особенно в больших странах, просто огромны, а проведенные эксперименты по её применению только доказывают это. Я считаю, что применение «умных сетей» является неизбежным шагом для развития электроэнергетики мира и нашей страны, в частности.

Библиографический список

1. Гришин Д. С., Пашенко Д. В., Синев М. П., Трокоз Д. А., Яровая М. В. Особенности внедрения интеллектуальных энергосетей Smart Grid // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2017. № 1(21). С. 109–116.
2. Jiahai Y., Jiakun S., Li Pan, Changhong Z., Junjie K. Smart grids in China // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014. Vol. 37. P. 896–906.
3. Jha I. S., Sen S., Kumar R. Smart grid development in India – A case study // Eighteenth National Power Systems Conference (NPSC). 2014. P. 1–6.
4. IqtiyaniIllum N., Hasanuzzaman M., Hosenuzzaman M. European smart grid prospects, policies, and challenges // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. Vol. 67. P. 776–790.

УДК 620.9

Абдухалим Абдухалил Угли Маликов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ЭНБ-112, Россия, Владивосток, e-mail: Malik1361@mail.ru

Научный руководитель – Лариса Григорьевна Московченко, канд. физ.-мат. наук, доцент

Оценка эффективности использования геотермальных электростанций в условиях Дальнего Востока России

Аннотация. Рассмотрена история возникновения геотермальных электростанций и их виды. Описан принцип работы геотермальных электростанций, проанализированы их преимущества и недостатки. Представлена таблица, показывающая рабочие геотермальные электростанции в России.

Ключевые слова: геотермальная электростанция, температура, энергия, геотермальная энергия, геотермический градиент

Abdukhalim Abdukhalil Ugli Malikov

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-112, Russia, Vladivostok, e-mail:
Malik1361@mail.ru

Scientific adviser – Larisa G. Moskovchenko, PhD, Associate Professor

Assessment of the effectiveness of the use of geothermal power plants in the conditions of the Russian Far East

Abstract. This article discusses the history of geothermal power plants and their types. The principle of operation of geothermal power plants is also described, advantages and disadvantages are analyzed. A table showing working geothermal power plants in Russia is presented.

Keywords: geothermal power plant, temperature, energy, geothermal energy, geothermal gradient

На сегодняшний день наиболее распространенный метод производства электроэнергии в промышленных масштабах заключается в том, чтобы использовать вращение турбины генератора с помощью потока горячего пара, который образуется в результате принудительного разогрева воды. Как в случае угольной ТЭС, так и в современной атомной электростанции основная идея заключается в кипячении воды, однако в ТЭС используется сжигание угля, а в реакторе АЭС в качестве источника тепла используются управляемые цепные реакции ТВЭЛов [1]. В некоторых местах земли горячая вода, разогреваемая внутренним теплом планеты, выходит на поверхность, и её можно использовать для производства электроэнергии. В работе рассматривается принцип действия ГеоЭС и дается оценка эффективности их использования.

Температура в центре земли равна примерно 6000 °С (рис. 1). При приближении к поверхности она постепенно снижается. Изменение температуры на определенном участке земной толщи называется геотермическим градиентом и составляет в среднем 3 °С на каждые 100 м. Например, на глубине 1 км температура достигает 30 °С. Температурный градиент зависит от региона. Он выше вблизи тектонических разломов и зон вулканической активности. Например, в штате Орегон (США) геотермальный градиент составляет 150 °С на 1 км, тогда как в Южной Африке этот показатель составляет всего 6 °С на 1 км [2].

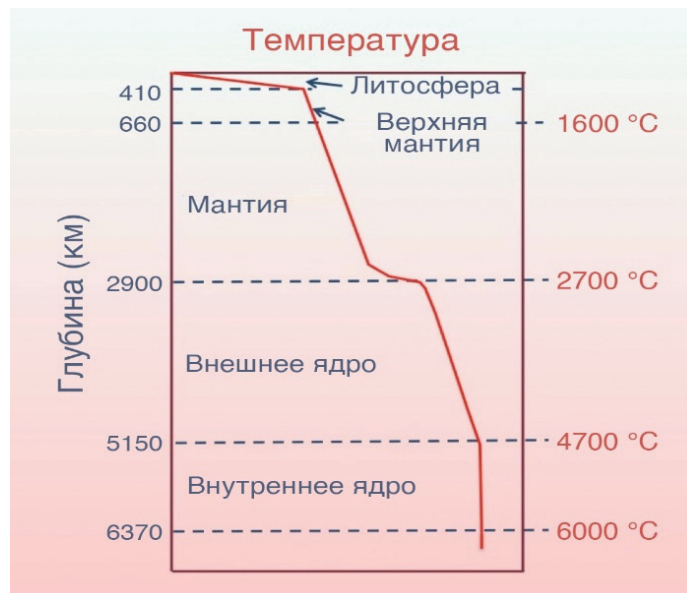
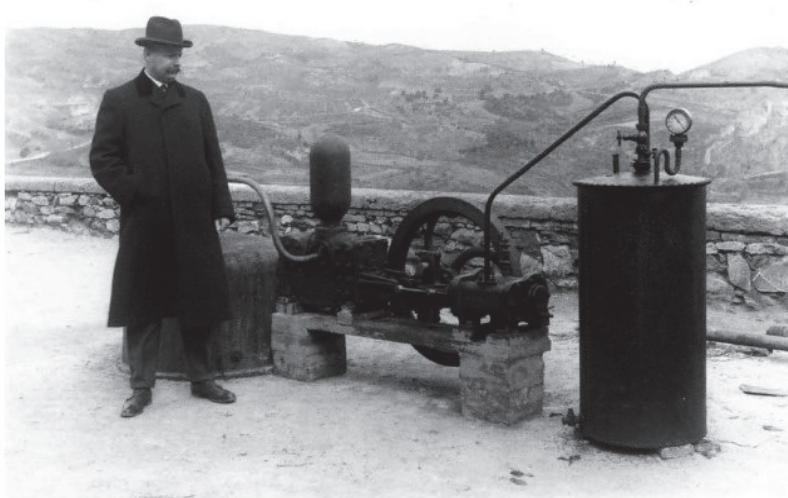


Рисунок 1 – Изменение температуры породы с глубиной

Геотермальные электростанции вырабатывают электрическую энергию из тепловой энергии подземных источников (например, гейзеров). Геотермальная энергия представляет собой энергию, получаемую из естественного тепла земли, достигаемого через использование скважин. Температура в скважине в среднем повышается на 1 °C на каждые 36 м. Это тепло может быть использовано в виде горячей воды или пара и применяется непосредственно для обогрева зданий или для производства электроэнергии. Термальные регионы находятся в различных частях мира [3].

Приведем несколько фактов из истории использования ГеоЭС. Технология сбора пара из естественных геотермальных источников была разработана графом Франсуа де Лардерелем в 1817 г. В XX в. возросший спрос на электроэнергию стимулировал развитие проектов по созданию электростанций, использующих внутреннее тепло земли. Пьеро Джинори Конти провёл испытания первого геотермального генератора в итальянском городе Лардерелло 4 июля 1904 г. (рис. 2). Генератор смог успешно зажечь четыре электрические лампочки. Первая геотермальная электростанция в мире была построена в том же городе в 1911 г. и работает до сих пор [4].



Pietro Ginori Conti, the first geothermal plants in Larderello (Source: Italian Geothermal Union)

Рисунок 2 – Первый геотермальный генератор

Геотермальная энергия может быть получена из двух типов источников: петротермальных, когда для генерации энергии используются горячие слои земли, и гидротермальных, когда в качестве источника энергии используются подземные воды [5].

На ГеоЭС возможны различные способы получения энергии:

- прямая схема подразумевает использование специальных труб для транспортировки пара на турбину, связанную с генератором;
- не прямая схема практически не отличается от прямой, за исключением того, что пар проходит дополнительную очистку от газов, разрушающих трубы;
- при использовании смешанной схемы газы, не растворившиеся в образовавшемся конденсате, удаляются;
- бинарная схема основана на использовании в качестве рабочего тела жидкости с более низкой температурой кипения (например, изопентан). Эта жидкость превращается в пар через теплообменник для приведения в движение турбины (рис. 3) [5].

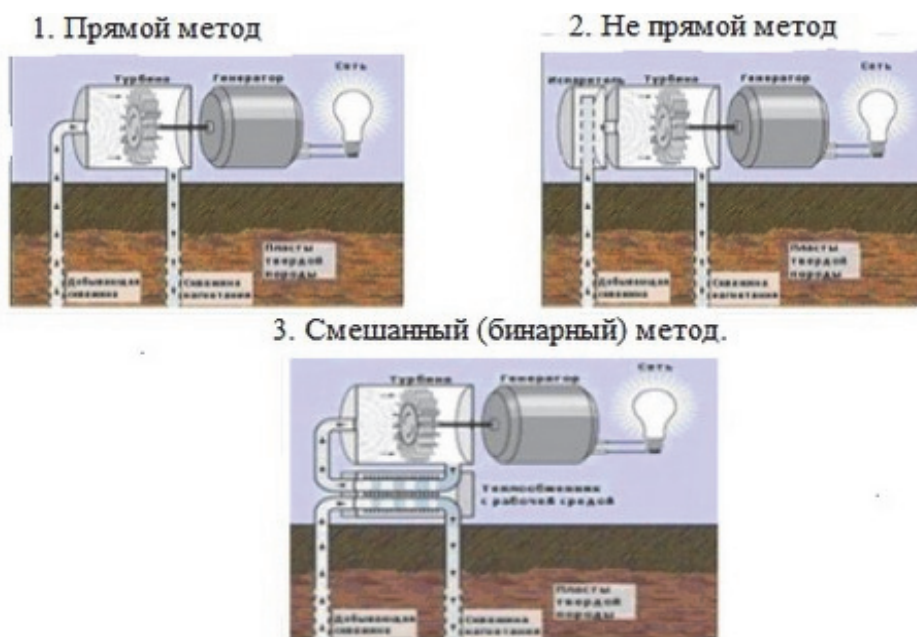


Рисунок 3 – Схема работы ГеоЭС разного типа

Электростанции на основе геотермальной энергии имеют следующие преимущества:

- использование возобновляемого источника энергии;
- большие запасы на будущее;
- способность работать в автономном режиме;
- неподверженность сезонным и погодным условиям;
- возможность производства электрической и тепловой энергии;
- отсутствие необходимости создавать защитные (санитарные) зоны при строительстве.

Однако у станций есть и некоторые недостатки:

- высокая стоимость строительства и оборудования;
- возможны выбросы пара с вредными примесями в процессе работы;
- необходимость утилизации гидротермов из глубинных слоев земли [6].

Геотермальные установки используются для энергоснабжения предприятий сельского хозяйства, промышленности и в жилищно-коммунальной сфере.

Энергетика, основанная на использовании геотермальных ресурсов, является относительно новым направлением в России. В августе 1966 г. на Камчатке была запущена первая геотермальная электростанция – Паужетская ГеоЭС. На сегодняшний день в России функционируют всего четыре геотермальные электростанции, из которых три находятся на Камчатке, а одна – на Курильских островах. Это Мутновская, Верхне-Мутновская, Паужетская и Менделеевская ГеоЭС.

Полуостров Камчатка обладает огромными запасами геотермальной энергии. Часть этих запасов разведана. По результатам геологоразведочных работ в районе Мутновского геотермального месторождения сделан вывод о целесообразности строительства в этом районе нескольких ГеоЭС общей мощностью 200 МВт. По прогнозам, промышленное освоение запасов теплоносителей для снабжения ГеоЭС могло бы обеспечить более 800 МВт электрической мощности при экономии жидкого топлива [7].

Основные ГеоЭС в России

Название ГеоЭС	Установленная мощность на 2010 г., МВт	Выработка на 2010 г., млн кВт/ч	Место расположения
Менделеевская	3,6	-	Кунашир
Паужетская	12	42,544	Камчатский край
Мутновская	50	360,7 (2007 г.)	Камчатский край
Верхне-Мутновская	12	63,01 (2006 г.)	Камчатский край

Из вышесказанного можно сделать вывод, что геотермальные электростанции являются возобновляемыми источниками энергии, которые могут работать в автономном режиме. Несмотря на высокую стоимость строительства и оборудования, они способны вырабатывать значительное количество энергии. Кроме того, геотермальная энергетика оказывает меньшее воздействие на окружающую среду по сравнению с другими типами электростанций.

Библиографический список

1. «Хабр» [Электронный ресурс]. URL : <https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/442632/> (дата обращения : 06.04.2023).
2. «Alter220.ru» [Электронный ресурс]. URL : <https://alter220.ru/geoterm/geotermalnaya-elektricheskaya-stantsiya.html> (дата обращения : 06.04.2023).
3. Нариманов, Б. А. Геотермальные электростанции или что такое геотермальная энергия / Б. А. Нариманов // Интернаука. 2021. № 16–2(192). С. 60–62.
4. «Переток.ру» [Электронный ресурс]. URL : <https://peretok.ru/articles/freezone/17440/> (дата обращения : 06.04.2023).
5. «Техкульт» [Электронный ресурс]. URL : <https://www.techcult.ru/technology/10128-geotermalnaya-elektrostanciya> (дата обращения : 06.04.2023).
6. Котеленко, С. В. Геотермальные ресурсы и геотермальные электростанции / С. В. Котеленко, Ю. Р. Сабирова // Изв. Тульского гос. ун-та. Технические науки. 2019. № 11. С. 220–225.
7. Трушин, С. Г. Научно-технические аспекты строительства Мутновской геотермальной электростанции на Камчатке / С. Г. Трушин, А. С. Земцов, В. И. Длугосельский // Теплоэнергетика. 2000. № 7. С. 60–62.

УДК 621.3

Матвей Сергеевич Музалевский

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ЭНб-312, Россия, Владивосток, e-mail: muzalevskijmatvei3@gmail.com

Научный руководитель – Елена Петровна Матафонова, канд. техн. наук, доцент

Построение систем автоматизации и диспетчеризации вентиляционных систем на базе коммуникационных контроллеров

Аннотация. Современные технологии автоматизации вентиляционной системы требуют использование коммуникационных контроллеров, на основе которых можно построить систему для обработки информации от датчиков, регулировать работу вентиляторов, подачу воздуха и обеспечивать контроль за микроклиматом.

Ключевые слова: измеряемые параметры, контроллер, системы вентиляции

Matvey S. Muzalevsky

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: muzalevskijmatvei3@gmail.com

Scientific adviser – Elena P. Matafonova, PhD, Associate Professor

Construction of automation and dispatching systems for ventilation systems based on communication controllers

Abstract. Modern ventilation system automation technologies require the use of communication controllers, on the basis of which it is possible to build a system for processing information from sensors, regulating the operation of fans, air supply and providing microclimate control.

Keywords: measured parameters, controller, ventilation systems

Введение

В последние годы в связи с растущим числом строительных проектов, а также увеличивающимся количеством офисных зданий, промышленных сооружений и других объектов актуальной становится проблема эффективной работы систем вентиляции

Для эффективной работы вентиляционной системы необходимо не только обеспечить правильный выбор ее компонентов, но и применить современные технологии автоматизации и диспетчеризации. Такие системы позволяют управлять работой вентиляционного оборудования, а также контролировать микроклимат в помещении [1, 2].

Одним из современных решений является использование коммуникационных контроллеров. Контроллеры позволяют автоматизировать управление вентиляционной системой, а также обеспечивать связь между компонентами системы. На основе таких контроллеров можно построить систему, которая будет обрабатывать информацию от датчиков, регулировать работу вентиляторов, регулировать подачу воздуха и обеспечивать контроль за микроклиматом. Одновременно контроллеры позволяют управлять отдельными элементами вентиляционной системы, например, термостатами или заслонками.

Основная часть

Для того чтобы эффективно использовать вентиляционные системы, необходимо их автоматизировать и диспетчеризировать. Для этого могут быть использованы специальные контроллеры, такие как С2000-Т [3, 4].

Контроллер С2000-Т предназначен для контроля и регулирования температуры и влажности воздуха в помещениях с системами приточно-вытяжной вентиляции и температуры в системах отопления и горячего водоснабжения, включая поддержку алгоритмов энергосбережения, управление технологическими процессами, контроль достижения заданных параметров, выдачу управляющих сигналов, отправку и прием информации через последовательный интерфейс RS-485, таблица.

Функциональные возможности контроллера, следующие:

- контроль датчиками физических параметров технологического процесса;
- защита параметров измерения от сетевых и импульсных помех с помощью фильтров;
- формирование управляющих сигналов для внешних исполнительных устройств в соответствии с заданными пользователем параметрами регулирования;
- фиксирование программируемых параметров в памяти устройства и анализ работы системы;
- генерирование звукового сигнала при обнаружении неисправности датчика;
- светодиодные индикаторы для сеансов связи через интерфейс RS-485;
- индикация состояния с помощью звуковых и оптических сигналов;
- генерация пользовательских сигналов через блок условий.

Технические характеристики контроллера С2000-Т

Параметр	Значение
Пределы изменения источника переменного напряжения питания $U_{\sim}=20$ В	(0,95–1,45) U_{\sim}
Пределы изменения частоты $f=50$, Гц	(0,94–1,26) f
Пределы изменения источника постоянного напряжения питания $U_{\sim}=20$ В	(1–0,5) U_{\sim}
Мощность потребления P , Вт	До 5
Число аналоговых и дискретных входов, шт.	6
Число аналоговых выходов, шт.	2
Число дискретных выходов, шт.	6
Габаритные размеры прибора, мм	157 x 86 x 58
Вес прибора, кг	Не более 0,55
Средний срок эксплуатации, лет	10

Автоматизация вентиляционных систем позволяет управлять процессом вентиляции и обеспечивать комфортные условия для людей в зданиях. Основные задачи автоматизации вентиляционных систем – это определение и контроль температуры, влажности, уровня света и газоанализа воздуха. На рис. 1 представлена схема подключения контроллера.

Контроллер С2000-Т может использоваться в качестве устройства для автоматизации вентиляционных систем. Он имеет несколько входов и выходов, которые могут использоваться для подключения датчиков температуры, влажности, давления и других параметров.

Диспетчеризация вентиляционных систем позволяет управлять и контролировать работу системы в целом. Она включает в себя мониторинг работы оборудования, контроль за параметрами микроклимата, поддержание запасных частей и т.д.

Контроллер С2000-Т может использоваться как устройство диспетчеризации вентиляционных систем. Он может быть запрограммирован для мониторинга работы оборудования, получения и обработки данных с датчиков и реле, регулирования температуры, скорости вентиляции и т.д.

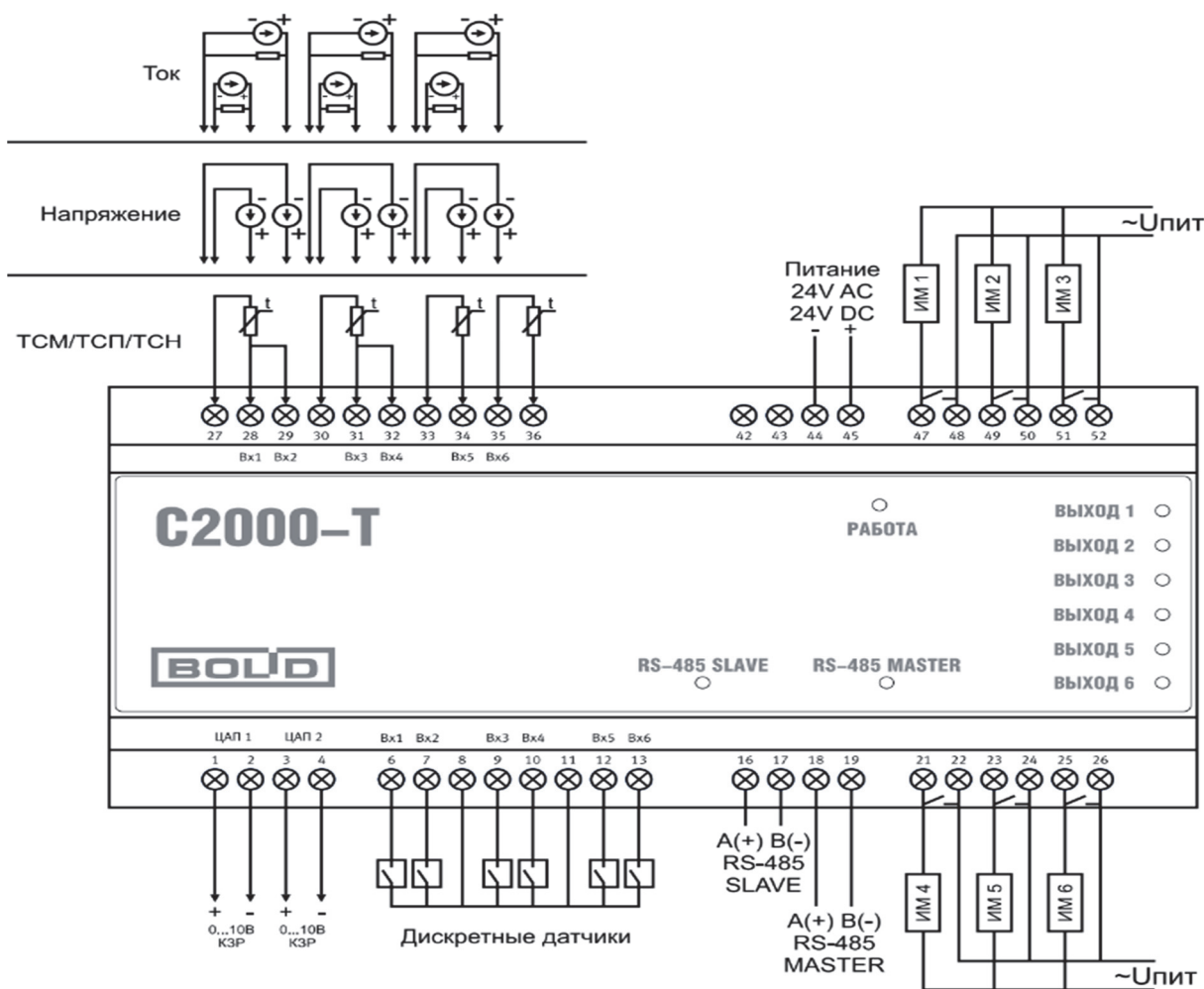


Рисунок 1 – Схема подключения контроллера С2000-Т

Использование контроллера С2000-Т для автоматизации и диспетчеризации вентиляционных систем имеет ряд преимуществ, которые могут быть использованы для повышения эффективности и безопасности работы системы. Некоторые из них включают следующее:

1. Гибкость и настраиваемость: контроллер С2000-Т может быть настроен для управления любым количеством устройств, датчиков и различных параметров микроклимата.

2. Надежность: контроллер С2000-Т имеет высокую степень надежности и может быть использован даже в экстремальных условиях.

3. Простота установки и настройки: контроллер С2000-Т имеет простой и понятный интерфейс, что позволяет быстро настроить его для нужд конкретной системы.

Рассмотрим различные системы вентиляции на базе контроллера С2000-Т и его модификации С2000-Т исп. 01.

Приточная система вентиляции с одним теплообменным агрегатом представлена на рис. 2.

При управлении контроллером системой подачи воздуха с водяным нагревателем поддерживается заданная температура воздуха в воздуховоде (датчик ТЕ 1.3). Аналоговый выход контроллера обеспечивает управляющий сигнал напряжения для пропорционального управления клапаном Р1 подачи водяного нагревателя (рис. 2).

Функции в рабочем режиме:

- Задание температуры воздуха поддерживается канальным датчиком со встроенным ПИД-регулятором.

- Регулирование температуры путем пропорционального управления клапаном подачи водяного теплоносителя с помощью аналогового выхода (напряжение от 0 до 10 В).

- Каскадное регулирование с помощью датчика комнатной температуры.
- Поддержание температуры обратной воды в режиме ожидания.
- Предварительный нагрев водонагревателя и воздушных решеток.
- Возможность регулирования процессом при снижении уставки.
- Автоматический режим работает по расписанию.
- Циркуляционные насосы могут быть остановлены в летний период.
- Индикация пределов загрязнения воздушного фильтра.

Функции в аварийном режиме:

- Работа системы блокируется, если температура обратной воды опускается ниже заданного значения.
- Отключение системы при срабатывании термостата безопасности воздуха.
- Отключение системы из-за обрыва ремня вентилятора.
- Отключение системы из-за неисправности датчика температуры.

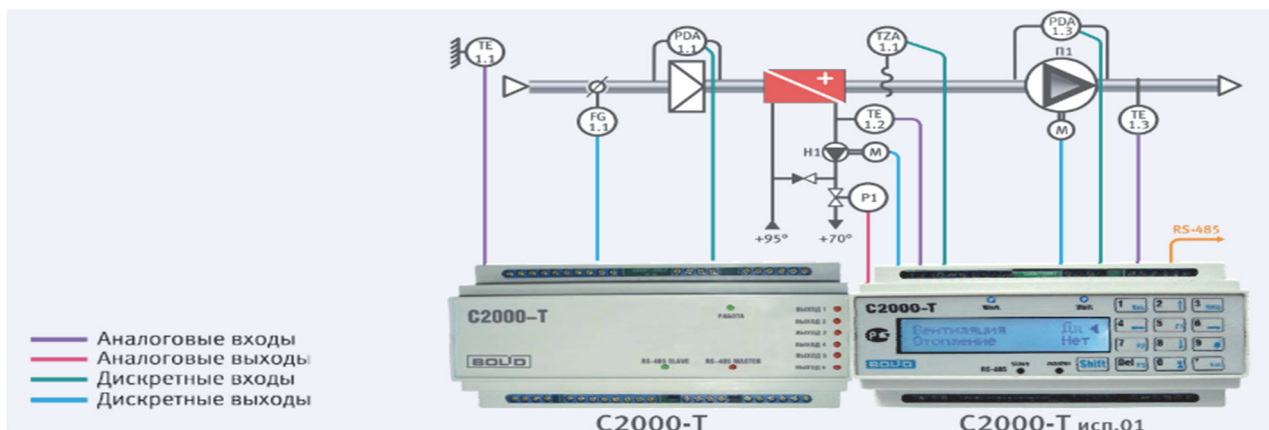


Рисунок 2 – Схема приточной системы вентиляции с одним теплообменным агрегатом

В другой похожей установке при работе приточной системы вентиляции контроллер управляет системой подачи воздуха с воздушной заслонкой FG1.2 и водяным нагревателем для рециркуляции воздуха (рис. 3). Во время работы поддерживается заданная температура воздуха в воздуховоде (датчик TE 1.3). Аналоговый выход контроллера обеспечивает управляющий сигнал напряжения для пропорционального управления клапаном водяного нагревателя P1 и воздушной заслонкой рециркуляции FG1. Летом и зимой возможны различные настройки режима рециркуляции.

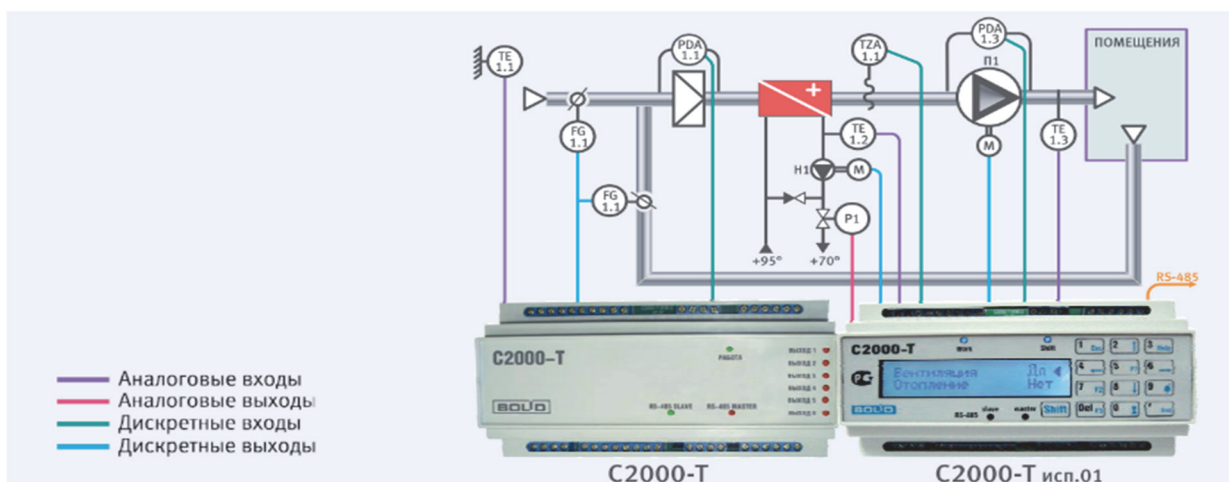


Рисунок 3 – Схема приточной системы вентиляции с рециркуляцией воздуха

Функциональные возможности в рабочем и аварийном режимах такие же, как и у приточной системы вентиляции с одним теплообменным агрегатом.

Для реализации алгоритмов управления вытяжной установкой и крышным вентилятором (рис. 4) пользователю следует ознакомиться с блоком условий контроллера. При этом надо учитывать соответствие дискретных входов и выходов количеству подключаемых вытяжных вентиляторов. Некоторые мощные двигатели вытяжных вентиляторов могут быть оснащены встроенным датчиком температуры для контроля температуры подшипников, встроенным датчиком вибрации и термодатчиком или термосопротивлением для контроля температуры обмоток. Датчик вибрации и термосопротивления подключаются к контроллеру через стандартные преобразователи и выдают сигнал напряжения 0...10 В. Другие датчики температуры подключаются непосредственно к аналоговым входам контроллера. Кроме того, если концентрация опасных газов (CO, CO₂, CH₄) или паров (например, датчик утечки бензина) превышает пороговое значение, соответствующий преобразователь может быть подключен к аналоговому входу, а блок условий используется для формирования алгоритма управления вытяжным вентилятором.

Функции в рабочем режиме:

- Вентиляторы могут автоматически активироваться при превышении пороговых значений температуры или концентрации опасного газа.
- Мониторинг вибрации вентиляторов.
- Мониторинг температуры подшипников двигателя вентилятора.
- Мониторинг температуры обмотки двигателя вентилятора.

Функции в аварийном режиме:

- Блокировка системы при срабатывании защиты от перегрузки по току.
- Отключение системы при превышении пределов температуры обмотки, подшипников и уровня вибраций вентилятора.

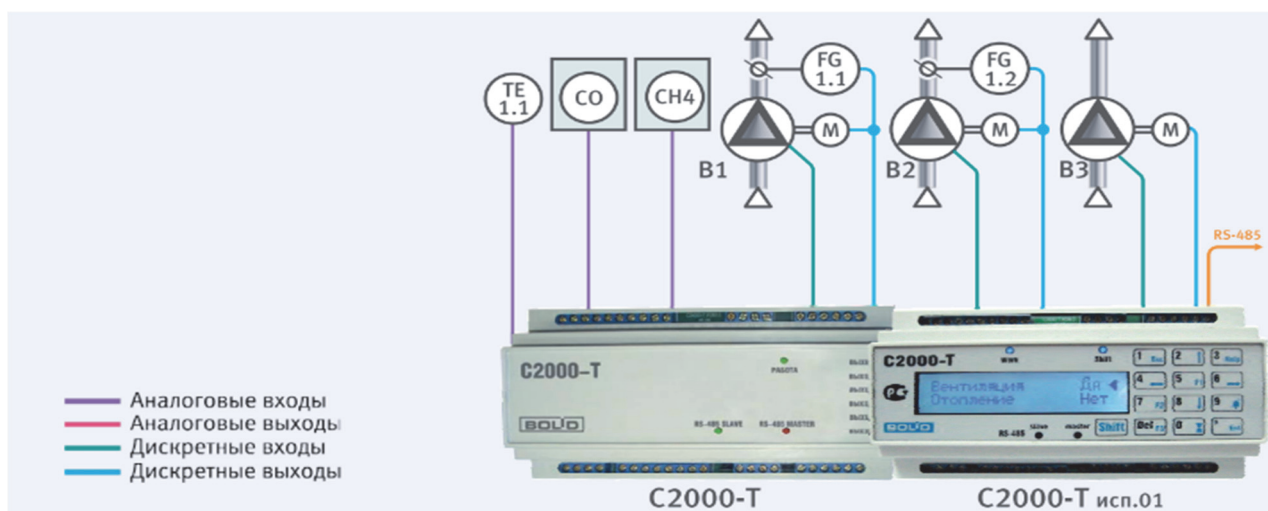


Рисунок 4 – Схема вытяжной установки и вентилятора

В тепловых воздушных завесах с водяным нагревателем (рис. 5) принцип управления основан на работе приточной установки и блоке подачи воздуха. Температура регулируется пропорциональным управлением через привод клапана водяного нагревателя через аналоговый выход (напряжение от 0 до 10 В).

Настройка блока условий контроллера для модификации этой конфигурации позволяет расширить алгоритм работы тепловой завесы. Например, она может включаться автоматически при активации двери или дверного датчика, скорость вращения вентилятора может регулироваться ступенчато, она может использоваться в качестве дополнительного источника обогрева на низкой скорости в режиме тепловентилятора и т.д.

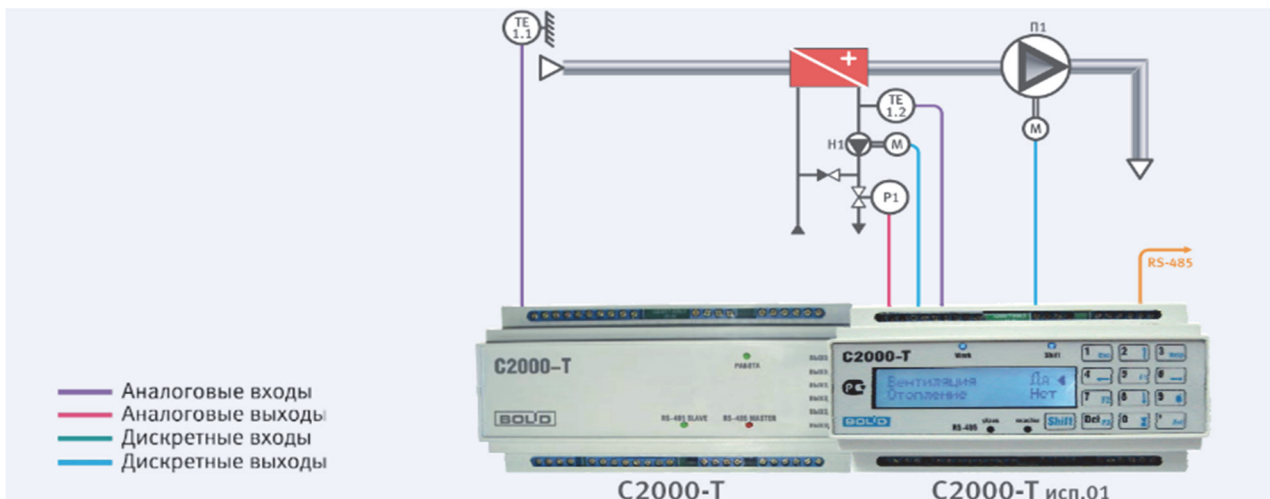


Рисунок 5 – Схема тепловой воздушной завесы

Функции в рабочем режиме:

- Поддержание заданной температуры воздуха в соответствии с показаниями датчика температуры.
- Поддержание температуры обратной воды в режиме ожидания.
- Предварительный нагрев водонагревателя.

Функции в аварийном режиме:

- Система блокируется, если температура обратной воды падает ниже заданного значения.
- Если срабатывает защитный термоконттакт двигателя вентилятора, система отключается.
- Система отключается при выходе из строя датчика температуры.

Заключение

Контроллер C2000-T может быть использован для построения систем автоматизации и диспетчеризации вентиляционных систем. Благодаря гибкости и настраиваемости контроллера, его надежности и простоте установки и настройки, он может быть использован в различных условиях и гарантировать эффективную работу системы в любое время.

Библиографический список

1. Жерлыкина М. Н., Яременко С. А. Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений. М., 2018. 165 с.
2. Смурнов Е. С. Автоматизация и диспетчеризация систем электроснабжения. М., 2010. 101 с.
3. URL: <https://bolid.ru/production/disp/>.
4. URL: http://www.st-dv.ru/cat_uploads/files/bolid_ru_s2000_T_re.pdf.

УДК 621.3

Екатерина Андреевна Петухова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ЭНб-412, Россия, Владивосток, e-mail: evgenijkutuz0013@gmail.com

Научный руководитель – Юрий Михайлович Горбенко, доцент

Анализ характеристик трансформаторов отечественного и зарубежного производства

Аннотация. Трансформаторы являются неотъемлемой частью работы предприятия. С 1928 г. силовые трансформаторы начали производить в СССР, и с тех пор их значимость в современном мире возросла. В России на данный момент насчитывается до 88 предприятий, ориентированных на производство трансформаторов различной направленности, и с каждым днём востребованность в усовершенствовании согласно запросам потребителей растёт. Анализ характеристик трансформаторов отечественного и зарубежного производства поможет прояснить ситуацию в различии и сходстве главных технических данных, а также взглянуть на возможность модернизации производства отечественных трансформаторов с помощью заимствования технологий зарубежных дружественных стран.

Ключевые слова: трансформатор, анализ

Ekaterina A. Petukhova

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-412, Russia, Vladivostok, e-mail:
evgenijkutuz0013@gmail.com

Scientific adviser – Yuri M. Gorbenko, Associate Professor

Analysis of the characteristics of transformers of domestic and foreign production

Abstract. Transformers are an integral part of the company's work. Since 1928, power transformers began to be produced in the USSR, and since then their importance in the modern world has increased. At the moment, there are up to 88 enterprises in Russia focused on the production of transformers of various directions, and every day the demand for improving the characteristics of transformers according to consumer requests is growing. Analysis of the characteristics of transformers of domestic and foreign production will help clarify the situation in the difference and similarity of the main technical data, as well as look at the possibility of modernizing the production of domestic transformers by borrowing technologies from foreign friendly countries.

Keywords: transformer, analysis

Трансформатор как устройство, которое осуществляет повышение и понижение напряжения переменного тока при неизменной частоте и незначительных потерях мощности, является неотъемлемой частью работы современных энергосистем. Заводы-производители сводят все технические характеристики в паспортные данные трансформатора, благодаря которым потенциальный пользователь данного оборудования может оценить качество и работоспособность этого устройства и сделать правильный выбор для собственных или производственных нужд.

Как пример отечественных трансформаторов используем данные, доступные простому потребителю, которые предоставляет предприятие «ЭнергоМонтаж» из города Кстово, Нижегородской области [1].

На их сайте предоставлена информация о шести видах трансформаторов. Для удобства анализа информации по отечественным трансформаторам сведём данные в табл. 1.

Таблица 1 – Значения мощности и напряжения трансформаторов производства «ЭнергоМонтаж»

Название трансформатора	Мощность, кВА	Напряжение, кВ
Герметичные масляные трансформаторы (ТМГ)	16–2500	6–10–20/0,4
Масляные трансформаторы (ТМ)	16–6300	6–35/0,4
Силовые сухие трансформаторы (ТСЛ и ТСЗГЛ)	25–3200	6–10/0,4
Масляные трансформаторы с азотной подушкой (ТМЗ)	400–2500	6–10/0,4
Трансформаторы масляные фланцевые (ТМФ)	160–2500	6–10/0,4
Трансформаторы НАМИ, ОМП, НТМИ, НОМ (масляные)	Уточняется у производителя	Уточняется у производителя

Помимо этого, все перечисленные трансформаторы имеют личные характерные особенности и особенности их использования. К примеру, в ТМГ регулирование напряжения осуществляется ступенчато при помощи переключения без возбуждения (ПБВ) в отключённом состоянии, что реализовано путём применения переключателя типа ПБВ в ручном режиме при снятой нагрузке и напряжении, согласно переключения ответвлений обмотки ВН, также и в ТМ для регулирования напряжения в широком диапазоне с шагом $\pm 2 \times 2,5 \%$ предназначена система ПБВ. В свою очередь в трансформаторах типа ТСЛ регулирование высокого напряжения осуществляется путём перестановки перемычек на панели зажимов при отключённом от сети трансформаторе со стороны высокого и низкого напряжения.

Для последующего сравнения технических данных отечественных и зарубежных трансформаторов сведём технические характеристики трансформаторов типа ТМГ, ТМ, ТС и ТСЗ в табл. 2.

Как мы можем заметить, большинство характеристик представленных трансформаторов по мощности, напряжению, а также значениям $U_{кз}$ и $I_{хх}$ идентичны, что позволяет подобрать нужное для производства или нужд потребителя устройство.

В сравнении с отечественными трансформаторами приведём сводку технических данных китайских трансформаторов сухого и масляного типа, информация о которых была взята с сайта китайской компании Guangdong Shengte Electric Co., Ltd [2].

Как пример рассмотрим модель SCB10 и S11-M, соответственно, сухого и масляного исполнения, представленные на рис. 1 и 2.

К функционалу сухого китайского трансформатора производитель относит:

1. Низкие потери, низкий уровень частичного погашения, низкий уровень шума, теплоотдача, также может работать при 120 % номинальной нагрузке в рамках принудительного воздушного охлаждения.
2. Имеет защиту от влаги и может работать нормально при 100 % влажности. Он может быть введен в эксплуатацию без предварительной сушки после выключения.
3. Высокая ударо- и огнестойкость, не загрязняют окружающую среду и могут быть установлены непосредственно в центре нагрузки.
4. С полной защитой от перегрева системы контроля для обеспечения надежной защиты и безопасной эксплуатации трансформатора.
5. Простота в установке и обслуживании, а также низкие эксплуатационные расходы.

Таблица 2 – Технические характеристики трансформаторов типа ТМГ, ТМ, ТС и ТСЗ

Тип трансформатора	Мощность, кВА	Напряжение, кВ		Потери, Вт			U _{кз} , %	I _{хх} , %
		ВН	НН	ХХ	КЗ	Суммарные		
ТМГ-63	63	6; 10; 20	0,23; 0,4	210	1300	1510	4	2,5
		27,5; 35		265	1400	1665	4,5	
ТМГ-250	250	6; 10; 20		425	2750	3175	4	2
		27,5; 35		650	3250	3900	4,5	
ТМГ-1000	1000	6; 10; 20		1600	10800	12400	5,5	1,3
		27,5; 35						
ТМ-63	63	6; 10; 20		255	1450	1705	4	2,5
		27,5; 35		265	1400	1665	4,5	
ТМ-250	250	6; 10; 20		650	3250	3900	4	2
		27,5; 35					4,5	
ТМ-1000	1000	6; 10; 20		1700	10500	12200	6	1,3
		27,5; 35		1400	10800	12200		
ТС-63	63	6; 10	280	1050	1330	4	2,4	
ТС-250	250		950	3200	4150		1,7	
ТС-1000	1000		2200	10800	13000	6	0,9	
ТСЗ-63	63		280	1050	1330	4	2,4	
ТСЗ-250	250		950	3200	4150		1,7	
ТСЗ-1000	1000		2200	10800	13000	6	0,9	

В своё время функционал масляного трансформатора представлен следующим перечнем:

1. При коротком замыкании в трансформаторе устройство может в значительной степени уменьшить значение тока КЗ в цепи.
2. Все болты и гайки на поверхность крышки изготовлены из нержавеющей стали 304 с улучшенной защитой от коррозии.
3. Герметичные резиновые кольца, что значительно продлевает срок службы уплотнения.



Рисунок 1 – Трансформатор SCB10

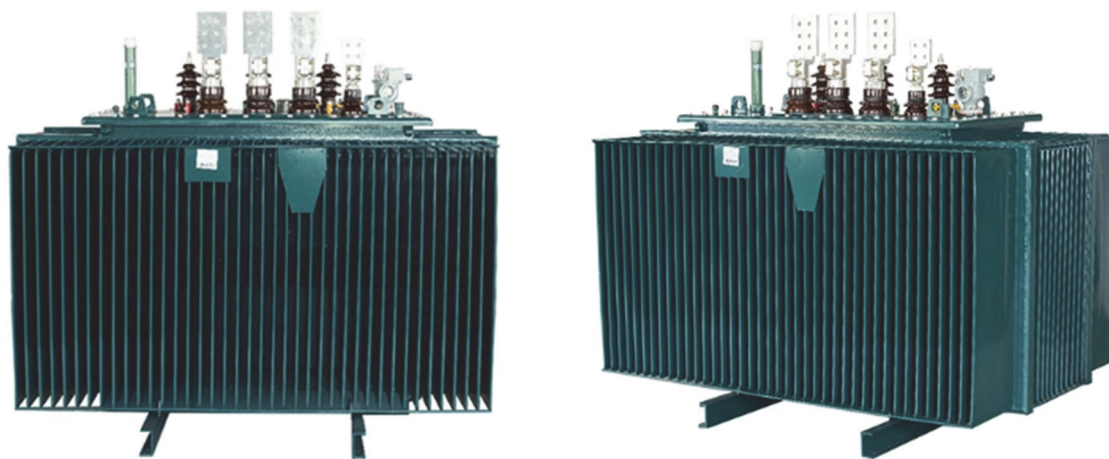


Рисунок 2 – Трансформатор S11-M

Трансформаторы типа SCB10 и S11-M также имеют большой ряд номинальных мощностей. Для сравнения постараемся выбрать те же значения мощностей, которые мы приводили в табл. 2, когда рассматривали отечественные трансформаторы, и сведём всю информацию в табл. 3.

Таблица 3 – Технические характеристики трансформаторов типа SCB10 и S11-M

Тип трансформатора	Мощность, кВА	Напряжение, кВ		Потери, Вт			U _{кз} , %	I _{хх} , %
		ВН	НН	XX	КЗ	Суммарные		
SCB-80	80	6; 6,3; 10; 10,5; 11	0,4	370	1380	1750	4	1,2
SCB-250	250			720	2760	3480		0,7
SCB-1000	1000			1770	8130	9900	6	0,4
S11-M-63	63			150	1090	1240	4	1,2
S11-M-250	250			400	3200	3600		0,9
S11-M-1000	1000			1150	10300	11450	4,5	0,6

Как мы можем заметить, потери внутри трансформатора, а также значения U_{кз} и I_{хх} китайских производителей в сравнении с трансформаторами отечественного производства сильно разнятся. Учитывая схожие показатели мощности у обоих заводо-производителей, отечественные трансформаторы меньше подвержены потерям, чем китайские. Это показывает, что наше производство имеет лучший показатель качества, что говорит о высоком профессионализме наших производителей, отличных возможностях и потенциальном росте качества разработки таких технологий и устройств, как трансформаторы.

Библиографический список

1. URL : https://energomon.ru/трансформаторы/?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTs3NzYxMjEzNTsxMjU5NTA2OTExOTt5YW5kZXgucnU6cHJlbW11bQ&yclid=14473528695631904767.
2. URL : https://ru.made-in-china.com/co_shengte-transformer/.
3. Акимов, Н. Н. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА : справочник / Н. Н. Акимов, Е. П. Ващуков, В. А. Прохоренко и др. М. ; Минск : Беларусь, 2016. 591 с.
4. Фарбман, С. А. Ремонт и модернизация трансформаторов / С. А. Фарбман. М. : ЁЁ Медиа, 2019. 226 с.
5. Электротехника: измерительные трансформаторы напряжения и комплекты трансформаторов постоянного тока. Электронный справочник (актуализация на 01.04.09). М. : РГГУ, 2017. 903 с.

УДК 621.316

Руслан Альбертович Струк

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: beverly.flip24@gmail.ru

Матвей Степанович Турко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: beverly.flip24@gmail.ru

Научный руководитель – Ирина Михайловна Слабженникова, канд. физ.-мат. наук, доцент

Исследование интерактивной модели «Симулятор аварийных процессов»

Аннотация. Рассмотрены основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты, описаны виды токовых защит. Проведён эксперимент в виртуальной лаборатории проекта «РЗА» и рассчитаны уставки токовой защиты с двухступенчатой характеристикой выдержки времени, выполненной на основе реле РТ-40. Показано, что сочетанием токовой отсечки и максимальной токовой защиты можно обеспечить надёжную защиту линии на всем ее протяжении.

Ключевые слова: релейная защита, автоматика, отключение, нормальный режим, сохранность, опасный участок, общая энергетика

Ruslan A. Struk

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: beverly.flip24@gmail.ru

Matvey S. Turko

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: beverly.flip24@gmail.ru

Scientific adviser – Irina M. Slabzhennikova, PhD, Associate Professor

Research of interactive model «Simulator of emergency processes»

Abstract. The paper considers the basic requirements for relay protection devices, describes the types of current protection. An experiment was carried out in the virtual laboratory of the RZA project and the current protection settings with a two-stage time delay characteristic based on the RT-40 relay were calculated. It is shown that a combination of current cutoff and maximum current protection can provide reliable protection of the line throughout its entire length.

Keywords: relay protection, automation, shutdown, normal mode, safety, dangerous area, general energy

Все мы знаем, что кроме домашней проводки есть высоковольтные линии электропередач, которые передают энергию от подстанции к подстанции [1]. И если для защиты домашней проводки принято ставить автоматы, устройства дифференциального оборудования (УЗО) и тому подобные устройства, то, что же защищает оборудование на самих подстанциях? Простые автоматы и рубильники здесь не помогут. Давайте разберемся, что такое релейная защита.

Итак, релейная защита и автоматика – хорошо отлаженный комплекс блоков и реле, которые предназначены для защиты оборудования и обеспечения бесперебойного и качественного питания конечного потребителя [1].

Перечислим основные требования, предъявляемые к релейной защите.

Первое – селективность. Это значит, что при аварии защитная система должна отключить только поврежденный участок, при этом остальные части системы должны продолжать свою работу.

Второе требование – надежность. Это значит, что система должна функционировать в течение всего периода эксплуатации, а также при любых внешних условиях.

Надежность – это целый комплекс мероприятий, которые обуславливают: правильный выбор реле, правильный выбор трансформаторов тока, правильно выбранную схему, качество монтажа и др.

Третье – быстродействие. Тоже очень важное требование, ведь устойчивость всей системы напрямую зависит от скорости отключения поврежденного элемента. И чем быстрее будет совершено отключение, тем меньше повреждений получит оборудование.

Четвертое, не менее важное, это чувствительность. Даже при минимальном превышении заданных параметров защита должна среагировать. При этом нижний порог срабатывания элементов защиты выставляется уставками, т.е. заранее установленными значениями тока короткого замыкания в минимальных режимах работы энергосистемы [1].

Однако слишком чувствительная защита будет срабатывать при пусках двигателей, при коммутационных режимах и т.д., этого нельзя допустить [2].

Токовая защита – это защита, реагирующая на увеличение тока в фазах линии выше заранее установленного значения [2]. Токовые защиты можно разделить на 2 типа:

- токовая защита максимального типа срабатывает при превышении контролируемым током определенного уровня;

- токовая защита минимального типа срабатывает при уменьшении тока до определенного уровня [2].

Токовая отсечка (ТО) – это разновидность максимальной токовой защиты с ограниченной зоной действия, предназначенная для быстрого отключения короткого замыкания. Отсечки бывают мгновенные и с малой выдержкой времени до 0,6 секунд. Отличие отсечки от максимальной токовой защиты (МТЗ) заключается в отсутствии у токовой отсечки реле времени. Селективность действия токовой отсечки достигается ограничением ее зоны действия [1].

Принцип действия систем МТЗ напоминает защиту токовой отсечки. Но разница в том, что токовая отсечка мгновенно разрывает цепь, а МТЗ делает это спустя некоторое, наперед заданное время. Этот промежуток, от момента аварийного возрастания тока до его отсечения, называется выдержкой времени. В зависимости от целей и характера защиты каждая отдельная ступень времени задается на основании расчетов [1].

Наименьшая выдержка времени задается на самых удаленных участках линий. По мере приближения МТЗ к источнику тока, временные задержки увеличиваются. Эти величины определяются временем, необходимым для срабатывания защиты, и именуются ступенями селективности. Сети, построенные по указанному принципу, образуют зоны действия ступеней селективности [1].

Такой подход обеспечивает защиту поврежденного участка, но не отключает линию полностью, так как ступени селективности увеличиваются по мере удаления МТЗ от места аварии. Разница величин ступеней позволяет защитным устройствам, находящимся на смежных участках, оставаться в состоянии ожидания до момента восстановления параметров тока. Так как напряжение приходит в норму практически сразу после отсечения зоны с коротким замыканием, то авария не влияет на работу смежных участков [1].

Авторами был проведен эксперимент в виртуальной лаборатории проекта «РЗА» [3] и рассчитаны уставки токовой защиты с двухступенчатой характеристикой выдержки времени, выполненной на основе реле РТ-40. ТО и МТЗ выполнены по трехфазной трехли-

нейной схеме. Вторичные обмотки трансформаторов тока и катушки токовых реле соединены по схеме «звезда/звезда». На рис. 1–3 показаны три различных состояния сети, которые были смоделированы для расчета уставок защиты.

Исходные параметры системы:

- установочное значение напряжения системы 10 кВ;
- величина сопротивления нагрузки выбирается из диапазона от 1 до 100;
- сопротивление дуги 1 Ом.

СИМУЛЯТОР АВАРИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

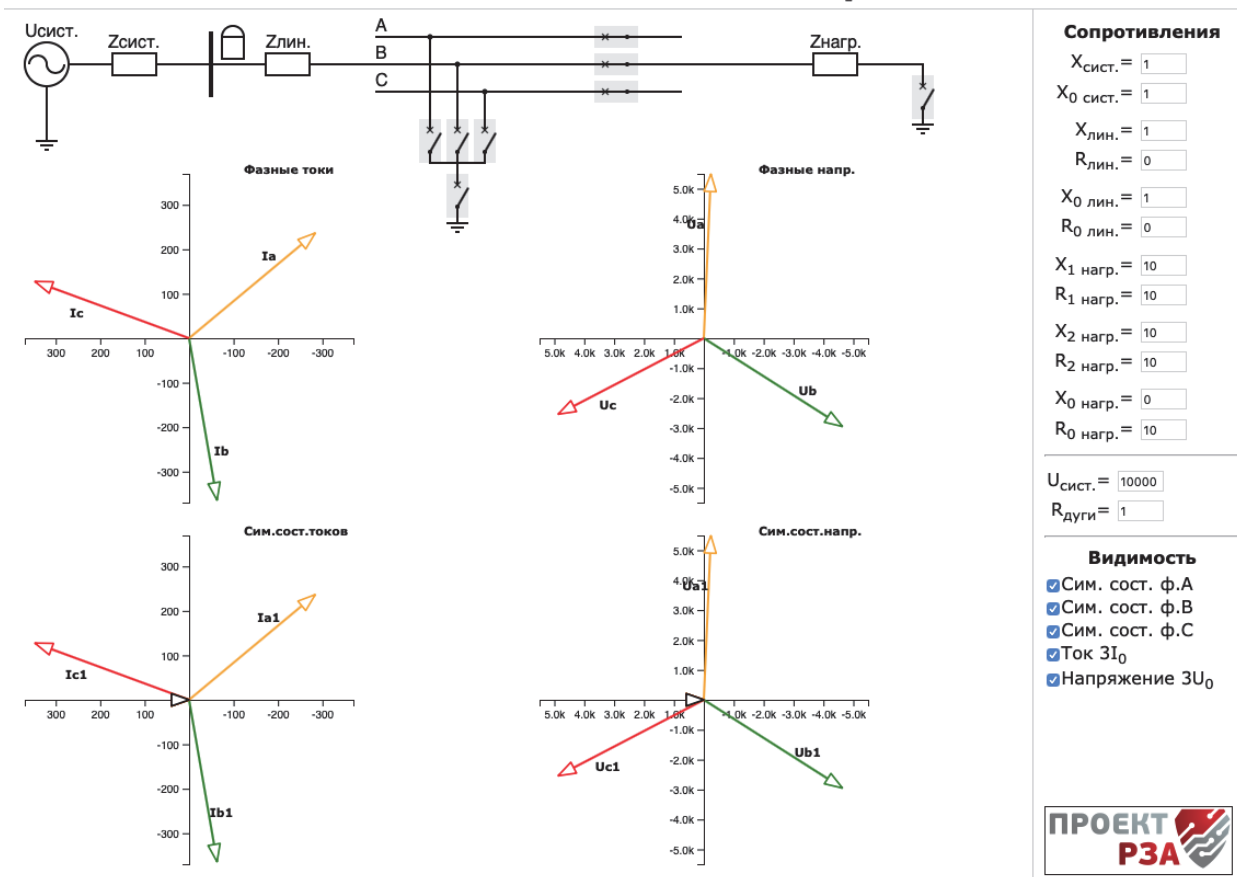


Рисунок 1 – Определение максимального рабочего тока нагрузки $I_{РАБ,МАКС}$.
Значения сопротивления на нагрузках равно 10 Ом

Расчёт уставок ТО и МТЗ:

I ступень ТО. Токовая отсечка не должна срабатывать при коротком замыкании (КЗ) на смежном участке сети, поэтому ее ток срабатывания отстраивается от максимального тока внешнего для данной линии КЗ (т.е. от максимального тока КЗ в конце защищаемой линии):

$$I_{C,3}^I = K_H \cdot I_{КЗ,МАКС}^{(3)},$$

где $K_H (K_{отс})$ – коэффициент надёжности (коэффициент отстройки), учитывающий погрешности в расчёте тока КЗ и погрешность в токе срабатывания реле [4]. Для реле РТ-40 равен 1,2–1,3 [5]. Мы взяли значение $K_H = 1,25$; $I_{КЗ,МАКС}^{(3)}$ – максимальный ток внешнего КЗ, проходящий через защиту при максимальном режиме работы системы. Время срабатывания определяется временем действия исполнительного органа защиты – промежуточных реле: $t_{C,3}^I \leq 0,1$ с [5].

II ступень МТЗ. Ток срабатывания МТЗ выбирается большим максимального рабочего тока защищаемой линии (максимального тока нагрузки) с учетом необходимости возврата защиты после отключения КЗ защитой предыдущего участка сети [4]:

$$I_{C.3.}^{II} = \frac{K_H K_{C.3АП}}{K_B} I_{РАБ,МАКС}$$

где $I_{РАБ,МАКС}$ – максимальный рабочий ток; $K_{C,3АП}$ – коэффициент самозапуска. Обычно значение находится в пределах от 1,2 до 4. Для реле РТ-40 $K_H = 1,1-1,2$; коэффициент возврата $K_B = 0,8-0,85$ [5]; $t_{C,3.}^{II} \leq 0,6$ с.



Рисунок 2 – Определение токов аварийных режимов. Расчёт минимального значения тока двухфазного КЗ $I_{КЗ,МИН}^{(2)}$. Параметры системы следующие: сопротивления на нагрузках повышены до значений в 100 Ом. Замыкаем фазы А и В

Для нашего эксперимента мы взяли значения $K_H = 1,1$, $K_{C,3АП} = 2,5$, $K_B = 0,8$.

Проверка чувствительности МТЗ в режиме основного действия. Чувствительность МТЗ оценивается коэффициентом чувствительности $K_{ч}$, равным отношению тока КЗ в минимальном режиме к току срабатывания защиты [5]:

$$K_{ч} = \frac{I_{КЗ,МИН}^{(2)}}{I_{C.3.}}$$

Согласно ПУЭ коэффициент чувствительности K_q может принимать значение от 1,2 до 2,0. Если МТЗ работает в качестве основной защиты, то чувствительность проверяется по КЗ в конце защищаемой линии и требуется, чтобы $K_q \geq 1,5$ [5].

Результаты расчета приведены в таблице.

Результаты расчёта и измерений

$I_{РАБ,МАКС} = 353 \text{ А}; I_{КЗ,МАКС}^{(3)} = 2121 \text{ А}; I_{КЗ,МИН}^{(2)} = 2059 \text{ А}$	
I ступень ТО	$I_{C,3}^I = 2651 \text{ А}; t_{C,3}^I = 0,1 \text{ с}$
II ступень МТЗ	$I_{C,3}^{II} = 1203 \text{ А}; t_{C,3}^{II} = 0,6 \text{ с}; K_q = 1,7$

СИМУЛЯТОР АВАРИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

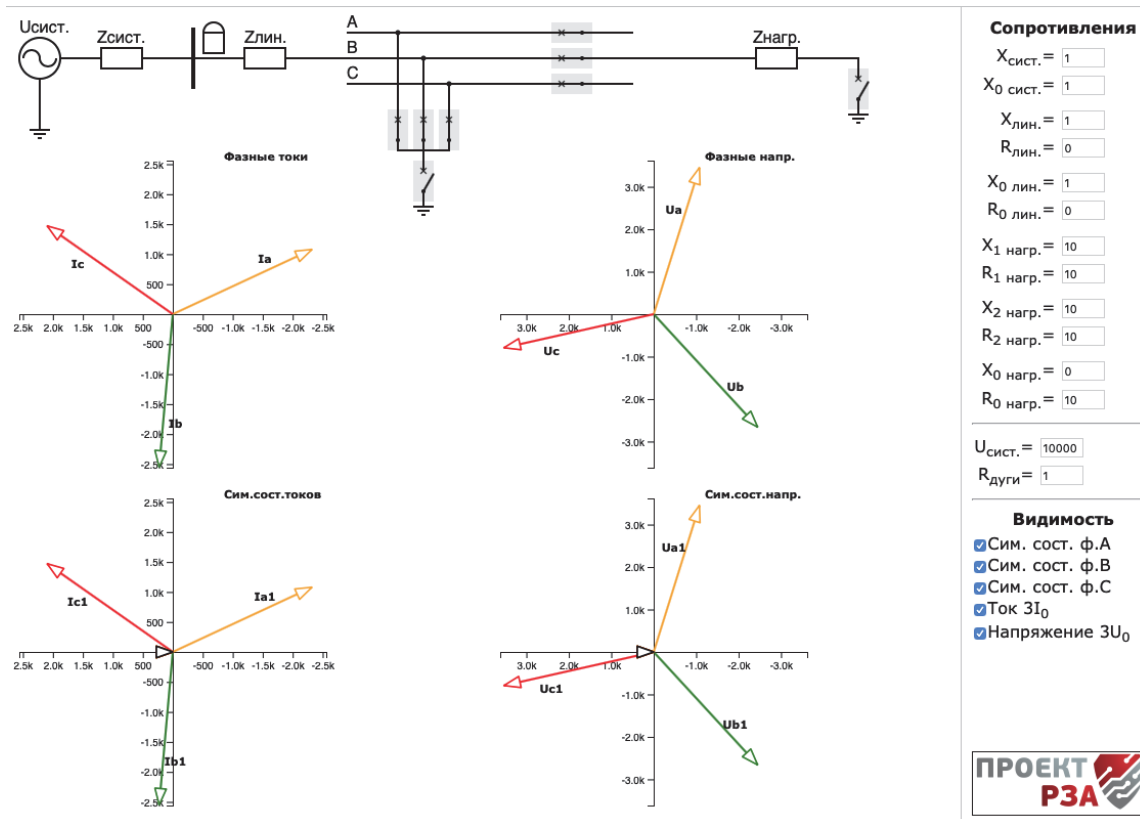


Рисунок 3 – Расчёт максимального тока внешнего КЗ $I_{КЗ,МАКС}^{(3)}$, проходящего через защиту при максимальном режиме работы системы. Параметры системы не изменились с определения максимального рабочего тока нагрузки

В ходе данной работы было определено, что сочетанием ТО и МТЗ можно обеспечить надежную защиту линии на всем ее протяжении. Такая защита называется токовой защитой со ступенчатой характеристикой выдержки времени [4]. Каждая ступень характеризуется выдержкой времени и защищаемой зоной. Быстродействующая первая ступень защиты – токовая отсечка без выдержки времени, вторая ступень – МТЗ.

Библиографический список

1. Что такое Релейная Защита и для чего она предназначена [Электронный ресурс]. Энергофиксик. URL : <https://dzen.ru/a/W3cZZdN1qQCp2mAF> (дата обращения : 26.03.23).

2. Релейная защита : вводная лекция [Электронный ресурс]. YouTube. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=ehEJlQdOxtk> (дата обращения : 23.03.23).
3. Симулятор аварийных процессов [Электронный ресурс]. Проект «РЗА». URL : <https://pro-rza.ru/models/faults/> (дата обращения : 24.03.23).
4. Чернобровов Н. В. Релейная защита: учеб. пособие. М., 1974. 679 с.
5. Булычев А. А., Наволочный А. А. Релейная защита в распределительных электрических сетях : пособие для практических расчетов. М., 2017. 208 с.

УДК 628.9

Ирина Максимовна Тимошева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ЭНб-312, Россия, Владивосток, e-mail: ira-rim@bk.ru

Научный руководитель – Елена Петровна Матафонова, канд. техн. наук, доцент

Методика расчёта и выбора элементов осветительной сети помещения предприятия рыбной промышленности

Аннотация. В помещениях для производства и обрабатывания продуктов рыбного хозяйства необходимо строгое соблюдение правил и норм освещенности. Расчёт системы освещения проводится строго в соответствии с нормативами и регламентируемой документацией. Рассмотрены основные методы по расчёту и выбору элементов осветительной сети, представлен алгоритм расчёта с учётом нормативных требований.

Ключевые слова: коэффициент использования, световой поток, методика расчёта, лампы, освещение

Irina M. Timosheva

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-312, Russia, Vladivostok, e-mail:
ira-rim@bk.ru

Scientific adviser – Elena P. Matafonova, PhD, Associate Professor

Method of calculation and selection of elements of the lighting network of the premises of the fishing industry enterprise

Abstract. In premises for the production and processing of fishery products, strict adherence to the rules and norms of illumination is necessary. The calculation of the lighting system is carried out strictly in accordance with the standards and regulated documentation. The main methods for the calculation and selection of elements of the lighting network are considered, the calculation algorithm is presented taking into account regulatory requirements.

Keywords: utilization factor, luminous flux, calculation method, lamps, lighting

Введение

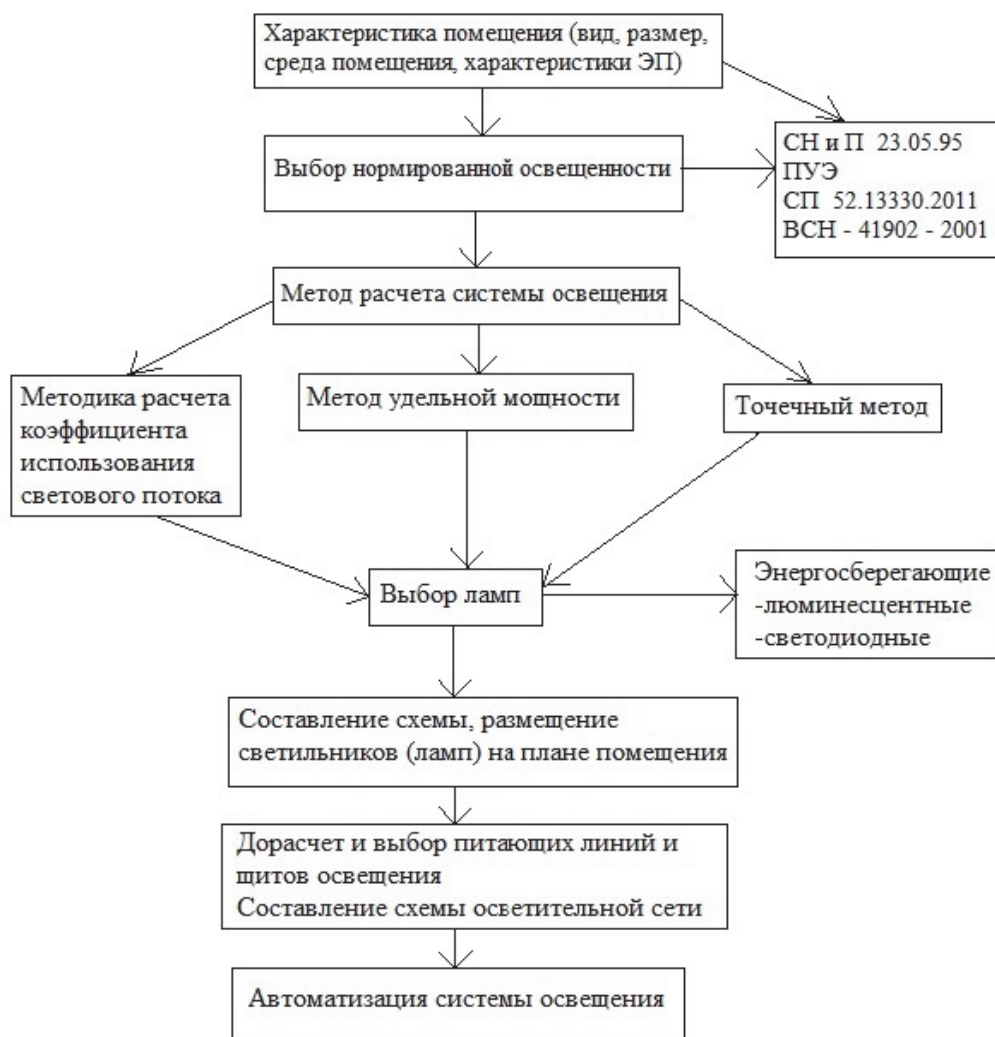
В любых предприятиях производственного типа необходимо правильное освещение помещения. Благодаря хорошо подобранному освещению на предприятии обеспечиваются нормальные условия труда для персонала. Для разных типов помещений существуют свои требования освещенности. Главным требованием является оптимальный для зрительных работ уровень освещенности помещений. При нормальном освещении происходит рост производительности труда и качество исполнения задач.

Предприятие рыбной промышленности должно иметь складские помещения, такие как: солехранилища, льдохранилища, камеры хранения готовой продукции, хранилища для хранения инвентаря и т.д. Подобный тип складских помещений не предусматривает постоянное пребывание в нем человека, следовательно, выбор освещения и его расчет для таких помещений прост.

Также в предприятиях рыбной промышленности существуют помещения для обрабатывания и перерабатывания продуктов рыбного хозяйства. В таких помещениях необходимо строгое соблюдение правил и норм освещенности, так как в таких типах помещений работают люди.

Основная часть

В целом алгоритм расчёта и выбора системы освещения помещения предприятия рыбохозяйственной отрасли можно представить в виде рисунка:



Алгоритм расчёта и выбора системы освещения помещения предприятия рыбохозяйственной отрасли

Расчёт системы освещения проводится строго в соответствии с нормативами и регламентируемой документацией.

Основные правила освещения обязательные для исполнения:

- Освещенность комнаты должна быть не меньше 15 Вт на 1 м² площади.
- Расстояние от пола до нижнего края светильника должно быть не менее 2 м.
- Светильники в туалетах и местах хранения рыбы должны быть защищены стеклами от брызг и повышенной влажности.

▪ Перед непосредственной установкой светильника необходимо составить чертеж объекта, на котором обозначены зоны освещения. Учитываются разные факторы, например, уровень естественного освещения, цветовая гамма интерьера, а также мощность и направление искусственного освещения [1–3].

Для расчета и выбора элементов осветительной сети (в том числе и на предприятиях рыбной промышленности) существует три основных метода.

Методика расчета коэффициента использования светового потока может применяться для расчета как и складских, так и обрабатывающих помещений. Суть этого метода состоит в вычислении коэффициента помещения. Сложность состоит в необходимости

учитывать основные параметры помещений, светоотражающих свойств помещения и отделочных материалов.

В помещениях рыбной промышленности к отражающим поверхностям можно отнести пол, стены, потолок и оборудование. В процессе всех вычислений подбирается система освещения, источник света, тип светильника, происходит расчет мощности, общего освещения на предприятии.

Этот метод сложен тем, что при его расчете нужно учитывать все оборудование, которое будет стоять в помещении, при любой дальнейшей замене оборудования, его добавлении или перестановке будет меняться коэффициент освещенности, и предыдущий расчет будет неактуален.

Формула, описывающая световой поток:

$$\Phi = \frac{E_{min} \cdot k \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta},$$

где E_{min} – минимальная нормированная освещенность, лк; k – коэффициент запаса, зависит от типа используемых ламп, где ЛН – 1,15, ДРЛ и ДНаТ – 1,3, ЛЛ и LED – 1,1. Вводят для того, чтобы учесть, насколько упадет количество света от светильника в процессе эксплуатации. Уменьшение светоотдачи происходит по причине деградации источника света (износ люминофорного покрытия люминесцентных ламп и деградация кристаллов светодиодных); S – освещаемая площадь, м²; Z – коэффициент минимальной освещенности; N – число светильников; n – число ламп в светильнике; η – коэффициента использования светового потока источника света.

Формула нахождения количества светильников:

$$N = \frac{E_{min} \cdot k \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot n \cdot \eta}.$$

Формула потребляемой светильниками мощности:

$$P_{общ} = P_{лампы} \cdot N \cdot n.$$

Методика расположения светильников может быть разная. Существует симметричный метод, который используют в помещениях простой и большой конструкции. Такой метод расположения наиболее дорогой, но прост в осуществлении расчетов [4].

После того как вы определили нормы освещенности, нужно выбрать тип ламп в зависимости от удобства обслуживания и надежности работы в конкретных условиях, а также по количеству люмен на 1 Вт мощности. Лампы накаливания выдают 7–20 Лм/Вт, люминесцентные – около 75 Лм/Вт, светодиодные – 100 Лм/Вт, ДРЛ – 90 Лм/Вт.

Несимметричный способ, локализованный, используется с учетом расположения рабочего места персонала, где он часто находится. Подобный метод более экономичен, применяется при несимметричном расположении оборудования и мест работы.

В данном способе необходимо определить отношение расстояния между светильниками L к высоте подвеса светильников h . Примерное отношение можно считать 1,4–2,0, а при шахматном расположении – 1,7–2,5. Формула высоты расположения светильника над поверхностью равна

$$H_c = H - h_{св} - h_p.$$

Метод удельной мощности можно применить для примерного расчета освещенности в помещениях рыбной промышленности. Вычисления просты, но не точные. Также данный способ можно применить для расчета освещенности в складских помещениях. Суть данной

методики заключается в определении значения удельной мощности. При расчете учитывают разные факторы, такие как: тип светильника, место его установки, высота над рабочей поверхностью, площади помещения.

Формула мощности для общей лампы:

$$P_{л} = \frac{(w \cdot S)}{N},$$

где w – удельная мощность общего равномерного освещения; S – площадь помещения; N – число светильников.

Формула мощности для всей установки имеет вид

$$P_{у} = N \cdot P_{л}.$$

В данном методе расчета необходимо определить высоту расположения светильников, их количество. Подобрать по таблице нормированную освещенность для складских помещений и рассчитать мощности.

Точечный метод используется для разных типов освещения, таких как локализованных, местных, общих, и для разных поверхностей, в том числе и для наклонных. Точечный метод сложен в расчете, но имеет самый высокий показатель точности. В данном методе многое учитывается, и расчет происходит для каждой точки поверхности, которая освещается источником.

Этот способ наиболее оптимальный для расчета помещений, где работает рыбообрабатывающий персонал.

Освещённость поверхности – величина, равная отношению светового потока, падающего на малый участок поверхности, к площади этой поверхности. Формула освещенности:

$$E = \frac{(I_{\alpha} \cdot \cos \beta)}{R_2^2},$$

где I_{α} – сила света в направлении от источника к точке, кд; $\cos \beta$ – косинус угла падения луча на плоскость; R_2 – расстояние между источником и точкой, м.

Формула светового потока:

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E_{н} \cdot K_3}{\mu \cdot \Sigma e},$$

где 1000 Лм – условный поток лампы; K_3 – коэффициент запаса; $E_{н}$ – нормированная освещенность; μ – коэффициент добавочной освещенности; Σe – сумма относительных условных освещенностей от ближайших светильников, лк.

В данном методе расчета необходимо предварительно определить высоту расположения светильников, их количество. Подобрать по таблице нормированное значение освещенности. Расчетная точка должна освещаться всеми светильниками, которые создают в ней относительную суммарную освещенность.

Контрольные точки – это места с наименьшей освещенностью. Одна из задач расчета состоит в увеличении светильников, если в данных точках есть рабочие места.

На рисунке предложен алгоритм (порядок) расчёта системы осветительной сети применительно к предприятиям рыбной промышленности, которые имеют свою специфику технологического процесса по обработке рыбы и соответствующие требования к помещениям и освещению.

В настоящее время есть большой выбор ламп, которые имеют свои характеристики, предназначенные для определенных целей. Диапазон цены у данного предмета также ве-

лик. Существует несколько типов осветительных ламп: накаливания, люминесцентные, светодиодные и др.

Рассматривая лампы со стороны технико-экономического показателя, можно сделать вывод, что не каждая лампа будет одинаково выгодна. Лампа накаливания – источник, в котором свет испускает тело накала, нагреваемое электрическим током до высокой температуры. В качестве тела накала чаще всего используется спираль из тугоплавкого металла либо угольная нить.

Лампа накаливания – это устаревший вид освещения, который, если сравнивать с энергосберегающими лампами, потребляет больше энергии, а следовательно, и денег. Коэффициент полезного действия (КПД) ламп накаливания достигает при температуре около 3400 К своего максимального значения – 15 %. При практически достижимых температурах в 2700 К световой КПД составляет около 5 %; лампа имеет срок службы примерно 1000 ч [5, 6].

У ламп накаливания есть также преимущества:

- невысокая цена;
- малые габариты;
- слабая чувствительность к сбоям в питании и скачкам напряжения;
- мгновенное зажигание;
- незаметность мерцания при работе на переменном токе, что важно на предприятии;
- возможность работы на любом роде тока.

Существуют энергосберегающие лампы. Они разделяются по видам на диодные и люминесцентные. Люминесцентная лампа – это источник газоразрядного типа. Основные преимущества люминесцентных ламп перед лампами накаливания – это их высокая световая отдача и КПД – в пять раз выше, чем у ламп накаливания, и длительный срок службы – до 90 000 ч.

У данного вида есть недостатки: необходимо специальная утилизация, так как в лампе находится ртуть, восприимчивы к влажности и разнице в температуре. Но данный вид дешевле светодиодных и экономичнее ламп накаливания, является «серединкой» при выборе освещения. Поэтому применение данного типа ламп распространено в офисах, школах, на производстве.

На данный момент наиболее популярны светодиодные лампы. Они более экологичны, потребляют наименьшее количество мощности, но дороже люминесцентных ламп. Но при дальнейшей их работе разница в ценовом сегменте окупается экономичностью данного вида. Преимуществ у светодиодных ламп много:

- Низкое энергопотребление (в 7–9 раз меньше, чем ЛН).
- Срок службы от 10 тыс. ч и выше. Заявленный срок службы ЛН – 1 тыс. ч.
- Стойкость к механическим повреждениям и вибрации.
- Мгновенное включение. Причем количество переключений не влияет на работу светодиодов.
- Отсутствие вредных веществ, что позволяет их безопасно эксплуатировать и утилизировать.
- Возможность производства лампочек разной мощности и с любым оттенком света (холодным, нейтральным, тёплым).
- Во время работы рассеиватель практически не нагревается, а температура цоколя не превышает 85 °С.

Сравнивая виды ламп, можно провести экономический расчет, который покажет более выгодную лампу. Для этого возьмем одинаковое количество ламп, например 5. Учитывая все характеристики, вычислим затраты на энергию за разные промежутки времени: за сутки, за год, за пять лет. Для наглядности составим таблицу.

Помимо большой разницы в затратах на электроэнергию, существуют затраты на замену лампы, например, за один год срок службы лампочки накаливания истечет, и придется покупать новую. Так, если лампочка диодная, то и за 5 лет срок службы не истечет.

Сравнительные характеристики ламп

Количество работающих ламп	5	5	5
Вид лампы	Диодная	Энергосберегающая	Накаливания
Потребляемая мощность, Вт	7	15	75
Стоимость эл. энергии (1 кВт), руб.	2,32	2,32	2,32
Срок службы, ч	От 50000	8000	1000
Стоимость лампы, руб.	150	90	30
Потребление эл. энергии в сутки, Вт	840	1800	9000
Потребление эл. энергии за год, Вт	306600	657000	3285000
Затраты на эл. энергию за 1 год, руб.	711	1 524	7 621
Затраты на эл. энергию за 2 года, руб.	1 422	3 048	15 242
Затраты на эл. энергию за 5 лет, руб.	3 556	7 621	38 106

Заключение

При расчете освещения в производстве рыбной промышленности наиболее предпочтительным методом является точечный, так как благодаря этому методу можно с большой точностью определить необходимый вид источников и их количество. Для предварительных расчетов рекомендуется использовать метод удельной мощности.

Для подбора источников освещения рекомендуется выбирать светодиодные лампы, так как они наиболее экологичны, а также экономичнее при длительном использовании. Хорошей альтернативой является люминесцентные лампы.

Библиографический список

1. Справочник по проектированию электроснабжения / под. ред. Ю. Г. Барыбина и др. М. : Энергоатомиздат, 1990. 576 с.
2. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 5-й вып. (с изм. и доп., по состоянию на 1 июня 2006 г.). Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2006. 854 с.
3. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Естественное и искусственное освещение. СНиП 23-05-95 (Проект. Взамен СНиП II-4-79) // Светотехника. 1995. № 11–12.
4. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. М. : Энергоатомиздат, 1995. 472 с.
5. URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Люминесцентная_лампа.
6. URL : <https://svet-komfort.ru/doma/koefficient-ispolzovaniya-tablica.html>.

Секция 3. ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

УДК 537.311.33+37

Евгения Вадимовна Бороденко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-112, Россия, Владивосток, e-mail: pokulevskaae@gmail.com

Научный руководитель – Елена Николаевна Бауло, канд. техн. наук, доцент

Критерии качества высшего образования на примере УИРС по теме «Проводники в электрическом поле»

Аннотация. Рассматриваются критерии качества высшего образования на примере изучения дисциплины «Физика» с применением УИРС (учебно-исследовательская работа студентов) по теме «Проводники в электрическом поле». На семинарском занятии после изучения этой темы студентам было предложено самостоятельно составить тестовые задания, вопросы для самоконтроля и задачи, составленные задания являются критерием качества по изученной теме.

Ключевые слова: университет, образование, проводники, УИРС, электроёмкость, конденсаторы

Evgeniya V. Borodenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-112, Russia, Vladivostok, e-mail: pokulevskaae@gmail.com

Scientific adviser – Elena N. Baulo, PhD, Associate Professor

Criteria for the quality of higher education on the example of UIRS on the topic «Conductors in an electric field»

Abstract. In this paper, the criteria for the quality of higher education are considered on the example of studying the discipline "Physics", namely with the use of UIRS (educational and research work of students) on the topic "Conductors in an electric field". At the seminar session, after studying this topic, students were asked to independently compose test tasks, self-control questions and tasks, the compiled tasks are the quality criterion for the studied topic.

Keywords: University, education, conductors, UIRS, electrical capacity, capacitors

В данной работе критерии качества высшего образования рассматриваются на примере изучения дисциплины «Физика», а именно с применением УИРС (учебно-исследовательская работа студентов) по теме «Проводники в электрическом поле».

При изучении темы «Проводники в электрическом поле» на занятии были изучены следующие вопросы: конденсатор, электрическое поле в конденсаторе, электроёмкость конденсаторов, разные виды конденсаторов и их соединения.

На семинарском занятии после изучения этой темы студентам было предложено самостоятельно составить тестовые задания, вопросы для самоконтроля и задачи, составленные

задания являются критерием качества полученных знаний, которые студенты продемонстрировали на практике.

Изучив тему «Проводники в электрическом поле» на примере распределения электрического заряда на проводниках различной геометрической формы, мы пришли к выводу о том, что использование конденсаторов широко применяется в различных электрических приборах.

Конденсатор – это система из двух проводников, называемых обкладками и разделённых слоем диэлектриков, толщина которого мала по сравнению с размерами обкладок. По геометрической форме конденсаторы разделяются: на сферические, цилиндрические и плоские.

Перераспределение зарядов в проводнике под влиянием внешнего электростатического поля называется явлением электростатической индукции. Возникающие при этом проводнике заряды, численно равные друг другу, но противоположные по знакам, называются индуцированными, или наведенными, зарядами. Индуцированные заряды исчезают, как только проводник удаляется из электрического поля [1, с. 170].

Потенциал заряженного уединенного проводника можно найти, пользуясь принципом суперпозиции электростатических полей. Если потенциал бесконечно удаленной точки принять равным нулю, то потенциал заряженного проводника, находящегося в однородном, изотропном диэлектрике с относительной диэлектрической проницаемостью ε , равен

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \oint_{(S_{\text{пров}})} \frac{\sigma dS}{r} = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \oint_{(S_{\text{пров}})} \frac{kdS}{r}, \quad (1)$$

где r – расстояние от малого элемента dS поверхности проводника до какой-либо фиксированной точки на поверхности проводника, в которой определяется потенциал φ (выбор этой точки совершенно произволен, так как поверхность проводника эквипотенциальна, как, впрочем, и весь его объем), а интегрирование проводится по всей поверхности проводника $S_{\text{пров}}$. Интеграл зависит только от формы и размеров проводника, так что потенциал φ уединенного проводника пропорционален его заряду q :

$$\varphi = q / C. \quad (2)$$

Величина C , равная отношению заряда q уединенного проводника к его потенциалу φ , называется электрической емкостью (электроемкостью или просто емкостью) этого проводника.

$$C = q / \varphi. \quad (3)$$

Примеры формул для расчета электроемкостей:
Электроемкость шара

$$C = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R. \quad (4)$$

Электрическая ёмкость плоского конденсатора

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}. \quad (5)$$

Электрическая ёмкость сферического конденсатора

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{4\pi\epsilon\epsilon_0}{1/R_1 - 1/R_2} = \frac{4\pi\epsilon\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}. \quad (6)$$

Электрическая ёмкость цилиндрического конденсатора

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 h}{\ln(R_2 / R_1)}. \quad (7)$$

Конденсаторы характеризуются не только их электрической емкостью, но также еще пробивным напряжением (напряжением пробоя) – такой минимальной разностью потенциалов обкладок, при которой исходит электрический разряд через слой диэлектрика в конденсаторе. Пробивное напряжение зависит от формы и размеров обкладок и от свойств диэлектрика.

Все конденсаторы такой батареи заряжаются до одной и той же разности потенциалов $\Delta\varphi$ клемм батареи. Если C_i – электрическая ёмкость i -го конденсатора, а n – общее число конденсаторов в батарее, то заряд i -го конденсатора $q_i = C_i \Delta\varphi$, а заряд всей батареи равен сумме зарядов всех конденсаторов:

$$q_{np} = \sum_{i=1}^n C_i \Delta\varphi = \Delta\varphi \sum_{i=1}^n C_i. \quad (8)$$

С другой стороны, $q_{np} = C_{np} \Delta\varphi$, где C_{np} – общая электроёмкость всей батареи. Таким образом,

$$C_{np} = \sum_{i=1}^n C_i. \quad (9)$$

При параллельном соединении конденсаторов их общая электрическая ёмкость равна сумме электрических ёмкостей всех конденсаторов, входящих в батарею. Пробивное напряжение такой батареи равно пробивному напряжению того из конденсаторов в батарее, у которого оно наименьшее.

При последовательном соединении конденсаторов в батарею заряды всех конденсаторов одинаковы и равны заряду q батареи.

Разность потенциалов $\Delta\varphi$ клемм батареи равна сумме разностей потенциалов на каждом из конденсаторов порознь:

$$\Delta\varphi = \sum_{i=1}^n (\Delta\varphi)_i = \sum_{i=1}^n \frac{q}{C_i} = q \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}. \quad (10)$$

С другой стороны, $\Delta\varphi = q/C_{nc}$, где C_{nc} – электрическая ёмкость батареи. Таким образом,

$$\frac{1}{C_{gc}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}. \quad (11)$$

При последовательном соединении конденсаторов величина, обратная электрической емкости батареи, равна сумме величин, обратных электрическим емкостям всех конденсаторов, которые входят в батарею [1, с. 171–172].

По результатам изученной темы на семинарском занятии были составлены студентами задачи, тесты и вопросы:

1. Задачи:

А) Плоский конденсатор, заполненный диэлектриком, расстояние между пластинами известно, поверхностная плотность связанных зарядов известна. Необходимо найти:

- а) разность потенциалов;
- б) напряженность электрического поля.

№ задания	ε	d , м	δ , мкКл/м ²
1	6	1	6,2
2	3	2	6,5
3	8	3	4,5

В) В плоском конденсаторе находится заряженная частица в состоянии равновесия, известны ее масса и расстояние между пластинами. Найти:

- а) разность потенциалов;
- б) напряжённость электрического поля.

№ задания	q пКл	m , г	d , м
1	222	0,01	5
2	137	0,05	7
3	89	0,03	3

С) Найти общую емкость трех плоских конденсаторов C с известными емкостями C_1, C_2, C_3 , если они:

- 1) параллельно соединены все;
- 2) последовательно соединены все;
- 3) два параллельно соединены и один последовательно.

№ задания	C_1 , мкФ	C_2 , мкФ	C_3 , мкФ
1	3	1	4
2	6	2	3
3	1	5	3

2. Разработан тест из 11 вопросов по данной работе:

1. Явление перераспределения поверхностных зарядов на проводнике во внешнем электростатическом поле называется:

- А. индукцией; Б. поляризацией; В. Ориентацией.

2. Энергетической характеристикой электростатического поля является

- А. заряд;
- Б. напряженность электростатического поля;
- В. потенциал электростатического поля;
- Г. сила, действующая на заряд в электростатическом поле.

3. Процесс появления под действием электрического поля поверхностных зарядов в диэлектриках называется:

- А. индукцией;
- Б. поляризацией;
- В. Ориентацией.

4. Вектор электрического смещения равен:

А. $\oint D_n ds = q$; Б. $\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{p}$; В. $\vec{P} = \chi \epsilon_0 \vec{E}$; Г. $\vec{P} = \frac{\sum \vec{P}_i}{V}$.

5. Вектор напряжённости электрического поля \vec{E} вблизи поверхности проводника:

- А. направлен по нормали к поверхности проводника;
- Б. направлен по касательной к поверхности проводника;
- В. направлен под острым углом к поверхности проводника.

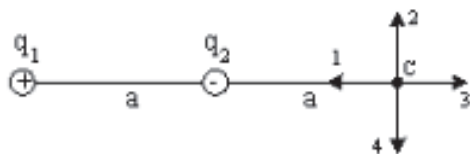
6. Характеристикой электрических свойств проводника является:

- А. сила тока;
- Б. напряжение;
- В. сопротивление;
- Г. электродвижущая сила – ЭДС.

7. Потенциал электростатического поля определяет формула:

А. $\Phi_E = \oint_S \vec{E} d\vec{S}$; Б. $\varphi = \frac{A}{q}$; В. $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$; Г. $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$; Д. $\Phi_D = \oint_S \vec{D} d\vec{S}$.

8. Электростатическое поле создано одинаковыми по величине точечными зарядами q_1 и q_2 . Если $q_1 = +q$, $q_2 = -q$, а расстояние между зарядами и от q_2 до точки С равно a , то вектор напряжённости поля в точке С ориентирован в направлении:

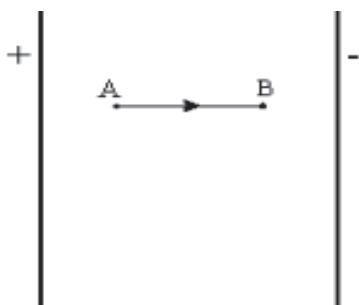


А. 1; Б. 2; В. 3; Г. 4.

9. Силовой характеристикой поля является:

А. заряд; Б. напряжённость поля; В. потенциал поля; Г. сила, действующая на заряд электростатического поля.

10. В электрическом поле плоского конденсатора перемещается заряд $+q$ в направлении, указанном стрелкой. Тогда работа сил поля на участке АВ:



А. равна нулю; Б. положительна; В. отрицательна.

11. От чего зависит электрическая ёмкость уединённого проводника? Как влияет на электроёмкость проводника приближение к нему другого, незаряжённого, проводника?

3. Вопросы для самостоятельной работы:

1. От чего зависит электрическая ёмкость уединённого проводника? Как влияет на электроёмкость проводника приближение к нему другого, незаряжённого, проводника?

2. Что можно сказать о напряжённости и потенциале электростатического поля внутри и у поверхности проводника?

3. Появление электрических зарядов разных знаков на противоположных сторонах проводника, помещённое во внешнее электрическое поле, называют явлением...

4. Что называется ёмкостью уединенного проводника?

Данное семинарское занятие позволило нам изучить тему «Проводники в электрическом поле» и применить теоретические знания на практике, самостоятельно составить тестовые задания, вопросы для самоконтроля и задачи.

Библиографический список

1. Трофимова Т. И. Курс физики. М. : Академия, 2012. 537 с.

УДК 534+ 656.61

Владислав Евгеньевич Гречишников

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. СВс-112, Россия, Владивосток, e-mail: 9635081611v@gmail.com

Научный руководитель – Елена Николаевна Бауло, канд. техн. наук, доцент

Эхолокация и ее применение на судах

Аннотация. Рассматривается история формирования научного знания в области эхолокации. Выделяются виды эхолокации, определяется их значение для анализа среды. Устанавливаются условия применения эхолокации дна гидросферы в промышленных и исследовательских целях, ее специфика.

Ключевые слова: эхолокация, исследование морского дна, изобретение эхолота, обнаружение морских обитателей

Vladislav E. Grechishnikov

Far Eastern State Technical Fisheries University, SVs-112, Russia, Vladivostok, e-mail:
9635081611v@gmail.com

Scientific adviser – Elena N. Baulo, PhD, Associate Professor

Echolocation and its application on ships

Abstract. The paper examines the history of the formation of scientific knowledge in the field of echolocation. The types of echolocation are distinguished, their significance for the analysis of the environment is determined. The conditions for the use of echolocation of the bottom of the hydrosphere for commercial and research purposes, its specifics are established.

Keywords: echolocation, exploration of the seabed, invention of the echo sounder, detection of marine life

Данная тема очень тесно связана с моей будущей профессией, так как явление эхолокации используется вовсе не только животными для ориентации в пространстве. На современных судах эхолоты находят применение во многих областях, к примеру: определение глубины, исследование морского дна и его обитателей, поиск косяков рыбы и других биоресурсов.

Открытие эхолокации приписывают итальянскому ученому Лаццаро Спалланцани. Он заметил, что летучие мыши могли свободно летать в темных комнатах (куда не могли войти даже совы), ни на что не натываясь.

В ходе экспериментов Спалланцани ослепил некоторых летучих мышей, но они все равно могли летать так же хорошо, как и зрячие летучие мыши. Коллега Спалланцани экспериментировал с воском на ушах летучих мышей, тогда маленькие животные натывались на все подряд. Из этого эксперимента ученые сделали вывод, что летучие мыши используют свой слух для определения направления. В то время еще не было возможности записывать короткие ультразвуковые сигналы.

Идея активной слуховой локации у летучих мышей была впервые представлена Х. Максимом в 1912 г. Он предположил, что летучие мыши производят низкочастотный эхолокационный сигнал путем взмахов крыльев с частотой 15 Гц.

Идея ультразвука была предположена англичанином Х. Хартриджем, который воспроизвел эксперимент Спалланцани в 1920 г., в 1938 году ультразвук был подтвержден биоакустиком Гриффином и физиком Пирсом. Гриффин предложил назвать метод использования ультразвука для ориентации летучих мышей эхолокацией, по аналогии с радиолокацией [1, с. 63].

На самом деле принцип действия довольно прост, и разобраться с кажущимися сложными нюансами не так уж трудно для непосвященного.

Например, пустая комната резонирует очень хорошо, потому что там нет ничего, что могло бы оттолкнуть волны, поэтому волны просто возвращаются обратно. И наоборот, комната, которая настолько плотно заставлена предметами, что волны перелетают из одного угла комнаты в другой. Мы можем сравнить эхолокацию с частотой [2, с. 36].

В эхолокации важен период времени, в течение которого волна свободно перемещается и еще не вернулась обратно. Чем больше времени требуется для возвращения сигнала, тем дальше находится объект. Это правило вполне применимо в эхолокации.

Где используется эхолокация?

Насколько глубока вода в том месте, где находится корабль? Для моряка это также важно, как, например, расстояние до ближайшего берега. Традиционное морское напутствие не просто звучит следующим образом: «Счастливого плавания! Не меньше трех футов под килем!»

Знание глубины воды позволяет штурману не только правильно оценить безопасность, но и определить по карте координаты судна. Глубина является полезным ориентиром, как и типичный контур видимого берега.

Техника измерения глубины так же стара, как и сами морские путешествия. На протяжении веков основным инструментом был ручной грузик (лот), прикрепленный к мерной веревке (леске); леску бросали вперед по курсу судна, двигавшегося со скоростью не более пяти-шести узлов, выбирали слаbinу в леске и считали глубину в тот момент, когда она опускалась почти вертикально в толще воды.

Бросок лота требовал большого мастерства: в известном рассказе К.М. Станюковича «Человек за бортом» моряк-ветеран, отрабатывавший бросок лота, упал за борт. Конечно, точность измерения глубины ручным способом была невысокой [3].

Изобретение эхолота изменило ситуацию. В начале прошлого века было установлено, что звук распространяется по воде по прямой линии и отражается от дна и подводных объектов. Другими словами, эхолокация продемонстрировала существование подводного эха.

Скорость распространения звука в воде (около 1,5 км в секунду) примерно в пять раз выше, чем в воздухе. Определить глубину несложно, если точно измерить время, прошедшее с момента истечения звука до возвращения подводного эха, отраженного от дна. Например, предположим, что звуковая волна проходит вниз за 1 с и возвращается вверх через 1 с. В результате расчетов глубина в этом месте составляет 1,5 км.

Подводное эхолокационное оборудование излучает сверхзвуковые колебания, известные как ультразвуковые волны. Человеческое ухо способно воспринимать колебания упругих сред (например, воздуха) на частотах, не превышающих 20 000 раз в секунду [4, с. 3]. Современные эхолоты обычно посылают в море колебания с частотой 20–30 килогерц в секунду. Ультразвуковые волны, излучаемые эхолотами, не распространяются во всех направлениях, как волны при броске камня в воду, а имеют определенное направление, как свет прожектора, например.

Чтобы измерить глубину, ультразвуковые волны должны быть направлены по вертикальной линии. Для этого на днище корабля устанавливаются упругие мембраны (вибраторы) так, чтобы они располагались строго горизонтально. Ультразвуковые волны, отраженные от морского дна, улавливаются другой мембраной (резонатором) и преобразуются специальным устройством в какой-либо видимый сигнал. Например, в ответ на определенное число на глубиномере загорается лампочка, на экране вспыхивает определенная фигура, или перо на самописце рисует характерные штрихи на бумажной ленте.

История использования эхолотов

Эхолоты широко используются с 1920-х гг.: в 1922 г. французские моряки измеряли глубину воды в Средиземном море, а американцы – в Атлантике. Цель у обоих была одна и та же: провести исследования и расчеты, необходимые для прокладки подводных кабелей. Примерно в то же время эхолоты начали устанавливать на британских и французских судах (в основном на военных кораблях). Вскоре было осознано, что гидролокатор может обнаруживать не только дно, но и плотные скопления рыб под килем.

Систематические наблюдения за рыбой с помощью эхолота были проведены известным норвежским ихтиологом Оскаром Зундом в 1935 г. Он обнаружил, что треска, нерестающаяся у Лофотенских островов, движется непрерывным плотным слоем толщиной от 10 до 12 м. Фотографии записей эхолота были опубликованы в британских научных журналах, начала развиваться идея использования гидроакустики в качестве метода обнаружения и изучения морских обитателей.

В тридцатые годы эхолоты появились в рубке рыболовных траулеров. В настоящее время большинство рыбаков-штурманов смотрят на него чаще, чем на компас. Показания эхолота помогают им выбрать место для траления.

Показания эхолота помогают тралу вовремя менять курс и всегда оставаться над косяком. Если скопление рыбы очень плотное, желательно сократить время траления; если скопление рыбы редкое, поможет увеличение скорости.

Треска, рассеянная в толще воды, регистрируется на эхолоте в виде отдельных «тиков», характерных штрихов. Увидев эти записи, рыбаки не начинают донное траление, а направляют свои лодки в более перспективные воды.

Иногда рыба держится в толще воды сплошным горизонтальным слоем. В этих случаях опытный капитан решит направиться на мелководье. В конце концов, рыба часто находится на дне, и хороший улов может быть возможен с помощью донного трала.

Эхолот может помочь рыбакам выбрать место для ловли подо льдом в реках, озерах, водохранилищах и других внутренних водоемах. Ультразвук может беспрепятственно проходить сквозь лёд.

Для чтения рельефа дна также требуется большое мастерство. Вертикальные записи намного больше, чем горизонтальные, и разница зависит от скорости судна. Неровности дна и «кочки» в воде кажутся донному траулеру гораздо более крутыми и опасными, чем они есть на самом деле на эхолотных картах. Штурман с полным основанием может сказать: «не так страшен рельеф, как его эхолот малюет!»

В бурном море показания гидролокатора могут быть затемнены или прерваны. Основным препятствием в этом случае являются обильные пузырьки воздуха, которые попадают под киль судна при беспокойном море. Поскольку воздух хорошо отражает ультразвуковые волны, эхолот будет регистрировать «воздушное дно» под килем при качке судна. Из-за сильных экранирующих свойств воздуха не все рыбы одинаково регистрируются гидролокатором.

Например, косяк сельди будет записан на пленку более четко, чем тот же косяк скумбрии. Это происходит потому, что у сельди есть подводный пузырь, а у скумбрии – нет. По этой же причине треска в толще воды лучше записывается на сонар, чем черный палтус.

Вибраторы расположены на дне судна. Это означает, что слой между дном и поверхностью (4–5 м) находится в «мертвом пространстве», до которого сонар не может добраться. Если рыба находится на поверхности, гидролокатор ничего не увидит.

Это говорит о необходимости вести поиск не только вертикально, но и горизонтально. В 1930-х гг. ихтиолог В. С. Ильин предложил метод горизонтального излучения ультразвуковых волн для поиска рыбы.

После войны горизонтальные гидролокаторы стали широко применяться в морском рыболовстве для поиска и отлова пелагических рыб, главным образом, сельди, скумбрии, мойвы и сайры. Вибратор рыболокатора располагался под дном судна и вращался по кругу, посылая ультразвуковые волны в различных направлениях.

Заключение

Подводя итог, можно сказать что эхолоты – верные помощники рыбаков, исследователей и ученых. Однако не стоит полагать, что расшифровка его показаний – дело простое. Перо самописца может нарисовать на бумажной ленте загадочные линии, означающие скопление рыбы или планктона, или даже границу между двумя водоемами с разной температурой.

Необходимо научиться расшифровывать эти записи, написанные на непонятном, на первый взгляд, языке. Опытный штурман или гидроакустик может отличить записи о сельди и треске, медузе и мойве. Расшифровать эхограммы поможет специальный альбом с образцами записи наиболее характерных рыб.

Библиографический список

1. Гриффин Д. Р. Эхо в жизни людей и животных. 1958.
2. Морозов В. П. Занимательная биоакустика. 1987. С. 30–36.
3. Диалоги о рыбалке Подводная эхолокация Источник : <https://bytrina11.ru/dialogi-o-ryibalke/podvodnaya-eholokatsiya.html> [Электронный ресурс] ru.wikipedia.org (дата обращения : 31.03.2013).
4. Звуковые волны. Ультразвук и его использование в технике и медицине. Урок 41. Лекция 41-2. Источник : <http://infofiz.ru/index.php/mirfiziki/lkf/121-lk15>.

УДК 551.515.2

Данила Евгеньевич Дорожуков

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ЭМС-112, Россия, Владивосток, e-mail: gnot@inbox.ru

*Научный руководитель – Ирина Михайловна Слабженникова, канд. физ.-мат. наук,
доцент*

Исследование приближающихся тайфунов по атмосферному давлению в городе Владивосток

Аннотация. Рассматриваются вопросы изучения атмосферного давления, образования тайфунов. Исследовано влияние сильных тайфунов на атмосферное давление в городе Владивосток за 10 лет. Показано изменение давления в центре тайфуна по мере приближения к Владивостоку.

Ключевые слова: атмосферное давление, тайфуны, атмосфера, изменение давления

Danila E. Dorozhukov

Far Eastern State Technical Fisheries University, EMs-112, Russia, Vladivostok, e-mail:
gnot@inbox.ru

Scientific adviser – Irina M. Slabzhennikova, PhD, Associate Professor

Investigation of approaching typhoons by atmospheric pressure in the city of Vladivostok

Abstract. The paper deals with the study of atmospheric pressure, the formation of typhoons. The influence of strong typhoons on atmospheric pressure in the city of Vladivostok for 10 years has been studied. The change in pressure in the center of the typhoon as it approaches Vladivostok is shown.

Keywords: atmospheric pressure, stationary atmosphere, pressure, thermodynamic parameters, barometer

Актуальность и необходимость заниматься вопросами такого природного явления, как атмосферное давление, возникли давно, так как атмосферное давление является одним из основных факторов, определяющих состояние погоды и климата. А с развитием современной науки появилась потребность изучения влияния атмосферного давления на безопасность здоровья человека.

Знания об атмосферном давлении имеют большое практическое значение и необходимы в прогнозировании погоды, в медицине, в технологических процессах, жизнедеятельности человека и всех живых организмов.

Атмосферное давление – давление атмосферы, действующее на все находящиеся в ней предметы и на земную поверхность, равное модулю силы, действующей в атмосфере, на единицу площади поверхности по нормали к ней. В покоящейся стационарной атмосфере давление равно отношению веса вышележащего столба воздуха к площади его поперечного сечения. Атмосферное давление является одним из термодинамических параметров состояния атмосферы, оно изменяется в зависимости от места и времени [1].

Изменения в погоде, связанные с атмосферным давлением, возникают из-за движения воздушных масс между областями с разным давлением. Перемещение воздушных масс об-

разуют ветер, скорость которого зависит от разницы давлений в локальных областях, их масштабов и удаления друг от друга.

Распределение атмосферного давления по земле является неравномерным, что связано, в первую очередь, с постоянным движением атмосферного воздуха и его способностью создавать гигантские, крупномасштабные вихри, являющиеся важными структурными элементами общей циркуляции атмосферы. В Северном полушарии вращение воздуха по часовой стрелке приводит к образованию нисходящих воздушных потоков (антициклонов), которые приносят в конкретную местность ясную либо малооблачную погоду с полным отсутствием дождя и ветра. Если воздух вращается против часовой стрелки, то над землей образуются восходящие вихри, характерные для циклонов [2].

Тайфун – продолжительный тропический штормовой циклон значительной интенсивности, с сильным ветром (30–50 км/ч с порывами до 100 км/ч). С тайфунами связаны обильные ливни, часто вызывающие сильные наводнения. Для прибрежных районов Восточной Азии характерны при этом нагоны волн. Сильные тайфуны приводят к значительным разрушениям и наносят большой материальный ущерб. Представляют собой серьёзную опасность для всех инфраструктур жизнеобеспечения в дальневосточных регионах Российской Федерации, на о. Сахалин, Курильских островах и Камчатке. Авторы работы [3] отмечают, что тайфуны часто считают наиболее опасными из всех стихийных бедствий.

В данной работе рассматриваются тайфуны с 2012 по 2022 гг., являющиеся сильными по индексу PDI (индекс рассеиваемой мощности) и прошедшими последовательно по трём областям:

- область 1 – Восточно-Китайское море,
- область 2 – Корейский пролив,
- область 3 – Японское море (рис. 1).

Границы областей определяются по точкам соприкосновения моря с сушей и с учётом границ между морями, обозначенными на карте.

Для исследования приближающихся тайфунов по атмосферному давлению в городе Владивостоке были выбраны четыре сильных тайфуна: GONI, HAISHEN, HINNAMNOR и SANBA.



Рисунок 1 – Карта с обозначением акваторий, через которые проходят тайфуны: Восточно-Китайское море (1), Корейский пролив (2), Японское море (3)

Для каждого тайфуна были проанализированы данные атмосферного давления, полученные с метеостанции [4], расположенной в городе Владивосток. Ниже представлены результаты исследования.

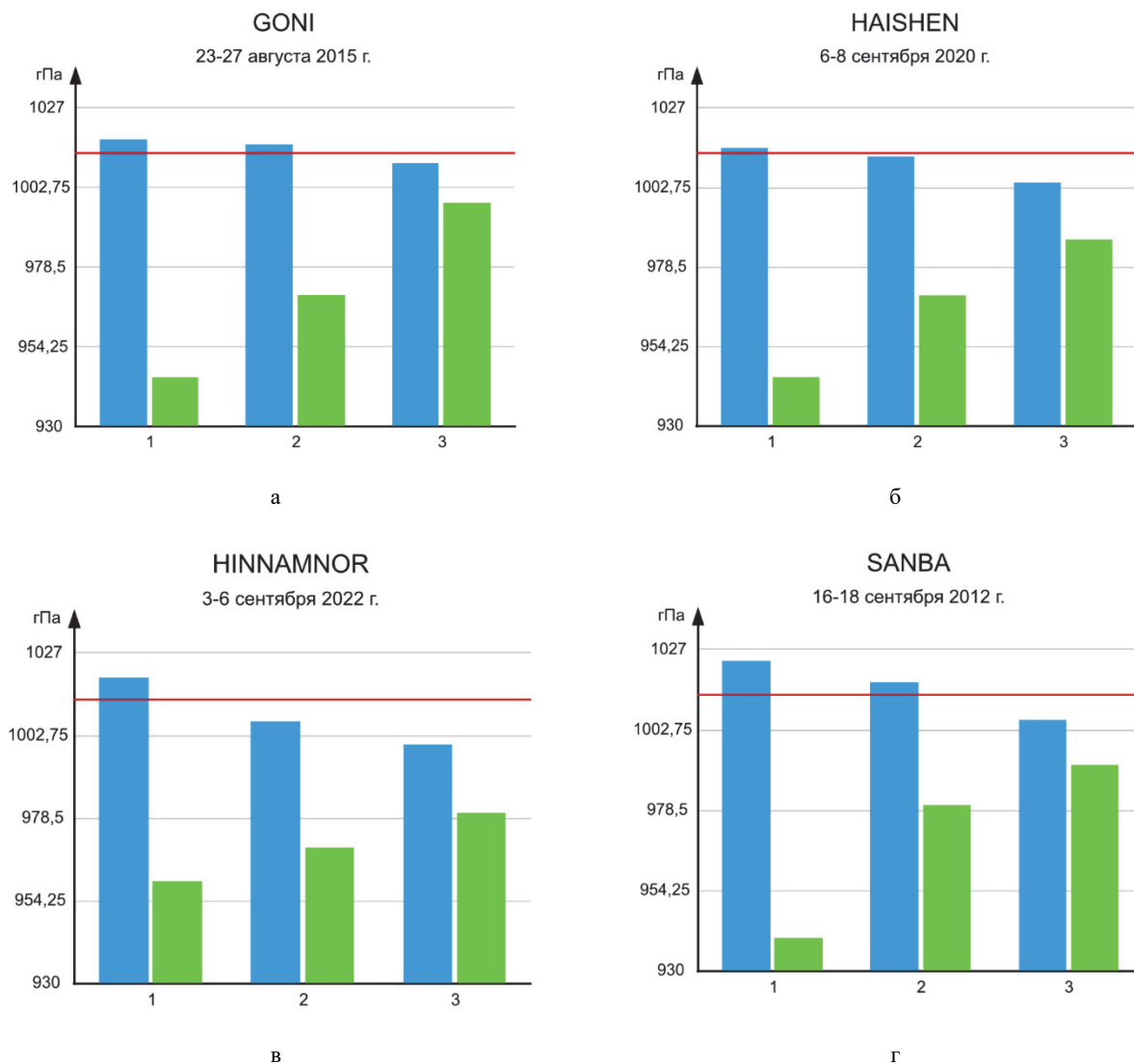


Рисунок 2 – Диаграммы зависимости максимального атмосферного давления в г. Владивосток (синие столбцы) и давления в центре тайфуна (зелёные столбцы) от местоположения тайфуна: а – GONI; б – HAISHEN; в – HINNAMNOR; г – SANBA

Тайфун GONI

Во время тайфуна GONI в городе Владивосток наблюдалось резкое падение атмосферного давления. Максимальный спад давления составлял около 10 гПа и был зафиксирован 24 августа, когда тайфун находился на расстоянии около 250 км от города. В течение последующих часов значение давления постепенно увеличивалось, однако на следующее утро произошел новый спад, после которого давление начало быстро увеличиваться. На рис. 2, а показаны диаграммы зависимости максимального атмосферного давления в городе Владивосток (синие столбцы) и давления в центре тайфуна (зелёные столбцы) от местоположения тайфуна GONI.

Тайфун HAISHEN

Исследование приближающегося тайфуна HAISHEN по атмосферному давлению в городе Владивостоке показало, что изменение атмосферного давления было связано с

направлением и силой тайфуна. Давление начало падать более плавно и достигло минимума в момент прохождения тайфуна, что показано на рис. 2, б. После этого давление начало постепенно увеличиваться. Характер изменения давления и его минимальное значение в момент прохождения тайфуна HAISHEN отличались от других приближающихся тайфунов, например, от GONI и HINNAMNOR. Это может быть связано с особенностями местности и климата города Владивостока.

Тайфун HINNAMNOR

Подобно тайфуну GONI, изменения атмосферного давления во время бури HINNAMNOR были достаточно резкими. Максимальный спад давления был зафиксирован, когда центр бури находился в 90 км к юго-востоку от города. В этот момент давление упало на 10 гПа. После этого давление постепенно увеличивалось, но на следующее утро произошел новый спад, который продолжался до полудня. На рис. 2, в показаны диаграммы зависимости максимального атмосферного давления в городе Владивосток (синие столбцы) и давления в центре тайфуна (зелёные столбцы) от местоположения тайфуна HINNAMNOR.

Тайфун SANBA

Тайфун SANBA прошел на относительно большом расстоянии от города, поэтому изменения атмосферного давления были не такими резкими, как в случаях с тайфунами GONI и HINNAMNOR. Тем не менее максимальный спад давления на 6 гПа был зафиксирован, когда центр бури находился в 400 км от города. На рис. 2, г показаны диаграммы зависимости максимального атмосферного давления в городе Владивосток (синие столбцы) и давления в центре тайфуна (зелёные столбцы) от местоположения тайфуна SANBA.

Таким образом, исследование показало, что изменения атмосферного давления во время приближающихся тайфунов в городе Владивосток могут быть достаточно резкими и составлять до 10 гПа. Уменьшение давления указывает на то, что тайфун приближается к городу. По мере движения тайфуна давление в его центре увеличивается. Это указывает на то, что тайфун ослабевает.

Наблюдение и анализ этих изменений может помочь в прогнозировании возможных последствий бури для города и принятии мер по защите населения и сооружений.

Библиографический список

1. Как атмосферное давление влияет на погоду [Электронный ресурс]. URL : <https://aaabramov.ru/davlenie/kak-atmosferное-davlenie-vliyaet-na-pogodu.html> (дата обращения : 22.02.2023).
2. Антициклон [Электронный ресурс]. URL : <https://kartaslov.ru/карта-знаний/Антициклон> (дата обращения : 22.02.2023).
3. Павлов Д. И., Лукьянов А. А. История исследования тайфунов на Дальнем Востоке // Тр. Дальневосточного гос. ун-та. 2006. № 142. С. 146–153.
4. Архив погоды во Владивостоке [Электронный ресурс]. URL : <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=31960> (дата обращения : 22.02.2023).

Иван Анатольевич Дусь

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: dusivan9@gmail.com

Дмитрий Сергеевич Хиврич

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: khivrichd@gmail.com

Научный руководитель – Ирина Михайловна Слабженникова, канд. физ.-мат. наук, доцент

Теоретические исследования теплопроводности в стеновых материалах

Аннотация. Исследуется процесс передачи теплоты через основные строительные материалы: дерево, бетон и кирпич. Для вычисления теплового потока использовалась программа, написанная в системе компьютерной алгебры Maxima. По результатам исследований и анализу нормативных норм сформулирован вывод о выборе оптимального стенового материала.

Ключевые слова: теплопроводность, температурное поле, градиент температуры, коэффициент теплопроводности

Ivan A. Dus

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: dusivan9@gmail.com

Dmitrii S. Khivrich

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: khivrichd@gmail.com

Scientific adviser – Irina M. Slabzhennikova, PhD, Associate Professor

Theoretical studies of thermal conductivity in wall materials

Abstract. This paper investigates the process of heat transfer through the main building materials: wood, concrete and brick. To calculate the heat flux, a program written in the Maxima computer algebra system was used. Based on the results of research and analysis of normative norms, a conclusion was made about the choice of the optimal wall material.

Keywords: thermal conductivity, temperature field, temperature gradient, thermal conductivity coefficient

Исследование теплопроводности в стеновых материалах является актуальной задачей. Это связано с тем, что тепловые свойства зданий имеют важное значение при разработке системы теплоснабжения.

Теплопроводность – это процесс, когда тепло распространяется от одной частицы тела к другой только на малых расстояниях друг от друга. Переносчиками тепла в этом процессе являются атомы, свободные электроны, молекулы. При этом сами переносчики перемещаются в область с низкой температурой из области с высокой температурой [1, с. 11].

Теоретическое исследование теплопроводности сводится к изучению изменений температурного поля во времени и пространстве для рассматриваемого процесса [2, с. 5].

Изотермическая поверхность – это соединение точек температурного поля, имеющих одинаковую температуру (рис. 1). Наибольшее изменение температуры на единицу длины происходит в направлении нормали n к изотермической поверхности и характеризуется градиентом температуры, представляющим собой вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры.

Градиент температуры есть сумма градиентов вдоль координат:

$$\text{grad}T \equiv \nabla T = 1_x \frac{\partial T}{\partial x} + 1_y \frac{\partial T}{\partial y} + 1_z \frac{\partial T}{\partial z},$$

где $\frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial y}, \frac{\partial T}{\partial z}$ – частные производные температуры T ; $1_x, 1_y, 1_z$ – ортогональные между собой векторы единичной длины [2, с. 7].

Линии теплового тока – это линии, совпадающие с касательными направлений векторов q . Линии теплового тока являются перпендикулярами к изотермическим поверхностям в точках пересечения с ними. Направление градиента температуры указывает касательная к линиям теплового тока, взятая в обратном направлении [2, с. 8].

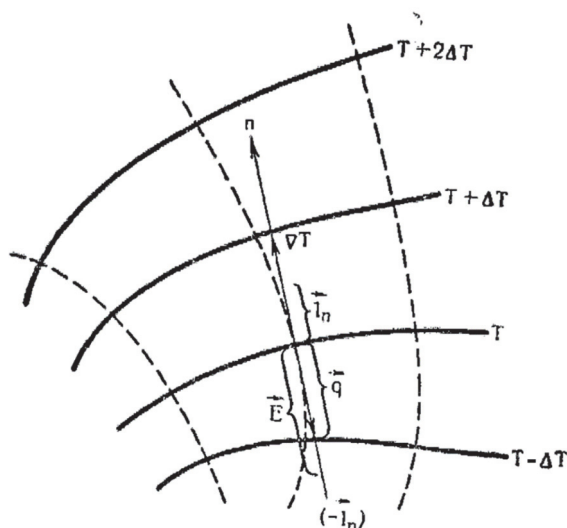


Рисунок 1 – Градиент температуры и изотермические линии однородного температурного поля [3]

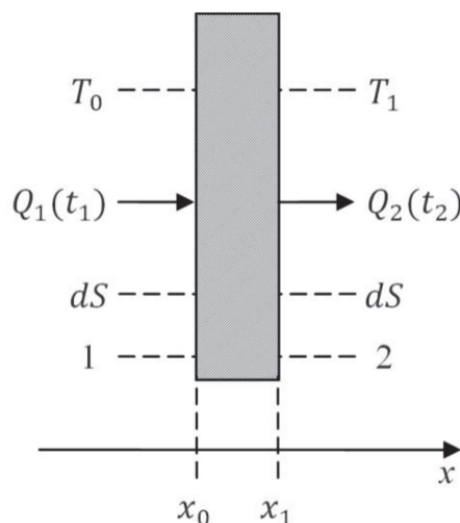


Рисунок 2 – Схема переноса теплоты Q через однородное изотропное тело [4]

Для того чтобы распространялось тепло, необходимо, чтобы температура была неравномерно распределена в сплошной среде. То есть неравенство нулю температурного градиента всего лишь в одной точке является необходимым условием передачи энергии при помощи теплопроводности [1, с. 7].

Явление теплопроводности описывается уравнением Фурье:

$$dQ_{\tau} = -K \frac{\partial T}{\partial x} dS d\tau, \quad (1)$$

где dS – элемент изотермической поверхности; dt – промежуток времени; $\frac{\partial T}{\partial x}$ – температурный градиент.

Экспериментально установлено, что коэффициент пропорциональности K в уравнении Фурье есть физический параметр вещества, характеризующий возможность тела провести поток тепла. Величины в уравнении (1) вычисляются в соответствии с рис. 2.

Помимо выражения (1) также используют выражение, которое выражает количество тепла, проходящее через единицу площади поверхности тела в единицу времени:

$$q = -K \frac{\partial T}{\partial x}, \quad (2)$$

где q – плотность теплового потока [3, с. 8].

В нашей исследовательской работе мы будем пользоваться выражением (2) для вычисления теплового потока заданных параметров, используя программу, написанную в системе компьютерной алгебры Maxima (рис. 3). Работа с программой заключается в следующем: вводятся данные начальной координаты и температуры, в следующей строке записывается конечные координата и температура, в третьей строке вводится коэффициент теплопроводности. Нахождение величины теплового потока сводится сначала к решению задачи Коши для функции $T = T(x)$, которые мы вычислили ранее, и затем вычисляется значение теплового потока по формуле (2).

```

(%i1) x0:0; T0:20;
      x1:60; T1:-18;
      K:0.505;
      'diff(T,x,2)=0;
      ode2(% , T, x);
      bc2(% , x=x0, T=T0, x=x1, T=T1);
      -K*diff(rhs(%),x,1);
      kill(all)$

(%o1) 0
(%o2) 20
(%o3) 60
(%o4) -18
(%o5) 0.505
(%o6)  $\frac{d^2}{dx^2} T=0$ 
(%o7)  $T=\%k2 x + \%k1$ 
(%o8)  $T=20 - \frac{19 x}{30}$ 
(%o9) 0.319833333333333
  
```

Рисунок 3 – Интерфейс программы «Тепловой поток»

Эксперимент 1

Цель первого исследования: определить величину теплового потока, проходящего через основные строительные материалы: дерево, бетон и кирпич.

При расчетах температуру в помещении устанавливали 20°C , температуру наружного воздуха принимали равной -18°C . На рис. 4 изображены графики зависимости плотности теплового потока, переносимого через стену, от толщины этой стены, выполненной из разных стеновых материалов.

Из анализа графиков видно, лучшими изоляционными свойствами обладают деревянные стены, теплотери бетонных стен максимальны. С увеличением толщины стен теплотери уменьшаются. Для бетонных стен этот эффект наиболее выражен, для деревянных стен изменение толщины стены слабо влияет на изменение теплового потока.

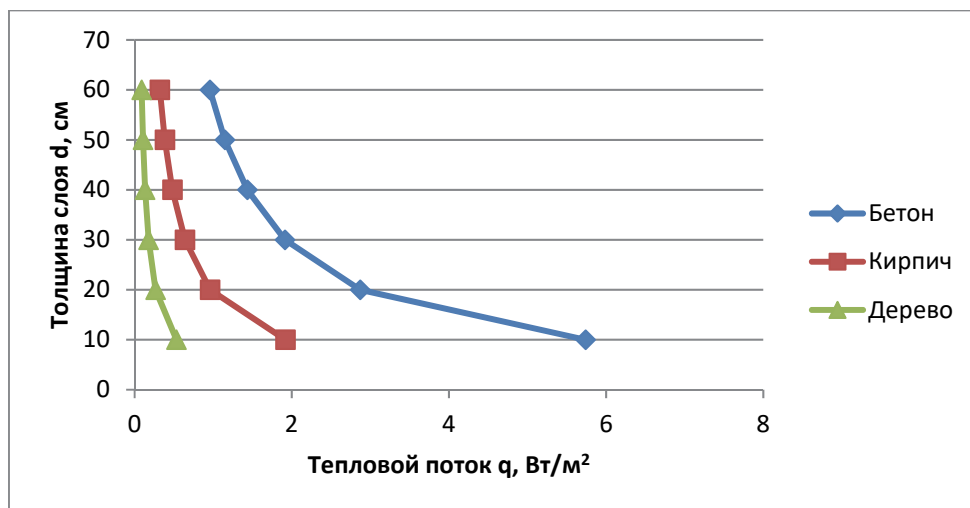


Рисунок 4 – График зависимости плотности теплового потока от толщины стены

Эксперимент 2

Целью второго исследования является определение толщины, необходимой для строительства стен жилого помещения, выполненных из различных материалов. При расчете за эталон выбрали плотность теплового потока через кирпичную стену толщиной 60 см.

Результаты эксперимента представлены в табл. 1 и на рис. 5.

Таблица 1 – Результаты второго исследования

	Дерево	Кирпич	Бетон
Коэффициент k , Вт/(м*К)	0,14	0,505	1,51
Толщина x , см	17	60	180

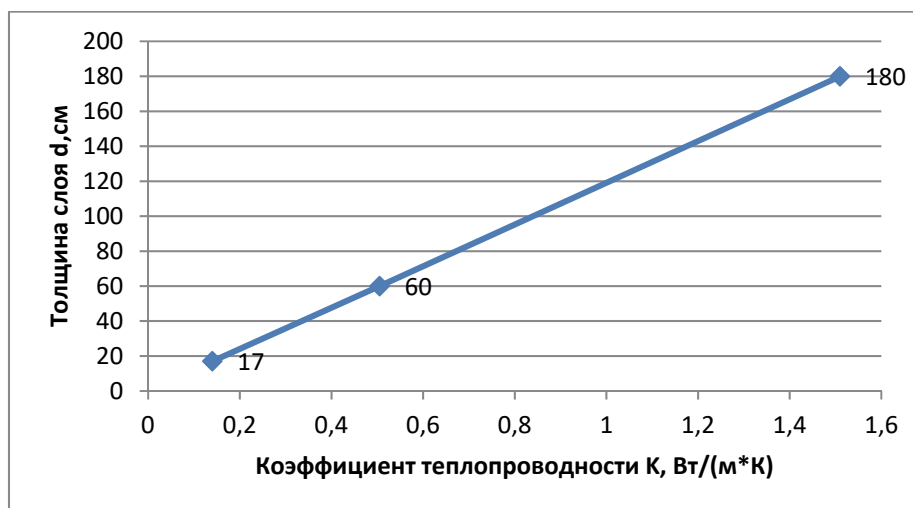


Рисунок 5 – График зависимости толщины стены от коэффициента теплопроводности стенового материала

Из рис. 5 видно, что с увеличением коэффициента теплопроводности стенового материала необходимая толщина стены линейно возрастает. Максимальная толщина требуется для бетонной стены – 1,8 м, что с практической точки зрения нецелесообразно.

По результатам проведенных исследований и нормативным нормам «Ведомственные строительные нормы ВСН 58-88 (р)» (табл. 2) можно сделать вывод о том, что для строительства долговечного дома необходимо применять кирпич. Это связано с тем, что толщине

на в 60 см зарекомендована нормативными документами и относительно сопротивления материалов такой толщины (с добавлением армирующего компонента) достаточна для постройки устойчивого жилого дома.

Таблица 2 – Классификация зданий в зависимости от материала фундамента стен и перекрытий [5]

Группа зданий	Тип зданий	Фундаменты	Стены	Перекрытия	Срок службы (лет)
I	Особо капитальные	Каменные Бетонные	Кирпичные Крупноблочные Крупнопанельные	Железобетонные	150
II	Обыкновенные	Каменные Бетонные	Кирпичные Крупноблочные	Железобетонные или смешанные	120
III	Каменные, облегченные	Каменные Бетонные	Облегченные из кирпича, шлакобло- ка, ракушечника	Деревянные или железобетонные	100
IV	Деревянные, сме- шанные сырцовые	Ленточные бутовые	Деревянные, смешанные	Деревянные	50
V	Сборно-щитовые, каркасные, глино- битные, саманные и фахверковые	На деревянных ступенях или на бутовых столбах	Каркасные Глинобитные	Деревянные	30
VI	Каркасно- камышитовые	На деревянных ступенях или на бутовых столбах	Каркасные Глинобитные	Деревянные	15

Эксперимент 3

В третьем исследовании проведен сравнительный анализ теплотерь кирпичных стен, произведенных из разных видов кирпича. Расчетный эксперимент выполнен для стен, изготовленных из кирпича известково-золяного, кирпича керамического полнотелого, кирпича силикатного полнотелого. При расчете устанавливалась одинаковая разница температур ($\Delta T = 38 \text{ }^\circ\text{C}$), максимальная толщина стены $d = 60 \text{ см}$.

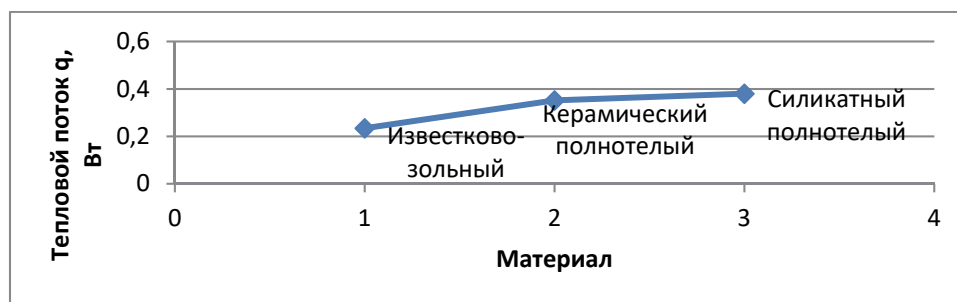


Рисунок 6 – График зависимости плотности теплового потока от вида кирпичной стены

На рис. 6 показан график зависимости плотности теплового потока от вида кирпичной стены. Из анализа графика следует, что кирпич известково-золяный характеризуется наименьшими теплотерями, но, возможно, он будет проигрывать в стойкости по отношению к другим видам кирпича.

Мы исследовали применение закона теплопроводности в сфере строительства. Но также можно применить его и в теплоэнергетике, кибернетике, медицине и т.д. На основании данной исследовательской работы можно сделать вывод, что необходимо и дальше развиваться в этом направлении для открытия новых теплоизоляционных или теплопроводных материалов.

Библиографический список

1. Лыков А. В. Теория теплопроводности. М. : Высш. шк., 1967. 592 с.
2. Пономарев С. В., Мищенко С. В., Дивин А. Г. Теоретические и практические аспекты теплофизических измерений: монография. Т. 1. Тамбов : ТГТУ, 2006. 203 с.
3. Коротких А. Г. Теплопроводность материалов. Томск : Томский политехн. ун-т, 2011. 97 с.
4. Слабженникова И. М. Моделирование процесса теплопроводности через твердое тело. Владивосток : Дальрыбвтуз, 2020. 12 с.
5. Нормативные сроки эксплуатации конструкций зданий и конструктивных элементов [Электронный ресурс]. Оценщик.ру. URL : <https://www.ocenchik.ru/docs/3660-normativnye-sroki-exploitation-construction-zdaniy.html> (дата обращения : 20.03.2023).

УДК 527

Вероника Евгеньевна Коваленко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. СВс-112, Россия, Владивосток, e-mail: deendeen1302@gmail.com

Полина Александровна Копылова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. СВс-112, Россия, Владивосток, e-mail: polina_kopylova_05@bk.ru

Научный руководитель – Елена Николаевна Бауло, канд. техн. наук, доцент

Астрономическая навигация на морских судах

Аннотация. Освещены вопросы астрономической навигации для решения задач, связанных с работой морских судов. Актуальность астрономической навигации заключается в возможности ориентации на местности, на основе данных о положении светила на небе в любое время, а также использовании астронавигационных инструментов.

Ключевые слова: астрономическая навигация, астрольбия, квадрант, хронометр, секстант

Veronica E. Kovalenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, SVs-112, Russia, Vladivostok, e-mail: deendeen1302@gmail.com

Polina A. Kopylova

Far Eastern State Technical Fisheries University, SVs-112, Russia, Vladivostok, e-mail: polina_kopylova_05@bk.ru

Scientific adviser – Elena N. Baulo, PhD, Associate Professor

Astronomical navigation on ships

Abstract. This paper highlights the issues of astronomical navigation for solving problems related to the operation of ships. The relevance of astronomical navigation lies in the possibility of orientation on the ground, based on data on the position of the star in the sky at any time, as well as the use of astronavigation tools.

Keywords: astronomical navigation, astrolabe, quadrant, chronometer, sextant

Темой нашего доклада является астрономическая навигация на морских судах.

Данную тему мы выбрали, так как она связана с нашей профессией, в будущем нам предстоит научиться пользоваться не только технологиями, но и астрономическими инструментами при неожиданных ситуациях, которые могут помешать компьютерам.

Астрономическая навигация – комплекс методов определения параметров навигации объекта на основе использования астрономических методов и инструментов. Применяется для определения курса и координат у наземных объектов.

На сегодняшний день астрономическая навигация заменяется GPS-навигатором, радаром и различными картами, составленные специалистами.

Целью данной работы является выяснить, как астрономическая навигация помогает на морских судах. Для достижения данной цели ставим перед собой следующие задачи:

1. Как астрономическая навигация помогает в море.

2. Астрономические инструменты в море.

«Существует лишь один безошибочный способ определения места и направления пути судна в море – астрономический, и счастлив тот, кто знаком с ним!», – это слова Христофора Колумба, с них мы начнем наше разбирательство в астронавигации в море [1, с. 382].

Местоположение в море – нелегкая задача, и без необходимых знаний и инструментов его определить невозможно. Морякам известны случаи сбоев компьютерных систем судов и кораблей, когда в течение нескольких дней из-за вирусов аппаратура вышла из строя. Тогда на помощь приходят комплект бумажных морских навигационных карт, прокладочный инструмент и астронавигация.

Астрономические способы определения местоположения по:

- небесным светилам;
- астрономическим инструментам (секстант, астролябия и др.).

Один из примеров небесных светил – Полярная звезда.

Ночью стороны света легко определить по Полярной звезде. Моряки давно пользуются этим способом, Полярная звезда находится практически на севере. По ее местоположению можно определить направления горизонта. Полярная звезда входит в созвездие Малой Медведицы. Если судоводитель плохо знает звездное небо, то Полярную звезду он может легко разыскать на небе с помощью созвездия Большой Медведицы. Это созвездие состоит из семи звезд, которые образуют фигуру в виде ковша с ручкой. Направление двух внешних звезд указывает на Полярную звезду. Отложив в этом направлении пятикратное расстояние, равное расстоянию между двумя звездами Большой Медведицы, получим место Полярной звезды. Далее, имея направление на север, с легкостью найдем все другие точки горизонта [2, с. 257].

Астрономические инструменты в мореходстве:

1. Первый астрономический инструмент – секстант.

Секстант – навигационный измерительный инструмент, используемый для измерения высоты солнца и иных объектов на горизонте с целью определения координат точек измерения. Под горизонтом обычно понимают морской горизонт, а под точкой измерения – судно [3, с. 138].

Устройство секстанта:

- стеклянная пластина;
- лимб;
- алидада;
- регулировочная рукоятка алидады;
- главное зеркало;
- зрительная труба;
- рама.

2. Второй астрономический инструмент – астролябия.

Астролябия – навигационный инструмент с единственной функцией, для измерения высоты Солнца или звёзд над горизонтом [3, с. 65].

Устройство астролябии:

- алидада;
- паук;
- тимпан;
- тарелка.

3. Третий астрономический инструмент – хронометр.

Хронометр – точные механические часы на судне. Используется для определения долготы путем сравнения среднего времени по Гринвичу и времени в текущем местоположении корабля, полученного из наблюдений за небесными телами [3, с. 72].

Устройство хронометра:

- часовая стрелка;
- секунды;
- секундная стрелка;
- 12-часовой накопитель;
- 30-минутный накопитель;
- минутная стрелка;
- кнопки «А» и «В».

4. Четвертый астрономический инструмент – квадрант.

Квадрант – астрономический инструмент для определения высот светил [3, с. 141].

Устройство квадранта:

- треугольник;
- дугообразная шкала;
- подвижный визир.

Существуют и другие инструменты, но самыми популярными в использовании мореплавателей – астролябии, секстанты.

Можно отметить, что даже секстант является более точным, чем GPS, его использование важно даже в наше время. Возможно получить более точные измерения. Секстант является историческим инструментом, которым пользуются до сих пор. Даже сегодня все большие суда имеют на борту секстанты, и у штурманов есть регулярный распорядок, чтобы держать себя в курсе того, как заставить его работать и уточнять точность местоположение на бездорожном море.

Таким образом, в настоящее время методы и инструменты астронавигации в море являются необходимы для определения места судна в открытом море. Вследствие природных катаклизмов, внешнего вмешательства с использованием технических средств подавления сигнала, а также по решению государства, управляющего спутниковой системой, на помощь приходит астрономическая навигация.

Библиографический список

1. Скубко Р. А. Морская Астронавигация. М. : Военное изд-во Министерства обороны СССР, 1979. 478 с.
2. Гоффмейстер К., Рихтер Г., Венцель В. Библиотека любителя астрономии. М. : Наука, 1979–1993. 360 с.
3. Аксёнова М., Володин В., Элиович А., Цветков В. и др. Астрономия. М. : Мир энциклопедий Аванта+, Астрель, 2007. 688 с.

УДК 621.384.6

Максим Витальевич Кордюк

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭМс-212, Россия, Владивосток, e-mail: kardukm@gmail.com

Научный руководитель – Ирина Михайловна Слабженникова, канд. физ.-мат. наук, доцент

Получение и применение заряженных частиц высоких энергий

Аннотация. Рассматриваются вопросы получения и применения заряженных частиц высоких энергий. Показано, что ускорители заряженных частиц являются научными приборами, созданными на базе современных исследований. Описаны устройство ускорителей и их принцип работы.

Ключевые слова: заряженные частицы, нейтроны, фотоны, энергия

Maxim V. Kordyuk

Far Eastern State Technical Fisheries University, EMs-212, Russia, Vladivostok, e-mail: kardukm@gmail.com

Scientific adviser – Irina M. Slabzhennikova, PhD, Associate Professor

Production and application of high-energy charged particles

Abstract. The paper discusses the issues of obtaining and using high-energy charged particles. It is shown that charged particle accelerators are scientific devices created on the basis of modern research. The device of accelerators and their principle of operation are described.

Keywords: charged particles, neutrons, photons, energy

Целью данной работы является рассмотрение вопросов получения и применения заряженных частиц высоких энергий. Для их получения применяют ускорители заряженных частиц, представляющие собой сложные комплексы, используемые в научной деятельности и для производства различных товаров.

Ускорители заряженных частиц – установки, предназначенные для получения направленных потоков заряженных частиц с энергией, значительно превышающей энергию их теплового движения. Являются источниками пучков как первичных ускоренных заряженных частиц, так и вторичных частиц (мезонов, нейтронов, фотонов, атомов и др.), получаемых при взаимодействии первичных частиц с мишенью. К ускорительным установкам относят также накопители заряженных частиц, в которых циркулируют пучки частиц постоянной энергии. В ряде случаев (при рекуперации энергии ускоренных пучков, в экспериментах по получению антиводорода и других) ускорительные установки используются для уменьшения энергии пучка.

Любая ускорительная установка включает 3 основных структурных элемента (рис. 1):

- 1) источник частиц с системой формирования пучка;
- 2) собственно ускоритель – устройство (или цепочка последовательно расположенных устройств), увеличивающее энергию частиц, а также формирующее их траекторию;
- 3) устройства, осуществляющие вывод и транспортировку пучка на мишень, или взаимодействие пучка с мишенью, или соударение встречных пучков в ускорителе [1].

Устройства для получения пучков заряженных частиц (электронов, позитронов, протонов, антипротонов, мюонов, атомных ядер, ионов) могут быть и относительно простыми (например, электронная пушка).

Ускорение пучка производится в устройствах различных типов с помощью электрического поля (изменяющего энергию заряженных частиц). Для формирования траектории частиц в ускорителях заряженных частиц применяют магнитное поле, которое изменяет направление движения заряженных частиц, не меняя величины их скорости. Современные ускорители заряженных частиц высоких энергий – огромные сложные комплексы. Так, ускорение протонов для проведения экспериментов на Большом адронном коллайдере (БАК) осуществляется сначала в линейном ускорителе, затем в 4 последовательных циклических ускорителях, периметр последнего из них (собственно БАК) составляет 26659 м.

Для предотвращения ухудшения качества пучка и потерь частиц из-за соударений с молекулами газа транспортировка, как правило, осуществляется в вакууме [1].

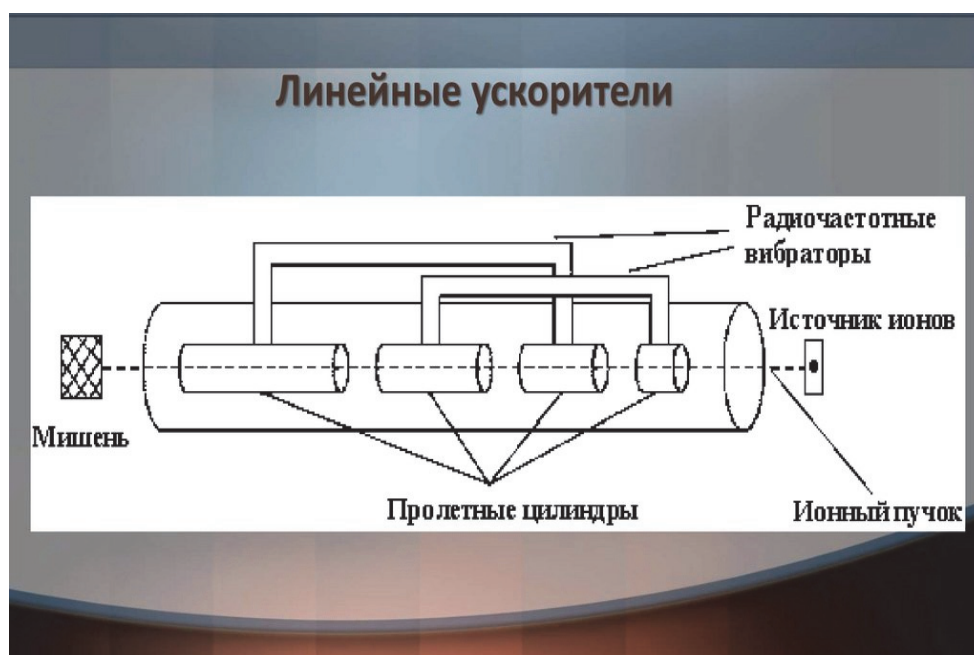


Рисунок 1 – Структура линейных ускорителей

Все ускорители можно разделить на несколько основных типов.

Линейный ускоритель. Ускорение частиц осуществляется электростатическим полем, создаваемым, например, высоковольтным генератором Ван-де-Граафа. Заряженная частица проходит поле однократно: заряд, проходя разность потенциалов ($\varphi_1 - \varphi_2$), приобретает энергию $W = Q(\varphi_1 - \varphi_2)$. Таким способом частицы ускоряются до ≈ 10 МэВ. Их дальнейшее ускорение с помощью источников постоянного напряжения невозможно из-за утечки зарядов, пробоев и т.д.

Линейный резонансный ускоритель. Ускорение частиц осуществляется переменным электрическим полем сверхвысокой частоты, которое изменяется синхронно с движением частиц. Таким путем протоны ускоряются до энергий порядка десятков мегаэлектронвольт, а электроны – до десятков гигаэлектронвольт [2].

Циклотрон – циклический резонансный ускоритель тяжелых частиц (протонов, ионов). Между мощными электромагнитными полюсами размещена вакуумная камера, содержащая два электрода в форме полого металлического полуцилиндра. Магнитное поле, создаваемое электромагнитом, однородно и перпендикулярно плоскости пары. Для непрерывного ускорения частиц в циклотроне необходимо выполнение условия синхронизма. Период вращения частиц в магнитном поле и период колебаний электрического поля должны быть равны.

Если в центр зазора ввести заряженную частицу, она электрически ускоряется и отталкивается магнитным полем, входя в кольцо, которое будет описывать полуокружность, радиус которой пропорционален скорости частицы. Циклотроны позволяют ускорять протоны до энергии 20 МэВ. Их дальнейшее ускорение в циклотроне ограничивается релятивистским увеличением скорости и массы, что приводит к увеличению периода обращения и нарушению синхронизма. Поэтому циклотрон вообще не используется для ускорения электронов. Однако релятивистское ускорение частиц можно реализовать, если использовать принцип автофазировки. Это означает, что для компенсации увеличения периода вращения частицы индуцируется синхронизм, изменяется частота ускоряющего электрического поля или индукция магнитного поля, или и то, и другое [2].

Фазотрон (синхроциклотрон) – циклический резонансный ускоритель тяжелых заряженных частиц (например, протонов, ионов), в котором управляющее магнитное поле постоянно, а частота ускоряющего электрического поля медленно меняется с периодом. Движение частиц в фазотроне, как и в циклотроне, происходит по незакрученной спирали. Частицы в фазотроне ускоряются до энергии, равной примерно 1 ГэВ (пределы здесь определяются размерами фазотрона, так как радиус их орбиты увеличивается со скоростью частиц) [2].

Синхротроны – циклические резонансные ускорители ультрарелятивистских электронов, в которых магнитное поле меняется со временем, а частота ускоряющего электрического поля постоянна. Электроны в синхротроне ускоряются до энергий 5–10 ГэВ. Синхрофазотрон – циклический резонансный ускоритель для тяжелых заряженных частиц (протонов, ионов), который сочетает в себе характеристики фазотрона и синхротрона, т.е. частоты магнитного поля и электрического поля меняются со временем одновременно, поэтому радиус равновесной орбиты частицы остается постоянным. Протоны ускоряются до энергий 500 ГэВ.

Бетатрон представляет собой циклический индукционный ускоритель электронов, в котором ускорение достигается за счет вихревого электрического поля, индуцируемого переменным магнитным полем, удерживающим электроны на круговых орбитах. В бетатроне, в отличие от рассмотренных выше ускорителей, нет проблем с синхронизацией. Электроны в бетатроне разгоняются до энергий 100 МэВ [2].

Если частица движется в магнитном поле со скоростью v перпендикулярно вектору магнитной индукции B , то сила Лоренца постоянна по модулю и нормальна к траектории частицы, эта сила создает центростремительное ускорение. Второй закон Ньютона в этом случае имеет вид

$$qvB = m \frac{v^2}{r},$$

тогда радиус окружности, по которой движется частица можно найти по формуле

$$r = \frac{m}{q} \times \frac{v}{B}. \quad (1)$$

Период вращения частицы с учетом формулы (1) будет равен

$$T = \frac{2\pi}{B} \times \frac{m}{g}. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что циклическая частота, называемая циклотронной частотой, прямо пропорциональна величине магнитной индукции и зависит от удельного заряда частицы:

$$\omega = \frac{q}{m} \times B. \quad (3)$$

Для проверки полученной формулы был выполнен виртуальный эксперимент по движению заряженных частиц в постоянном магнитном поле по программе, разработанной фирмой «Физикон». Результаты эксперимента представлены в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1 – Экспериментальные данные первого исследования

Изотоп	q/m , кл/кг	ω , рад/с	B , мТл
C ¹²	$7,98 \times 10^6$	$79,8 \times 10^3$	10
C ¹⁴	$6,84 \times 10^6$	$68,4 \times 10^3$	10
Ne ²⁰	$4,79 \times 10^6$	$47,9 \times 10^3$	10
Ne ²⁷	$4,35 \times 10^6$	$43,5 \times 10^3$	10
Pb ¹⁰⁶	$9,04 \times 10^5$	$9,04 \times 10^3$	10
Pb ¹⁰⁸	$8,87 \times 10^5$	$8,87 \times 10^3$	10
U ²³⁵	$4,08 \times 10^5$	$4,08 \times 10^3$	10
U ²³⁸	$4,03 \times 10^5$	$4,03 \times 10^3$	10

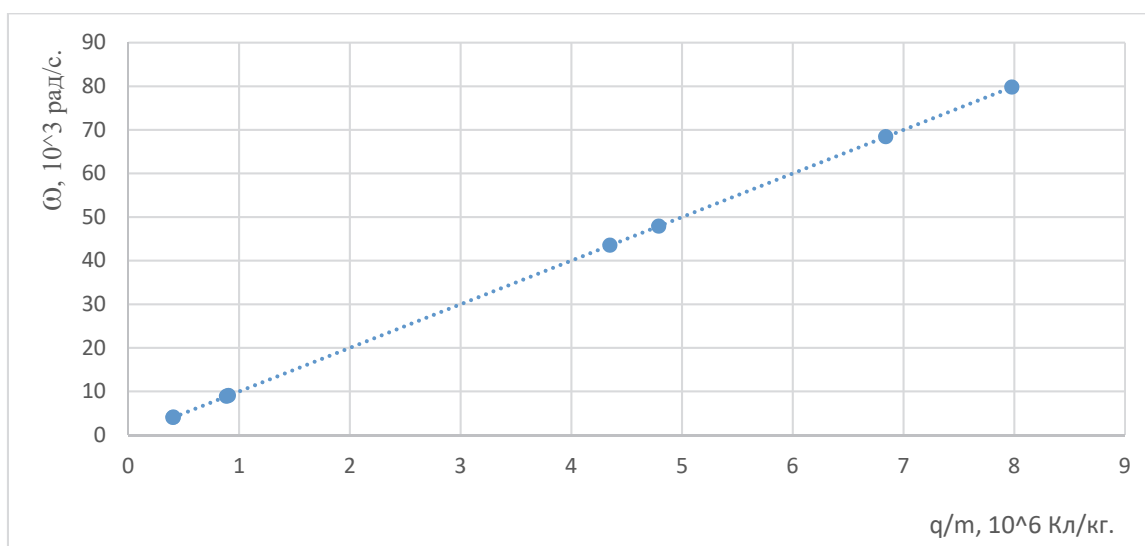


Рисунок 2 – График зависимости циклотронной частоты от удельного заряда

Во втором эксперименте изучалась зависимость радиуса кривизны траектории изотопов C¹² и C¹⁴ от величины магнитной индукции B . Результаты эксперимента представлены в табл. 2 и на рис. 3.

Таблица 2 – Экспериментальные данные второго исследования

$B, 10^{-3} \text{ Тл}$	$R_1, \text{ см}$	$R_2, \text{ см}$
1	103,3	120,5
2	51,6	60,2
3	34,4	40,2
4	25,8	30,1
5	20,7	24,1
6	17,2	20,1
7	14,8	17,2
8	12,9	15,1
9	11,5	13,4
10	10,3	12,0

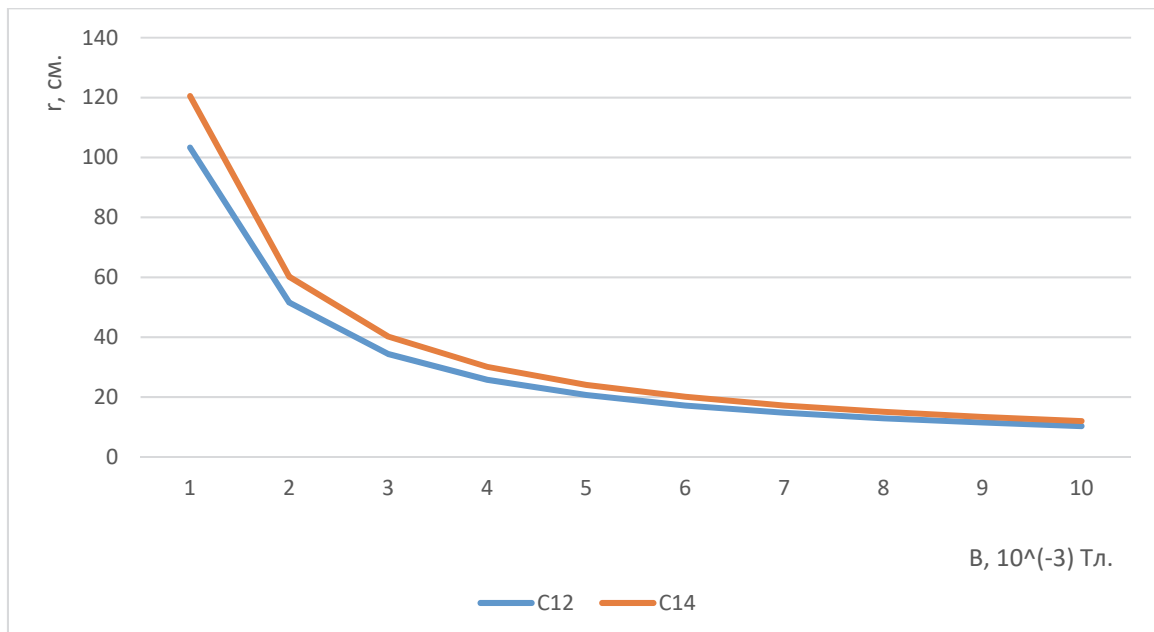


Рисунок 3 – График зависимости радиуса кривизны траектории от величины магнитной индукции B

Одним из ключевых понятий в физике ускорителей заряженных частиц является понятие энергии. Полная энергия частицы E связана с массой частицы m и импульсом p через соотношение $E^2 - p^2c^2 = m^2c^4$, где $E^2 - p^2c^2$ – это релятивистский инвариант, c – скорость света в вакууме. При переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой релятивистский инвариант и масса сохраняются. Энергия и импульс частицы при этом зависят от системы отсчета. В системе отсчета, относительно которой частица имеет скорость v , полная энергия E частицы имеет вид

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} = mc^2\gamma,$$

где $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ – релятивистский Лоренц-фактор; $\beta = \frac{v}{c}$ – относительная скорость частицы

(отношение скорости частицы к скорости света), в релятивистской механике энергия свободной частицы E не обращается в нуль при скорости $v = 0$, а остается конечной величиной, называемой энергией покоя E_0 [3].

В целом ускорители заряженных частиц имеют две основные области применения: как инструмент научных исследований и как устройство, обеспечивающее нормальное функционирование технологических процессов. К таким процессам относятся: стерилизация медицинского оборудования и материалов, лучевая терапия, производство радиофармпрепаратов для медицинской диагностики, контроль, производство компонентов микроэлектроники, искусственная полимеризация лаков, модификация свойств материалов, производство термоусадочных трубок и др. [1]. На 2016 г. в мире работают около 30000 ускорителей заряженных частиц. Из них около 1 % имеют энергию пучка света 1 ГэВ и используются для фундаментальных исследований (в ядерной физике, физике элементарных частиц, физике твёрдого тела) [4].

Научное применение ускорителей в первую очередь связано с исследованием структуры атомного ядра, структуры и свойств элементарных частиц и их взаимодействий. Уско-

ритель в этом случае – это по сути «микроскоп», позволяющий разглядеть устройство частиц и исследовать свойства их взаимодействий на очень малых масштабах. Но для таких исследований необходимы интенсивные пучки частиц с огромными энергиями. Применяемые для этих целей ускорители заряженных частиц являются очень сложными и очень большими электрофизическими установками, которые создают сильные магнитные поля и сообщают различным частицам (электронам, протонам, ионам) высокие энергии, необходимые для исследования мельчайших структурных элементов материи и энергии в природе. Исследование все меньших пространственных масштабов позволяет получать информацию о более ранних временах жизни нашей Вселенной [5]. Помимо исследований ускорители заряженных частиц находят большое применение в отраслях химической промышленности, машиностроения, в обработке пищевых продуктов и отходов с целью их стерилизации, в медицине и других отраслях [6].

Таким образом, в ходе исследования было рассмотрено строение ускорителей заряженных частиц, их общий принцип работы, также применение в научной и производственной отрасли.

Библиографический список

1. Infourok. Презентация по физике на тему «Ускорители заряженных частиц» [Электронный ресурс]. URL : <https://infourok.ru/prezentaciya-po-fizike-na-temu-uskoriteli-zaryazhennyh-chastic-4124115.html> (дата обращения : 01.03.2023).
2. Studfile. Ускорители заряженных частиц [Электронный ресурс]. URL : <https://studfile.net/preview/7645098/page:14/> (дата обращения : 03.04.2023).
3. Черняев А. П., Белихин М. А., Желтоножская М. В. Введение в физику ускорителей заряженных частиц. М., 2019. С. 9–10.
4. Old.bigenc. Ускорители заряженных частиц [Электронный ресурс]. URL : <https://old.bigenc.ru/physics/text/4702177> (дата обращения : 01.02.2023).
5. Studme. Основы защиты ускорителей заряженных частиц [Электронный ресурс]. URL : https://studme.org/241407/tehnika/osnovy_zaschity_uskoriteley_zaryazhennyh_chastits (дата обращения : 28.03.2023).
6. Studfile. Применение ускорителей [Электронный ресурс]. URL : <https://studfile.net/preview/7405575/page:32/> (дата обращения : 28.03.2023).

Даниил Станиславович Рябков

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ХТб-112, Россия, Владивосток, e-mail: ryabkovdaniil123@gmail.com

Научный руководитель – Ольга Фёдоровна Лапаник, канд. пед. наук, доцент

Гравитационный генератор

Аннотация. Рассмотрен принцип действия механического генератора переменного напряжения как источника достаточно эффективного электрического тока для работы небольшого осветительного прибора и создана его рабочая модель.

Ключевые слова: генератор, гравитационный генератор, магнитоэлектрическая система, энергия

Daniil S. Ryabkov

Far Eastern State Technical Fisheries University, HTb-112, Russia, Vladivostok, e-mail: ryabkovdaniil123@gmail.com

Scientific adviser – Olga F. Lapanik, PhD, Associate Professor

Gravity generator

Abstract. The paper considers the principle of operation of a mechanical alternator as a source of sufficiently efficient electric current for the operation of a small lighting device and creates its working model.

Keywords: generator, gravity generator, magnetoelectric system, energy

Введение

В нашей повседневной жизни мы зачастую не задумываемся, каким образом и откуда вырабатывается электричество, только когда в квартире исчезает ток, мы начинаем выяснять причину его исчезновения и как ее устранить.

Для нужд человечества по выработке электрической энергии уже многие годы верно служат механические генераторы переменного тока. Обычно генераторы используются в качестве обыкновенных и небольших источников домашнего резервного питания и доходят до невероятно огромных масштабов и размеров на электростанциях.

Данная проектная работа создана для выяснения разновидностей генераторов переменного тока и изучения возможности изготовления рабочей модели такого генератора.

Цель работы – изучить принцип работы механического генератора переменного тока как источника достаточно эффективного электрического тока для работы небольшого осветительного прибора и создать его рабочую модель.

1. Процесс перехода механической энергии в электрическую

Для получения электрического тока в проводнике необходимо создать в нём электрическое поле, под действием этого поля электрические заряды начнут перемещаться, и возникнет электрический ток. В свою очередь, чтобы в механическом источнике тока появилось такое поле, для него необходимо приложить механическое воздействие, вследствие чего энергия из одного вида своего существования сможет перейти в другой нужный нам вид (рис. 1). Из этого следует, что механические источники тока – это механизмы, преобразующие механическую энергию с ротора в электрическую на статоре.

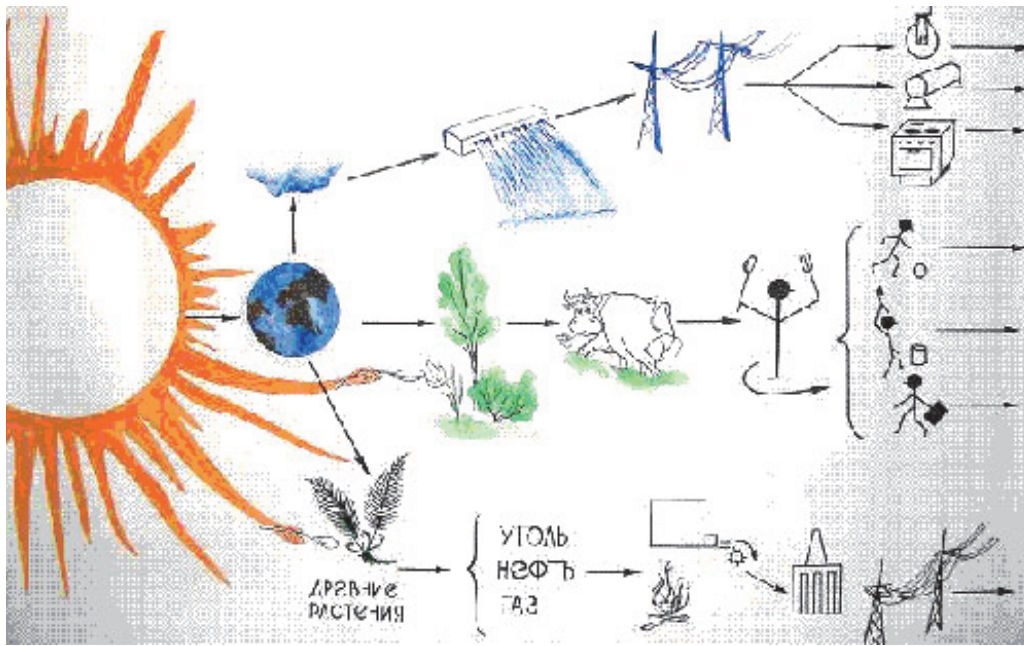


Рисунок 1 – Превращение энергии в природе [1]

2. Виды и особенности механических генераторов [2]

Механических генераторов встречается бесчисленное количество, в данной же работе рассказывается о самых часто используемых человеком видах генераторов.

Первые существенные попытки создания синхронных генераторов были предприняты еще М. Фарадеем и И. Пикси в 1831 г., но их изобретения не использовались на практике из-за слишком малой мощности. Впервые похожее устройство публично продемонстрировали в 1886 г. Немного ранее, в 1882 г., Д. Гордон разработал довольно мощный двухфазный генератор.

В 1891 г. известный сербский физик и ученый Н. Тесла запатентовал высокочастотный альтернатор. Трехфазное устройство с аналогичным принципом действия создал русский инженер М. Доливо-Добровольский, который в 1903 г. первым в мире запустил полноценную трехфазную электростанцию. Она обеспечивала электроэнергией зерновой элеватор в Новороссийске.

В подавляющем своем большинстве современные генераторы – это синхронные генераторы переменного тока. У них на статоре располагается якорная обмотка, от которой и отводится генерируемая электрическая энергия. На роторе располагается обмотка возбуждения, на которую через пару контактных колец подается постоянный ток, чтобы получить вращающееся магнитное поле от вращающегося ротора.

За счет явления электромагнитной индукции, при вращении ротора от внешнего привода, его магнитный поток пересекает поочередно каждую из фаз обмотки статора, и таким образом создает ток.

3. Из чего состоит генератор переменного тока

Гравитационный генератор относится к стандартным приборам магнитоэлектрической системы. Работа прибора данной системы основана на взаимодействии магнитного поля постоянного магнита с током, текущим по обмотке катушки (рис. 2).

Подвижная часть – рамка из алюминиевого каркаса с обмоткой из медного провода; неподвижная часть – постоянный магнит.

В воздушном зазоре между полюсными наконечниками 3, соединёнными магнитопроводами 2 с постоянным магнитом 1 и сердечником 4, создается постоянное магнитное поле. Подвижная часть – рамка 5 – может поворачиваться вокруг сердечника 4 в магнитном поле зазора. Рамка установлена на растяжках 6, концы которых прикреплены к пружин-

ным опорам 7. Для отсчёта показаний служит стрелка 8. Противодействующий момент создают две спиральные пружины, соединенные с растяжкой, служащие одновременно и токопроводами [3].

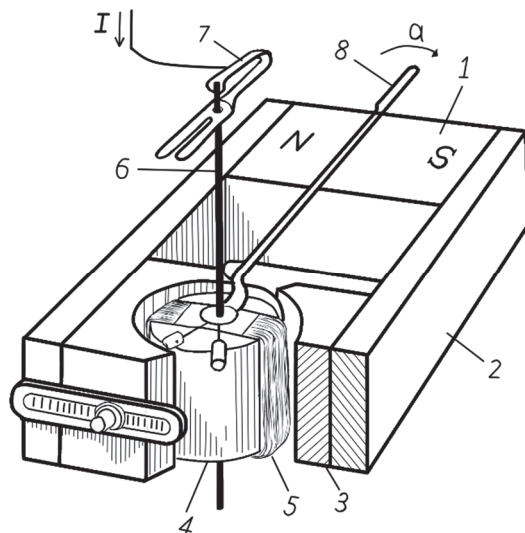


Рисунок 2 – Схема прибора магнитоэлектрической системы [3]

В основном выделяют промышленные и малогабаритные (для домашнего использования) генераторы, которые в свою очередь подразделяются на разные группы по топливу, которое они используют [2].

1. Малогабаритные генераторы для домашнего использования.

Газовые, простые, дизельные и бензиновые переносные генераторы (рис. 3).



Рисунок 3 – Малогабаритные генераторы [2]

Распространены в домашних хозяйствах дизельные, газовые и бензиновые генераторы, которые в качестве приводных двигателей используют двигатель внутреннего сгорания, передающий механическое вращение на ротор генератора. Во всех случаях топливная смесь сжигается в поршневой системе, приводя во вращение коленвал. Это похоже на работу автомобильного двигателя. Коленвал вращает ротор бесконтактного синхронного генератора и таким образом вырабатывает энергию.

2. Автомобильные генераторы

Еще один пример генератора переменного тока – самый распространенный в мире вид генератора – автомобильный генератор (рис. 4). Данный генератор традиционно содержит обмотку возбуждения с контактными кольцами на роторе и трехфазную обмотку статора с выпрямителем.

Встроенный электронный регулятор удерживает напряжение в допустимых для автомобильного аккумулятора пределах. Автомобильный генератор – высокооборотный генератор, его обороты могут достигать 9000 в минуту.



Рисунок 4 – Автомобильный генератор [2]

3. Промышленные генераторы

Промышленными генераторами называют установки с мощностью от 50 до 2000 кВт (рис. 5). Они считаются сверхмощными и применяются в качестве резервного источника питания для стратегических, строительных, торговых и складских объектов.

Промышленные электростанции снабжены генератором, который работает на низких оборотах. Стабильность агрегата обеспечивает система жидкого охлаждения. Такое устройство снабжает объект электричеством круглосуточно.

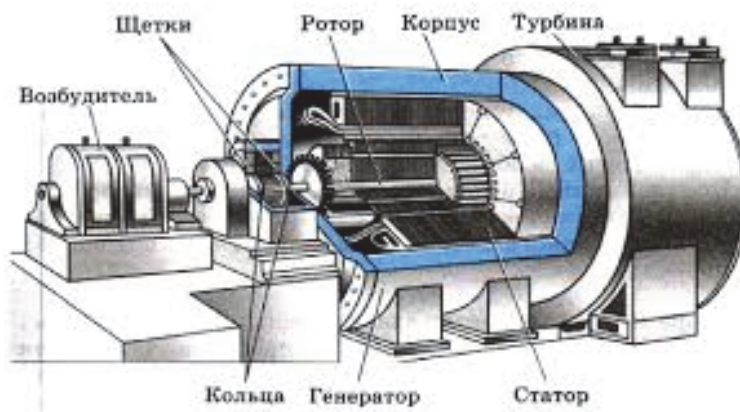


Рисунок 5 – Промышленный генератор [2]

Существуют синхронные и асинхронные промышленные генераторы. Синхронные агрегаты менее точные, но они прекрасно подходят для аварийного обеспечения электричеством жилых домов, дач, строительных объектов и т.д. Они способны обеспечить электричеством двигатели и электроинструмент с реактивной нагрузкой в 65 % номинала.

Асинхронные промышленные генераторы дают высокоточное напряжение, необходимое для работы чувствительной к перепадам тока аппаратуры: медоборудования, электронных устройств. Подобные генераторы можно использовать для электроснабжения инструментов и двигателей, но их мощность не должна превышать 30 % номинала.

По способу запуска генераторы бывают:

ручные – требуется механическое воздействие на шнур;
с электростартом – используется в быту;
автоматические – электростанция запускается самостоятельно [4, 5].

4. Строение гравитационного генератора переменного тока и принципы его работы

В этой проектной работе было принято решение о сборке рабочей модели гравитационного генератора.

Гравитационный генератор – это в своём роде одна из разновидностей простого синхронного генератора тока, работающая по принципу электромагнитной индукции. Его отличительная особенность заключается в том, что под действием силы тяжести Земля притягивает груз, который в свою очередь приводит в движение повышающий редуктор и передаёт крутящий момент на вал электродвигателя (рис. 6).

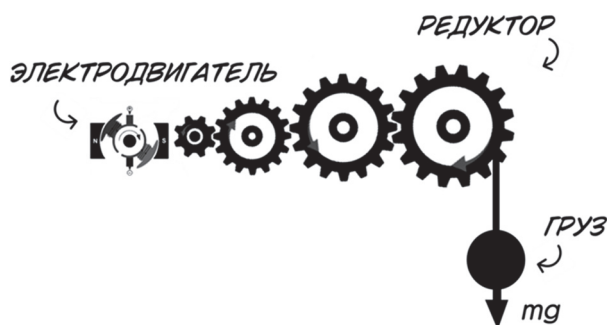


Рисунок 6 – Схема строения гравитационного генератора [Разработка автора]

Генератор состоит: деревянные бруски (13,5 см на 6,5 см на 1,5 см; 11 см на 5 см на 2,5 см); набор из 8 шестерней (диаметром: 3 см; 2 см; 1,8 см; 1,6 см; 1,5 см; 1,3 см; 1 см; 0,6 см); провода с зажимами; электрический мотор; бутылка с водой (0,5л); светодиод; груз.

На рис. 7 представлена модель гравитационного генератора, сконструированного автором.

Изучив научную литературу, автор собрал повышающий редуктор на заранее сделанной платформе из брусков, на самой большой шестерне закрепилась катушка с верёвкой и креплением для груза. На верхнюю часть платформы встал электрический мотор, к которому были подключены провода с зажимами, проложенные за стенкой платформы и соединяющие контакты мотора с прибором освещения, в роли которого был выбран светодиод (рис.7).

После сборки установка была закреплена на штативе с прикрепленным заранее грузом. Крутящий момент передается на вал мотора, вследствие чего светодиод засветился на время, в течение которого груз опускался к земле.

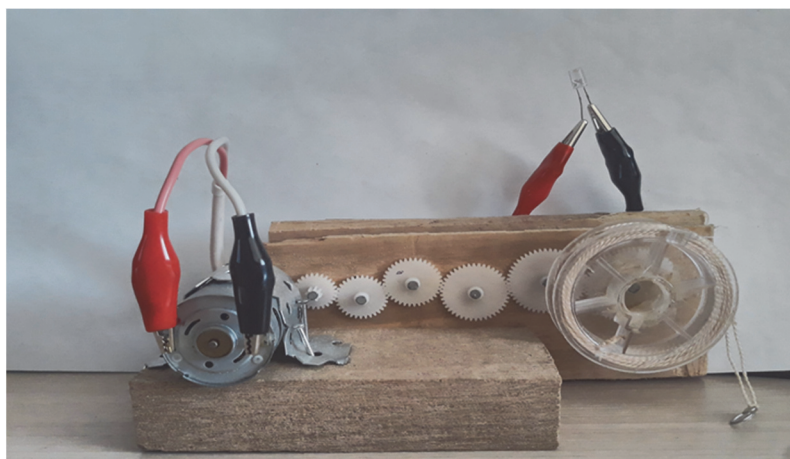


Рисунок 7 – Модель гравитационного генератора [Разработка автора]

Заключение

В результате проделанной работы можно сделать вывод, что человек сможет самостоятельно собрать свой собственный механический генератор тока, который способен выдавать определённое количество необходимой электроэнергии. Созданная модель генератора показала довольно неплохую работоспособность даже при учёте, что её время работы составило всего пару секунд. После испытаний установки выяснилось, чтобы увеличить КПД генератора, необходимо усовершенствовать повышающий редуктор, так как от его передаточного числа и высоты установки зависит длительность работы. Однако даже несовершенствованный генератор можно использовать как демонстрационную модель на занятиях физики, наглядно показывающую и объясняющую принцип электромагнитной индукции.

Библиографический список

1. Превращение энергии в природе [Электронный ресурс]. <https://www.google.ru/search?q> (дата обращения : 15.03.23).
2. Андрей Повный. Виды электрических генераторов и принципы их работы. Copyright © 2009-2023 Электрик Инфо – Elektrik.info [Электронный ресурс]. URL : <http://elektrik.info/device/1325-vidy-elektricheskikh-generatorov-i-principy-ih-raboty.html> (дата обращения : 27.02.23).
3. Лапаник О. Ф. Приборы, системы и учёта и техника измерений в энергоснабжении предприятий. Владивосток : Дальрыбвтуз, 2022. С. 5–6.
4. Трофимова Т. И. Курс физики. М. : Академия, 2012. 557 с.
5. Электромагнитная индукция. fizi4ka.ru [Электронный ресурс]. URL : <https://fizi4ka.ru/egje-2018-pofizike/jelektromagnitnaja-indukcija.html> (дата обращения : 17.02.23).

УДК 53+378

Даниил Кахрамонович Тураев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: tdk.turaev@yandex.ru

Научный руководитель – Елена Николаевна Бауло, канд. техн. наук, доцент

Мониторинг как важнейший инструмент проверки качества знаний студентов на примере изучения дисциплины «Физика»

Аннотация. Рассматриваются вопросы практического внедрения системы педагогического мониторинга в вузе на примере подготовки студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» по дисциплине «Физика» на примере входного контроля знаний (ВК), итогового контроля знаний (ИК) и выявления отношения студентов к тестированию.

Ключевые слова: мониторинг, физика, входной контроль знаний, итоговый контроль знаний, тестирование

Daniil K. Turaev

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: tdk.turaev@yandex.ru

Scientific advister – Elena N. Baulo, PhD, Associate Professor

Monitoring as the most important tool for checking the quality of students' knowledge on the example of studying the discipline «Physics»

Abstract. The paper deals with the issues of practical implementation of the system of pedagogical monitoring at the university on the example of training students of the direction 13.03.02 "Electric Power Engineering and Electrical Engineering" in the discipline "Physics" on the example of incoming knowledge control (VC) and final knowledge control (IR) and identifying the attitude of students to testing.

Keywords: monitoring, physics, input knowledge control, final knowledge control, testing

В связи с существующими изменениями, происходящими в социальной сфере нашего общества, одной из центральных социально-педагогических проблем является модернизация образовательных систем различных уровней, в том числе и высшего образования.

Цель исследования – практическое внедрение системы педагогического мониторинга в вузе на примере подготовки студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Задачи исследования – современные подходы к организации системы мониторинга в высшем образовании на примере входного контроля знаний (ВК), итогового контроля знаний (ИК) по дисциплине «Физика» кафедры «Электроэнергетика и автоматика» ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» и выявления отношения студентов к тестированию.

Работа выполнялась в рамках ГБТ№793/2021–2023 «Управление качеством образовательного процесса в техническом вузе», которая проводится на кафедре «Электроэнергетика и автоматика» с привлечением студентов.

Современный образец организации наблюдения за природной средой были даны еще в первом веке нашей эры. Они стали наиболее полной энциклопедией вплоть до эпохи

Средневековья. В XX в. в науке возник термин «мониторинг» для обозначения повторяющихся наблюдений за одним или несколькими системными единицами окружающей среды в пространстве и времени.

Этот термин не имеет современного толкования, поскольку применяется в разных средах научно-практической деятельности людей. Мониторинг – это и форма исследования и метод обеспечения сферы управления текущей и качественной информацией [1, с. 284].

В данной работе мониторинг рассматривается как система сбора, обработки, хранения и распределения информации об образовательной системе или отдельных ее элементах – входной контроль и итоговый контроль, отсроченный контроль знаний и, как результат, текущая и промежуточная аттестация.

Сферы применения мониторинга разнообразны и охватывают широкий спектр дисциплин общеобразовательной и профессиональной направленности.

Применение мониторинга позволяет целенаправленно установить текущее состояние качества обучения и образования по отдельным предметам и по всему учебному плану, включая практики. О практиках и их видах в вузе нужно говорить отдельно. Здесь должна быть разработана своя система мониторинга качества проведения практической подготовки, включающая в себя обязательно и мониторинг на предприятиях, где проходят практику студенты.

Мониторинг можно и нужно применять во всех общеобразовательных учебных дисциплинах, профессиональных модулях и практиках. В общеобразовательных учебных дисциплинах применяется входной контроль на первом курсе, для оценки результатов качества обучения обучающихся по данным дисциплинам с уровнем их школьной подготовки. Далее следует проведение итогового тестирования по общеобразовательным дисциплинам. Конечным этапом является проведение дифференцированного зачета или экзамена по дисциплине в устной или письменной форме [2, с. 254]. Профессиональный модуль направлен на изучение теоретического цикла, далее следует учебная практика с первого курса, а потом производственная. После окончания обучения также проводится мониторинговая деятельность в виде теста по отсроченному контролю знаний.

В современной системе мониторинга как средства управления качеством образовательных результатов в вузе важное место отводится проведению эксперимента с целью закрепления и улучшения результатов обучения.

Важнейшим фактором в управлении образовательным процессом в вузе остается контроль – ведущая функция управления. Входной, итоговый и отсроченный контроль знаний различают на кафедре «Электроэнергетика и автоматика», которые потом отражаются в текущей и промежуточной аттестации студентов по различным дисциплинам, влияющим на качество образовательного процесса.

На кафедре «Электроэнергетика и автоматика» разработана процедура мониторинга качества обучения в рамках системы менеджмента качества, с использованием тестового контроля знаний (входной контроль (ВК) и итоговый контроль (ИК), отсроченный контроль), выявлено в целом отношение студентов к тестированию (разработаны тесты по разным критериям отношения студентов к тестированию). Для этого были составлены тесты ВК и ИК на примере дисциплины «Физика» и тесты для выявления отношения студентов вообще к тестированию [3, с. 77].

В 2022/2023 учебном году был осуществлен мониторинг с использованием тестового контроля знаний и сравнением с результатами ЕГЭ в трех группах направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» ЭН₆-112, ЭН₆-212, ЭН₆-312 (1–3 курсы). Результаты исследований приведены на диаграмме:

По результатам проведенного тестирования можно сделать вывод: у студентов гр. ЭН₆-212 изначально средний балл ЕГЭ был выше и дальнейшая успеваемость лучше (84 % успеваемость в этой группе по результатам первого курса), т.е. отбор потенциальных студентов, как показывает практика, должен быть основан на конкурсной основе. И тем не менее итоговое тестирование по дисциплине «Физика» показало повышение среднего балла, значит, есть необходимость в проведенных тестированиях после дополнительной подготовки.

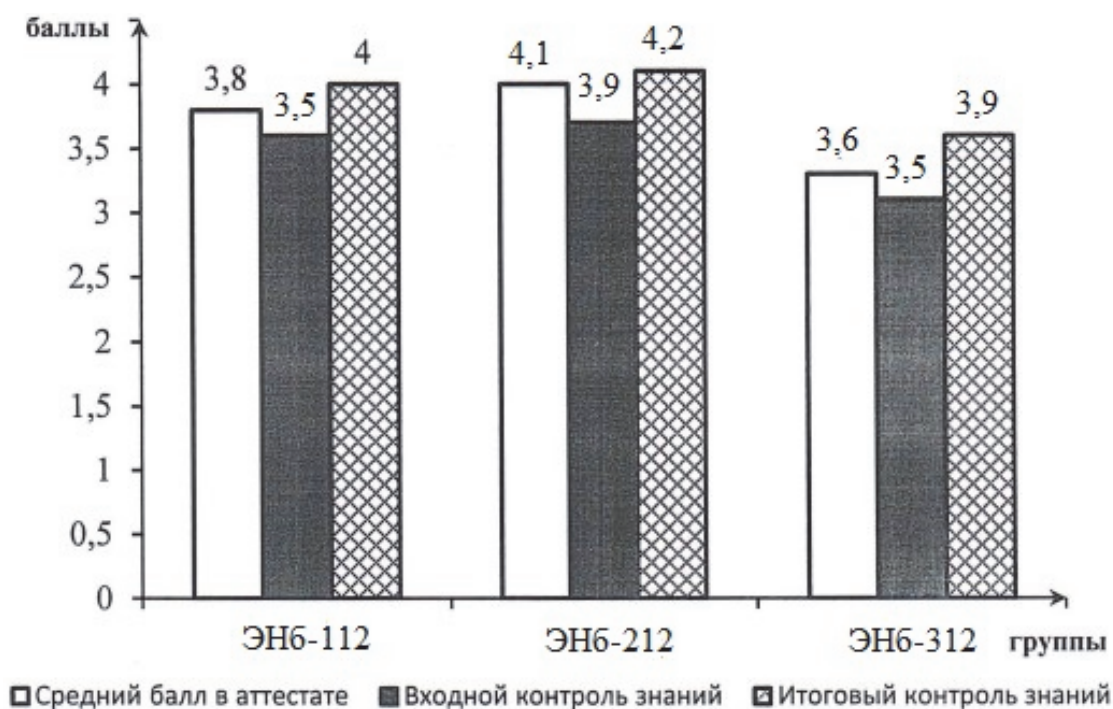


Диаграмма среднего балла в аттестате по физике, ВК и ИК знаний

Для выявления отношения студентов к тестированию на СНТК-2022 были составлены опросники автором этой статьи под руководством преподавателя и проанализировано отношение студентов к тестированию с 1-го по 4-й курсы [4, с. 52–53]. В этом году мы решили сравнить отношение к этому вопросу студентов, которые в том году были первокурсниками, а сейчас второкурсники. Предлагаем вашему вниманию результаты опросов, отраженные в табл. 1–7.

Данные, отражающие отношение студентов к тестированию, представлены в табл. 1. Из представленных в табл. 1 данных видим, что изменилось отношение респондентов к тестам: 45 % респондентов относятся положительно, 50 % нейтрально и 5 % отрицательно. Варианты подготовки к предстоящему тестированию, используемые студентами, представлены в табл. 2. Из данных табл. 2 можно сделать вывод: 72 % респондентов читает конспекты, а остальные 28 % или читают учебники, или сдают пробный тест, или не готовятся вообще. Необходимо отметить, что в табл. 2, 6 и 7 студентам предоставлялась возможность выбора более одного ответа. Выявление соответствия студентами вопросов тестов объёму материала, полученному в процессе учебы, показаны в табл. 3. Как студентами воспринимается объективность оценки уровня их знаний по результатам тестирования, представлено в табл. 4. Табл. 5 показывает, каким образом знания студентов могут быть выявлены адекватно.

Таблица 1 – Отношение респондентов к тестированию

Группа	Положительно	Нейтрально	Отрицательно
ЭНБ-112	11	16	0
ЭНБ-212	10	12	5

Таблица 2 – Подготовка к тестам

Группа	Читаю учебники	Читаю конспекты	Сдаю пробный тест	Не готовлюсь вообще
ЭНБ-112	5	24	3	3
ЭНБ-212	10	15	7	4

Таблица 3 – Соответствие вопросов теста объёму материала, полученному при обучении

Группа	Полностью соответствует	В основном соответствует	Чаще не соответствует	Не соответствует
ЭНБ-112	10	15	2	0
ЭНБ-212	12	12	3	0

Таблица 4 – Восприятие соответствия оценки за тест уровню их знаний

Группа	Да, полностью соответствует	Скорее соответствует	Когда как	Скорее не соответствует	Не соответствует
ЭНБ-112	14	12	2	0	0
ЭНБ-212	10	10	6	1	0

Таблица 5 – Распределение ответов студентов о наиболее адекватном выявлении их знаний в ходе промежуточной аттестации

Группа	Только по результатам теста	Только по результатам устного экзамена	На основании теста и устного ответа	По результатам текущей успеваемости
ЭНБ-112	5	3	13	10
ЭНБ-212	10	5	10	2

Таблица 6 – Состояние студентов во время теста

Группа	Паника	Выраженное беспокойство	Беспокойство	Сосредоточенность	Спокойствие	Безразличие
ЭНБ-112	3	2	6	14	9	2
ЭНБ-212	1	1	4	20	5	0

Таблица 7 – Адекватность использования тестового контроля

Группа	Без пользы	Адекватно позволяет освоить материал	Упрощает обучение	Морально подготавливает перед экзаменом	Помогает сравнить свою оценку знаний с оценками других	Помогает объективно оценить свои успехи	Помогает побороть субъективизм в оценках преподавателей
ЭНБ-112	2	14	8	3	7	10	4
ЭНБ-212	5	15	10	15	22	12	6

Моральные состояния студентов, которыми сопровождался процесс тестирования, распределились, как это показано в табл. 6. Структура ответов на вопрос о полезности использования тестов в процессе обучения среди студентов представлена в табл. 7. Исходя из табл. 3, 4, 5 и 7 можно сделать вывод, что в целом респонденты адекватно относятся к тестам и считают их вполне справедливыми, и тем не менее прослеживается тенденция в необходимости устного опроса студентов в форме проведения семинаров по разным темам и проведения экзамена в устной форме. 97 % считают, что вопросы теста соответствуют объёму материала, а 3 % считают иначе. 30 % считают, что оценки за тест полностью соответствуют уровню их знаний, 40 % считают, что частично соответствуют, 20 % – когда

как, 10 % – не совсем, 0 % – абсолютно не соответствуют. Большинство студентов (40 %) считают, что оценивать их знания в ходе промежуточной аттестации надо на основании теста и устного ответа, а 10 % – по результатам текущей успеваемости. Во время выполнения теста студенты испытывают самые разнообразные эмоции – от паники до безразличия – и все-таки большинство студентов относятся к тестированию спокойно, пройдя ЕГЭ, такой вывод можно сделать из табл. 6. Таким образом, практически все студенты относятся к тесту абсолютно адекватно. Но соотношение «положительно» и «нейтрально» примерно 50/50, которое было на первом курсе, изменилось. Прочувшись уже более года в техническом вузе, они стали понимать, что без общения непосредственного с преподавателем решить целый ряд вопросов невозможно.

Мониторинг направлен на достижение главной задачи – повышение эффективности работы образовательного комплекса. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о необходимости ВК и ИК знаний по дисциплине «Физика». Следующие исследования будут посвящены отсроченному контролю по дисциплине «Физика» в этих группах и их сравнению.

Библиографический список

1. Глазачев С. Н. Экологическая культура учителя и экологическая воспитанность студентов. 2004. 432 с.
2. Попов В. Г., Голубков П. В. Мониторинг развития региональной системы образования // Стандарты и мониторинг в образовании. 2004. 330 с.
3. Бауло Е. Н. Диагностика успеваемости студентов по дисциплине «Физика» и выявление их способности к научно-исследовательской работе для обеспечения качества профессиональной подготовки // Физическое образование в вузах. 2022. Т. 28, № 2. С. 75–82.
4. Бауло Е. Н. Тестирование в системе методов контроля и оценки знаний студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» // Актуальные проблемы развития судоходства и транспорта : материалы Нац. науч.-техн. конф. с международным участием, Владивосток, 16–17 ноября. Владивосток, 2022. С. 51–55.

УДК 656.615

Алиса Александровна Аввакумова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: avvalisa@mail.ru

Научный руководитель – Светлана Сергеевна Валькова, канд. техн. наук, доцент

Развитие морской портовой инфраструктуры Дальневосточного бассейна

Аннотация. Кратко описаны предпосылки к созданию и развитию данной стратегии, разобраны основные цели достижения и проанализированы экономические и социальные эффекты от стратегии.

Ключевые слова: порт, транспорт, развитие, портовая инфраструктура

Alisa A. Avvakumova

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: avvalisa@mail.ru

Scientific adviser – Valkova Svetlana Sergeevna, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

Development of the sea port infrastructure of the Far East basin

Abstract. The prerequisites for the creation and development of this strategy are briefly described, the main goals of achievement are analyzed, and all the economic and social effects of the strategy are analyzed.

Keywords: port, transport, development, port infrastructure

В настоящее время важными объектами в экономике любой страны являются порты. Они играют масштабную роль в формировании народно-хозяйственного комплекса, обеспечивают транспортную связь Российской Федерации с другими государствами. Для того, чтобы стать авторитетной фигурой на мировой арене, требуется предоставлять конкурентоспособные портовые комплексы, изучать конъюнктуру рынка, проводить своевременные модернизации, а также организовывать работу со всеми международными нормативными документами, касающимися как организации, так и экологических норм. Также современная геополитическая ситуация вынуждает Россию соответствовать санкционным требованиям. Соблюдение всех этих условий, а также планирование предстоящего развития является к ключом к успешной деятельности. Еще несколько лет назад был разработан документ, который был призван систематизировать все условия воедино, чтобы создать некий план действий на перспективу. Далее мы вкратце познакомимся с положениями данного документа, а затем рассмотрим его применение на практике в конкретном морском бассейне и современных условиях.

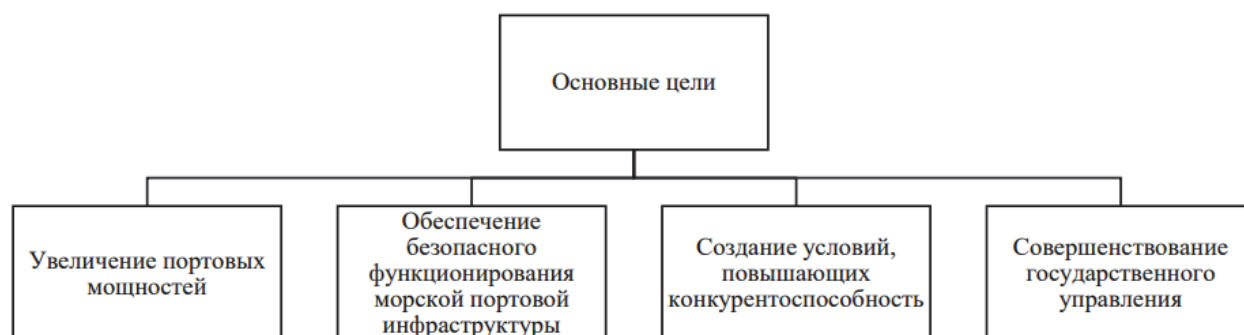
Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года (далее – Стратегия) разработана в соответствии с приказом Министерства транспорта Российской

Федерации от 30 июля 2010 года № 167 О создании рабочей группы по разработке Стратегии развития морских портов Российской Федерации [2].

При анализе качественных показателей портов России, в том числе объемов перевалки грузов за период последних 10 лет, можно говорить об их увеличении. На данный момент в морское портовое хозяйство России входит более 900 портовых комплексов общей протяженностью примерно 150 тыс. погонных метров в 67 морских портах.

Главная цель реализации стратегии развития портовой инфраструктуры – удовлетворение экономических потребностей страны, внешней торговли и населения в вопросах перевозки грузов и создания соответствующих безопасных условий судоходства в портах и подходах к ним с помощью разработки и строительства современных инфраструктурных портов, их внедрения в транспортные узлы с каталитической ролью государства в его масштабном совершенствовании [2].

Следует произвести урегулирование нижеперечисленных целей:



На данный момент прошло уже более 10 лет с создания данной стратегии. За такой промежуток времени изменились некоторые цели, часть уже выполнена, а другие и вовсе стали невозможны для исполнения по различным экономическим и политическим причинам. Рассмотрим это на примере портовой инфраструктуры Дальневосточного бассейна.

Главная причина того, что российские порты на Дальнем Востоке стали в буквальном смысле главными морскими воротами России, – мировое положение государства.

Прогрессивные тенденции формирования дальневосточного портового хозяйства продолжают выглядеть весьма позитивно. Так, в 2019 г. грузооборот портов Дальневосточного бассейна увеличился на 6,5% и достиг 213,5 млн т. Особенно быстрыми темпами росла перевалка сухих грузов (на 7,8%, до 135,3 млн т), немаловажную часть которых представляет уголь. Доля контейнерных перевозок демонстрирует особые темпы роста (6,4 %). Перевалка наливных грузов тоже тогда увеличивалась (рост составил 4,3 % – до 78,2 млн т).

В сложные времена 2020 г. вопреки всему показатели поддерживались на высоком уровне. Несмотря на сложившиеся негативные аспекты, грузооборот увеличился еще на 4,6 %. Также продолжила возрастать перевалка сухих грузов (на 8,5 %), в то время как перевалка наливных грузов подверглась упадку (на 2,3 %). Также продолжился рост контейнерооборота и составил 7,5 % [3].

Из представленных диаграмм видно, что, вопреки непредвиденным обстоятельствам, общий грузооборот портов Дальневосточного бассейна продолжает расти. И, кроме того, принимает на себя все возможные и невозможные направления. В связи с этими статистическими данными можно определить, что идет непрерывное развитие портовой инфраструктуры всех объектов, входящих в состав данного региона.

Порты Дальнего Востока являются важнейшими экспортными воротами России в государства Азиатско-Тихоокеанского региона. Их непрерывное функционирование и незамедлительная модернизация – один из толчков для роста не только экономики Дальнего Востока, но и всей страны. Следует заблаговременно реагировать на вызовы рынка, предвидеть его конъюнктуру [5].

Грузооборот портов Дальневосточного бассейна

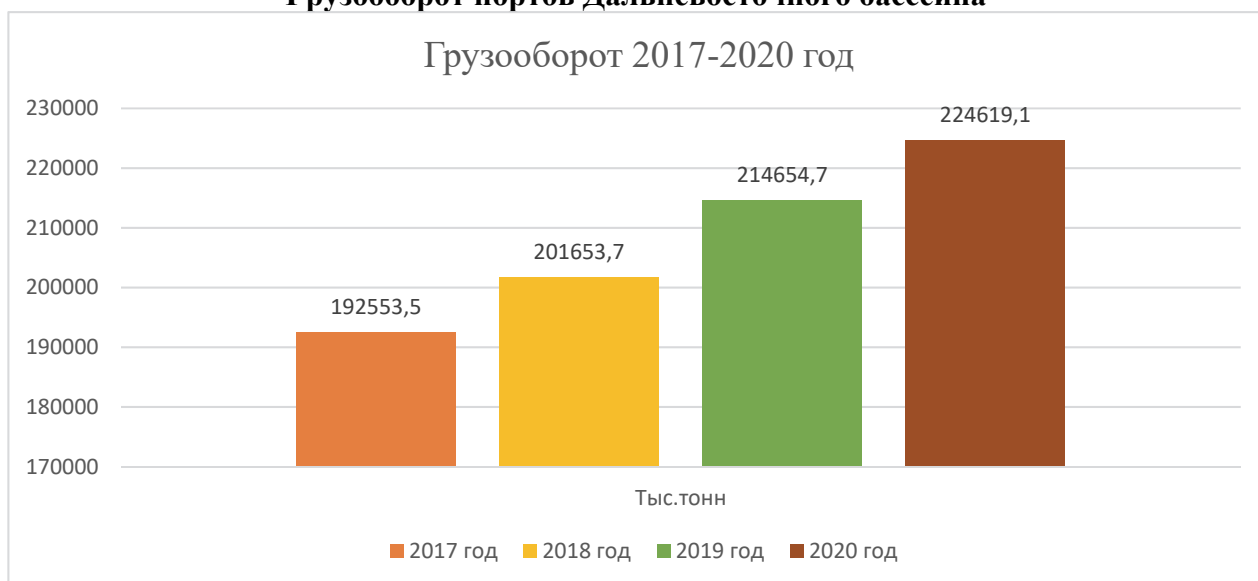


Рисунок 1 – Грузооборот портов Дальневосточного бассейна

В 2022 г. грузооборот морских портов Дальневосточного бассейна увеличился 1,5 % и составил 227,8 млн т, из которых объём перевалки сухих грузов составил 154,0 млн т (+3,5%), наливных грузов – 73,8 млн т (-2,3%) [4]

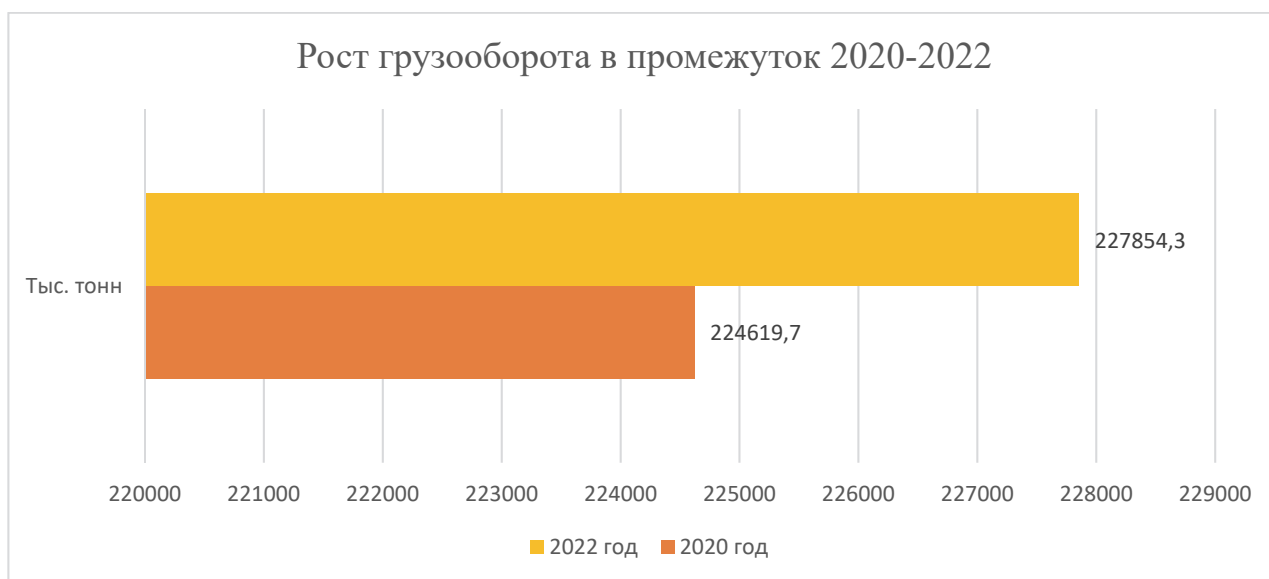


Рисунок 2 – Изменение грузооборота за 2020–2022 гг.

Основные направления развития портовой инфраструктуры Дальневосточного бассейна заключаются в следующем:

1. Решение проблемы переизбытка контейнерных грузов.

Физические объемы товаров, ввозимых на Дальний Восток, увеличились на треть. Порты загружены на 95–115 %. Это приводит к очередям из судов, особенно в портах Владивосток и Восточный, ожиданию выгрузки до 10 дней, а отправки контейнеров из порта – до 13.

В настоящий момент, действительно, порты Дальневосточного бассейна оказались переполнены различными грузами, а суда стоят на рейде долгое время, вследствие этого увеличиваются затраты на перевозку, однако на основании литературы, изученной мной, можно судить о частичном решении данной проблемы. Порты стараются адаптироваться к сложившейся ситуации и делают все, чтобы скорее передать грузы на железную дорогу.

Там, в свою очередь, организывают новые дополнительные поезда для разгрузки линии. Так, из общения с профессионалами в данной области мною была получена информация о запуске нового контейнерного сервиса от Транспортной Группы FESCO «FESCO Kuban Shuttle», который будет выполнять движение по маршруту Владивосток – Тимашевск (Краснодарский край). Данная мера нацелена на частичное решение проблемы переизбытка контейнерных грузов.

«Кроме того, чтобы справиться с контейнерными заторами в портах Дальнего Востока, перевозчики при нехватке фитинговых платформ стали использовать полувагоны для отправки контейнеров на запад» [6].

2. Расширение мощностей по перевалке угля.

Строятся новые терминалы в п. Ванино по обработке и перевалке угля. Проходит модернизация внутренних процессов работы с данным грузом.

По данным СМИ, известно, что компания «ВаниноТрансУголь» вскоре завершит строительство транспортно-перегрузочного комплекса для перевалки угля. Терминал расположен в морском порту Ванино, б. Мучке (Хабаровский край). Мощность перевалки составит 24 млн т, число новых рабочих мест – свыше 600. Терминал будет оснащен необходимым современным оборудованием для обеспечения трех основополагающих элементов в перевалке данного груза:

- Скорость обработки судов и отправки груза на следующие виды транспорта.
- Экологичность.
- Стоимость.



Рисунок 3 – Угольный терминал в порту «Ванино» [11]

3. Строительство новых портов.

Строительство угольного порта «Суходол» ведется на территории Романовского сельского поселения. По прогнозам в проект будет вложено около 40 млрд руб. Угольный порт «Суходол» действует в рамках режима свободного порта Владивосток [7].

Данный угольный порт состоит из здания для обработки и перевалки угля, внутренних и внешних объектов, в том числе частного завода по переработке угля, электро- и теплоцентралей, железнодорожного оборудования и объектов федеральной собственности. В нем также планируется строительство специализированных сооружений для соблюдения всех экологических норм. Ведь в наше время важна не только эффективность режимного объекта, но и его соответствие всем правилам работы с данным типом груза, в частности с углем. Для этого создаются навесы, орошающие сооружение и прочие конструкции с аналогичной целью применения. Мощность угольного терминала составляет 12 млн т с возможностью увеличения до 20 млн т [8].



Рисунок 4 – Схема порта «Суходол» [10]

Морской угольный терминал «Порт «Вера» расположен на территории Шкотовского района Приморского края, в районе мыса Открытый.

Указанная на рис. 4 местность показывает наличие как морской, так и железнодорожной инфраструктуры для обработки специфического груза – угля. Также присутствуют различные административные здания для обеспечения правильного и бесперебойного обслуживания данного груза. В перспективе планируется строительство новых площадок и расширение территории. Кроме того, порт оснащен всем необходимым инновационным оборудованием, портовыми кранами, складскими площадками, конвейерами. Вдобавок на нем также предусмотрено сооружение объектов для обеспечения экологичности [9].

Данные действия являются лишь малой, но значимой частью предпринимаемых мер по развитию портовой инфраструктуры Дальневосточного бассейна. В планах на будущее еще большее количество новшеств, разработанных, разумеется, в рамках «Стратегии развития портовой инфраструктуры России до 2030 года». Нынешнее положение на мировой арене внесло свои коррективы в направление работы, однако не помешало развитию, а лишь изменило направление и порядок действий. Высококвалифицированная работа, стабильное финансирование и государственная поддержка поспособствуют скорейшему выполнению всех поставленных целей.

Библиографический список

1. О проекте Стратегии развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года [Электронный ресурс] // stranaonline. URL : https://stranaonline.ru/read-blog/110_o-proekte-strategii-razvitiya-morskoj-portovoj-infrastruktury-rossii-do-2030-god.html (дата обращения : 09.04.2023).

2. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года [Электронный ресурс] // rosmorport. URL : https://www.rosmorport.ru/media/File/seastrategy/strategy_150430.pdf (дата обращения : 09.04.2023).

3. Порты Дальнего Востока: перспективы и ограничения, надежды и красивые обещания [Электронный ресурс] // dvkapital. URL : <https://dvkapital.com/archives/3378> (дата обращения : 10.04.2023).

4. Грузооборот морских портов Дальневосточного бассейна [Электронный ресурс] // trud-ost. URL : <http://trud-ost.ru/?p=846162> (дата обращения : 10.04.2023).

5. Дальневосточные порты – ключевые экспортные ворота в России [Электронный ресурс] // sakhalinmedia. URL : <https://sakhalinmedia.ru/news/1179341/> (дата обращения : 10.04.2023).

6. Дальневосточные порты помогли стране сохранить тренд на рост грузооборота [Электронный ресурс] // rg. URL : <https://rg.ru/2023/01/12/reg-dfo/dalnevostochnye-porty-pomogli-strane-sohranit-trend-na-rost-gruzooborota.html> (дата обращения : 10.04.2023).

7. Создание новых морских портов поможет экономическому развитию Шкотовского района [Электронный ресурс] // zspk.gov. URL : <http://www.zspk.gov.ru/press-service/press-relizy/290554/> (дата обращения : 10.04.2023).

8. Новый угольный порт в Приморье начинает перезагрузку [Электронный ресурс] // primamedia. URL : <https://primamedia.ru/news/1008576/> (дата обращения : 10.04.2023).

9. Порт Вера нацелен на 20 млн тонн угля [Электронный ресурс] // seanews. URL : <https://seanews.ru/2022/01/24/ru-port-vera-nacelen-na-20-mln-tonn-uglja/> (дата обращения : 10.04.2023).

10. Суходол морской порт [Электронный ресурс] // sukhodol. URL : <https://sukhodol.ru/> (дата обращения: 11.04.2023).

11. На свободу в тот Ванинский порт [Электронный ресурс] // kommertsant. URL : <https://www.kommersant.ru/doc/3060575> (дата обращения : 10.04.2023).

УДК: 656.13+, 621.22

Станислав Юрьевич Бзенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭТб-412, Россия, Владивосток, e-mail: sbzenko@mail.ru

Научный руководитель – Спиридон Григорьевич Филиппов

Своевременная диагностика гидравлического оборудования для автосервиса и СТО

Аннотация. Точное управление гидравлическим оборудованием является характерной чертой современных гидравлических систем. Для надежного и простого контроля работы гидравлического оборудования можно использовать специальные диагностические приборы. Существуют различные методы диагностики. В статье перечислены этапы и методы проверки неисправностей гидравлического оборудования предприятий ООО «Мобилсервис».

Ключевые слова: гидрооборудование, диагностический прибор, масло, гидросистема, тестер, спускной клапан

Stanislav Y. Bzenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, ETb-412, Russia, Vladivostok, e-mail: sbzenko@mail.ru

Scientific adviser – Spiridon G. Philipov

Timely diagnostics of hydraulic equipment for car service and service stations

Abstract. Precise control of hydraulic equipment is a feature of modern hydraulic systems. For reliable and simple monitoring of the operation of hydraulic equipment, special diagnostic tools can be used. There are various diagnostic methods. The article lists the stages and methods for checking malfunctions of hydraulic equipment at the Mobilservice enterprise.

Keywords: hydraulic equipment, diagnostic tool, oil, hydraulic system, tester, bleed valve

Компания ООО «Мобилсервис» основана в мае 2004 г. и ведёт прямые поставки высококачественного оборудования с крупных заводов-изготовителей в мире. Функционал и качество предлагаемого оборудования, способны удовлетворить любые профессиональные запросы и потребности клиентов.

ООО «Мобилсервис» – многопрофильная компания, являющаяся одним из лидеров рынка в области поставок профессионального оборудования для автосервиса, автомоек и шиномонтажных мастерских. Специализируется на комплексном оснащении объектов обслуживания автомобильного транспорта, шиномонтажных мастерских, автомоечных комплексов, малых и крупных предприятий автомобильной отрасли.

Существует большое количество гидравлического оборудования (гидроцилиндры, гидромоторы, гидронасосы и клапаны), используемого во многих установках автотранспортных служб. Рассмотрим теперь способы и средства диагностики состояния гидравлического оборудования. Важным элементом технического обслуживания является оперативное выявление причин неисправностей, которые приводят к отказу оборудования и снижению его работоспособности. Наиболее эффективным способом выявления неисправных элементов гидравлической системы является использование методов логического поиска, которые требуют хорошего знания принципов работы, конструктивных и функциональных особенностей всех гидравлических узлов и системы в целом.

Процесс поиска неисправностей можно разделить на последовательные шаги:

Шаг 1. Уточнение отказов, произошедших в технологическом оборудовании (определение типа функционального отказа).

Поможет быстрее определить поломку, использование хронологии отказов:

- прекращение движения оборудования;
- неконтролируемое движение оборудования;
- недостаточная скорость рабочего органа;
- недостаточная тяга рабочего органа;
- разрыв трубы;
- нагрев гидравлической жидкости;
- пенообразование в баке;
- неправильное направление движения рабочего органа.

Шаг 2. Составляется список гидравлических систем, участвующих непосредственно в передаче мощности на привод и управлении его мощностью. Выявленные нарушения работоспособности, которые были определены в шаге 1.

Шаг 3. Интуитивная диагностика неисправностей. Нужна для того, чтобы уменьшить количество «подозрительных» элементов. Проводится интуитивная оценка ситуации. Для этого признаки неисправности гидравлического оборудования или плохой работы гидравлической жидкости определяются на слух (повышенный шум при работе), на ощупь (локальный нагрев гидравлического оборудования) и на глаз (утечки масла).

Шаг 4. Поиск неполадок с помощью технических средств. Технические средства используются, если причину неисправности не удалось выявить на шагах от 1 до 3. С помощью специальных измерительных приборов определяют давление, ход штока гидроцилиндра, положение золотника распределителя и другие параметры гидравлической системы и ее компонентов. Этот метод является наиболее надежным. Желательно осуществлять такой контроль без демонтажа компонентов гидросистемы. Сама система должна быть оснащена устройствами для удобного подключения контрольных инструментов и приборов. Для проверки расхода необходимо снять соединительное устройство.

Шаг 5. Определить неисправный рабочий орган оборудования и демонтировать его. Исходя из характера неисправности, сделать окончательный вывод о ремонте или замене его на новую составную часть.

Если неисправен насос, гидроцилиндр, то их следует заменить новым оборудованием. Неисправное гидравлическое оборудование должно быть осмотрено и принято решение о необходимости его ремонта.

Оперативный контроль неисправностей гидравлического оборудования нужен для обеспечения надежности. Всё более важную роль играет техническая диагностика, позволяющая контролировать техническое состояние оборудования в процессе эксплуатации, что и позволяет обеспечивать оптимальное использование и наиболее быстрый и качественный ремонт.

В качестве портативных средств технической диагностики все чаще используются гидравлические тестеры, манометры, термометры. Прочность и срок службы насосной станции зависит прежде всего от свойств и чистоты гидравлической жидкости. Согласно международной статистике, 70–80 % отказов систем и до 90% отказов подшипников могут быть связаны с загрязнением гидравлического масла. Загрязнение гидравлической жидкости оказывает крайне негативное влияние на надежность и долговечность гидравлических систем. На рис. 1 показаны типы загрязнений, которые могут попасть в гидравлическую жидкость.

Механические загрязнения могут перемещаться вместе с жидкостью и попадать в зазоры подвижных деталей, поверхности пар трения, поверхности клапанов, зазоры и отверстия, вызывая повышенный износ и последующие отказы оборудования (заклинивание, снижение герметичности клапанов, закупорка каналов).

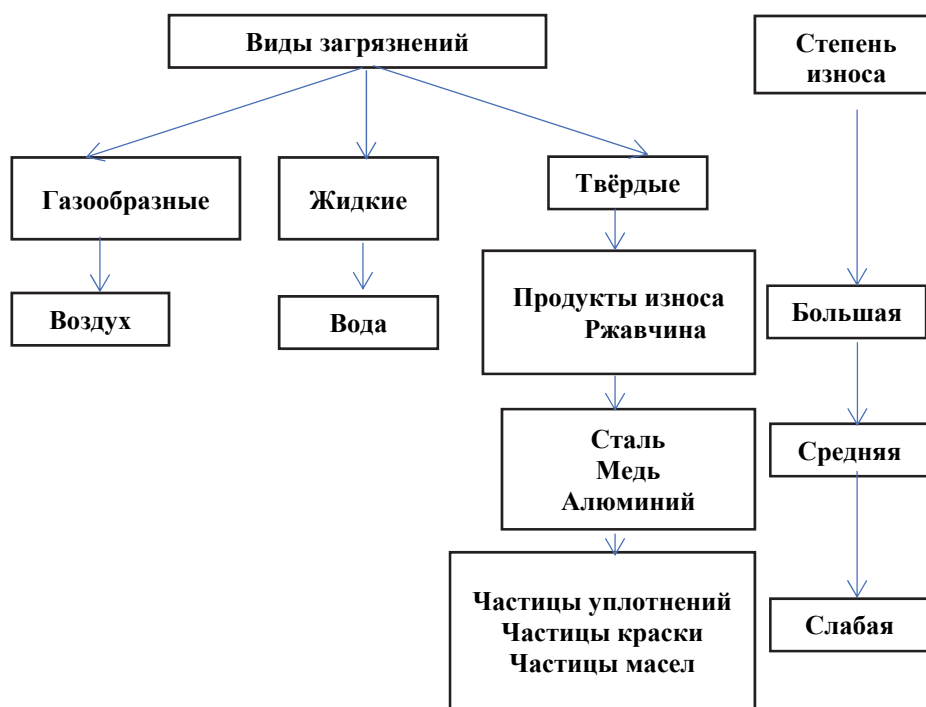


Рисунок 1 – Виды загрязнения гидравлической жидкости и степень износа

При продаже компанией гидравлического оборудования требуются последующие обслуживание и ремонт агрегатов. Было принято решение о приобретении современных диагностических приборов для оценки класса чистоты гидравлической жидкости (рис. 2). На входе и выходе гидравлического блока гидротестера ГТ-600М установлены резьбовые штуцеры, позволяющие встраивать его в гидросистему к проверяемому гидроузлу, используя последовательную или байпасную схему подключения.

Последовательная схема: вход гидротестера соединен с насосом, выход – с входом распределителя, золотники – в нейтральном положении, розетка БРС отсоединена от гидротестера.

Байпасная схема: вход гидротестера соединён с насосом, выход направлен в гидробак или соединён со сливом, розетка БРС отсоединена от гидротестера.

Гидравлический тестер обеспечивает непрерывный контроль за загрязнением минерального масла твёрдыми частицами. Также прибор позволяет дать оценку чистоты масла, провести регистрацию и визуализацию результатов в полностью автоматическом непрерывном режиме, выводя результаты на табло.

Непрерывный контроль чистоты масла позволил сэкономить время на оценку его состояния и принятие быстродействующих корректирующих мероприятий по очистке масла от загрязнений.

После ввода в эксплуатацию гидравлического оборудования встал вопрос о возможности диагностирования спускного клапана на предприятиях.

Спускной клапан обеспечивает работу двухстоечных подъемников, функционирует при опускании автомобиля. Служит для стравливания избыточного давления в замкнутой гидросистеме, благодаря чему достигается соответствие работы подъемника расчетным параметрам и, следовательно, безопасность работы и продление срока эксплуатации агрегата.

Внутреннее давление ограничивается редуцирующим клапаном давления масла. Как и другие компоненты гидравлического двигателя, клапан подвержен износу. Хотя это устройство очень простое, отказы могут быть самыми разными. Отказы могут быть вызваны избыточным давлением, недостаточным давлением или некачественными компонентами.

Прежде чем разбирать насос, нужно убедиться, что клапан не имеет дефектов. Признаками неисправности являются слишком высокий или слишком низкий уровень масла. На баке гидростанции есть отметка, которая предупреждает специалиста о неисправности в системе.



Рисунок 2 – Гидравлический тестер ГТ-600М



Рисунок 3 – Спускной клапан

Стоит обратить внимание на уровень масла, и если он в норме, приступить к разборке насоса и визуально оценить состояние клапанов. Если клапан заблокирован, необходимо полностью разобрать его и очистить детали. Корпус и составные части можно очистить с помощью бензина.

Вывод. ООО «Мобилсервис» – современная высокотехнологичная компания, которая является одним из лидеров рынка в области поставок профессионального оборудования для автосервиса, автомоек и шиномонтажных мастерских. Одно из направлений – это сервисное обслуживание, работы по вводу объектов в эксплуатацию, гарантийное и послегарантийное обслуживание. В процессе работы применяются последние достижения мировых производителей диагностического оборудования для определения причин неисправностей в гидравлике. Для надлежащего обслуживания и эксплуатации гидравлических систем требуются, как и в других технических областях, квалифицированные специалисты, знакомые с характеристиками используемого оборудования. Специалисты должны обладать высокой компетентностью в своей области и постоянно повышать свою квалификацию.

Библиографический список

1. Гапеенко Е.В. Своевременная диагностика гидравлического оборудования в металлургическом производстве 2021 [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-50-54> (дата обращения : 22.03.2023).
2. Uremont.com Редукционный клапан [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://uremont.com/publications/articles/klapana-v-masle> (дата обращения : 22.03.2023).
3. ГидроСпецПрибор. Гидротестер ГТ-600М [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://uremont.com/publications/articles/klapana-v-masle> (дата обращения : 22.03.2023).
4. Нудгавлиц24. Гидравлика [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://hydraulic24.ru/gidravlika-chto-eto-takoe/> (дата обращения : 22.03.2023).

УДК 656.615

Анастасия Романовна Богомякова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: anastasiaro244@gmail.com

Научный руководитель – Светлана Сергеевна Валькова, канд. техн. наук, доцент

Значение морских портов Приморского края в экономике России

Аннотация. В данной статье основное внимание уделяется связи экономике России с портами Приморского края. Приводятся показатели портов России, Дальневосточного бассейна и портов Приморского края, на основе которых построены диаграммы для наглядно сравнения грузооборота. Также выявляются проблемы, которые возникли в силу обстановки в стране.

Ключевые слова: Россия, Дальневосточный бассейн, Приморский край, грузооборот, порт, экономика, экспорт, импорт, транзит, каботаж

Anastasiay R. Bogomyakova

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: anastasiaro244@gmail.com

Scientific adviser – Svetlana S. Valkova, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

Importance of seaports of Primorsky Krai in the Russian economy

Abstract. This article focuses on the connection of the Russian economy with the ports of Primorsky Krai. The indicators of the ports of Russia, the Far Eastern Basin and the ports of Primorsky Krai are given, on the basis of which diagrams are constructed for visually comparing cargo turnover. The problems that have arisen due to the situation in the country are also identified.

Keywords: Russia, Far Eastern basin, Primorsky Krai, cargo turnover, port, economy, export, import, transit, cabotage

Порты России играют важную роль в экономике страны. Они являются ключевым элементом в транспортной инфраструктуре и обеспечивают связь России с другими странами мира, также имеют значительное влияние на экспорт и импорт товаров, транзитный транспорт. Экспорт таких товаров, как зерно, уголь, нефть, газ, приносит значительные доходы в бюджет России и способствует развитию экономики. Кроме того, порты России предоставляют рабочие места для многих людей и способствуют развитию туризма, так как многие порты являются популярными туристическими местами.

Одним из крупнейших является порт Новороссийск на Черном море, который считается ключевым транзитным портом для нефти и газа из Каспийского региона. Также важными портами являются порты Санкт-Петербурга и Владивостока, обеспечивающие связь с Европой и Азией соответственно.

В реестр России включены 67 морских портов, расположенных в 5 бассейнах: Северный (Белое море, Баренцево, Карское, море Лаптевых), Балтийский (Балтийское море), Черноморско-Азовский (Черное и Азовское моря), Каспийский (Каспийское море), Дальневосточный (Японское, Охотское, Берингово, Чукотское, Восточно-Сибирское моря). Их наибольший грузооборот направлен на экспорт товаров (79,1 %); кроме того, через порты осуществляется импорт (4,9 %), транзит (7,7 %) и каботаж (8,3 %) грузов (данные на 2021 г.) [1].

Снижение объемов международной торговли и экономический спад, вызванный пандемией COVID-19, повлияли на грузооборот российских морских портов в 2020 г., который сократился до 820,8 млн т (-2,4 %). Однако пропускная способность контейнеров оказалась более устойчивой к реалиям covid и увеличилась с 5,2 млн TEU до 5,3 млн TEU.

В 2021 г. контейнерный грузооборот российских портов продолжил расти и составил 5,63 млн TEU. Грузооборот морских портов России за январь-декабрь 2021 года достиг 835,2 млн т, увеличившись на 1,7%. Экспортных грузов перегружено 660,9 млн т (+2,2 %), импортных грузов – 40,5 млн т (+10,8 %), транзитных – 64,2 млн т (+4,1 %), каботажных – 69,5 млн т (-8,7 %) [2].

Грузооборот морских портов России в 2022 г. увеличился на 0,7 % по сравнению с предыдущим годом и составил 841,5 млн тонн. Перевалка сухих грузов составила 404,7 млн т (-2%). На экспорт перегружено 667,5 млн т (+1%), на импорт – 36,3 млн т (-10,2%). Перевалка транзитных грузов составила 60,7 млн т (-5,9%), каботажных – 77 млн т (+10,7%).

За 2022 г. в морских портах было обслужено 62 тыс. 525 пассажирских судов (рост в 3 раза), морскими пассажирскими терминалами – 3 млн 880,2 тыс. чел. (рост в 1,9 раза), в том числе количество отправленных пассажиров из портов составило 3 млн 515,7 тыс. чел. (рост в 2 раза), прибывших – 364,5 тыс. чел. (+20 %). Обслуживание транзитных пассажиров отсутствовало [3].

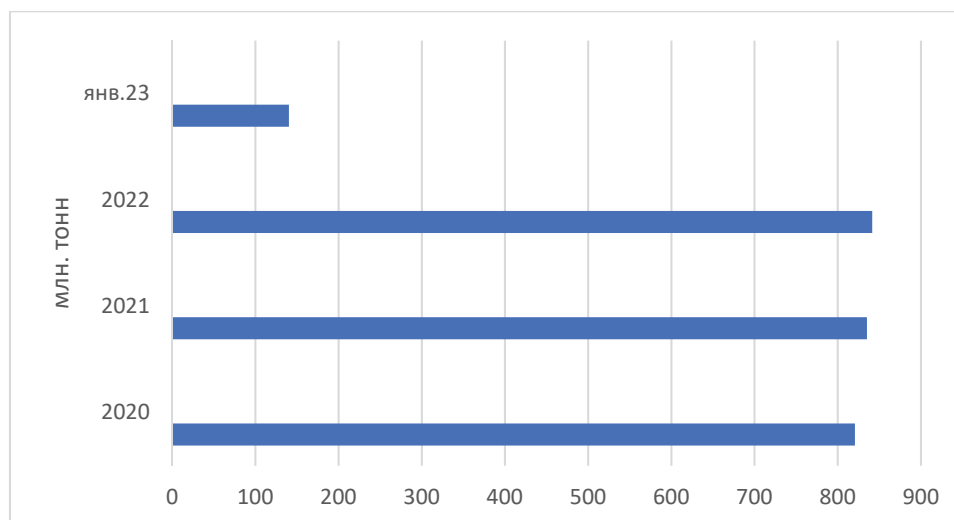


Рисунок 1 – Грузооборот портов России

Грузооборот российских морских портов вырос на 2,6 % в годовом исчислении в январе-феврале 2023 года и составил 140,3 млн т. В частности, объем перевалки сухих грузов вырос на 4,9 %, до 65,4 млн т; объем перевалки навалочных грузов – на 7 %, до 74,9 млн т [4].

Дальневосточный бассейн – самый большой по площади морской бассейн России (его площадь – 4859 км² – превышает площади Балтийского и Северного бассейна вместе взятых), он играет важную роль для морского транспорта РФ. Морской транспорт является одним из основных средств сообщения, обеспечивающих жизнедеятельность промышленных предприятий и снабжение населения продовольствием, промышленными товарами и топливом.

Экономические зоны, прилегающие к Дальневосточному бассейну, разделены горными хребтами, что затрудняет строительство железных и автомобильных дорог. Кроме того,

навигационный период рек короткий – 3–4 месяца. Поэтому морские перевозки играют важную роль в обеспечении перевозок между экономическими зонами, расположенными на побережьях и островах Дальнего Востока России. Данный район специализируется на экспорте рыбы, древесины, продуктов питания и импорте машин и оборудования [5].

Общий грузооборот через российские порты Дальневосточного бассейна в январе 2020 г. увеличился на 4 % в годовом исчислении. Импорт вырос на 10,8 %, а экспорт – на 6 %. Транзит сократился на 38,3 %, а каботаж – на 13,9 %. Для Дальневосточного бассейна общий контейнерный оборот всех российских морских портов 2020 года составил 40,7 %. Доля Дальневосточного бассейна в общем объеме грузопотока через все морские порты России в январе 2020 года составила 24,1 % [6].

Общий грузооборот через российские порты Дальневосточного бассейна в сентябре 2021 г. увеличился на 1,4 % в годовом исчислении. Транзит уменьшился на 37,4 %, каботаж – на 9,2 %. Импорт, напротив, увеличился на 4,1 %, экспорт – на 2,5%. Доля Дальневосточного бассейна в общем объеме грузопотока через все морские порты России в сентябре 2021 г. составила 26,4 % [7].

Грузооборот портов Дальневосточного бассейна на январь 2022 г. вырос на 7,2 %. Экспорт вырос на 2,5 %, каботаж – на 12,2 %. В импорте было перевалено на 99,7 % больше, чем годом ранее. Транзит, напротив, снизился на 69,4 %. В январе 2022 г. доля Дальневосточного бассейна в общем грузообороте всех морских портов России соответствовала 25,8 % [8].

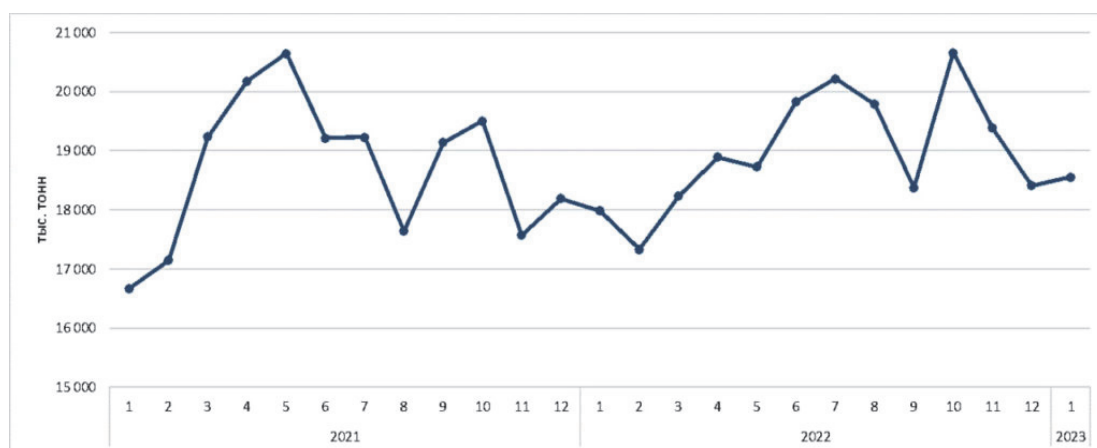


Рисунок 2 – Грузооборот портов Дальневосточного бассейна РФ

Грузооборот портов Дальневосточного бассейна РФ по итогам января 2023 г. составил 18,56 млн т, что превышает показатель аналогичного месяца прошлого года на 3,2 %. Перевалка сухих грузов за отчетный период выросла на 7 % и составила 11,75 млн т. Перевалка наливных грузов портами бассейна сократилась на 2,8 %, до 6,8 млн т.

Географическое положение Дальневосточного региона с его прямым железнодорожным выходом к морским портам Тихоокеанского побережья и к сухопутным пограничным переходам создает благоприятные условия для внутренних и внешних перевозок. Сегодня Приморье – самый выгодный регион Российской Федерации для международных перевозок, лучшее «транспортное окно» [9].

Морские порты Приморского края имеют немаловажное значение для экономики РФ. Приморский край расположен на Дальнем Востоке России и имеет выход к Тихому океану, что делает его ключевым регионом для транспортировки грузов между Россией и странами Азиатско-Тихоокеанского региона.

В Приморском крае находятся несколько крупных морских портов, таких как порт Владивосток, порт Находка, порт Ванино, порт Восточный и др. Эти порты обеспечивают транспортировку нефти, угля, зерна, леса, металлов, рыбы и других грузов и являются важными тран-

зитными пунктами для торговли между Россией и Китаем, Японией, Южной Кореей и другими странами Азии.

Морские порты Приморского края также являются ключевыми объектами для развития экспортно-импортного потенциала России. Развитие портовой инфраструктуры и улучшение условий работы портовых служб позволяют увеличивать объемы экспорта и импорта товаров и услуг, что способствует росту экономики РФ. Кроме того, морские порты Приморского края создают рабочие места и способствуют развитию логистической инфраструктуры региона.

Но, несмотря на все эти преимущества, порты Приморского края часто сталкиваются с ситуациями, которые имеют негативные последствия для экономики РФ. Так, в 2020 г. в портах Приморского края произошел настоящий логистический кризис на фоне пандемии COVID-19. Вирусная инфекция отразилась на международных грузоперевозках, логистике и тесно сопрягающихся с ними отраслях. Не секрет, что два главных потока товаров – Евросоюз и Китай – были существенно сокращены в связи с пандемией.

Одной из главных проблем стало уменьшение спроса на рынке морских перевозок, что привело к сокращению грузовых оборотов в портах Приморского края. Кроме того, многие грузы были задержаны на дорогах из-за закрытия границ и проведения проверок на предмет заболевания коронавирусом. Однако власти Приморского края предприняли меры для смягчения последствий пандемии и поддержки портового бизнеса. Были введены дополнительные меры безопасности в портах для защиты персонала и грузов, а также сокращены таможенные процедуры для ускорения процесса грузоперевозок. Также стоит отметить, что COVID-19 вынудил компании пересмотреть свои стратегии и перейти к онлайн-формату работы. В результате многие порты начали активно внедрять цифровые технологии для улучшения качества обслуживания и повышения эффективности работы.

Но, несмотря на ситуацию, в стране порты Приморского края продемонстрировали наибольший прирост грузооборота, который составил 222,9 млн т (+4,4 %) против 214 млн т в 2019 году, из которых 146,6 млн т приходится на перевалку сухих грузов и 76,3 млн т – на наливные грузы [10].

В 2022 г. сложившаяся обстановка на геополитической карте мира отразилась на движении грузов. Особенно актуальной и важной тенденцией для российских международных компаний стало перераспределение грузопотоков и рынков, на которые они рассчитывали. Так, начиная с июля 2022 г., произошла переориентация грузопотока с прямых железнодорожных сервисов из Китая в РФ на мультимодальные через российские порты Дальнего Востока. Из-за этого увеличился импорт через порты Приморского края, хотя ранее эти грузы доставлялись в Россию через Балтийский и Азово-Черноморский бассейн.

Все это привело к тому, что в портах Приморского края стали скапливаться суда, на обработку которых нужно много времени, так как неподготовленные порты столкнулись с нехваткой обслуживающего персонала. Также увеличилась нагрузка на терминалы, а груз стал задерживаться. Многие контейнерные линии, которые имеют флот большой вместительности покинули нашу страну. На их место пришли компании с флотом меньшего тоннажа, это увеличило трафик в портах. Многие компании, возившие грузы по железнодорожному транспорту, переориентировались на морской вид транспорта, что также усилило заторы в порту.

Самая неблагоприятная обстановка сложилась на терминалах Владивостокского морского торгового порта (ВМТП, входит в FESCO) и Восточной стивидорной компании (ВСК, порт Восточный, входит в Global Ports группы «Дело»). Нагрузка в данных местах возросла, импорт со 2-й половины 2022 г. вырос в 1,5 раза. Простой судна в данных портах составлял около 5–7 дней. В ВМТП судно ожидало разгрузки в среднем 3–5 дней, а в порту Восточный ожидание доходило и до 12 дней. Некоторые суда по итогу возвращались в свои порты с опозданием, что приводило к изменению графика и увеличению сроков доставки. Данная ситуация дала толчок к изменению стоимости фрахта в большую сторону [11].

Всего грузооборот портов Приморского края возрос на 4,6 %, что составило 223,2 млн т на 2022 год, из которых 146,83 млн т приходится на перевалку сухих грузов и 76,37

млн т – на наливные грузы. Россия взяла курс торговых потоков на Восток, после чего была перестроена транспортно-логистическая цепочка.

В апреле 2022 г. FESCO в рамках развития морской контейнерной линии FESCO China Express-2 добавила новый порт судозахода – Ксинганг (провинция Хэбэй, КНР). Теперь новая линия работает по маршруту Владивосток – Циндао – Ксинганг – Владивосток. Развитие линии стало ответом на растущий спрос со стороны клиентов из Китая, в особенности из провинций Тяньцзинь, Хэбэй, а также из Пекина.

Стоит также отметить запуск прямой линии между Владивостокским морским торговым портом и вьетнамскими портами. В наш порт доставляется продукция вьетнамских производителей (сантехника, одежда, продукты питания, кофе), во вьетнамские порты – российские экспортные грузы (древесина, полимерная продукция, продукты питания, косметика). Новые маршруты позволяют сократить сроки и уменьшить стоимость доставки товаров.

Общий объем инвестиций, направленных на реализацию крупных инвестиционных проектов по развитию портовой инфраструктуры до 2030 года, составит почти 400 млрд руб. Планируется создать более 5 тыс. новых рабочих мест. Дополнительный объем налоговых поступлений в бюджеты всех уровней составит около 94 млрд руб. [12].

Таким образом, порты Приморского края являются одним из ключевых элементов экономической инфраструктуры России, и их развитие имеет важное значение для экономического роста страны, так как именно они обеспечивают транспортную независимость нашего государства и его обороноспособность. Они обслуживают основную часть грузов, идущих через восточную границу России, занимая около 60 % грузооборота дальневосточных портов и более 18 % грузооборота всех российских портов.

Библиографический список

1. Морские порты [Электронный ресурс] // Федеральное агентство морского и речного транспорта. URL: https://morflot.gov.ru/deyatelnost/napravleniya_deyatelnosti/portyi_rf/ (дата обращения : 10.04.2023).

2. Главные морские порты России | Деловые новости Евразии [Электронный ресурс] // RASPP. URL : https://raspp.ru/en/business_news/the-main-seaports-of-russia/ (дата обращения : 10.04.2023).

3. Грузооборот морских портов России в 2022 году [Электронный ресурс] // Национальная ассоциация нефтегазового сервиса. URL : <https://nangs.org/news/economics/infra/transport/gruzooborot-morskikh-portov-rossii-v-2022-godu-uvlichilsya-na-0-7-detalizatsiya> (дата обращения : 10.04.2023).

4. Грузооборот морских портов России начал 2023 год уверенным ростом [Электронный ресурс] // РОСГИДРОМЕТ. URL : <https://www.meteorf.gov.ru/press/newsactual/31683/> (дата обращения : 10.04.2023).

5. Дальневосточный бассейн. Основные направления международных морских путей [Электронный ресурс] // studfile.net. URL : <https://studfile.net/> (дата обращения : 10.04.2023).

6. Пропускная способность портов Дальневосточного бассейна в июле 2020 года: уголь и кокс выросли [Электронный ресурс] // seanews.ru. URL : <https://seanews.ru/en/2020/09/07/en-far-east-basin-ports-throughput-in-july-2020-coal-and-coke-up/> (дата обращения : 10.04.2023)

7. Пропускная способность портов Дальневосточного бассейна в сентябре 2021 года [Электронный ресурс] // seanews.ru. URL : <https://seanews.ru/en/2021/11/09/far-east-basin-ports-throughput-in-september-2021-reefer-cargo-up/> (дата обращения : 10.04.2023).

8. Грузооборот Дальневосточного бассейна в январе 2022 года [Электронный ресурс] // seanews.ru. URL: <https://seanews.ru/2022/03/02/gruzooborot-dalnevostochnogo-bassejna-v-janvare-2022-goda-vyroslo-perevalka-ro-ro/> (дата обращения : 10.04.2023).

9. Грузооборот портов Дальневосточного бассейна РФ в январе 2023 года [Электронный ресурс] // infranews.ru. URL : <https://infranews.ru/logistika/more/61372-gruzooborot->

portov-dalnevostochnogo-bassejna-rf-v-yanvare-2023-goda-vyros-na-3/ (дата обращения : 10.04.2023).

10. Порты Приморья и Восточной Арктики готовы к изменениям на рынке перевозок [Электронный ресурс] // Морские вести России. URL : <http://www.morvesti.ru/exclusive/96946/> (дата обращения : 10.04.2023).

11. Морские порты РФ адаптируются к текущей ситуации [Электронный ресурс] // Морские вести России. URL : <http://www.morvesti.ru/analitika/1691/99515/> (дата обращения : 10.04.2023).

12. Экспортные грузы стремятся к портам Приморского края [Электронный ресурс] // Морские вести России. URL : <http://www.morvesti.ru/exclusive/99235/> (дата обращения : 10.04.2023).

УДК 656.615

Максим Сергеевич Владимиров

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: maxvlad2002@gmail.ru

Научный руководитель – Светлана Сергеевна Валькова, канд. техн. наук, доцент

Основные проблемы взаимодействия смежных видов транспорта в транспортных узлах

Аннотация. Представлены исследования в области логистики, процессов в контексте взаимодействия различных видов транспорта. Дана характеристика форм логистической организации перевозок на железнодорожном и определены водные коммуникации, отличающиеся от существующих выполняемые функции и типы операторов.

Ключевые слова: транспортные узлы, транспорт, интермодальные перевозки

Maxim S. Vladimirov

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail:
maxvlad2002@gmail.ru

Scientific adviser – Svetlana S. Valkova, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

The main problems of interaction of adjacent modes of transport in transport hubs

Abstract. The article presents research in the field of logistics, processes in the context of the interaction of different modes of transport, characteristics of the forms of logistics organization of transportation on the railway and identified water communications that differ from the existing functions and types of operators.

Keywords: transport hubs, transport, intermodal transport

Любой транспорт может перевозить как пассажиров, так и грузы, также имеется возможность перевозки пассажиров и грузов одновременно. Для примера, пассажирский самолет или автобус имеет грузовой отсек для перевозки багажа. Каждый режим характеризуется техническими, эксплуатационными и коммерческими характеристиками, определяющими его рыночные возможности. Любой транспорт имеет собственную грузоподъемность, грузоместимость и скорость – это технические характеристики, но не стоит забывать про различные ограничения, такие как скорость передвижения, часы работы – это относится к эксплуатационным характеристикам. Спрос на транспорт и право собственности на виды транспорта являются доминирующими коммерческими характеристиками, поскольку виды транспорта используются для поддержки экономической деятельности и получения дохода.

Автомобильные перевозки чаще всего используются в повседневной жизни. Данный транспорт имеет меньше всего физических ограничений в сравнении с остальным транспортом, но при этом больших затрат требует обеспечение дорожной инфраструктуры, постройка дорог, мостов и туннелей.

Автомобильный транспорт обладает средней эксплуатационной гибкостью, поскольку транспортные средства могут служить нескольким целям, но редко могут работать вне дорог. Транспортная система не предполагает крупных вложений для входа в грузоперевоз-

ки, значительных затрат требует обслуживание автомобиля (расходники, топливо, непредвиденные поломки), это связано с низким сроком службы транспортного средства, составляющим менее 10 лет. В основном автомобильный транспорт используется в легкой промышленности, при распределении грузов, где нормой являются быстрые перевозки небольших грузов. Благодаря контейнеризации автомобильные перевозки стали важнейшим звеном в распределении грузов между портами и торговыми районами.

Железные дороги состоят из прослеживаемого пути для полосы отвода, к которому привязаны колесные транспортные средства. У них средний уровень физических ограничений, требуется низкий градиент, особенно для грузовых перевозок. Это делает ж/д пути подходящими для перевозок тяжелой промышленности в связи с развитием контейнеризации, проявляется гибкость транспорта из-за связи с морским и автомобильным транспортом. Железнодорожный транспорт – вид наземного транспорта, предлагающий самую высокую пропускную способность: 23 000 т полностью загруженного поезда с угольными единицами являются самым тяжелым грузом, когда-либо перевозимым. Однако использование ж/д путей в международных перевозках затруднительно из-за различающейся ширины колеи во всем мире [1].

Морской транспорт благодаря таким физическим свойствам, как плавучесть и ограниченное трение, подходит для перемещения большого количества грузов на огромные расстояния. Морские перевозки наиболее распространены в морях и океанах, также значительную часть составляют реки, озера и каналы. Однако из-за расположения хозяйственной деятельности движение морского транспорта возможно только в определенных частях морского пространства, чаще всего в Северной Атлантике и северной части Тихого океана (рис. 1). Для обеспечения бесперебойных морских перевозок требуется строительство большого количества шлюзов, каналов и дноуглубительных работ, но это требует значительных затрат. Комплексные системы внутренних водных путей включают Западную Европу, систему Волги/Дона, систему Святого Лаврентия/Великих озер, Миссисипи и ее притоки, Амазонку, Панаму/Парагвай и внутренние районы Китая.

Без портовой инфраструктуры невозможно использование морского транспорта. Терминальные затраты требуют колоссальных вложений при строительстве, также не стоит забывать про дальнейшее обслуживание при эксплуатации. Больше, чем какой-либо другой вид транспорта, морской транспорт связан с тяжелой промышленностью, такой как металлургические и нефтехимические предприятия, расположенные рядом с портами. Тем не менее, с контейнеризацией морские перевозки стали стержнем глобализации, позволяя торговать широким спектром товаров [2].



Рисунок 1 – Сферы морского обращения

Авиаперевозки являются самыми быстрыми, но имеют существенные недостатки, к которым относится высокая стоимость перевозки, ограничения в габаритах перевозимого груза и сильная зависимость от погодных условий. Воздушные маршруты практически не ограничены, но они плотнее над Северной Атлантикой, внутри Северной Америки и Европы и над северной частью Тихого океана (рис. 2). Даже если самолеты могут летать на большие расстояния, большинство служб связывают пары городов с разницей менее 2 часов. Воздушная деятельность напрямую связана с финансами и туризмом, которые опираются на мобильность людей на большие расстояния. В последнее время авиаперевозки перевозят растущее количество дорогостоящих грузов и играют все более важную роль в глобальной логистике[3].

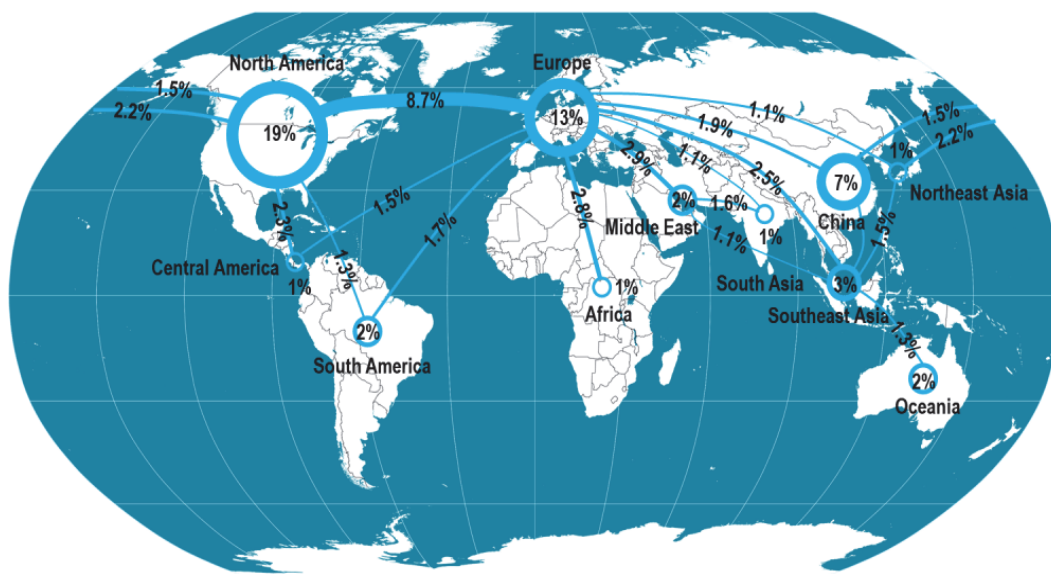


Рисунок 2 – Основные потоки воздушного движения

Проблемы в мультимодальных перевозках

По данным ЮНКТАД (Конференция ООН по торговле и развитию), «суда обеспечивают более 80 % мировой торговли», и этот морской отрезок цепочки поставок часто бывает сложным, потому что «почти 5000 контейнеровозов ежегодно перевозят по всему миру более 34 миллионов контейнеров (TEU)». При таком большом количестве контейнеровозов и контейнеров в мировом контейнерном флоте высока вероятность сбоев в цепочке поставок. Отслеживание контейнеровозов и прозрачность морских перевозок никогда не были так важны для управления сбоями и проблемами.

Отслеживание грузовых судов важно для заблаговременного планирования и раннего понимания того, когда прибьет контейнер/груз. Но это еще более сложно, когда требуется перевалка, что еще больше затрудняет прогнозирование расчетного времени прибытия судна и перевозчика для поставок, которые включают остановку перегрузки [4].

В цепочке поставок явной проблемой является перевалка груза. Это когда на пути к конечному пункту выгрузки требуется перемещение груза на другое судно или на смежный транспорт. В классическом сценарии перевалки контейнер X покинет первоначальный порт погрузки (POL) на судне, доберется до порта перевалки, будет выгружен с судна и загружен на другое транспортное средство, которое доставит его к конечному пункту доставки. В более сложных сценариях может быть даже больше промежуточных транспортных узлов на один или два. При перевалке существует высокий риск задержек по следующим причинам:

- Несогласованность действий участников цепи поставки груза при взаимодействии ТС. Это чаще всего происходит по причине отсутствия единого расписания, плана пере-

возки, что приводит к несостыковке в подаче транспортных средств и, как следствие, простоям на терминале и задержке очереди при заходе в порт.

- Значительную роль в системе организации перевозки грузов играет также загруженность терминалов, транспортных узлов. Например, перевозка морским и ж/д транспортом. При загруженности морских терминалов происходит простой транспортных средств, подвижные составы остаются «брошенными», морские суда простаивают.

- Помимо вышеперечисленных проблем не стоит забыть о том что при перевалке часто возникает порча груза и потеря. Что, в свою очередь, влечет значительные расходы и риски.

Перевалка происходит, когда нет прямой (или рентабельной) связи между начальным портом загрузки и конечным пунктом. Несмотря на то, что перевалка может снизить затраты, она обычно приводит к увеличению времени транспортировки.

Помимо морских терминалов простой транспортных средств наблюдается при перевалке грузов с железнодорожного транспорта на автомобильный. Ключевыми факторами простоя транспорта являются раннее прибытие или опоздание подвижного состава в место стыковки. По данным специалистов, опоздание подвижного состава происходит в первую очередь по вине грузополучателя и владельцев транспортных путей, а также самого перевозчика. За простой и опоздание железнодорожного транспорта насчитываются пени в размере 6 % от стоимости перевозки, которые оплачивает грузополучатель либо перевозчик.

Проблема простоя железнодорожного транспорта влияет и на провозную способность дорог. По оценкам специалистов, доля простаивающих порожних вагонов, не занятых в производстве, по некоторым основным операторским компаниям составляет более 10 % от всего парка.

Наблюдение за мировым флотом контейнеровозов имеет решающее значение, когда цель состоит в том, чтобы получить наиболее точный прогноз времени прибытия для контейнеров. Ведь судна, участвующие в перевозке, плывут по океану не в одиночестве. Точно так же, как человеку важно знать, сколько людей стоит в очереди перед ним в ресторане, чтобы понимать, когда он сможет сделать заказ, важно решение, которое позволит предсказать точное время прибытия судна, дать видимость всех остальных судов, а также возможность прогнозировать для них расчетное время прибытия, чтобы рационально оценить, когда судно займет свое место у причала. Обновления статуса контейнерных перевозок в режиме реального времени и отслеживание контейнеров помогают понять, сколько других судов направляются в один и тот же порт и прибудут в него раньше. Порядок швартовки в каждом из портов на пути контейнера помогает понять, как долго контейнеровоз будет задерживаться в каждом порту на пути к POD. Это особенно важно, когда требуется перевалка [5].

Рассмотрев все проблемы и особенности каждого вида транспорта, можно сделать вывод, что в мультимодальных перевозках играет большую роль оснащение транспорта и транспортных узлов в том числе. Явной проблемой является сложность координирования одновременного прихода смежного транспорта, не стоит забывать и про время перевалки всего груза. В заключение можно сказать, что нынешняя система по сравнению с прошлым столетием претерпела множество изменений, которые положительно повлияли на скорость доставки, но при этом имеются этапы доставки, на которые стоит обратить внимание.

Библиографический список

1. Конкуренция и замещение между видами общественного транспорта [Электронный ресурс] // Sciencedirect. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739885917302147> (дата обращения : 04.04.2023).

2. Transportgeography [Электронный ресурс]. URL : <https://transportgeography.org/contents/chapter5/transportation-modes-modal-competition-modal-shift/> (дата обращения : 04.04.2023).

3. Researchgate [Электронный ресурс]. URL : https://www.researchgate.net/publication/229026558_PROBLEMS_AND_PROSPECTS_FOR_INTERMODAL_TRANSPORT_THEORETICAL_TOOLS_FOR_PRACTICAL_BREAKTHROUGHS (дата обращения : 04.04.2023).

4. Проблемы взаимодействия различных видов транспорта при организации перевозок [Электронный ресурс] // Cyberleninka.ru. URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-vzaimodeystviya-razlichnyh-vidov-transporta-pri-organizatsii-perevozok#>: (дата обращения : 04.04.2023).

5. The Complex Case of Transshipments in Container Ship Tracking [Электронный ресурс] // Windward.ai. URL : <https://windward.ai/blog/complex-case-of-transshipments-in-container-ship-tracking/> (дата обращения : 04.04.2023).

Аркадий Станиславович Гулаков

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ЭТб-412, Россия, Владивосток, e-mail: gulakov132@mail.ru

Научный руководитель – Сергей Николаевич Малясёв, доцент

Применение водородного топлива на автомобильном транспорте

Аннотация. Рассматриваются способы использования водородного топлива на автомобильном транспорте, способы его получения, преимущества и недостатки.

Arkady S. Gulakov

Far Eastern State Technical Fisheries University, ETb-412, Russia, Vladivostok, e-mail:
gulakov132@mail.ru

Scientific adviser – Sergey N. Malyasev, Associate Professor

The use of hydrogen fuel in road transport

Abstract. The article discusses the methods of using hydrogen fuel in road transport, methods for its production, advantages and disadvantages.

Поиск альтернативных источников энергии связан как с надвигающимся энергетическим кризисом, так и с экологическими проблемами. По оценкам экспертов, выбросы экологически опасных веществ в атмосферу при сжигании топлива составляют более 50 млн т в год и продолжают увеличиваться. В настоящее время используются альтернативные источники энергии, но они не могут полностью заменить нефтепродукты. Использование электричества в качестве источника энергии для автомобилей снижает загрязнение окружающей среды, но батареи электромобилей по завершении срока службы и утилизации наносят такой же вред, как и авто на бензине или дизеле. С этой точки зрения наиболее перспективным альтернативным источником энергии является водород. Помимо того, что запасы водорода широко доступны на планете, один и тот же вес водорода выделяет в 3–4 раза больше тепла, чем бензин, и может использоваться в качестве топлива на всех видах транспорта.

1. Способы получения водорода

В настоящее время существует ряд методов промышленного производства водорода, разработаны технологии получения водорода из воды, отходов, этанола, металлургического шлака и биомассы. Типичными примерами являются электролиз воды, паровая конверсия метана и газификация биомассы.

Электролиз воды – это выделение водорода из воды с помощью электричества. Из-за этого способа сильно загрязняется окружающая среда (рис. 1).

Паровая конверсия метана – природный газ нагревают до температуры 1000°C и смешивают с катализатором (рис.2).

Паровая конверсия метана – наиболее дешевый источник промышленного получения водорода – природный газ, состоящий на 95 % из метана. При взаимодействии метана с парами воды (конверсия) поглощается тепло. Чтобы процесс протекал без подвода тепла извне, к смеси добавляют кислород.

Газификация биомассы – это извлечение водорода в реакторе из отходов животных и сельского хозяйства, а также сточных вод. Существуют огромные территории с биомассой, которые пропадают в пустую (рис. 3).

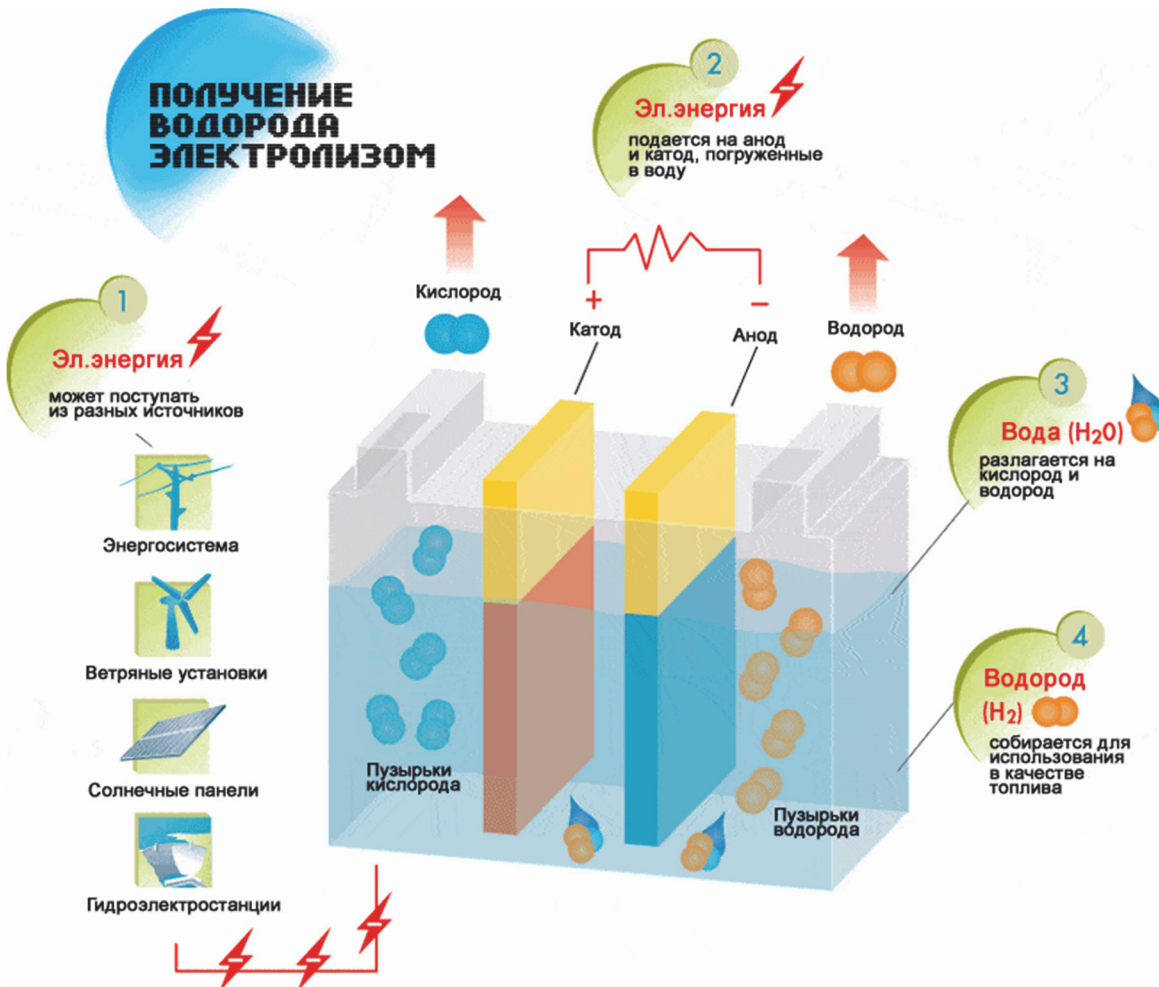


Рисунок 1 – Электролиз воды

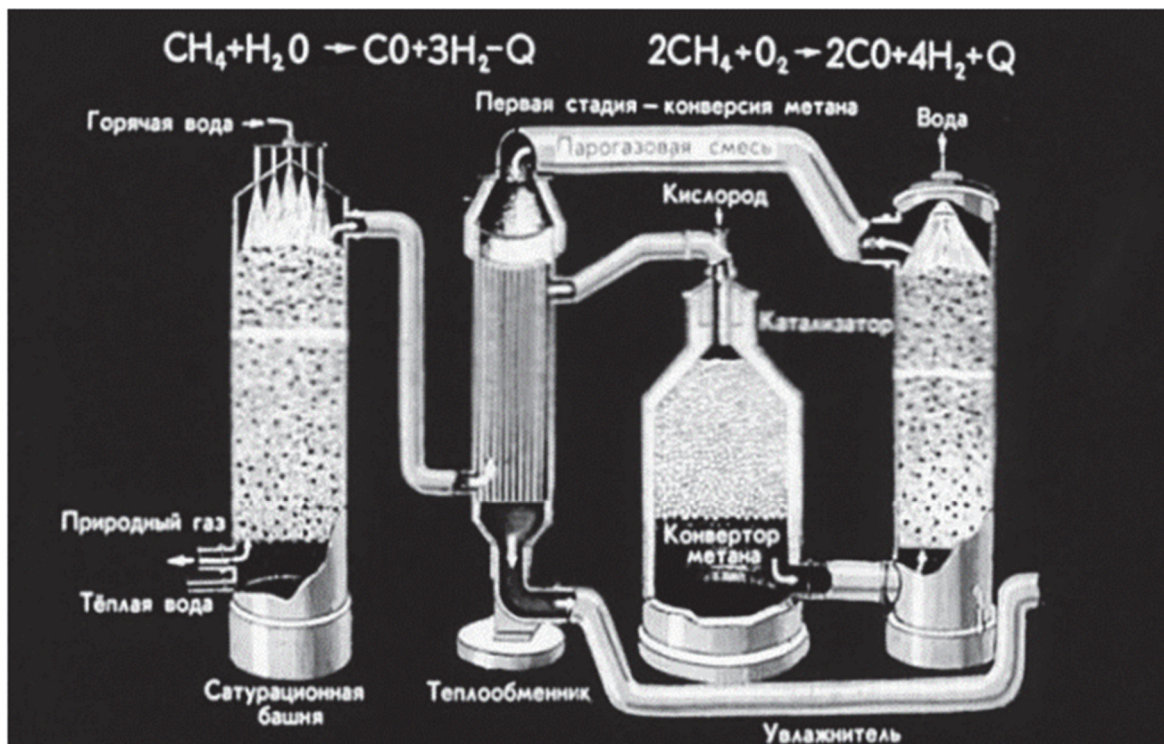


Рисунок 2 – Паровая конверсия метана

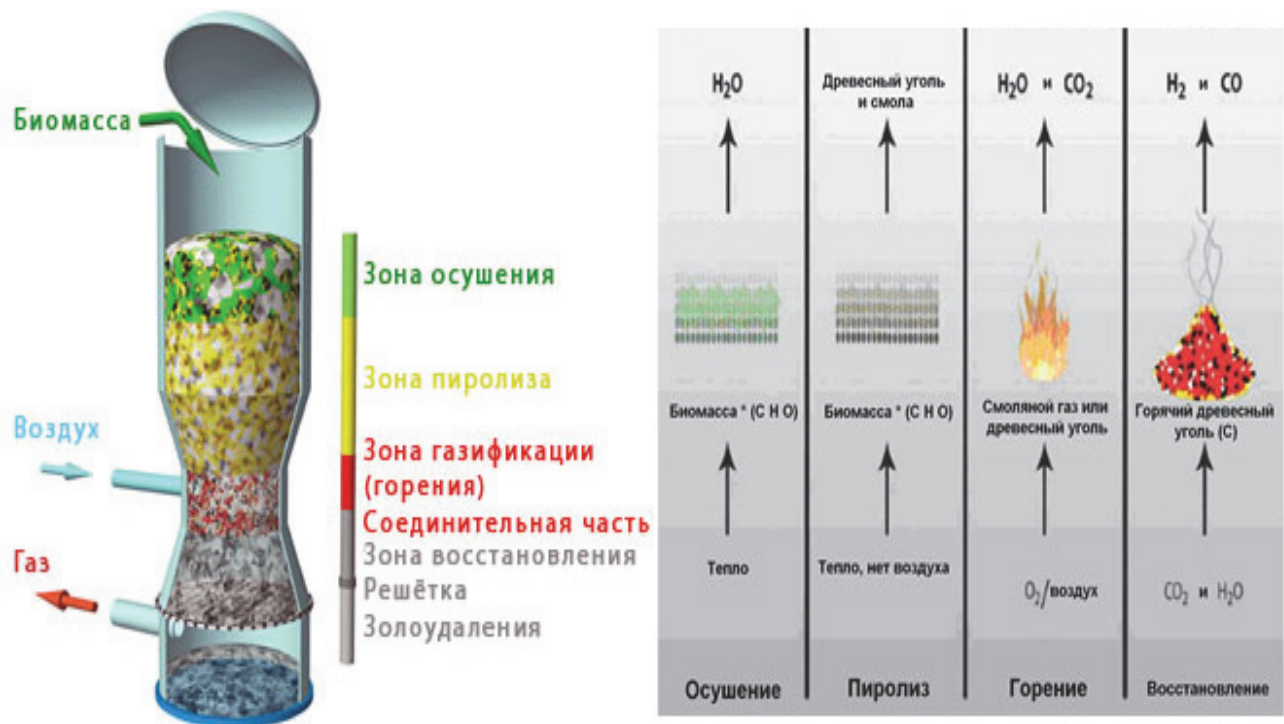


Рисунок 3 – Газификация биомассы

2. Виды энергетических установок, работающие на водородном топливе

Водород может использоваться в качестве источника энергии для транспортных средств тремя способами: смешивание с бензином или дизельным топливом, чисто водородное топливо и водородные топливные элементы. Из-за химической природы водорода смешивание водорода с бензином или дизельным топливом экономически нецелесообразно из-за повышенного расхода топлива. Далее описаны наиболее перспективные виды использования водородного топлива.

2.1. Водородные двигатели

Водород имеет в 3 раза большую теплотворную способность, чем нефть в двигателях внутреннего сгорания, и значительно меньшие выбросы, что является основным преимуществом водородного топлива. Теплотворная способность водорода в 4; 2,8 и 2,4 раза выше, чем у угля, бензина и метана соответственно. Будучи самым распространенным элементом по сравнению с ископаемыми видами топлива, водород обладает самым высоким удельным энергосодержанием. Благодаря своим уникальным свойствам водород больше подходит для двигателей с искровым зажиганием (SI), чем для двигателей с воспламенением от сжатия (CI). Адиабатическая скорость сгорания водорода намного выше, чем у бензина.

Водородный ДВС работает по такому же принципу, как и бензиновый двигатель, но его конструкция видоизменена из-за особенностей водорода (рис. 4).

Особенности водорода как топлива для ДВС:

- после сгорания остается только водяной пар;
- реакция происходит намного быстрее, чем в случае с бензином либо дизелем;
- детонационная устойчивость позволяет повысить степень сжатия;
- теплоотдача сгорания водорода в 2,5 раза больше, чем у бензиновой смеси;
- широкий диапазон реакции;
- хранение водорода осуществляется в сжатом или жидком агрегатном состоянии, это и является его особенностью.

Учитывая приведенные выше показатели, использование водорода в качестве чистого топлива в двигателях внутреннего сгорания было бы невозможно без внесения изменений не только в конструкцию силового агрегата, но и в навесное оборудование. Основное от-

личие от привычных нам двигателей заключается в способе подачи и воспламенения смеси. Принцип преобразования возвратно-поступательного движения камеры сгорания в полезную работу остается прежним. Топливо на основе нефти горит медленно, поэтому камера сгорания заполняется смесью топлива и воздуха незадолго до того, как поршень достигнет своего верхнего положения. Скорость реакции водорода настолько быстрая, что момент впрыска можно сдвинуть до момента, когда поршень начинает продвигаться к НМТ. Давление в топливной системе не обязательно должно быть высоким (достаточно 4 бар). Все это увеличивает мощность автомобиля.

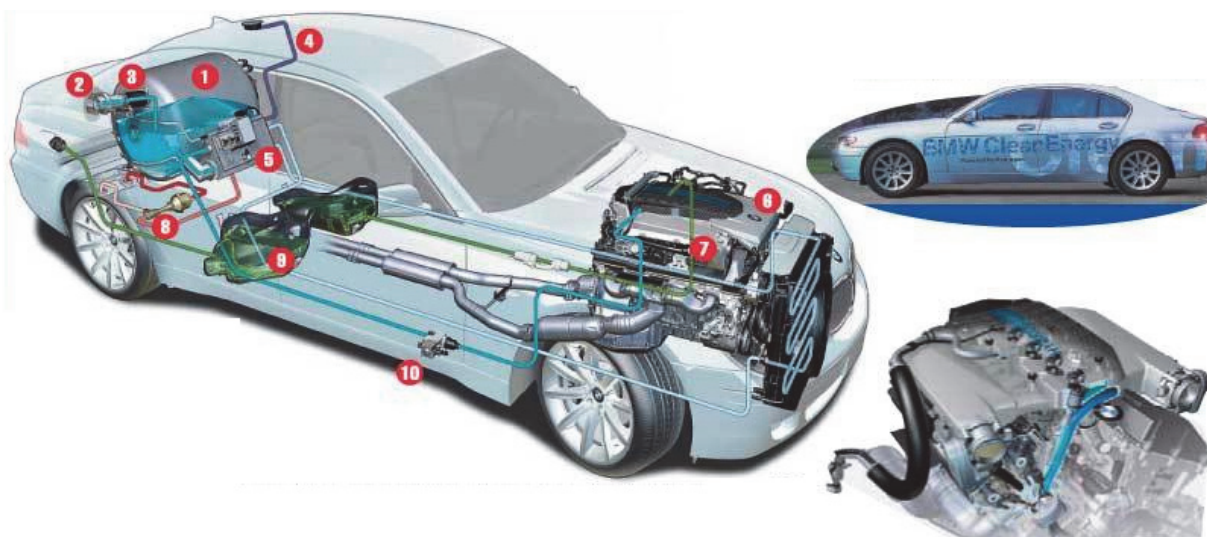


Рисунок 4 – Конструкция автомобиля на водородном ДВС:

- 1 – баллон для водорода; 2 – заправочный вентиль водорода; 3 – заправочный канал баллона;
- 4 – предохранительный клапан; 5 – жаропонижающее устройство и контрольный клапан;
- 6 – ДВС с принудительным зажиганием; 7 – водородная рейка; 8 – система охлаждения;
- 9 – бензобак; 10 – редукционный клапан

Препятствием для внедрения данной технологии является стоимость водорода (H_2) и компонентов для его хранения и транспортировки. Например, для поддержания сжиженного состояния необходимо поддерживать стабильную температуру $-253\text{ }^\circ\text{C}$; самый дешевый способ получения H_2 – электролиз воды. Промышленные поставки водорода требуют большого количества энергии. Ядерная энергия является жизнеспособной и экономически эффективной альтернативой. Для транспортировки и хранения газа также требуются дорогостоящие материалы и высококачественное оборудование.

2.2. Водородные топливные элементы

Водородные топливные элементы представляют собой электрохимические устройства – химические источники тока, которые преобразуют непосредственно химическую энергию топлива в электрическую энергию. Устройство автомобиля на водородных топливных элементах представлено ниже (рис. 5).

Водород поступает в топливный элемент. Топливный элемент имеет мембрану, разделяющую анодную и катодную камеры. Водород поступает в переднюю камеру, а кислород из впускного отверстия – в заднюю камеру. Каждый электрод мембраны покрыт слоем катализатора, в результате чего водород начинает терять электроны. В этот момент протоны проходят через мембрану к катоду. На выходе протоны соединяются с электронами и производят водяной пар и электричество. Топливные элементы имеют высокий КПД – около 60 %. Автомобили на водородных топливных элементах практически идентичны электромобилям, но имеют ряд преимуществ перед автомобилями на литий-ионных батареях. К ним относятся более длительный срок службы (8–10 лет), более быстрая зарядка (около 3 минут) и устойчивость к отрицательным температурам (топливные элементы не теряют заряд в холодную погоду).

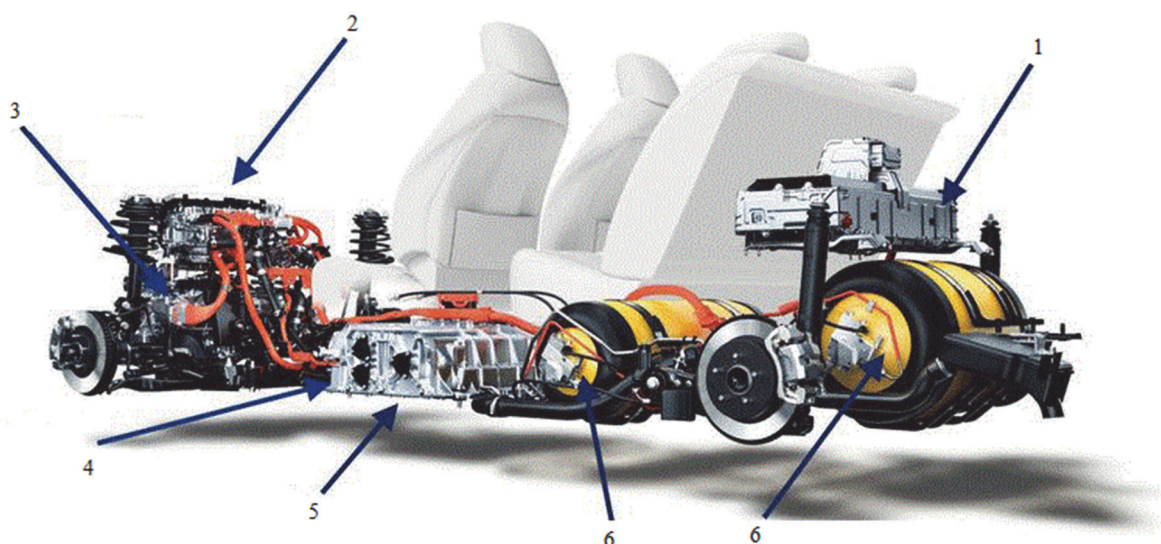


Рисунок 5 – Устройство автомобиля на водородных топливных элементах:
 1 – аккумулятор вторичной энергии; 2 – блок управления мощностью; 3 – электродвигатель;
 4 – преобразователь; 5 – блок топливных элементов; 6 – топливные баки

3. Преимущества и недостатки

Преимущества включают:

- Экологически чистое использование. Водородный транспорт не выбрасывает в атмосферу углекислый газ.
- Высокая эффективность. Эффективность двигателей внутреннего сгорания составляет 35 %, в то время как эффективность водородных транспортных средств составляет 45 %. Водородный автомобиль может работать на 1 кг водорода, что в 2,5–3 раза больше, чем эквивалент энергии и объема галлона (3,8 л) бензина.
- Более тихая работа двигателя.
- Более быстрая заправка, особенно по сравнению с электромобилями.
- Снижение зависимости от углеводородов.

К недостаткам относятся:

- Высокая стоимость. 3,8 кг бензина стоит около 235 рублей, тогда как эквивалент 1 кг водорода стоит 651 рублей. Водородные батареи содержат платину, один из самых дорогих металлов в мире. Дополнительные меры безопасности также делают двигатели более дорогими. В частности, к ним относятся специальные системы хранения и резервуары из углеродной смолы для предотвращения взрывов.
- Инфраструктурные проблемы. Для заправки водородом требуются специальные станции, которые дороже обычных станций.
- Не самый экологичный метод производства. До 95 % сырья для водородного топлива поступает из ископаемых ресурсов. Топливо также производится путем парового риформинга метана, для чего требуются углеводороды. Это означает, что существует зависимость от природных ресурсов.
- Высокий риск. Для использования в двигателях водород сжимается в 850 раз, при этом давление газа достигает 700 бар. В сочетании с высокими температурами это повышает риск самовоспламенения.

4. Перспективы использования водородного топлива на автотранспорте

В настоящее время производству и использованию водородного топлива уделяется большое внимание. Многие компании в мире уже производят водородные автомобили, а к 2021 году их общее количество составило 45 000 единиц. Большинство водородных автомобилей сосредоточено в Южной Корее (14,56 тыс. автомобилей), немного меньше в США (11,12 тыс. автомобилей), Китае (8,44 тыс. автомобилей), Японии (5,60 тыс. автомобилей),

Европе (3,08 тыс. автомобилей) и других странах (0,34 тыс. автомобилей). Развитие водородной технологии в автомобильном транспорте требует сложных организационных мер по созданию необходимой инфраструктуры для производства, транспортировки, хранения, распределения и использования водорода. Поскольку такой процесс требует длительного времени, эксперты прогнозируют, что переход на водородное топливо произойдет не ранее 2050 года.

Библиографический список

1. Васильева Т. Э., Серeda С. Н. Перспектива внедрения водородного топлива // Современные наукоемкие технологии. № 5. С. 101.
2. Водородный автомобиль. URL : Источник: <https://motorist.guru/modeli/vodorodnyj-avtomobil.html>.
3. Матвеев А. С., Королева Н. М. Принцип работы и устройство водородного двигателя // Наука и образование. Т. 3. № 4. С. 57.
4. Как работает водородный двигатель и какие у него перспективы. URL : <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6048e0629a794750974c67a7>.

УДК 332.14

Валерий Валентинович Гурский

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ВТб-212, Россия, Владивосток, e-mail: vaeva83@mail.ru

Научный руководитель – Надежда Николаевна Тарасова, старший преподаватель

Развитие Арктики

Аннотация. Представлены история исследования и освоения Арктики, развитие ледокольного флота, вопросы освоения региона и добычи природных ресурсов, а также планы на дальнейшее развитие Арктической зоны Российской Федерации.

Ключевые слова: Арктическая зона России, развитие Арктики, освоение, Северный морской путь, ледоколы

Valery V. Gursky

Far Eastern State Technical Fisheries University, VTb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: vaeva83@mail.ru

Scientific adviser – Nadezhda N. Tarasova, Senior Lecturer

Development of the Arctic

Abstract. The history of research and development of the Arctic, the development of the icebreaker fleet, the state of the development of the region and the extraction of natural resources, as well as plans for the further development of the Arctic zone of the Russian Federation are presented.

Keywords: Arctic zone of Russia, development of the Arctic, development, Northern Sea Route, icebreakers

В XII–XIII вв. главными первопроходцами северных морей стали поморы. Они открыли и освоили архипелаг Новая Земля и остров Вайгач. К концу XV в. поморы дошли до островов архипелага Шпицберген и о. Медвежий в Баренцевом море.

В 1728 году Первая Камчатская экспедиция (рис. 1) отправилась к восточным рубежам империи по приказу Петра I. Офицер русского флота Витус Беринг (рис. 2) удостоверился в том, что между Чукоткой и Аляской, действительно, существует пролив, открытый Дежневым.

С 1733 по 1743 гг. российскую Арктику впервые широко исследовала Великая Северная экспедиция, которая проводилась семью самостоятельными отрядами. В ней приняли участие: Витус Беринг, братья Дмитрий и Харитон Лаптевы, Степан Малыгин, Семен Челюскин (рис. 3). Исследованная территория была описана и нанесена на карты.

В 1820–1824 гг. экспедиция под руководством Фердинанда Врангеля и Федора Матюшкина обследовала побережье Северного Ледовитого океана от устья реки Колымы до Колючинской губы на Чукотке.

В XIX в. у России впервые появились серьезные соперники в исследовании Арктики. Многие европейские державы, и в первую очередь те, у кого был выход к арктическим морям, также стали предпринимать попытки их освоить. Так, в 1873 году австрийские полярники Юлиус Пайер и Карл Вейпрехт открыли архипелаг Земля Франца-Иосифа, назвав его в честь императора Австро-Венгрии. Лишь в 1914 году, в ходе Первой мировой войны, эти земли стали частью российской территории.



Рисунок 1 – Первая Камчатская экспедиция



Рисунок 2 – В. Беринг



Рисунок 3 – Д. Лаптев, Х. Лаптев, С. Малыгин, С. Челюскин

В 1898 году было положено начало созданию самого мощного в мире российского ледокольного флота. Был спущен на воду первый ледокол арктического класса «Ермак» (рис. 4), созданный по инициативе адмирала Степана Макарова. С появлением ледоколов Арктика стала доступнее. В 1910–1912 гг. гидрографическая экспедиция на ледокольных пароходах «Таймыр» и «Вайгач» прошла арктическое побережье от мыса Дежнева до устья Лены и составила детальную карту этих земель. В 1913–1915 гг. командование этими ледоколами было поручено капитану Борису Вилькицкому, и вскоре он открыл архипелаг Северная Земля. Затем «Таймыр» и «Вайгач» (рис. 4) впервые в истории прошли по Северному морскому пути с востока на запад, из Владивостока в Архангельск.



Ледокол «Ермак»

Рисунок 4 – Ледоколы «Ермак», «Таймыр» и «Вайгач»

В 1930–1940-е гг. в СССР велось активное заселение и промышленное освоение Арктики. Были построены несколько арктических портов, в том числе Диксон, Тикси, Игарка, Певек. Основаны города, такие как Нарьян-Мар, Норильск и Воркута.

После окончания Великой Отечественной войны работа по изучению Арктики возобновилась, в 1948 г. был создан Научно-исследовательский институт геологии Арктики. В 1960–1970-е гг. были открыты Уренгойское, Ямбургское, Бованенковское месторождения, а в 1980-х гг. месторождения нефти и газа были найдены и на арктическом шельфе.

В 1962 г. российские мореплаватели впервые покорили Северный полюс. Атомная подводная лодка «Ленинский комсомол» (рис. 5) достигла цели, пройдя подо льдами Северного Ледовитого океана. А в 1977 г. до Северного полюса впервые в мире в активном надводном плавании дошел атомный ледокол «Арктика» (рис. 6).

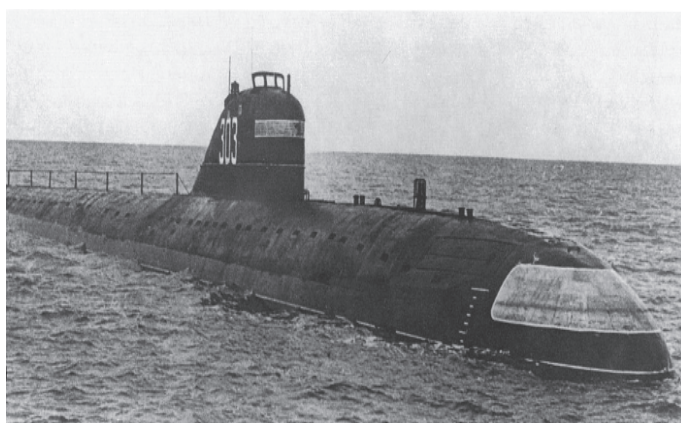


Рисунок 5 – Подводная лодка «Ленинский комсомол»



Рисунок 6 – Атомный ледокол «Арктика»

После распада СССР финансирование арктических регионов резко сократилось, многие объекты инфраструктуры были заброшены, почти на треть снизилось число населенных пунктов в Заполярье. Вновь вкладывать серьезные средства в освоение Арктики Россия начала лишь в XXI в.

Арктика в наше время. Арктика – самый перспективный район на нашей планете, по своим размерам она втрое больше Европы. На данный момент Арктика – суровый регион, разница температур здесь является максимальной на планете и доходит до 100 °С, от +30 летом до -70 зимой.

С недавних пор Россия взялась за активное освоение Арктики. В арктической зоне России находится 20 % территории нашей страны площадью в 3 млн кв. км. По прогнозам ученых-геологов, в Арктической зоне находится до 65 % потенциально мировых запасов углеводородов, или свыше 500 млрд т в нефтяном эквиваленте, причем большая их часть, а точнее, 52 %, расположена в российской зоне.

Дешевой нефти и газа осталось на планет крайне мало, это либо глубоководный шельф, либо Арктика. До недавнего времени считалось, что Арктика – это будущее мировой энергетики, однако Россия благодаря развитому ледокольному флоту первой приступила к ее промышленному интенсивному освоению. По прогнозам российских отраслевых экспертов, добыча нефти на традиционных месторождениях в западной Сибири может начать падать, только освоение наших новых уникальных арктических месторождений поможет не только приостановить падение, но и нарастить объемы добычи нефти.

О важности развития Арктики для экономики России говорит простой факт – уже сегодня на арктическую зону России приходится 15 % ВВП страны и около 30 % экспорта продукции за рубеж.

Арктика – это не только нефть, здесь сосредоточены крупнейшие запасы природного газа на планете, уже сейчас в арктической зоне России добывается 75 % газа и около 20 % нефти, при том, что недра Российской Арктики освоены лишь на 3 %. Только 3 месторождения – Штокмановское Русановское и Ленинградское – по оценкам геологической службы США принесут прибыль России от добычи и последующей реализации газа в 2,5 трлн долл. Нефтегазовый запас Арктической зоны является самым богатым относительно запасов других стран, имеющих территорию в Арктике.

Помимо нефти и газа, с которых началось освоение Арктики, на этой территории сосредоточены огромные запасы угля, свыше 40 % запасов золота, более 90 % платины и других редкоземельных металлов, до 80 процентов медно-никелевых руд, молибдена, вольфрама, ванадия. Наконец, Арктика – это 20 % запасов пресной воды, ценность и стоимость которой постоянно растет. Суммарная ориентировочная стоимость минерального сырья, находящегося в недрах арктических районов России, превышает 30 трлн долл. Характерно, что при этом стоимость разведанных на 2021 г. составляет около 2 трлн долл., это свидетельствует о гигантском потенциале Российской Арктики, поэтому неудивительно, что наша страна заинтересована в скорейшем освоении этой богатой территории.

Геологическое строение и климатические особенности Арктического шельфа требуют уникальных технологий разведки добычи и транспортировки углеводородов, и ключевую роль в этом играет развитие главного транспортного коридора Северного морского пути (рис. 8). По этому маршруту добытое сырье и произведенная продукция из российских морских портов, расположенных в Арктике, будет доставляться европейским и азиатским потребителям благодаря ежегодному росту грузооборота Северного морского пути и устойчивой тенденции увеличения периода навигации.

Новые арктические проекты России, такие как мегазавод по производству сжиженного газа Ямал СПГ, становятся экономически выгодными и приносят немалую прибыль в российский бюджет. Северный морской путь в скором будущем будет приносить нашей стране миллиарды долларов ежегодно за счет транзита по нему грузов других стран, его преимущество во времени доставки товаров перед традиционным маршрутом, проходящим через Индийский океан и Суэцкий канал, очевидно.



Рисунок 7



Рисунок 8 – Северный морской путь

Стратегия развития (о Стратегии развития Арктической зоны России до 2035 года). Россия только последние несколько лет занимается активным промышленным освоением, поэтому Арктический регион еще недостаточно глубоко изучен, однако запасы разведанных участков российской Арктики поражают воображение. Уже сейчас на долю арктической зоны России приходится более 80 % добываемого природного газа и 18 % нефти, континентальный шельф Северного Ледовитого океана, входящий в состав России, содержит в себе около 85 трлн куб. м газа и около 20 млрд т нефти – это колоссальная сокровищница, которую Россия планирует тщательно оберегать и, безусловно, развивать.

Территория Арктической зоны России проходит вдоль Северного морского пути, который тщательно укрепляется за счет строительства по всей протяженности северных рубежей военных баз и размещения объектов стратегических сил сдерживания. На данный момент Россия имеет существенное преимущество перед другими странами в освоении своей Арктической зоны за счет использования ледокольного флота. Ни одна страна в мире таких возможностей до сих пор не имеет, однако это не исключает того, что они появятся в будущем, поэтому России именно сейчас крайне важно воспользоваться своим преимуществом и опередить конкурентов, прежде всего США и Канаду.

Создание глобальной энергетической и военной инфраструктуры в Арктике. С этой целью Президентом была утверждена Стратегия развития Арктической зоны России до 2035 г. Данная стратегия выделяет ряд приоритетных задач, которые должны быть ре-

шены в регионах, входящих в Арктическую зону, в течение ближайших нескольких лет. Это организация системы здравоохранения и оказания качественной медицинской помощи, строительство новых и глубокая модернизация существующих объектов транспортной и инженерной инфраструктуры, а также активное развитие жилищного строительства на новых территориях и строительство современных объектов социальной инфраструктуры.

Сегодня в Арктической зоне России проживает 2,5 млн человек, и в ближайшие годы это число увеличится не менее чем на 500 тыс. граждан. Будет введен специальный экономический режим, направленный на предоставление различных налоговых льгот и преференций для частных инвесторов с целью стимулирования создания и модернизации крупных промышленных предприятий. Само государство при этом планирует профинансировать строительство на отечественных судостроительных верфях большого количества новых судов ледокольного и арктического классов, построить новые порты и реконструировать существующие, инвестировать имеющиеся средства в сооружение новых нефтяных и газовых, угольных терминалов. Модернизация портовой инфраструктуры даст возможность принятия ими крупнотоннажных судов, в том числе огромных контейнеровозов, курсирующих по маршруту Китай – Европа – Китай, активизировать судоходство и в 3 раза увеличить грузооборот в акватории Северного морского пути за счет организации круглогодичного судоходства.

Для решения проблемы с использованием Северного морского пути на постоянной основе, а не только в весенне-осенний период, Россия планирует до 2030 г. построить 5 новейших универсальных атомных ледоколов проекта 22220, 3 мощнейших в мире ледокола проекта «Лидер» (рис. 9), десятки аварийно-спасательных судов, а также несколько научно-исследовательских судов. Благодаря им и 40 имеющимся ледоколам Северный морской путь будет использоваться на постоянной основе независимо от времени года и температуры окружающей среды. Для организации судоходства России в портах построят транспортные хабы, которые будут соединены с крупными городами России железной дорогой, автодорогами и современными региональными аэропортами (рис. 10). Планируется также создание Российского контейнерного оператора для оперативного обслуживания международных грузов, отдельное внимание уделено развитию речного судоходства. Реки Онега, Лена, Енисей, Обь, Колыма должны выступить в качестве важнейших транспортных артерий, по которым грузы из Арктической зоны будут перемещаться вглубь страны. В ближайшие 3 года государство будет инвестировать в развитие инфраструктуры Арктики 20 млрд руб., еще 180 млрд руб. до 2024 г. инвестируют крупные компании, ведущие работу в этом регионе, и частные инвесторы.



Рисунок 9 – Ледокол «Лидер»

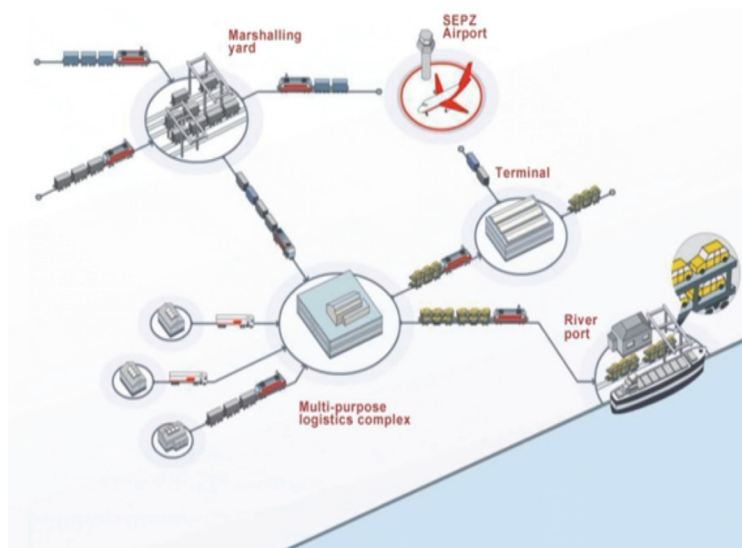


Рисунок 10 – Проект транспортных хабов

Подводя итоги, можно сказать, что Арктика – один из самых богатых регионов планеты с огромными возможностями, освоение которого даст не только возможность добычи сырья и заселения, а еще и развития морских путей. С помощью новых технологий пробиться через толстые слои льда в океане, окружающие Арктику, стало гораздо проще и безопаснее.

Исследование и освоение Арктики до XX в. было продолжительным и сложным, но с появлением и прогрессом технологий осваивать малоизученную территорию стало проще. Наша страна выделяет огромные средства и амбиции на добычу и транспортировку сырья в этом регионе и строит большие планы на дальнейшее развитие Арктической зоны.

Желание принять участие в освоении Арктической зоны сегодня проявляют все больше государств. Огромные запасы полезных ископаемых в этом регионе и новые возможности, открывающиеся с изменением климата, стали причиной жесткой конкуренции среди многих стран мира. Тем не менее России пока удастся удержать звание лидера в освоении и развитии Арктики.

Библиографический список

1. Арикайнен А. И. Транспортная артерия Советской Арктики. М. : Наука, 1984. 192 с.
2. Андреева Ю. В. Актуальные вопросы изучения социальных проблем российской Арктики // Вопр. этнополитики. 2020. № 4. С. 18–26.
3. Антюшина Н. М. Арктическая стратегия Российской Федерации // Москва – Арктика – Антарктика. 2014. № 1. С. 55–62.
4. Арктика. Исторические аспекты освоения и современные проблемы / А.М. Шелепов и др. // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2014. № 1. С. 212–219.
5. Арктика на пороге третьего тысячелетия = The Arctic on the threshold of the third millennium: (Ресурс. потенциал и пробл. экологии) / И.С. Грамберг, Д.А. Додин, Н.П. Лаверов, Ю.Е. Погребницкий ; гл. ред. И.С. Грамберг, Н.П.Лаверов; отв. ред. Д.А. Додин ; Всероссийский НИИ геологии и минеральных ресурсов мирового океана. СПб. : Наука, 2000. 247 с., [12] л. ил. : ил.
6. Лукин Ю. Ф. Пять проблем развития Российской Арктики // Арктика и Север. 2014. № 17. С. 191–193.
7. Лукин Ю. Ф. Российская Арктика в изменяющемся мире / Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. Архангельск : САФУ, 2013. 280 с. : ил. Библиогр. : С. 263–280.

УДК 656.615

Александр Александрович Демин

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: shutnik.1337@mail.ru

Научный руководитель – Светлана Сергеевна Валькова, канд. техн. наук, доцент

Современное состояние и перспективы развития АО «Восточный порт»

Аннотация. Описано современное техническое состояние порта Восточного, анализ его грузооборота и перспективы развития порта.

Ключевые слова: порт, груз, грузооборот, порт Восточный, уголь, контейнер, третья очередь

Alexandr A. Demin

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail:
shutnik.1337@mail.ru

Scientific adviser – Svetlana S. Valkova, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

Current state and development prospects of JSC «Vostochny Port»

Abstract. The article describes the current technical condition of the Vostochny Port, analysis of its cargo turnover and prospects for the development of the port.

Keywords: port, cargo, cargo turnover, Vostochny port, coal, container, third stage

Порт Восточный находится в б. Врангеля, в зал. Находка. Расположение благоприятное: достаточная глубина для прохождения судов, высокая защита от ветров, создаваемая сопками, а также ширина входного канала обеспечивают необходимые условия для эффективной работы порта (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема границ морского порта Восточный

В состав порта Восточный входят угольные, контейнерный, универсальные терминалы и склады.

Площадь территории порта Восточный составляет 403,58 га, площадь его акватории – 66,37 км². 28 причалов и 1 рейдовый перегрузочный комплекс; длина причального фронта – чуть более 6 км; площадь крытых складов – 33,89 тыс. км², а площадь открытых складов – 625,43 тыс. км². Общая пропускная способность при этом – 81738 т в год [1].

Порт Восточный оснащён современным оборудованием и техникой [2].

Закрытые тандемные вагоноопрокидыватели представляют собой вагоны с нижней разгрузкой различного типа, оборудованные теми или иными дверями внизу, позволяющими выгружать сыпучие грузы под действием силы тяжести. Полувагоны с откидным дном, например, представляют собой вагоны с низким бортом и открытым верхом, большая часть пола которых состоит из люков. Вагоны с откидным дном обычно можно использовать для разных целей, в то время как вагоны с боковой разгрузкой и вагоны-хопперы с наклонным полом для направления груза к разгрузочным дверям можно использовать только для сыпучих грузов. Их основное преимущество в том, что их можно разгружать где угодно, а недостаток – в том, что любое несовершенство уплотнений дверей позволяет материалу высыпаться на рельсы (рис. 2) [3].

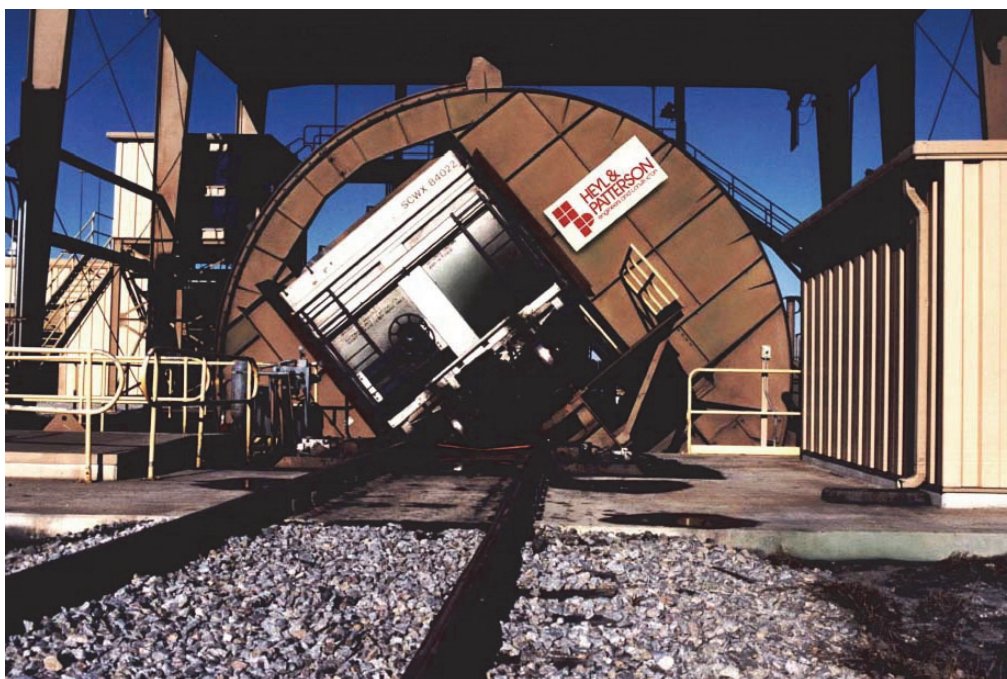


Рисунок 2 – Закрытый тандемный вагоноопрокидыватель [4]

Стакеры и реклаймеры используются на складах для укладки минерального сырья, руды и другого сыпучего сырья в штабели, а затем их перераспределяют для переработки и отгрузки. Стакеры используются для производства больших штабелей (рис. 3). Реклаймеры используются для сбора и перераспределения материала из штабелей или штабелей сыпучих материалов (рис 4). Существует множество различных типов стакеров и реклаймеров. Примеры включают ковшовые стакеры, круговые стакеры и продольные стакеры; реклаймеры с повторным набором номера, мостовые реклаймеры и порталные реклаймеры [5].

Судовые погрузчики – это машины для погрузки твердых материалов – навалом и/или в мешках – на суда для транспортировки по морю (рис. 5). Судовые погрузчики используются для погрузки угля, всех видов зерна, щепы, карбамида или поташа. Они делятся на несколько видов. Передвижные судопогрузочные машины на рельсах, которые могут перемещаться по причалу рядом с судном, чтобы достичь полной площади загрузки судовых

люков. Стационарные судовые погрузчики, которые обычно используются при загрузке экологически опасных материалов. Стрела судовых погрузчиков может вращаться по часовой стрелке и против часовой стрелки, а также подниматься и опускаться, чтобы идеально загружать трюм судна и регулировать его в зависимости от высоты воды, размера и осадки судна по мере его загрузки [6].



Рисунок 3 – Стакер [5]

На последнем участке конвейерной системы специализированного угольного терминала установлено 4 электромагнитных барабана, которые улучшают качество очистки угля от металлических включений. Электромагнитный барабан улавливает металлические включения, находясь в непосредственной близости от потока движущегося угля на ленте конвейера. Электромагниты расположены в самых эффективных местах с точки зрения извлечения магнитных включений (посторонних металлических предметов) – на пересыпных станциях, реклаймерах и вагоноопрокидывателях. Каждый из 4 дробильно-сортировочных комплексов специализированного угольного терминала оборудован двумя магнитными сепараторами. В зависимости от вариантов отгрузки уголь проходит от 7 до 11 ступеней магнитной очистки [7].



Рисунок 4 – Реклаймер [5]

Порт Восточный имеет собственный флот, в который входят 3 азимутных буксира ледового класса и 2 буксира-кантовщика. С 2016 г. в составе Портового флота АО «Восточный Порт» работает собственная лоцманская служба [8].



Рисунок 5 – Судопогрузочная машина

В порту Восточном построены собственные железнодорожные пути. В полностью электрифицированном железнодорожном парке подключены новые системы сигнализации, централизации и блокировки, устройства связи. Построены мощные сети электропитания, обеспечившие контактную сеть и освещение по всей площади парка, электрообогрев 10 новых стрелочных переводов. Благодаря автоматизированной системе контроля АСКИН считывание номеров вагонов происходит в автоматическом режиме на скорости подвижного состава до 60 км/ч. При строительстве парка было выработано около 350 тыс. т скального грунта, более 30 тыс. т щебня, установлено свыше 20 км высоковольтных линий. Построены десятки искусственных сооружений, среди которых водоотводные системы, железобетонный мост, удлинение железобетонных труб и многое другое. По всей длине парка установлен шумозащитный экран [9].

В начале сентября 2019 г. введена в эксплуатацию Третья очередь специализированного угольного комплекса, которая увеличила объем перевалки до 50–55 млн т в год. Крупнейший частный инвестиционный портовый проект стоимостью более 40 млрд руб. реализован без привлечения государственного финансирования. Третья очередь – это более 600 вновь созданных высококвалифицированных рабочих мест и порядка 25 млрд руб. налоговых отчислений в бюджет до 2026 г. Третья очередь представляет собой полностью автоматизированный терминал перевалки угля с железнодорожного на морской транспорт. Производственная площадка оснащена высокотехнологичным оборудованием. По итогам октября 2021 г. с 51-го причала Третьей очереди было отгружено свыше 1 млн т премиальной угольной продукции – рекордный показатель с момента введения в эксплуатацию терминала [10].

Показатели грузооборота порта Восточный растут каждый год. За 2013 г. объем перевалки угля составил 17,8 млн т [11], за 2016 – 15,8 млн т [12], за 2019 – 25,51 млн т [13], за 2021 – 26,57 млн т [14]. Общий грузооборот по итогам 2021 г. составил 77,8 млн т [15].

В 2020 г. введена в эксплуатацию третья очередь углеперегрузочного комплекса мощностью 8 млн тонн. В рамках этого проекта ведутся работы по реконструкции причала № 51, строительство причалов № 52 и 52А. С окончанием работ по проекту мощность комплекса увеличится на 5 млн т.

Контейнерное направление в порту имеет большие перспективы. В настоящий период под контейнерную перевалку задействовано 2 из 4 причалов. В течение 2022 г. в рамках второго этапа проекта выделено 3 причала. С учетом модернизации и покупки новой техники мощность комплекса достигает 87,6 тыс. TEU. Третий этап, который предполагает полномасштабное использование всех четырех причалов, увеличит мощность до 116,8 тыс. TEU к осени 2023 г. [15].

В качестве альтернативы также можно рассматривать различные энергоносители, не только уголь. Евросоюз заявил о прекращении закупки российских нефти и газа [16, 17]. Однако добыча нефти и газа в России не остановилась. Страны АТР также имеют потребность в топливе для собственного пользования. В случае заключения новых контрактов о продаже нефти и газа в страны АТР будет необходимость в увеличении мощностей существующих каналов поставки или в строительстве новых для обеспечения непрерывных высокоинтенсивных поставок. Однако для этого необходимы высокие материальные вложения и длинный промежуток времени от планирования до реализации первых поставок.

Порт Восточный, несмотря на санкционное давление, продолжает развиваться. Руководство предпринимает шаги для увеличения грузооборота, несмотря на трудности с перевалкой своего основного груза – угля. На данный момент главной перспективой является развитие, расширение и строительство новых контейнерных терминалов.

Библиографический список

1. Морской порт Восточный [Электронный ресурс] // РОСМОРПОРТ. URL : https://www.rosmorport.ru/filials/vlf_seaports/ (дата обращения : 03.04.2023).
2. Современное оборудование [Электронный ресурс] // Восточный порт. URL : <https://www.vostport.ru/konkurentnye-preimushchestva/sovremennoe-oborudovanie/> (дата обращения : 07.04.2023).
3. Car Builders' Dictionary, Том 3 [Электронный ресурс] // Master Car Builders' Association. URL : https://books.google.ru/books?id=0UJtWHSwNYC&pg=RA1-PA9&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (дата обращения : 07.04.2023).
4. Rotary Railcar Dumper at 45-Degree Rotation [Электронный ресурс] // Wikipedia. URL : https://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_car_dumper#/media/File:Heyl_&_Patterson_Rotary_Railcar_Dumper.jpg (дата обращения : 07.04.2023).
5. Stackers and Reclaimers Information [Электронный ресурс] // GlobalSpec – Industrial Products & Supplier Catalog Search. URL : https://www.globalspec.com/learnmore/material_handling_packaging_equipment/material_handling_equipment/stackers_reclaimers (дата обращения : 07.04.2023).
6. Shiploaders for Bulk Material Handling [Электронный ресурс] // AMECO Group. URL : <https://www.ameco-group.com/product/shiploaders/> (дата обращения : 07.04.2023).
7. Высокотехнологичная система магнитной очистки [Электронный ресурс] // Восточный порт. URL : <https://www.vostport.ru/konkurentnye-preimushchestva/sistema-ochistki/> (дата обращения : 07.04.2023).
8. Собственный портовый флот [Электронный ресурс] // Восточный порт. URL : <https://www.vostport.ru/konkurentnye-preimushchestva/flot/> (дата обращения : 07.04.2023).
9. Железнодорожная инфраструктура [Электронный ресурс] // Восточный порт. URL : <https://www.vostport.ru/konkurentnye-preimushchestva/zh-d-infrastruktura/> (дата обращения : 07.04.2023).
10. Находкинская таможня выпустила итоговую декларацию на оборудование для Третьей очереди АО «Восточный Порт» [Электронный ресурс] // Восточный порт. URL : https://www.vostport.ru/press-tsent/novosti/nakhodkinskaya-tamozhnya-vypustila-itogovuuyu-deklaratsiyu-na-oborudovanie-dlya-tretoy-ocheredi-ao-vo/?sphrase_id=548 (дата обращения : 08.04.2023).
11. Грузооборот ОАО «Восточный Порт» за двенадцать месяцев 2013 года составил почти 17,8 млн тонн [Электронный ресурс] // Восточный порт. URL : <https://www.vostport.ru/press-tsent/novosti/178mln-tonn-za-dvadenadtsat-mesyatsev-2013-goda-sostavil-pochti-178-mln-tonn>

www.vostport.ru/press-tsentr/novosti/gruzooborot-oao-vostochnyy-port-za-dvenadtsat-mesyatsev-2013-goda-sostavil-pochti-17-8-mln-tonn/ (дата обращения : 08.04.2023).

12. Грузооборот АО «Восточный Порт» вырос за 8 месяцев 2016 года на 2,4 % – до 15,8 млн тонн [Электронный ресурс] // Восточный порт. URL : <https://www.vostport.ru/press-tsentr/novosti/gruzooborot-ao-vostochnyy-port-vyros-za-8-mesyatsev-2016-goda-na-2-4-do-15-8-mln-tonn/> (дата обращения : 08.04.2023).

13. Грузооборот АО «Восточный Порт» за 2019 год вырос до 25,51 млн тонн [Электронный ресурс] // Восточный порт. URL : <https://www.vostport.ru/press-tsentr/novosti/gruzooborot-ao-vostochnyy-port-za-2019-god-vyros-do-25-51-mln-tonn/> (дата обращения : 08.04.2023).

14. За последние 5 лет «Восточный Порт» увеличил объём грузооборота на 14,4 % [Электронный ресурс] // РЖД-Партнер. URL : <https://www.rzd-partner.ru/wate-transport/news/za-poslednie-5-let-vostochnyy-port-velichil-obyem-gruzooborota-na-14-4/> (дата обращения : 08.04.2023).

15. Порт Восточный готовится стать 100-миллионником [Электронный ресурс] // Морские Вести России. URL : <http://www.morvesti.ru/exclusive/95910/> (дата обращения : 08.04.2023).

16. Страны ЕС договорились исключить российский газ из контрактов на совместные закупки [Электронный ресурс] // ТАСС. URL : <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/16423121> (дата обращения : 10.04.2023).

17. Европа решила постепенно отказаться от российской нефти. Сможет ли она выжить без неё? [Электронный ресурс] // Lenta.ru. URL : <https://lenta.ru/articles/2022/12/06/zapret/> (дата обращения : 10.04.2023).

УДК 656.61

Ксения Сергеевна Метёлкина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ВТб-412, Россия, Владивосток, e-mail: margoha298@mail.ru

Научный руководитель – Владимир Евгеньевич Вальков, канд. техн. наук, доцент

Влияние диверсификации экспортных грузопотоков на развитие портовой инфраструктуры Приморского края

Анотация. Рассказывается о развитии Приморского края. Освещается диверсификация грузопотоков с запада на восток.

Ключевые слова: диверсификация, Приморский край, логистика, грузы

Ksenia S. Metelkina

Far Eastern State Technical Fisheries University, VTb-412, Russia, Vladivostok,
e-mail margoha298@mail.ru

Scientific adviser – Vladimir E. Valkov, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

The impact of diversification of export cargo flows on the development of the port infrastructure of Primorsky Krai

Abstract. The article deals with the development of Primorsky Krai. Diversification of cargo flows.

Keywords: diversification, Primorsky Krai, logistics, cargo

Приморский край – морские ворота на востоке России. Транспорт, логистика и внешняя торговля – исторически сложившаяся отрасль экономики, ориентированная на перемещение товаров между странами. На территории региона осуществляется более 60 % всей перевалки грузов на Дальнем Востоке, или более 15 % всего грузопотока в морских портах России. Потребности РФ в экспорте товаров свидетельствуют о том, что объемы обработки грузов, а также грузоперевозки железнодорожным и автомобильным транспортом будут стремительно увеличиваться. Поэтому развитие транспортной инфраструктуры и пропускной способности портов и приграничной территории является важнейшим приоритетом экономического развития Приморского края.

На втором месте по приоритетности находятся экспортоориентированные отрасли, сырье для которых можно доставлять в регион без использования железных дорог – газохимия и нефтехимия. Продукция этих отраслей будет экспортироваться в основном через морской транспорт или сухопутные погранпереходы Приморского края. Строительство в регионе нефтехимического комплекса «Восточная нефтехимическая компания» и газохимического комплекса «Находкинский завод минеральных удобрений» делает эту отрасль одной из ключевых в регионе.

В условиях экономической нестабильности сложно оптимизировать процесс оказания транспортных услуг. Обеспечить удовлетворение потребностей разных категорий продукции можно на основе рационального использования имеющихся экономических ресурсов, применяя стратегию диверсификации логистических услуг. Диверсификация выступает в роли катализатора развития логистических услуг для транспортных компаний, выхода на

уровень операторов логистических услуг и выхода на уровень поставщика, реагирующего на потребности рынка, принимая логистические операции на вовлечение заказчиков.

Проще говоря, диверсификация – это одна из стратегий управления, которая делает упор на разнообразии видов деятельности: продукты, рынки, виды производства и т.д. Диверсификация помогает снизить риск, он может использоваться в бизнесе, маркетинге, экономике и других отраслях.

В процессе разработки стратегии диверсификации логистических услуг необходимо выделить одну нить в системе логистических услуг, работа включает в себя:

1. Анализ и сегментацию рынка с использованием метода функциональных карт (двойная сегментация), основываясь на выделении сегментов рынка по группам потребителей, их сопоставлении с другими различными факторами (функциональными, техническими параметрами продукции). Выбираются для анализа, в результате которого определяются наиболее подходящие параметры для выбранной группы потребителей.

2. Формирование конкурентоспособного портфеля услуг. В том числе дифференциация услуг, исходя из потребностей в выделенных сегментах/нишах: создание наборов многоуровневых услуг для отдельных сегментов; определение комплексного показателя качества обслуживания и цели улучшения (сокращение сроков доставки, повышение надежности транспорта, пунктуальность доставки грузов и отслеживание её с информацией на всём пути следования, доступность подключенных услуг, упрощение процедур граничного перемещения пассажиров и грузов и т.д.); разработка и внедрение инновационных сервисов;

3. Формирование гибкой тарифной политики, в том числе дифференциация тарифов, разработка системы скидок;

4. Уточнение методов формирования пакетов услуг путем построения системы взаимодействия и коммуникаций с партнерами, поставщиками, посредниками;

5. Разработка комплексного продвижения услуг, традиционных и инновационных маркетинговых технологий.

Следует отметить, что работа основана на результате сегментации рынка – классификации потребителей по характеристикам их спроса. Объектами сегментации рынка логистических услуг являются:

- потребители (грузоотправители, грузополучатели);
- транспортные услуги различных характеристик;
- предприятия-конкуренты и конкурентные виды транспорта.

Для транспортного предприятия сегментирование по продукту осуществляется по следующим признакам:

- качество предоставляемых услуг (требуется обычное качество или повышенное);
- сокращение сроков доставки, жесткий график перевозок, повышенный уровень сервиса и др.);
- увеличение партий груза;
- удовлетворенность заказчиков текущим уровнем тарифов на основные и дополнительные услуги, необходимость предоставления скидок или возможность доплат;
- необходимость получения дополнительных услуг (таможенных, информационных, экспедирования, сопровождения, охраны и т.д.).

Ключевые долгосрочные приоритеты социально-экономического развития региона:

- обеспечение структурной диверсификации и конкурентной специализации экономики;
- создание условий для развития человеческого капитала и прекращения миграционного оттока;
- усиление внутрирегиональной связности территории и сбалансированное развитие.

Основой решения сверхзадач стратегии является создание благоприятных условий для проживания, работы, учебы и ведения бизнеса в Приморском крае, с целью обеспечения привлекательности устойчивой миграции с территории Приморья для населения России.

Основным критерием экономической стабильности территории и относительно высокой заработной платы является степень диверсификации экономики региона и наличие

широкого круга компаний, работающих в производственной, энергетической и транспортной сферах. Там, где есть диверсификация, легче искать точки роста для дальнейшего развития экономики территории.

Особенность современного развития Дальнего Востока в том, что у него много радужных перспектив, в которые хочется верить. И дальнейшее развитие системы морских портов является одной из таких перспектив, выполняющих функцию российских ворот в Азиатско-Тихоокеанский регион, данную природой краю. Но помимо оптимистического взгляда требуется трезвый расчет. Одним из «уязвимых мест» является железная дорога, возможности которой не безграничны и требуют огромных вложений. Таким образом, порты Дальнего Востока, БАМа и Транссиб могут развиваться только одновременно и параллельно. Но финансовые возможности в данном случае ограничены, из-за чего быстрого скачка в развитии не произойдет, но стремиться к этому нужно.

Библиографический список

1. Стратегия экономического развития приморского края [Электронный ресурс] // strategprimorsk 2009–2023. URL : <https://www.economy.gov.ru/material/file/d02f9629c0feccf90a6449ae4647e72c/strategprimorsk.pdf>.
2. Стратегии развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года [Электронный ресурс] // strategy_2030 2005–2023. URL : https://www.rosmorport.ru/media/File/State-Private_Partnership/strategy_2030.pdf.
3. Разработка стратегии диверсификации логистических услуг [Электронный ресурс] // strategprim 2019–2023. URL : <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/189060/1/%D0%9C%D1%8F%D1%D0%3.pdf>.

УДК 656.615

Павел Константинович Мингайла

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: mingajla445@gmail.com

Научный руководитель – Светлана Сергеевна Валькова, канд. техн. наук, доцент

Повышение конкурентоспособности портов Приморского края

Аннотация. Рассматривается конкурентоспособность портов Приморского края и проблемы, влияющие на работоспособность портов, выдвигаются варианты решения этих проблем, опираясь на мнение экспертов в данной области.

Ключевые слова: конкурентоспособность, порт, проблемы, решение, повышение

Pavel K. Mingaila

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: mingajla445@gmail.com

Scientific adviser – Svetlana S. Valkova, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

Improving the competitiveness of the ports of Primorsky region

Abstract. This article presents the competitiveness of the ports of Primorsky region and the problems affecting the efficiency of ports, as well as solutions to these problems are put forward, based on the opinion of experts in this field.

Keywords: competitiveness, port, problems, solution, improvement

Целью исследования является выявление ряда возможностей по повышению конкурентоспособности портов Приморского края.

Задача исследования: разработка рекомендаций по увеличению конкурентоспособности приморских портов.

На побережье Приморского края на участке свыше 900 морских миль расположено 11 морских портов. Самые крупные из них, имеющие большой потенциальный оборот, – Восточный, Ванино, Владивосток, Находка, Пригородное. Однако, например, несмотря на то, что ежегодно в АТР перевозится несколько десятков миллионов транзитных контейнеров, доля России в этом процессе – всего лишь 0,6 %, а приморские порты из 150 млн т грузов, проходящих на Азиатский регион, перерабатывают примерно 1 млн т, т.е. чуть более 0,6 % [8].

Сегодня мы можем сказать, что основной проблемой Приморского края является недостаточная пропускная способность, высокая нагрузка на изношенную техническую базу, а главное – состояние железнодорожных путей и их пропускная способность. Железнодорожные пути являются важнейшим фактором, влияющим на конкурентоспособность портов и всю транспортную систему Дальнего Востока в целом. Для того, чтобы решить эту проблему, необходимо обратить внимание региона на реконструкцию железных дорог, как отдельных ее участков, так и всей системы. Такое действие не может не повлиять на совершенствование логистической системы. Очевидно, что правительству Приморского края следует повлиять на координацию действий между собственниками грузов, а также помочь достичь наилучшего взаимодействия между руководством портов и ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»).

Не менее важными проблемами являются:

1. Отсутствие требуемых мощностей работы порта. Дополнительно можно сообщить о том, что из-за того, что порту не хватает собственных сил, чтобы справиться с поставленными задачами в поставленный срок, он вынужден привлекать дополнительные мощности со стороны самостоятельных компаний. Ситуация, когда порт не является самостоятельным предприятием, теперь обыденная, однако так не было в прошлом. Необходимо вернуться к данному положению, увеличив собственные мощности порта.

2. Отсутствие плана долгосрочного развития морских портов.

3. Ограничения по развитию инфраструктуры порта.

4. Устаревшее и не готовое к требуемым нагрузкам оборудование, сохранившееся со времен СССР.

5. Расположение портов на территории населенных пунктов. Отсутствует обособленность территории – это привело к тому, что порты не могут развивать свою инфраструктуру и изменять логистические подходы. Например, порт Находка не может создавать новые логистические центры, а также реконструировать железнодорожные и автомобильные пути. Именно так влияет на порт его расположение внутри городских границ [1].

Таким образом, мы назвали основные проблемы, которые тормозят развитие портов Приморского края и тем самым снижают их конкурентоспособность.

Сценарии развития морских портов. Российская Федерация постоянно ставит перед собой задачи развития транспортно-логистических центров. Инфраструктура различных видов транспорта (автомобильная, морская, воздушная, железнодорожная) Приморского края не является исключением, а, напротив, имеет преимущественные стратегии развития. Правительство страны выдвигает собственную стратегию, придерживаясь которой, можно достичь наивысших показателей конкурентоспособности портов.

Федеральная стратегия развития портовой инфраструктуры на перспективу до 2030 г. включает в себя решение следующих задач:

1. Порты РФ должны иметь требуемый показатель мощностей для перевалки и хранения грузов.

2. Порты РФ должны достигнуть высокой экономической эффективности в развитии инфраструктуры.

3. Необходимо выстроить механизм обеспечения уровня международной конкурентоспособности.

4. Следует обеспечить безопасность функционирования порта и применение инноваций в развитии морского транспорта.

5. Необходимо решить задачи, связанные с экологией, политикой, социальной средой и экономикой морских портов.

6. Следует урегулировать взаимодействие предпринимательства и органов исполнительной власти регионов и федераций. Закончить разработку данной стратегии и утвердить её [3].

Варианты развития морских портов не ограничиваются предложенной стратегией. Существует множество различных предложений о развитии конкурентоспособности, однако они отличаются тем, что опираются на гипотезы, которые учитывают факторы (внутренние и внешние), а также адекватно оценивают грузовую базу.

Пути и сценарии развития морских портов:

1. Самостоятельность в решении данных проблем, конечно, проявляет администрация порта. Ей нужен результат сейчас, и они надеются, но не ждут помощи со стороны. Например, чтобы снизить нехватку перевалочных мощностей, они используют полувагоны, обустроив сухие порты – это участки складирования контейнеров. Эксперты, в свою очередь, уже предвидят рост спроса на автоперевозки – перевалку грузов в фуры и железнодорожные вагоны с сухих терминалов.

2. Специалисты в данной области в одной из крупных Восточных стивидорных компаний также считают, что увеличенная пропускная способность терминала будет способствовать долгосрочному росту контейнерного рынка и внешней торговли России через

дальневосточные порты. Однако они указывают: без дальнейшего развития железнодорожной инфраструктуры порта, включая развитие станции Находка-Восточная, инвестиции в терминал не принесут желаемого результата [7].

3. Улучшение работы портов является основным фактором роста экономических позиций России в Азиатско-Тихоокеанском регионе (АТР). В настоящее время грузооборот и производственные характеристики морских портов и терминалов Приморского края несопоставимы с аналогичными показателями портов преимущественно крупных и экономически развитых стран Тихоокеанского бассейна – Австралии, Канады, Китая, Кореи, Сингапура, США, Японии и др. [6].

Цели и задачи развития морских портов. Основной целью реализации стратегии развития инфраструктуры морских портов является удовлетворение потребностей российской экономики, внешней торговли и населения в грузоперевозках и обеспечение безопасности судоходства в морских портах и на подходах к ним путем формирования инновационной инфраструктуры морских портов, интеграции их в транспортные центры при стимулирующей роли государства в их комплексном развитии.

Конкурентоспособность означает увеличение пропускной способности портов и объема перевозок грузов через внутренние порты, повышение качества предоставляемых услуг, снижение долевых затрат на перевозку одной тонны груза и стоимости входа судна во внутренние порты. Достижение этой цели позволит удовлетворить потребности российской экономики в услугах морских портов для обеспечения перевозки грузов по всем направлениям (экспорт, импорт, транзит, каботаж) путем реконструкции существующих мощностей и строительства новых объектов, привлечения инвестиций в российские порты и обеспечения их комплексного развития. Предоставление всех портовых услуг к 2030 году должно выйти на качественно новый уровень, особенно в том, что касается комплексной безопасности судоходства в акватории морских портов и на подходах к ним. Реализация этой цели позволит достичь безопасного уровня эксплуатации портовой инфраструктуры, соответствующего международным и национальным требованиям, повысит безопасность судоходства в акватории морских портов и на подходах к ним, экологическую и контртеррористическую безопасность [2].

Для достижения основных целевых ориентиров Стратегии необходимо решение следующих основных задач развития морских портов России:

1. Увеличение портовых мощностей и обеспечение эффективного развития портовой инфраструктуры;

2. Обеспечение безопасного функционирования морской портовой инфраструктуры и морского транспорта.

3. Создание условий, повышающих конкурентоспособность отечественных морских портов.

4. Совершенствование государственного управления в сфере морского портового хозяйства [4].

Прогноз грузовой базы российских портов. Грузоперевозки (общий объем с 2011–2030 гг.) должен возрасти в 1,7–2,5 раза, его оценивают в 985,3–1287 млн т. Образование грузопотоков будет происходить в основном внутренними отделами экономики. Экспертная записка к 2034–2035 году говорит о том, что нас ожидает ускоренный темп роста, приблизительно в 1287 млн т. Такая ситуация происходит из-за освоения Арктики и роста потенциала мировой торговли в Азиатско-Тихоокеанском направлении. Благоприятно сказались укрепление связей во внешней экономике с быстро развивающимися странами АТР. Получается, что доля грузоперевозок морских портов ДВ, составлявшая от общего объема в 2011 г. 19,64 %, к 2030 году возрастёт до 22,6–23,9 % [5].

Таким образом, грузовая база ДВ бассейна будет обеспечена разнообразием ресурсов Дальнего Востока и Сибири. Дополнительно обеспечение грузовой базы произведёт транспортный коридор Восток-Запад (контейнерные перевозки). Конечно, невозможно го-

ворить о перспективах развития пропускной способности Приморского края и всего Дальнего Востока без дальнейшей реконструкции сети железных дорог.

Направление Дальнего Востока к 2030 г. будет иметь увеличение спроса на грузоперевозки в размере до 234,103 млн т [9].

Библиографический список

1. Конкуренентоспособность морских портов Дальнего Востока и проблемы формирования их грузовой базы. URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/konkurentosposobnost-morskih-portov-dalnego-vostoka-i-problemy-formirovaniya-ih-gruzovoy-bazy> (дата обращения : 05.04.2022).

2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662- р. URL : <http://www.ifar.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf> (дата обращения : 06.04.2022).

3. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры Российской Федерации до 2030 года (проект). URL : <http://www.rosmorport.ru/seastrategy.html> (дата обращения : 04.04.2022).

4. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. URL : http://rosavtodor.ru/information/Osnovnye_dokumenty/transportnaya_strategiya_rf_na_period_do_2030_goda.html (дата обращения : 10.04.2022).

5. Транспортная инфраструктура востока России. URL : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17846706> (дата обращения : 07.04.2022).

6. Официальный интернет-сайт ФГУП «Росморпорт». Информация о морских портах России. URL : <http://rosmorport.ru> (дата обращения : 08.04.2022).

7. Давыденко А.А. О развитии портов в рамках государственной программы. URL : http://mastergrupp.ru/publications/aleksandr_davydenko_o_razvitii_portov_v_ramkah_gosudarstvennoj_programmy.html (дата обращения : 07.04.2022).

8. НеХабный край. URL : <http://www.konkurent.ru/list.php?id=2382> (дата обращения 03.04.2022).

9. Министерство транспорта Российской Федерации. URL : <https://mintrans.gov.ru/ministry/results/180/events> (дата обращения : 07.04.2022).

УДК 621.791

Сергей Олегович Пеньков

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. СМС-212, Россия, Владивосток, e-mail: penkovs99@mail.ru

Научный руководитель – Татьяна Евгеньевна Коршунова, канд. техн. наук, доцент

Современные методы сварки судовых конструкций и перспективы их развития

Аннотация. Рассмотрены традиционные и современные методы сварки судовых конструкций и перспективы их развития.

Ключевые слова: судостроение, судостроительные сварочные технологии, качество сварных швов

Sergey O. Penkov

Far Eastern State Technical Fisheries University, SMS-12, Russia, Vladivostok, e-mail:
penkovs99@mail.ru

Scientific adviser – Tatiana E. Korshunova, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

Modern methods of welding of ship constructions and perspective of their development

Abstract. Traditional and modern methods of welding of the ship are considered constructions and perspective of their development.

Keywords: shipbuilding, ship-building welding techniques, quality welds

Сварочное производство является одним из ведущих технологических процессов обработки металлов в области судостроения, который позволяет снизить себестоимость судовых конструкций и деталей, уменьшить их вес, дает возможность объединить в одно целое разнородные материалы, а также части конструкций, изготовленных другими методами, например кованные и литые. Замена клепаных соединений на цельносварные позволила изготавливать прочные облегченные корпуса судов секционным методом.

Развитие проектов в судостроении, особенно для работы в районах с суровыми погодными и климатическими условиями (севера, тропиков), ставят перед инженерами сложные задачи, которые выдвигают особые требования к материалам и технологиям: судно должно быть конструктивно надежным, материалы – коррозионно-стойкими и способными выдерживать циклические нагрузки. Работоспособность и прочность судовых металлоконструкций в значительной степени определяется качеством сварных соединений [1, 2].

Процесс сварки заключается в создании неразъемного соединения путём установления межатомных и межмолекулярных связей между свариваемыми частями изделия при их нагреве или пластическом деформировании либо при совместном действии того и другого.

Наиболее распространённым способом сварки в судостроении является электродуговая сварка, кроме которой также применяются автоматическая сварка под слоем флюса, газовая, сварки MIG – Metal Inert Gas и MAG – Metal Active Gas (полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде инертного или активного газа соответственно) и др. Рассмотрим некоторые из них.

Технологии сварки MIG и MAG схожи. Сварка MIG происходит благодаря полуавтоматическому процессу соединения металлов при подаче присадочной проволоки, а защиту выполняет инертный газ, не участвуя в сварочном процессе. Будучи тяжелее воздуха, он обволакивает сварочную ванну, препятствуя окислению расплавленного металла. В процессе MAG-сварки применяется активный защитный газ, участвующий в образовании сварного шва непосредственно. К преимуществам этих способов можно отнести простоту технологий, высокое качество шовного соединения, отсутствие необходимости производить последующую обработку шва. Данные швы выполняются без остановки и повторной активации дуги. Методы MIG и MAG хорошо зарекомендовали себя при сварке как низко-, так и высоколегированных нержавеющей сталей, а также конструкций из алюминия и его сплавов. Минусами способов является то, что необходимо наличие газового баллона и использование на открытом воздухе ограничено [3].

Плазменная сварка основана на интенсивном нагреве и плавлении материала по краям соединяемых деталей с помощью плазмы. Ионизированный газ образуется в результате горения сварочной дуги в условиях высокого давления. При этом виде сварки используются плазмотроны или горелочные устройства, которыми оснащены аппараты плазменной сварки, выполняющие сварку и резку заготовок практически из всех металлов периодической системы элементов Менделеева. Осуществление плазменной сварки возможно при различных значениях тока. К преимуществам способа можно отнести высокую скорость плавления заготовок, получение точных швов высокого качества, ровные края разрезаемых деталей, экологичность, безопасность и простоту использования. Основным отрицательным аспектом – необходимость в дорогостоящем оборудовании и контроле охлаждения плазмотрона [4].

Дуговая сварка под флюсом используется для изготовления деталей из высоколегированных марганцевых, никелевых или фтористых сталей, при этом сварочная ванна и шов защищены от окисления слоем флюса в виде порошка или гранул. В дополнение к функции защиты свариваемого сплава от окисления флюс «флюссирует» образовавшийся шов марганцем и кремнием, что повышает его прочность и однородность. Благодаря своим неоспоримым преимуществам, таким как точность, скорость процесса и защита шва от коррозии, дуговая сварка под флюсом применяется практически во всех областях металлообработки. Недостатками данного способа являются сложность оборудования, невозможность сварки на воздухе, вертикальное положение шва и неровные края поверхности свариваемых объектов, что снижает качество сварки [5].

Все большую популярность приобретает способ лазерной сварки как наиболее технологичный. Её используют для соединения деталей за счет локального плавления. Этот технологический процесс осуществляется с высокой скоростью, дает гладкий шов и не оставляет следов деформации. Появление установок на базе CO₂-лазеров мощностью от 2 до 10 кВт позволило выполнять раскрой материала толщиной 20 мм и более по заданному контуру. При лазерной сварке используют автоматические, полуавтоматические и роботизированные сварочные аппараты. Роботизация способствует повышению производительности производства и качества сварных деталей [6, 7].

Бурное развитие судостроения в связи с постоянно увеличивающимся спросом на морские грузоперевозки в различных частях мира требует более высокого качества и улучшения характеристик судовых деталей и конструкций при их длительной эксплуатации. Немаловажную роль при этом играет развитие сварочного производства, поэтому наряду с традиционными способами разрабатываются и внедряются новые технологии сварки, способствующие улучшению показателей процесса: экономии расходных материалов, уменьшению деформации металла и повышению качества соединения, получению сварных швов, не уступающих по прочности основному металлу конструкций и др. [8, 9].

Внедрение технологии гибридной сварки, при которой лазерный луч и электрическая дуга воздействуют на шов одновременно, позволило решить проблему прочности сварного соединения, приблизив ее к прочности цельного металла, особенно при соединении листо-

вой стали тугоплавких марок. Благодаря сочетанию лазерной и дуговой технологий увеличивается как глубина проплавления, так и скорость сварки. Эффективность применения гибридной сварки в судостроении также повышается за счет ее высокой способности к перекрытию зазоров (рисунок).



Эффективность использования гибридной технологии сварки [9]

Метод магнитоуправляемой электросварки (MES) разработан и успешно внедряется для сварки крупногабаритных изделий из титана и его α - и $\alpha+\beta$ -сплавов. При этом способе сварка производится в шлаковых и металлических ваннах при токе до 12 000 ампер и напряжении до 36 В, которые создаются устройством с магнитопроводом с четырьмя диаметрально противоположными полюсами, что обеспечивает расширение технологических возможностей процесса за счет увеличения пределов регулирования напряжения и параметров магнитного поля. Образующийся сварной шов практически свободен от примесей и газовых пор, что обеспечивает высокую прочность соединения при толщине металла от 30 до 600 мм, позволяющую использовать сварное изделие в условиях высоких динамических и статических нагрузок.

Наиболее современным направлением в развитии сварочного производства являются технологии компьютерного моделирования процесса сварки, повышая в значительной мере его эффективность посредством существенного снижения деформации свариваемых деталей и конструкций. Использование при этом искусственного интеллекта позволяет получать непрерывную информацию о зонах термического влияния сварного шва, способствуя своевременному реагированию на режим сварки и, как следствие, на получение сварного шва высокого качества. Моделирование процесса сварки выполняется на основе теплового расчета путем калибровки виртуальных источников тепла вдоль всего сварного шва. Компьютерное моделирование позволяет внедрять технологии и методы сварки, которые недоступны для выполнения сварщиком. В этом случае сварщик выступает в роли оператора процесса, определяя параметры сварки, а программа выбирает оптимальные значения и осуществляет контроль качества сварного соединения.

Анализ традиционных и новых более совершенных способов сварки, применяемых в судостроении, позволяет сделать вывод, что и те, и другие еще далеки от совершенства. Одни более экономичны, но при этом страдает качество сварного соединения, другие, наоборот, позволяют получить прочный и надежный сварной шов, но требуют применения

дорогого и сложного оборудования, высокой квалификации специалистов при его обслуживании, увеличивая стоимость производства в несколько раз. Исходя из этого очевидно, что сварочное производство в области судостроения, а также и в других отраслях нуждается в усовершенствовании и развитии. Наибольших успехов в этом направлении достигли такие отечественные компании, как Технологический центр «ТЕНА», «Инженерный и технологический сервис», «Центр технологии судостроения и судоремонта» (г. Санкт-Петербург) и др.

Библиографический список

1. Судоремонт от а до я: общие сведения о сварке судостроительных материалов [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://sudoremont.blogspot.com/2015/02/svedeniya-o-svarke.html?ysclid=lfkzaumw9544608483> (дата обращения : 15.03.2023).
2. Характеристика судовых конструкций и технические требования к их соединениям под сварку [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://msd.com.ua/osnovy-svarki-sudovyx-konstrukcij/xarakteristika-sudovyx-konstrukcij-i-texnicheskie-trebovaniya-k-ix-soedineniyam-pod-svarku/?ysclid=lfkzcppe92586037947> (дата обращения : 15.03.2023).
3. Сварка MIG: расшифровка, плюсы и минусы сварки [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://tutsvarka.ru/vidy/svarka-mig?ysclid=lfp3cbuan2840008509> (дата обращения : 16.03.2023).
4. Принцип работы плазменной сварки, доступные способы [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://svarkoy.ru/teoriya/plazmennaya-svarka.html?ysclid=lfp45em7ml304763674> (дата обращения : 16.03.2023).
5. Сварка под флюсом: сферы применения, оборудование, выбор режимов [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://vt-metall.ru/articles/764-svarka-pod-flyusom/?ysclid=lfp50nwlbk627944784> (дата обращения : 18.03.2023).
6. Все о лазерной сварке: преимущества и недостатки, характеристика, виды, дефекты [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://laserstore.ru/blog/vse-o-lazernoj-svarke/> (дата обращения : 18.03.2023).
7. Бишоков Р. В., Гежа В. В., Пронин-Валсамаки М. М., Старцев В. Н. Лазерные технологии для сварки в судостроении [Электронный ресурс] // Судостроение. 2014. № 8. Режим доступа : свободный. URL : <https://naukarus.com/lazernye-tehnologii-dlya-svarki-v-sudostroenii> (дата обращения : 22.03.2023).
8. Горшкова О.О. Новые технологии в сварочном производстве [Электронный ресурс] // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 2. Режим доступа : свободный. URL : <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38487> (дата обращения : 22.03.2023).
9. Технология LaserHybrid в судостроении [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : http://tctena.ru/pdf/11_laser_hybrid.pdf (дата обращения : 28.03.2023).

УДК 656.615

Дарья Олеговна Письмак

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: darapismak24@gmail.com

Научный руководитель – Светлана Сергеевна Валькова, канд. техн. наук, доцент

Основные проблемы и перспективы модернизации портовой инфраструктуры Приморского края в современных условиях

Аннотация. Приведены основные проблемы портов Приморского края, касающиеся портовой инфраструктуры, а также перспективы развития портов на данный момент.

Ключевые слова: порт, инфраструктура, экология, проблемы, развитие

Daria O. Pismak

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: darapismak24@gmail.com

Scientific adviser – Svetlana S. Valkova, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

The main problems and prospects for the modernization of the port infrastructure of Primorsky Krai in modern conditions

Abstract. This article presents the main problems of the ports of Primorsky Krai concerning the port infrastructure, as well as the prospects for the development of ports at the moment.

Keywords: port, infrastructure, ecology, problems, development

В данной статье приведены основные проблемы портов Приморского края, касающиеся портовой инфраструктуры, а также перспективы развития портов на данный момент.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что в связи с жесткими санкциями грузопотоки с западного направления сместились на восточное. На данный момент такое решение связано с укреплением внешнеэкономических связей России со странами Азиатско-Тихоокеанского региона. Такое перенаправление грузопотоков позволило многим компаниям Приморского края открыть новые линии по доставке грузов в Китай.

Например, компания FESCO добавила к своим маршрутам китайский порт Ксинганг. ООО «Восточная стивидорная компания» начала работать с новым контейнерным сервисом линии SITC, связанным с ведущей транспортно-логистической компанией внутриазиатского региона, а также открыла для себя новые китайские направления – Циндао, Нинбо, Тяньцзинь и Тайцан.

Однако резкое увеличение грузопотока в Приморском крае привело к перегрузке портов, росту оборота контейнеров и перегрузке портовых мощностей. По итогам января-ноября совокупный контейнерооборот портов Дальневосточного бассейна увеличился на 8,3 % и составил 2,08 млн TEU. В прошлом году было перевалено 1,92 млн TEU. Транзит вырос на 20 %, экспорт – на 19 %, каботаж и импорт – на 3 %. Суда, ожидая очереди, по долгу стоят на рейде, а логистические компании жалуются на долгую обработку грузов.

В условиях возникшей ситуации пострадали не только порты Приморского края, но и жители Сахалина, Магадана и Камчатки. снабжение этих территорий осуществляется именно морским транспортом, а перегруженность портов не позволяет доставить продовольственные грузы в срок [1].

Именно поэтому необходимо рассмотреть основные проблемы развития портовой инфраструктуры Приморского края, а также ее перспективы на данный момент.

Но прежде чем приступить к выявлению проблем, необходимо понять, из каких элементов состоит портовая инфраструктура.

Под инфраструктурой порта понимается движимое и недвижимое имущество, обеспечивающее функционирование порта и оснащенное акваториями, гидротехническими сооружениями, доками, причалами, буксирами, ледоколами и другими судами портового флота, навигационным оборудованием и другими объектами судоходства. Сюда также относятся системы управления движением судов, информационные системы, перегрузочные комплексы, железнодорожные и автомобильные подъездные пути, объекты тепло-, газо-, водо- и электроснабжения и другим оборудованием.

Одна из главных проблем – текущее отставание портовой инфраструктуры для обслуживания увеличившихся в размерах судов, а также для сокращения времени обработки и оформления контейнеров и обеспечения высокого уровня логистических операций.

Портовая инфраструктура Приморского края влияет как на условия жизни обычных граждан, так и на экономику, и на деятельность, которая заключается в организации оптимальной сбытовой сети для эффективных продаж производимых товаров.

Развитие портовой инфраструктуры имеет большое значение для обеспечения интересов Российской Федерации во внешней торговле и внутренней экономической деятельности, региональной связанности и национальной безопасности страны.

Проблемы текущего отставания инфраструктуры, а именно – необходимость экологической свалки для углубления дна в портах и капитальный ремонт причальных стенок, обсуждались и на круглом столе [2].

Одна из причин данной проблемы – отсутствие четкой государственной программы с конкретными планами и целевыми показателями развития различных портовых и транспортных услуг на определенный период времени. Существует лишь общая долгосрочная программа по развитию транспортной системы в целом (Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года), и отсутствие полноценного контроля качества реализации этой программы затрудняет оценку того, в какой степени достигаются целевые показатели.

Причиной невозможности расширения и развития инфраструктуры портов также является их расположение в черте густонаселенных городов, таких как Владивосток, Находка. Строительство новой портовой инфраструктуры, подъездных железнодорожных и автомобильных путей повлияет на уровень жизни людей, их здоровье и на экологию в целом.

Следует отметить, что портовая инфраструктура в Приморском крае сейчас развивается слабо и медленно, хотя благодаря своему экономико-географическому положению имеет огромный потенциал.

Второй ключевой проблемой, снижающей эффективность работы портов, является использование устаревшего оборудования советской эпохи и высокий уровень износа транспортных средств. Такая техника не может обеспечить повышенную надежность и экономичность эксплуатации, требует модернизации и технического переоснащения. Использование устаревшего технического оборудования снижает эффективность и скорость операций по обработке грузов в морских портах [3].

Примером может послужить случай, заснятый на камеру очевидцами: 19 сентября 2018 г. в п. Славянка разломился на части и затонул плавучий док. Чрезвычайная ситуация произошла во время выполнения доковой операции. Плавучий док дал заметный крен, после чего по нему стали скатываться установленные по бортам краны. Один из кранов рухнул и переломился в двух местах. Второму крану удалось сохранить вертикальное положение, но он тоже получил серьезные повреждения. На одном из кранов находилась крановщица, но ей удалось вовремя покинуть место происшествия.

По свидетельствам очевидцев, причина инцидента заключалась в том, что док из-за длительного использования просто прогнил. Несколько лет назад он уже пару раз ломался.

Вышеописанный случай дает понять, что любая поломка техники в порту Приморского края не только грозит долгими простоями судов, задержкой большого количества контейнеров и крупными финансовыми потерями, но и может нанести вред здоровью работникам портов.

Именно поэтому морскому транспорту, в условиях постоянно меняющихся условий осуществления погрузо-разгрузочной деятельности и неожиданных сбоев обязательно нужно идти в ногу со временем и обеспечивать устойчивость к воздействию внешних факторов.

Третья проблема – взаимодействие портов с авто- и железными дорогами. Основным сдерживающим фактором развития портов являются железнодорожные подходы, так как значительная часть грузопотоков, те же самые контейнеры, доставляется в порты именно по железной дороге. Проблема заключается в том, что железнодорожные подходы отстают от развития производственных мощностей портовых перегрузочных средств. Ситуация усугубляется тем, что пропускные способности российских железных и автомобильных дорог и морских портов использованы почти до максимума и не обладают запасом мощности, способным сглаживать возникающие внештатные ситуации. В некоторых точках загрузка инфраструктуры доходит до 100 %. Следовательно, случается довольно долгая задержка грузов.

Также нередки случаи скопления вагонов на ближайших станциях из-за малого количества складских помещений для разного вида грузов.

В случае простоя поездов РЖД попытается получить штраф с порта, а порт будет увиливать от выплат. Проблема заключается в отсутствии в России законодательства по комбинированным перевозкам, которое могло бы регламентировать отношения всех участников процесса [4].

Та же самая ситуация наблюдается и в случае автомобильных перевозок. На подходах к порту выстраиваются колоссальные очереди. Автомобили простаивают. Перевозчики теряют деньги, растет недовольство как городского населения, так и властей.

И четвертая проблема – экология. Шумовые загрязнения, привнесение в экосистему чужеродных гидробионтов с льяльными и балластными водами, наращивание мощностей порта путем присваивания порту особо охраняемых территорий, загрязнение близлежащих акваторий – все это вредит не только окружающей среде, но и здоровью местного населения.

Но, несмотря на все проблемы, порт Владивосток благодаря своему географическому расположению и связям со странами АТР имеет огромные перспективы в будущем.

2022 и 2023 гг. стали периодом реализации многих проектов. Так, 15 ноября 2022 г., руководство, возглавляемое Олегом Кожемякой, приняло решение о строительстве морского порта в бухте Безымянная под названием «Аврора». Проект обещают завершить к 2030 г.

Основное назначение порта – прием грузов из железнодорожных вагонов, накопление, кратковременное хранение и погрузка их в морские суда. Пропускная способность порта составит 35 млн т в год. Юрий Аленичев, являющийся генеральным директором ООО «Морской Порт Аврора», отметил, что порт строится, исходя из современных экологических требований.

«При строительстве порта будут использоваться современные технологии для охраны воздуха, воды, почвы, а отходы производства будут вовлечены в хозяйственный оборот. Будут созданы онлайн-системы экологического мониторинга, в частности, проектом предусматриваются программы экологического контроля на период строительства и эксплуатации. Будет установлена автоматическая система онлайн-мониторинга качества атмосферного воздуха с передачей данных в Росприроднадзор».

Также данный проект предусматривает экомониторинг, благодаря которому местные жители Приморского края смогут следить за строительством порта Аврора.

Еще один проект, который берет свое начало с 2013 г., связан со строительством порта Суходол.

Цель проекта – строительство специализированного угольного перегрузочного комплекса в районе б. Суходол Приморского края для облегчения доступа к портовой инфраструктуре малых и средних угледобывающих предприятий.

Первый этап проекта заключается в строительстве угольного терминала и увеличении его портовой мощности от 6 до 20 млн т в год. Второй этап проекта предполагает строительство глубоководного контейнерного терминала мощностью 3 млн TEU, третий этап – строительство терминала для зерновых грузов.

На данный момент проект находится на завершающем этапе реализации. Ведутся заключительные работы по гидротехническим и береговым объектам, строительство железнодорожной инфраструктуры, монтаж и пусконаладка технологического оборудования.

Завершение проекта запланировано на сентябрь 2023 г. [5].

Таким образом, в современных условиях развитие портовой инфраструктуры в Приморском крае рассматривается как возможность интеграции российской экономики со странами Азиатско-Тихоокеанского региона. Решение вышеприведенных проблем, а именно – текущей отсталости портовой инфраструктуры, использования устаревшего оборудования, существующих проблем взаимодействия портов со смежными видами транспорта, проблем экологии, а также строительство новых современных высокотехнологичных портовых мощностей позволят вывести порты Приморского края на новый уровень развития.

Библиографический список

1. Порты Дальнего Востока загружены на 95% – 115% ДВТУ [Электронный ресурс] // Portnews.ru. URL : <https://portnews.ru/news/337534/> (дата обращения : 11.04.2023).
2. Порты Дальнего Востока: перспективы и ограничения, надежды и красивые обещания [Электронный ресурс] // Dvcapital.com. URL : <https://dvkapital.com/archives/3378/> (дата обращения : 11.04.2023).
3. Проблема технически устаревшего оборудования и способы его решения [Электронный ресурс] // Dvcapital.com. URL : <https://technology.snauka.ru/2017/01/11696> (дата обращения : 11.04.2023).
4. Порт: трудности взаимодействия [Электронный ресурс] // Company.rzd.ru. URL : <https://company.rzd.ru/> (дата обращения : 11.04.2023).
5. Новый специализированный порт на Дальневосточном побережье Российской Федерации [Электронный ресурс] // Morproekt.ru. URL : <https://morproekt.ru/projects/425-stroitelstvo-spetsializirovannogo-ugolnogo-pereguzochnogo-kompleksa-v-rajone-bukhty-sukhodol-dalnevostochnoe-poberezhe-rossijskoj-federatsii> (дата обращения : 11.04.2023).

УДК 656.61

Дарья Александровна Салиенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ВТб-412, Россия, Владивосток, e-mail: salienkodasha@gmail.com

Научный руководитель – Владимир Евгеньевич Вальков, канд. техн. наук, доцент

Предпосылки развития экспортных грузопотоков из стран Юго-Восточной Азии через порты Дальнего Востока

Аннотация. Дальний Восток – один из самых развивающихся регионов нашей страны, который позволяет вести внешнеэкономическую деятельность с большинством стран мира. Дальневосточный регион является естественными морскими воротами России в Азиатско-Тихоокеанский регион. Одним из перспективных направлений является экспорт из стран Юго-Восточной Азии, что обусловлено низкой себестоимостью готовой продукции и относительно недорогой морской логистикой.

Ключевые слова: Дальний Восток, внешнеэкономическая деятельность, товарооборот, экспорт, Юго-Восточная Азия, страны АСЕАН

Darya A. Salienko

Far Eastern State Technical Fisheries University, VTb-412, Russia, Vladivostok, e-mail:
salienkodasha@gmail.com

Scientific adviser – Vladimir E. Valkov, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

Prerequisites for the development of export cargo flows from Southeast Asian countries through the ports of the Far East

Abstract. The Far East is one of the most developing regions of our country, which allows foreign economic activity with most countries of the world. The Far Eastern region is Russia's natural sea gateway to the Asia-Pacific Region. One of the promising areas is exports from Southeast Asian countries, which is due to the low cost of finished products and relatively inexpensive maritime logistics.

Keywords: Far East, foreign economic activity, trade turnover, export, Southeast Asia, countries ASEAN

Дальний Восток является стремительно развивающимся регионом, который решает важные экономические вопросы между Россией и зарубежными странами. Одной из основных целей внешнеторговой политики России является интеграция российской экономики в Азиатско-Тихоокеанский регион. На этот регион приходится большая часть импортно-экспортных отношений, здесь производятся товары, которые невыгодно завозить из западной части страны. Это создает возможности для расширения внешнеторговых связей между странами-партнерами. Благодаря своей обширной территории и богатым ресурсам Дальневосточный регион является естественными воротами для выхода России в Азиатско-Тихоокеанский регион [1].

Для развития внешней торговли на Дальнем Востоке важно было иметь возможность перевозить товары по морю, что снижало бы стоимость и время транспортировки. Тихоокеанское побережье России имеет типичную протяженность, что делает возможным

строительство крупных портов. Южная часть береговой линии обращена к Японии, Австралии и Юго-Восточной Азии, а северная – к США и Канаде.

На Дальнем Востоке также имеется ряд крупных портов с объемами грузооборота в миллионы тонн: порты Приморского края – Владивосток, Восточный, Находка, Посыет и Пластун; Ванино и Де-Кастри – в Хабаровске; Холмск, Корсаков и Углегорск – на Сахалине; Магадан – на севере; Петропавловск-Камчатский – на Камчатке.

Порты Приморского края находятся на побережье Японского моря, которое является незамерзающим, что позволяет вести внешнеэкономическую деятельность круглогодично.

Одним из перспективных направлений является экспорт товаров из стран Юго-Восточной Азии: Бруней, Вьетнам, Индонезия, Лаос, Камбоджа, Малайзия, Мьянма, Сингапур, Таиланд, Филиппины [2]. Все эти страны на данный момент входят в Ассоциацию государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН), которая была образована 8 августа 1967 г. На момент образования в АСЕАН входили Индонезия, Малайзия, Сингапур, Таиланд и Филиппины [3].

Наиболее активное взаимодействие России с АСЕАН началось 1996 г., и сейчас страны находятся в полномасштабном партнерстве. Изначально оно начиналось с вопросов о борьбе с международным терроризмом и по делам мира и безопасности, но сейчас также немаловажным вопросом остается экономическое развитие между странами.

Сегодня АСЕАН доминирует в мировом производстве и экспорте товаров и является одним из основных центров экономического роста и технологического развития в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Например, Вьетнам экспортирует в Россию такие товары, как морепродукты, овощи и фрукты, кофе, товары легкой промышленности, обувь, компьютерную технику, телефоны и аксессуары. Бруней поставляет нашей стране в основном металлы и изделия из них, транспорт, изделия из текстиля. Индонезия экспортирует жиры и масла, табак, пластмассы, машины и оборудование, текстильную продукцию, пищевые продукты и напитки. Малайзия – драгоценности, изделия из камня, керамики и стекла, минеральные продукты, продукты растительного происхождения. Сингапур – продукцию химического производства, машины и оборудование, пластмассы. Таиланд – изделия из кожи и меха, древесину и изделия из нее, книги, бумагу и картон, произведения искусств и антиквариат. Однако это далеко не все товары, которые ввозятся в Россию – сумма экспорта составляет более 3,77 млрд \$ (таблица) [4].

Сумма экспорта в \$ США из стран Юго-Восточной Азии в Россию

Страна	Сумма экспорта, \$
Вьетнам	1,51 млрд
Бруней	3,82 тыс.
Индонезия	780 млн
Малайзия	542 млн
Сингапур	156 млн
Таиланд	526 млн
Лаос	3,2 млн
Камбоджа	67,6 млн
Мьянма	50,3 млн
Филиппины	135 млн
ВСЕГО	3,77 млрд

На конец 2022 г., по данным Таможенной статистики РФ, импорт товаров в Россию из стран АСЕАН составил 7,9 % от всего импорта [5].

Одним из наиболее важных факторов, которые оказывают влияние на экспорт различных товаров из стран Юго-Восточной Азии в Россию, является низкая себестоимость готовой продукции. Это обусловлено тем, что данные страны относятся к развивающимся, соответственно цена готовой продукции здесь ниже, чем у стран с переходной экономикой или развитых, а качество ввозимой продукции не уступает. Хотя продукты, например, питания, овощи и фрукты производят в России, порой их выгоднее привезти из-за рубежа, чем из западных регионов.

Важно также отметить, что наиболее выгодным сообщением является именно морская перевозка. Из Сингапура во Владивосток она займет около 10 дней при хороших погодных условиях, а до Магадана – 14 дней. Далее эти товары можно будет отправлять в остальные регионы России железнодорожным или автомобильным транспортом [6].

Взаимодействие в транспортном секторе представлено надежными, безопасными и экономически эффективными логистическими цепочками, которые позволяют России вести внешнеэкономическую деятельность со странами АСЕАН. Поэтому транзит грузов из стран АСЕАН рациональнее осуществлять через порты Приморья и Дальнего Востока.

Взаимоотношения со странами АСЕАН играют важную роль для социально-экономического развития Российской Федерации. Сегодня правительство РФ уделяет большое внимание к развитию регионов Сибири и Дальнего Востока, что позволит повысить потенциал внешнеэкономических связей России со странами Азиатско-Тихоокеанского региона. Этому могут способствовать интегрированные экономические отношения Российской Федерации с АСЕАН.

На сегодняшний день у России есть все условия, чтобы использовать огромный потенциал для торгово-экономического развития нашей страны и АСЕАН.

Таким образом, можно сделать вывод, что взаимодействие России со странами АСЕАН имеет большой экономический потенциал для развития Дальневосточного региона, поможет укрепиться РФ на международном рынке, в частности в Тихоокеанском регионе.

Библиографический список

1. Внешнеэкономические связи Дальнего Востока [Электронный ресурс] // Молодой ученый : международный научный журнал. Вып. 20 (154)/2017. С. 266. URL : Внешнеэкономические связи Дальнего Востока | Статья в журнале «Молодой ученый» (moluch.ru) (дата обращения : 19.03.2023).

2. FAQ / Россия – АСЕАН / Саммит Россия – АСЕАН 2016 / [Электронный ресурс]. URL : <http://russia-asean20.ru/docs/about/faq.html> (дата обращения : 19.03.2023).

3. Ассоциация государств Юго-Восточной Азии [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. URL : Ассоциация государств Юго-Восточной Азии – Википедия (wikipedia.org) (дата обращения : 19.03.2023).

4. Экспорт и импорт России по товарам и странам [Электронный ресурс] // Ru-Stat. URL : Экспорт и импорт России по товарам и странам (ru-stat.com) (дата обращения : 20.03.2023).

5. SEARATES / Калькулятор расстояний / [Электронный ресурс]. URL : International Container Shipping | Online Freight Marketplace (searates.com) (дата обращения : 20.03.2023).

6. Федеральная таможенная служба / Таможенная статистика / [Электронный ресурс]. URL : Федеральная таможенная служба (customs.gov.ru) (дата обращения : 24.03.2023).

УДК 656.615

Александра Сергеевна Сылко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. УТб-412, Россия, Владивосток, e-mail: sylko12-03@mail.ru

Научный руководитель – Л.И. Юденкова, доцент

Переработка контейнеров АО «Находкинский морской рыбный порт»

Аннотация. Контейнерооборот портов Дальневосточного бассейна в настоящее время занимает ведущее место в общем объеме по грузообороту. Из-за сложившейся ситуации в мире большое количество портов загружено контейнерами, а показатели перегрузки данного вида груза резко возросли. Это не обошло стороной и АО «Находкинский морской рыбный порт».

Ключевые слова: порт, контейнерооборот, грузооборот, перевалка грузов, обслуживание судов

Alexandra S. Sylko

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-412, Russia, Vladivostok, e-mail: sylko12-03@mail.ru

Scientific adviser – L.I. Yudenkova, Associate Professor

Container processing by «Nakhodka Sea Fishing Port» JSC

Abstract. Container turnover of the ports of the Far Eastern basin currently occupies a leading place in the total volume of cargo turnover. Due to the current situation in the world, a large number of ports are loaded with containers, and the overload rates of this type of cargo have increased dramatically. This did not pass by JSC «Nakhodka Sea Fishing Port».

Keywords: port, container turnover, cargo turnover, cargo transshipment, ship maintenance

Находкинский рыбный порт является хоть и не единственным, но значимым транспортным узлом на юге Дальнего Востока. Это сложная транспортная организация, созданная для выполнения хозяйственных операций, связанных с осуществлением погрузо-разгрузочных работ и обслуживанием судов, а также транспортно-экспедиторской обработкой грузов. У порта имеется огромный опыт работы с отечественными судами, а также с судами стран АТР (Азиатско-Тихоокеанского региона): Австралии, Кореи, Малайзии, Японии, Китая, Тайваня и т.д. (рис. 1).

Номенклатура перегружаемых грузов. Не секрет, что НМРП с самого начала создавался в основном для перевалки рыбной продукции, материалов технического снабжения флота и продуктов питания. Но период политических, а также экономических реформ внёс свои поправки в работу НМРП, специализированного порта на тот момент.

Принимая во внимание тот факт, что произошло сокращение вылова рыбы в Дальневосточном бассейне и вполне логично связанное с этим уменьшение объема перевалки рыбопродукции НМРП, руководство приняло решение преобразовать порт из узкоспециализированного в универсальный. Благодаря этому порт сможет перерабатывать не только рыбную продукцию, но и различные генеральные грузы (например целлюлозу, древесину, хлопок, металл, асбест и другие).



Рисунок 1 – Расположение АО «НМРП»

Техническое перевооружение дало возможность осуществить усовершенствование и капитальный ремонт основных средств. За последние несколько лет порт приобрел современное погрузочно-разгрузочное оборудование, что во много раз ускорило технологический процесс порта.

АО «НМРП» в настоящее время осуществляет перегрузку широкого спектра грузов:

- а) контейнеры;
- б) лесные грузы (пиломатериал, кругляк);
- в) металлолом;
- г) грузы в биг-бэгах (магнезит, руда, цемент);
- д) прокат черных металлов;
- е) продовольственные грузы (рис, рефгрузы, рыбопродукция) и т.д. [1].

Характеристика и оснащённость порта. На сегодняшний день общая протяженность причалов составляет 1,3 км. Они могут принимать суда дедвейтом до 25 тыс. т. На территории порта расположены: 9 причалов, глубина которых достигает от 10,75–11,75 м; 6 металлических складов общей вместимостью 4,5 тыс. т; 1 охлажденный склад; 1 холодильник (температура хранения от -18 °С до -24 °С); таможенный склад.

Причалы НМРП могут обрабатывать порядка 2 млн т различного рода грузов, но при этом работают они только в половину своей мощности. Вследствие этого возник план по реконструированию части портовых территорий и причалов под контейнерный терминал. После того, как все работы по реконструкции завершатся, терминал по перевалке контейнеров сможет перерабатывать до 400 тыс. TEU в год (TEU – двадцатифутовый эквивалент). С помощью этих нововведений можно будет максимально использовать производственные мощности порта и увеличить загрузку. Но в то же время новое направление не должно полностью вытеснить традиционные грузопотоки, а именно – переработку рыбы и морепродуктов. По отчетным данным на сегодняшний день, доля рыбопродукции в общем грузообороте порта составляет около 5 %, или 50–70 тыс. т в год.

Контейнерооборот. НМРП предоставляет услуги для обработки различных типов контейнеров, таких как стандартные контейнеры (20-футовые и 40-футовые контейнеры), 40 HIGH CUBE контейнер, контейнеры с открытым верхом и рефрижераторные контейнеры.

Перегрузочное оборудование, используемое для перевалки контейнеров:

- мобильный кран «Либхер» (грузоподъемность 100 т с телескопическим спредером);
- 3 погрузчика Ричстакера (грузоподъемность 45 т);
- автопогрузчики и перегружатели.

Контейнерооборот порта показывает, какое количество контейнеров было обработано за определенный промежуток времени (с момента их прибытия до отправки). В табл. 1 представлен объем перевалки контейнеров АО «НМРП» за 2018, 2019, 2020 и 2021 гг.

Таблица 1 – Контейнерооборот АО «НМРП» за период 2018–2021 гг.

Наименование груза	2018	2019	2020	2021
Контейнеры (тонн)	34 308	28 706	38 202	69 199

Рост в сфере контейнерных перевозок был связан с нехваткой порожних контейнеров в портах Южной Азии в конце 2020 г., в частности в Китае. Сложившаяся ситуация привела к беспрецедентному увеличению тарифов на морской фрахт в направлении Азия – Европа в начале 2021 года [2].

За десять месяцев 2022 года объем перевалки контейнеров в количественном исчислении почти утроился – с 2,5 тыс. TEU до 7 тыс. TEU. Загруженность контейнерного терминала составляет около 80 % [3]. К 2025 г. прогнозируется повышение контейнерооборота до 100 тыс. т.

Динамику контейнерооборота можно наглядно увидеть на рис. 2.

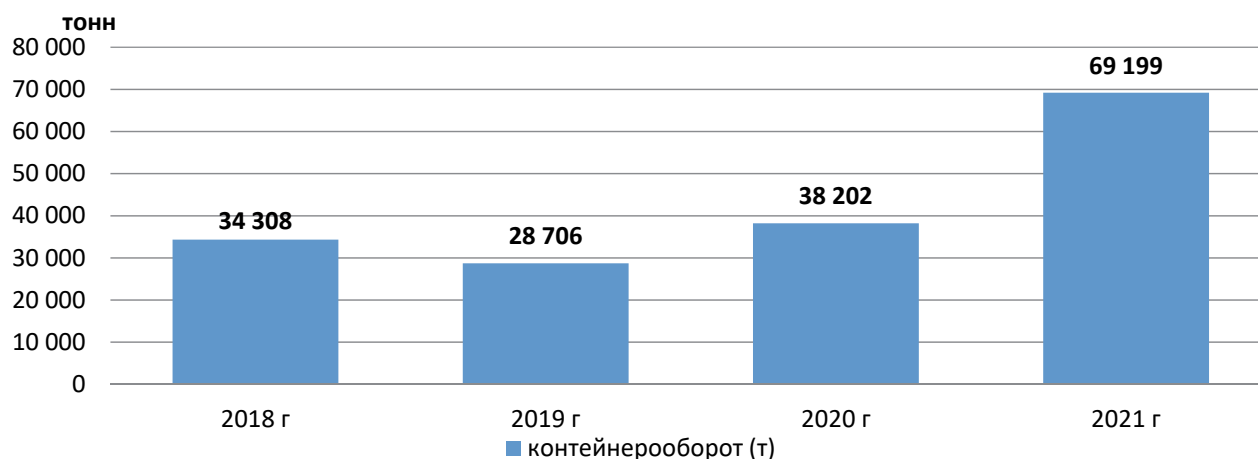


Рисунок 2 – Динамика контейнерооборота

Несмотря на трудности и внешние вызовы (пандемия, санкции, конкуренция и т.д.), порт планомерно идет к поставленной цели по модернизации предприятия и увеличению объемов перевалки не только контейнеров, но и всех поступающих грузов.

Технология перегрузки контейнеров (базовая схема и проектная). Технология грузовых работ – это совокупность способов и средств осуществления производственных процессов. Поскольку способы производства грузовых работ, а также используемые средства механизации труда непрерывно совершенствуются, то с течением времени соответственно изменяется и совершенствуется технология грузовых работ.

АО «НМРП» в ходе реконструкции и модернизации инфраструктуры стал способен перерабатывать такой вид груза, как контейнеры. Рассмотрим базовую схему перегрузки данного вида груза в АО «НМРП».

Технологический процесс перегрузки контейнеров состоит из нескольких технологических схем, а именно: 1) судно – склад; 2) склад – вагон; 3) склад – автомашина. В табл. 2 представлены нормы выработки, производительность, а также количество человек, необходимое для производства перегрузочных работ по существующей технологии.

Таблица 2 – Нормы выработки (для базовой технологии)

Технологические схемы	Производительность шт./смену	Количество чел. на линии	НВ, т\чел. смену
Судно – порталный кран/спредер/ – констакер/ спредер/ – складская площадка/ штабель/	50	6	8,33
Склад – констакер/ спредер/ – платформа (автомашина)	53	3	17,67

На рис. 3 можно наглядно увидеть схему перегрузки контейнеров.

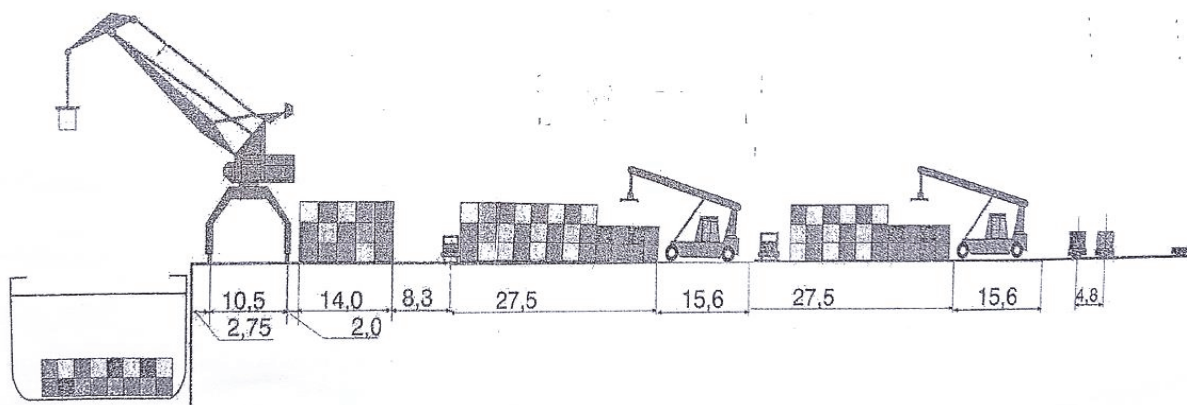


Рисунок 3 – Схема механизации переработки контейнеров (базовая технология)

Рассмотрим 2 пути развития контейнерного терминала, проанализируем их и выберем оптимальный.

Проектируемая технология № 1

На причале работает 3 линии кранов, которые обслуживают три технологические схемы:

Судно – порталный кран – козловой кран – складская площадка / штабель.

Склад – козловой кран – платформа.

Склад – козловой кран – автомашина.

Проектируемая технология № 2

На причале работает 2 линии кранов, первая – обслуживает причальный фронт, вторая – зону складирования контейнеров. Ж/д платформы обрабатываются констакерами. Технологические схемы следующие:

Судно – порталный кран – козловой кран – складская площадка / штабель.

Склад – констакер – платформа.

Склад – козловой кран – автомашина.

В табл. 3 представлены нормы выработки по обоим проектам.

Таблица 3 – Нормы выработки (для проектируемых технологий)

Проект	Технологические схемы	Производительность шт./смену	НВ, т\чел. смену
1	Судно – порталный кран – козловой кран – складская площадка / штабель	78	19,5
	Склад – козловой кран – платформа	175	87,5
	Склад – козловой кран – автомашина	182	91
2	Судно – порталный кран – козловой кран – складская площадка / штабель	50	12,5
	Склад – констакер – платформа	73	24,33
	Склад – козловой кран – автомашина	182	91

На рис. 4 и 5 представлены схемы переработки контейнеров по каждому проекту.

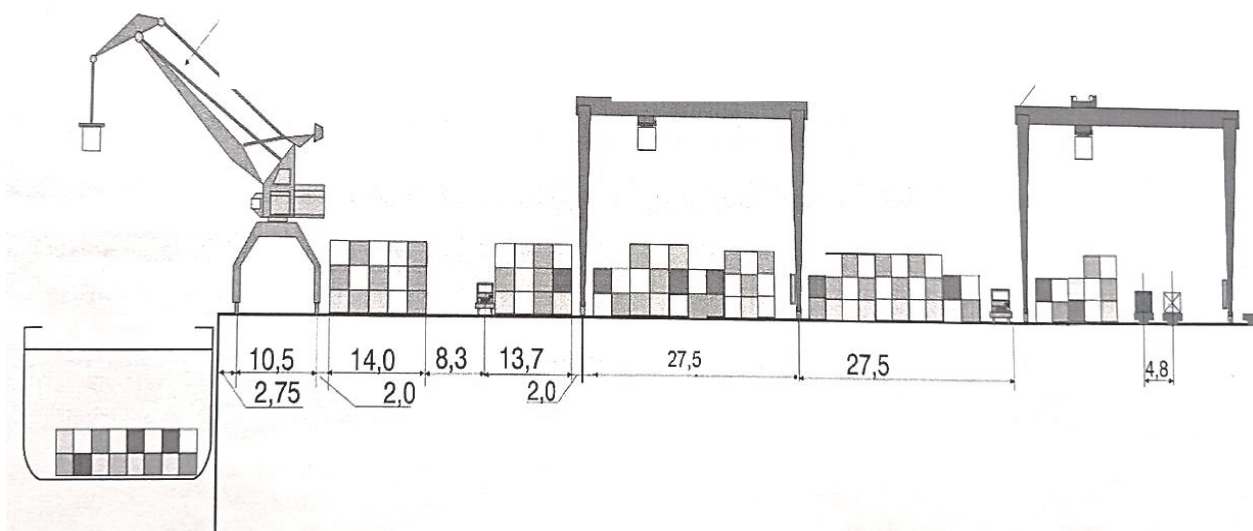


Рисунок 4 – Схема механизации переработки контейнеров (проектная технология № 1)

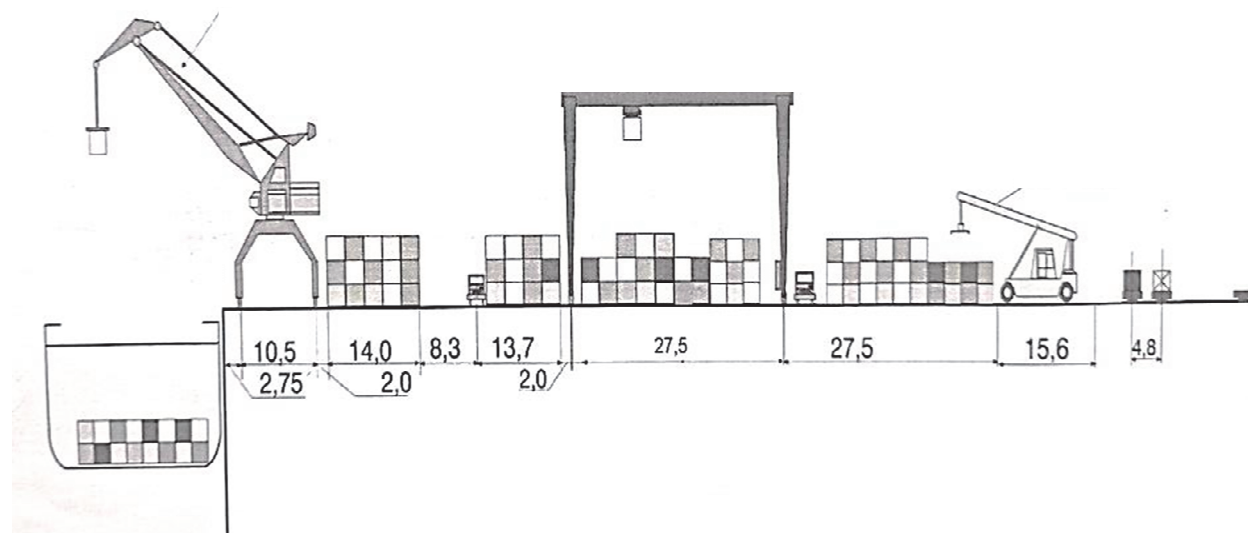


Рисунок 5 – Схема механизации переработки контейнеров (проектная технология № 2)

Для того, чтобы выбрать оптимальную технологическую схему, был произведен расчет экономических показателей. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Экономические показатели

Показатели	База	Проект № 1	Проект № 2
Годовые эксплуатационные расходы, млн руб.	253	235,3	239,3
Приведенные затраты, млн руб.	324,8	290	316,3
Удельные капиталовложения, тыс. руб.	5,0	3,8	5,3
Экономический эффект, руб.	-	34,8	85,3
Прибыль, млн руб.	52,1	69,8	65,8

Таким образом, в результате проведенного исследования и осуществления необходимых расчетов можно сделать вывод, что наиболее оптимальной и выгодной из трех представленных схем является проектная технология № 1. По результатам экономических расчетов, приведенные затраты проектной технологии № 1 – наименьшие из рассматриваемых

технологий. Помимо этого общие годовые эксплуатационные расходы сократились. Удельные капиталовложения в проекте 1 – самые низкие из всех представленных технологических схем. Экономический эффект от внедрения проектной технологии 1 намного больше, чем от проектной технологии 2. Если говорить о финансовом результате, то при использовании проектной технологии № 1 наблюдалась максимальная прибыль по сравнению с базовой и проектной технологией № 2.

Произведенные расчеты показывают эффективность внедрения выбранной технологической схемы.

Библиографический список

1. О компании – Находкинский морской рыбный порт [Электронный ресурс]. URL : <https://nmrp/o-nac/> (дата обращения : 23.03.2023).

2. Что мешает развитию порта Находка | Тихоокеанская Россия [Электронный ресурс]. URL : <https://to-ros.info/?p=119236&ysclid=lf51kgxjt407196041> (дата обращения : 24.03.2023).

3. Годовой отчет Акционерного Общества «НМРП» по итогам работы [Электронный ресурс]. URL : [https:// GetDocument.aspx?emId=2508012923](https://GetDocument.aspx?emId=2508012923) (дата обращения : 27.03.2023).

УДК 669

Даниил Кахрамонович Тураев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: tdk.turaev@yandex.ru

Научный руководитель – Татьяна Евгеньевна Коршунова, канд. техн. наук, доцент

Материалы судовых ядерных энергетических установок, их особенности и перспективы развития

Аннотация. Рассмотрены специфика работы судовых ядерных энергетических установок и принцип их действия, требования, предъявляемые к материалам элементов реакторов, и их поведенческие особенности в условиях радиоактивного воздействия, достоинства и недостатки, перспективы развития.

Ключевые слова: судовые ядерные энергетические установки, ядерный реактор, радиационно-стойкие материалы

Daniil K. Turaev

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: tdk.turaev@yandex.ru

Scientific adviser – Tatiana Evgenevna Korshunova, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

Materials of ship nuclear power installations, their features and development prospects

Abstract. Are observed specificity of work of ship nuclear power installations And a principle of their act; the demands shown to materials of elements of reactors and Their behavioural features in the conditions of the radioactive affecting, advantage and deficiencies, development prospects.

Keywords: ship nuclear power installations, nuclear reactor, radiation-resistant materials

Современные крупнотоннажные морские суда, осуществляющие грузоперевозки, особенно в условиях Северного морского пути и Арктики, требуют оснащения все более мощными энергетическими установками. На сегодняшний день таковыми являются ядерные силовые установки (ЯСУ) с низким расходом топлива, обеспечивающие возможность почти неограниченной дальности плавания. ЯСУ эффективно зарекомендовали себя на атомных ледоколах, судах арктического плавания, атомных подводных лодках.

Наряду с явными преимуществами ядерные силовые имеют и существенные недостатки: опасность заражения окружающей среды как во время нормального функционирования установки, например при выгрузке отходов использованного топлива, выпуске трюмной воды из реакторного отсека и т.д., так и во время случайных аварий судна или непосредственно атомного реактора; необходимость защиты от радиоактивного излучения как людей, так и окружающей среды; высокая стоимость установок и сложность их обслуживания. Не менее существенным недостатком ЯСУ является громоздкость и большой вес, что затрудняет их размещение на судне.

Цель данной статьи – исследование устройства судовых ядерных энергетических установок, принципа работы и их особенностей; влияния радиоактивного излучения на материалы

ядерных установок; выявление достоинств и недостатков как самих устройств, так и их материалов; установление путей усовершенствования ядерных энергетических судовых установок.

Основным компонентом судовых ядерных реакторов (ЯР) является активная зона, в которой установлены специальные стержни с ядерным топливом – тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы), замедлитель, отражатель нейтронов, теплоноситель, экран биологической защиты.

Ядерное топливо содержит делящийся материал – обычно уран или плутоний. В ТВЭЛах происходят непрерывные ядерные цепные реакции, вырабатывающие энергию, которая преобразуется первоначально в тепловую, а затем в механическую. В центре ядерного реактора устанавливают отражатель нейтронов для того, чтобы свести к минимуму возможность их потери, который чаще всего изготавливается из бериллия или графита. Во избежание слишком сильного потока нейтронов в реакторе на соответствующей глубине устанавливают регулирующие стержни из поглощающих нейтроны материалов (кадмия, бора, индия). Энергообмен в реакторе происходит с помощью теплоносителя, как правило, воды. Экран биологической защиты препятствует выходу за пределы реактора радиоактивного излучения.

Обычно в судовой силовой установке имеется два контура. В первом вода циркулирует под высоким давлением и служит теплоносителем. Протекая через реактор, вода нагревается до 270 °С и, соприкасаясь непосредственно с делящимся материалом, становится радиоактивной. Нагретая вода первого контура, протекая через нагревательный змеевик, отдает свое тепло парогенератору, отделяющему первый контур от второго, а затем вновь возвращается в реактор. Нагреваемая в парогенераторе вода испаряется, и образующийся пар поступает на турбину и через редуктор приводит во вращение гребной винт.

Поскольку в ядерном реакторе энергия распада атомов переходит в тепловую, рассмотрим влияние тепла на материалы ЯР. Как уже отмечалось выше, вода первого контура нагревается до 278 °С. Однако в аварийных ситуациях температура в ЯР может повышаться. Например, при инциденте на атомной электростанции (АЭС) Три-Майл-Айленд вода первого контура нагревалась до 305 °С. И, несмотря на то, что ЯСУ на судах отличается от ЯР на АЭС, вероятность аварийных ситуаций необходимо учитывать и здесь, поэтому помимо средств защиты необходимо использовать такие материалы для ЯСУ судов, которые способны не менять своих характеристик до температур от 300 °С и выше и выдерживать давление до 10 МПа.

Под действием радиационного излучения материалы могут подвергаться облучению различными элементарными частицами (нейтронами, α - и β -частицами, ионами, γ -квантами и др.), которые проникают глубоко внутрь металла и вызывают остаточные изменения свойств. Наиболее опасным, с точки зрения работоспособности материалов атомных установок, является образование при ядерной реакции жесткого излучения и быстрых частиц.

Облучающие частицы, сталкиваясь с атомами материала, выбивают их из узлов кристаллической решетки и передают им часть своей энергии. Выбитые атомы, в свою очередь, начинают вовлекать в движение близлежащие атомы, выталкивая их из узлов. Создается каскад движущихся атомов. На месте выбитых атомов остаются пустоты (вакансии). Вокруг места соударения облучающей частицы с атомом вещества образуется область, имеющая в центре большое количество вакансий, т.е. она обеднена атомами вещества, а на периферии – скопление межузельных атомов (происходит обогащение периферии веществом). В дальнейшем вакансии могут объединяться и перерастать в поры.

Образующиеся при облучении точечные дефекты, мигрируя по кристаллу, могут объединяться друг с другом или исчезать на поверхности твердого тела, на границах между различными монокристаллами, составляющими поликристалл, а также на других дефектах внутри кристалла. Скопления межузлий и вакансий приводят к изменению внутренней структуры материала. Он становится неоднородным, что существенно снижает его свойства.

Некоторые химические элементы, вводимые в материалы, способны захватывать вакансии, что лишает их возможности объединяться в поры и уменьшает нежелательное растрескивание материалов под облучением.

Таким образом, конструкционные материалы, работающие в условиях облучения, должны быть жаропрочными, пластичными, в ряде случаев работать в условиях высоких динамических нагрузок, а также технологичными (легко подвергаться обработке давлением, резанием, хорошо свариваться). Их механические характеристики не должны изменяться в процессе длительной эксплуатации при высоких температурах и в условиях изменения механических напряжений; должны обладать высокой циклической прочностью, радиационной и коррозионной стойкостью. В реакторах на тепловых нейтронах конструкционные материалы должны иметь малое сечение захвата нейтронов, для чего к ним предъявляются высокие требования по содержанию примесей с высоким сечением захвата нейтронов.

Активная зона (тепловыделяющие сборки (ТВС), оболочки тепловыделяющих элементов (ТВЭЛы), трубы и пр.) предназначена для крепления, загрузки и извлечения топлива, установки аварийных и регулирующих стержней, сборки и крепления замедлителя и отражателя и размещения оборудования для прокачки теплоносителя. Все материалы в пределах активной зоны, исключая делящиеся, бесполезно поглощают нейтроны, поэтому необходимо, чтобы их макроскопические сечения взаимодействия были как можно меньше. При этом материалы компонентов активной зоны должны быть химически инертными, теплостойкими, иметь высокие теплопроводность, коррозионную и радиационную стойкость, сохранять стабильность размеров, не терять своих механических свойств в течение всего периода эксплуатации.

В качестве конструкционных материалов активной зоны целесообразно использовать металлы и сплавы с малым макроскопическим сечением взаимодействия (меньше $0,1 \text{ см}^{-1}$) и температурами плавления выше $600 \text{ }^\circ\text{C}$ (Al, Mg, Zr и их сплавы; Be, Nb, нержавеющие стали). Каждый из этих материалов имеет как достоинства, так и недостатки. В отечественном судостроении для элементов активной зоны судовых ядерных реакторов наибольшее применение получили нержавеющие хромоникелевые стали аустенитного класса типа 18-8, например 03X18H9T. Они имеют высокие жаропрочность, жаростойкость, коррозионную и радиационную стойкость. Основным недостатком этих сплавов является относительно большое сечение поглощения нейтронов.

«Идеальным» материалом для активной зоны ЯР является ниобий, так как он имеет наиболее высокую температуру плавления ($2468 \text{ }^\circ\text{C}$) и макроскопическое сечение взаимодействия ($0,061 \text{ см}^{-1}$), но он склонен к изменению механических характеристик при контакте с водой и кислородом. Ниобию в незначительной степени по своим характеристикам уступает цирконий.

Средняя энергия нейтронов деления в реакторе около 2 МэВ. В реакторах на тепловых нейтронах замедлитель необходим для уменьшения энергии быстрых нейтронов до $0,025 \text{ эВ}$. Отражатель применяется для возвращения нейтронов в активную зону без поглощения для продолжения реакций. Для замедлителей и отражателей используются относительно легкие материалы, обладающие большим сечением рассеяния нейтронов: обычная (легкая) и тяжелая вода, графит, бериллий и окись бериллия, эффективно замедляющие быстрые нейтроны.

Графит имеет большее сечение взаимодействия с быстрыми нейтронами и обладает удовлетворительными механическими свойствами, но при облучении склонен к увеличению своего объема. Кроме того, для необходимого уровня замедления нейтронов требуется довольно большое количество графита и, как следствие, увеличение размеров реактора, поэтому для судовых ядерных реакторов он, как правило, не используется.

Большее, чем у графита, сечение поглощения нейтронов имеет бериллий, но и для него характерны недостатки: высокая токсичность и стоимость, сниженная теплопроводность при высоких температурах, небольшая пластичность и невысокая коррозионная стойкость в воде при повышенных температурах. В меньшей степени перечисленные недостатки характерны для окиси бериллия.

Обычная (легкая) вода обладает высокой замедляющей способностью. При ее использовании в крупногабаритных конструкциях реактора нет необходимости, поэтому судовые

водо-водяные ядерные энергетические установки довольно распространены. Предварительная тщательная очистка воды от примесей сводит к минимуму развитие процессов коррозии и образование отложений.

Тяжелая вода дорогостоящая, имеет замедляющую способность хуже, чем у обычной воды, что создает необходимость ее применения в большом количестве, для чего размеры ядерных реакторов должны быть увеличены, поэтому для судовых ядерных установок она не применяется.

Немаловажной частью реактора является его корпус. Он представляет собой массивную конструкцию, в которой находится активная зона и внутрикорпусные устройства. Толщина стальной стенки корпуса реактора может быть более 200 мм, а масса стального корпуса – достигать нескольких десятков тонн. Корпуса судовых ЯР, трубы и некоторые другие элементы, подверженные в меньшей степени радиационному воздействию, изготавливают из сплавов титана марок ПТ-7М, ПТ-3В (ГОСТ 19807-91) или из стали типа 15Х2НМФА (ТУ 108.765-78) благодаря хорошему сочетанию их свойств: жаропрочности, жаростойкости, коррозионной и радиационной стойкости, теплопроводности. Титановые сплавы отличаются не только высокой стойкостью к коррозии, но и коррозионно-механической прочностью в среде пара и воды. Однако титановые сплавы дороже сталей. Что касается их прочности, то при определённой обработке прочность стали и титана примерно равна.

Биологическая защита реакторов – это система экранов или защитных оболочек, снижающих интенсивность радиоактивного излучения до безопасного для людей и окружающей среды уровня. Экраны могут быть однослойными и многослойными. Существенным недостатком защитных экранов являются их большая масса и необходимость значительного пространства для размещения, поэтому для защиты судовых реакторов, где вес и занимаемое защитой пространство имеет существенное значение, применяют довольно дорогостоящие материалы: свинец, карбид бора и др., в отличие от относительно дешевых, например бетона, который применяется для защиты стационарных реакторов.

Проведенное исследование особенностей работы ядерных судовых силовых установок и влияния радиационного излучения на свойства материалов ЯСУ позволяет отметить, что судовые ЯСУ имеют свою специфику. Прежде всего они должны быть как можно компактнее, что, в свою очередь, определяет необходимость усовершенствования их конструкции и изготовления элементов ЯСУ из материалов, обладающих не только радиационной и коррозионной стойкостью, жаропрочностью и жаростойкостью, но и имеющих как можно меньшую плотность. Однако на сегодняшний день универсального материала для ядерных энергетических установок, как стационарных, так и судовых, отвечающего всем требованиям к их характеристикам, не разработано, поэтому исследования и новые разработки в этой области по-прежнему актуальны.

Библиографический список

1. Как устроены морские суда. Атомная энергетическая установка [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://seaships.ru/atomicenergy.htm?ysclid=lfds46hzp0595338602> (дата обращения : 20.03.2023).
2. Бушуев Н.И. История и технология ядерной энергетики / М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. М. : МГСУ, 2015. 232 с.
3. Инженерные основы теории и эксплуатации судовых ядерных реакторов / А.А. Саркисов, Л.Б. Гусев, Р.И. Калинин. М. : Изд-во «Дом МЭИ», 2011. 549 с.
4. Марков С.И. Сталь марок 15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А и 15Х2НМФА класс 1 для корпуса реактора проекта ВВЭР-ТОИ [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : http://steelcast.ru/steel_for_atomic_reactors (дата обращения : 25.03.2023).

УДК 629.5

Артем Николаевич Турчак

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ВТб-112, Россия, Владивосток, e-mail: 4epnugovskii@mail.run

Научный руководитель – Татьяна Евгеньевна Коршунова, канд. техн. наук, доцент

Современное состояние и перспективы развития отечественных композиционных судостроительных материалов

Аннотация. Представлены результаты исследования современного состояния судостроительных материалов, используемых в Российской Федерации. Рассмотрены свойства, особенности традиционно применяемых и полимерно-композиционных корпусных материалов.

Ключевые слова: судостроение, судостроительные материалы, стали, полимерно-композиционные материалы

Artem N. Turchak

Far Eastern State Technical Fisheries University, VTb-112, Russia, Vladivostok, e-mail: 4epnugovskii@mail.run

Scientific adviser – Tatiana E. Korshunova, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor

Current state and prospects of development of the domestic composite Ship-building materials

Abstract. Results of research of a current state of the ship-building materials used in the Russian Federation are presented. Properties, features of traditionally applied and polimerno-composite case materials are considered.

Keywords: shipbuilding, ship-building materials, steels, polimerno-composite materials

В настоящее время в судостроении традиционно применяемые стали постепенно вытесняются полимерно-композиционными материалами благодаря их меньшей массе и улучшенным свойствам. Современные технологии позволяют их использовать для изготовления и ремонта корпусов и надстроек кораблей, подводных лодок и аппаратов, яхт, байдарок, катамаранов и других плавательных средств, но не так широко, как хотелось бы. Однако по-прежнему среди судостроительных материалов превалируют стали.

Целью данной работы является обзор корпусных материалов, используемых в отечественном судостроении, сравнение полимерно-композиционных материалов с применяемыми сталями, рассмотрение перспектив развития композиционных материалов в области судостроения.

Корпусные судостроительные материалы должны отвечать требованиям, предъявляемым к конструкции судна: как можно меньшая масса, высокая механическая прочность и коррозионная стойкость – достаточным, чтобы противостоять разрушению судна под действием нагрузок и окружающей среды в различных климатических условиях. Кроме того, применяемые материалы должны гарантировать надежную работу плавательного средства в течение всего срока эксплуатации; обеспечивать технологичность и качество при изготовлении и ремонте элементов судна и всей его конструкции в целом, функциональность в

зависимости от их назначения; отвечать требованиям государственных и отраслевых стандартов; быть доступными по степени распространения и стоимости [1].

В отечественном судостроении в качестве основных корпусных материалов применяются низкоуглеродистые нелегированные обыкновенного качества и низколегированные качественные стали, наиболее полно отвечающие требованиям судостроительной отрасли и российских морского и речного регистров судоходства как с технической, так и с экономической точки зрения, имеющие высокие прочность, вязкость, пластичность, трещиностойкость; хорошо сваривающиеся и обрабатываемые давлением [2, 3]. Сочетание этих свойств достигается при низком содержании углерода (в нелегированных сталях до 0,22 %, в легированных – до 0,12 %), фосфора и серы не более 0,04 % и 0,05 % соответственно и добавлении легирующих элементов (в основном марганца, кремния и меди). Вышеназванным параметрам отвечают стали марок СтЗсп, СтЗпс, СтЗГпс, СтЗГсп (ГОСТ 380-2005); 09Г2, 09Г2С, 10Г2С1Д, 10ХСНД (ГОСТ 19281-2014) и др.

Основной прочностной характеристикой, определяющей конструкционную прочность и работоспособность корпусов и корпусных конструкций, является предел текучести σ_T . В соответствии с данной характеристикой стальной прокат для судостроения изготавливается по ГОСТ 5521-93 и ГОСТ Р 52927-2015 из сталей нормальной прочности (σ_T не менее 235 МПа), повышенной (σ_T не менее 265 МПа) и высокой (σ_T не менее 420 МПа). Более высокая прочность легированных сталей по сравнению с углеродистыми позволяет уменьшить толщину конструкций и, как следствие, массу корпуса судна.

Долговечность корпусов и судовых конструкций в значительной мере зависит от их коррозионной стойкости, которую могут обеспечить коррозионно-стойкие хромистые, хромоникелевые и хромомарганцевые стали, однако их применение ограничено из-за высокой стоимости, поэтому для защиты от коррозии используют другие, часто менее эффективные методы: нанесение лакокрасочных покрытий, электрохимическую защиту и др.

Несмотря на целый ряд преимуществ корпусных сталей (низкая стоимость производства, относительно невысокая цена, хорошая свариваемость и способность к пластической деформации, сочетание высокого уровня прочности, пластичности и вязкости в течение длительного периода эксплуатации конструкций корпуса судна в различных температурных условиях), сталям присущ и комплекс недостатков: восприимчивость к коррозионным воздействиям, высокий удельный вес (7,8 г/см³), склонность к хрупкому разрушению, способность проводить тепло, электрические и магнитные токи, поэтому потребность в поиске, разработке и применении новых конструкционных судостроительных материалов, особенно в условиях освоения Арктики, сохраняется.

На сегодняшний день одними из наиболее перспективных судостроительных материалов для изготовления корпусов судов, надстроек, палуб, переборок и других конструктивных элементов водного транспорта являются полимерные композиты на основе полимерных матриц в виде реактопластов – полиэфирных и винилэфирных смол и армирующих материалов различной химической природы. Полимерная матрица композита делает возможным создание изделия нужной формы, способствует равномерному распределению нагрузки на армирующие волокна и препятствует зарождению и росту трещин. От свойств полимерной матрицы и наполнителя зависят и характеристики композитов (прочность, пластичность, вязкость разрушения, термостойкость, коррозионная стойкость и др.). Варьируя химическим составом и свойствами матрицы и упрочнителя, их взаимной ориентацией, формой наполнителя, можно добиться практически любых требуемых свойств композита.

По сравнению со сталями ПКМ более высокопрочны (приблизительно в 20 раз), в 4–5 раз легче при высокой удельной прочности, высоко коррозионно-стойкие, химически и биологически-стойкие, немагнитны и радиопрозрачны, водостойки, имеют повышенные теплоизоляционные свойства, обеспечивают стабильность размеров конструкций, возможность полной переработки, исключая затраты на утилизацию. Вместе с тем ПКМ присущи такие недостатки, как высокая стоимость сырья, анизотропия свойств, необходи-

мость в дорогостоящем специальном оборудовании, токсичность некоторых компонентов, более длительный цикл производства. Кроме того, например, стеклопластик является горючим, хотя и трудновоспламеняемым материалом с медленным распространением пламени [4].

Несмотря на отмеченные недостатки, применение ПКМ как в отечественном судостроении, так и за рубежом приобретает все большую значимость. К сожалению, использование композитов в России сдерживается полным или частичным отсутствием отечественных исходных компонентов и технологического оборудования их переработки в конструкции и изделия, недостатком специализированных испытательных средств и лабораторий, дефицитом квалифицированных кадров на всех уровнях отрасли. Тем не менее в современных условиях импортозамещения и при поддержке государства тенденции развития судостроительной отрасли в этом направлении явно просматриваются.

На сегодняшний день в отечественном судостроении уже серийно изготавливаются надстройки и амортизирующие фундаментные рамы двигателей судов, обтекатели гидроакустических антенн надводных кораблей и подводных лодок и другие изделия судового оборудования и систем. Все большее количество корпусов малых плавсредств (шлюпок, лодок, баркасов и катеров), кораблей военного назначения также изготавливаются из ПКМ [4].

Ведущими предприятиями РФ в области разработки композиционных материалов и изготовления изделий из ПКМ являются НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей», ФГУП «Крыловский государственный научный центр», ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов», АО «Средне-Невский судостроительный завод» и др. Наибольших успехов в создании и развитии судостроительных ПКМ достигли ученые и специалисты ЦНИИ КМ «Прометей».

В ЦНИИ КМ «Прометей» создана и продолжает совершенствоваться серия перспективных судостроительных полимерных композиционных материалов (стеклопластиков, углепластиков, органоластиков на основе эпоксидной матрицы и гибридных материалов на их основе) [5]. Результаты их исследований приведены в таблице.

Физико-механические характеристики ПКМ, получаемых методом вакуумной инфузии [6]

Материал	Марка армирующего материала	Марка смолы	Структура	Направление, град	ρ , г/см ³	Модуль упругости, ГПа	Прочность при межслоном сдвиге, МПа	Прочность при изгибе, МПа
стеклопластики полиэфирные								
стеклопластик	Т-53-ВМП-78	ПН-609-21М	0/-	0	1,93	42,6	41	636
				90		20,4	22	226
стеклопластик	Т-11-ГВС-9	ПН-609-21М	0/-	0	1,94	30,7	-	456
				90		24,5	21	316
стеклопластик	9677	ПН-609-21М	0/-	0	1,88	25,5	38	461
				90		25,0	37	439
стеклопластики винилэфирные								
стеклопластик	Т-11-ГВС-9	DION FR 9300	0/-	0	1,88	29,1	35	456
				90		21,6		294
стеклопластик	9677	DION FR9300	0/-	0	1,86	21,1	54	622
				90		20		609
стеклопластик	9677	РП-14С	0/-	0	1,88	26,6	59	679
стеклопластик	42008	ВЭ-ФАС	0/-	0	1,91	23	50	565
углепластики винилэфирные								
углепластик	11043	DION FR 9300	0/-	0	1,46	96	44	524
				90		60	47	688
углепластик	12026	DION FR 9300	0/-	0	1,51	55		653
				90		55	45	621
углепластик	42101	DION FR 9300	±45	45	1,49	55	45	621
органоластики эпоксидные								
органоластик	ткань суровая	SR1710	0/-	0	1,00	25	23	265
				90		9	-	163
органоластик	42004	SR1710	±45	45	1,26	31	19	329
				90				
Гибридные ПКМ								
углеорганоластик	12026+42004	SR1710	0/±45/90 (равномерная)	0	1,36	40	28	484
				45		26	21	406

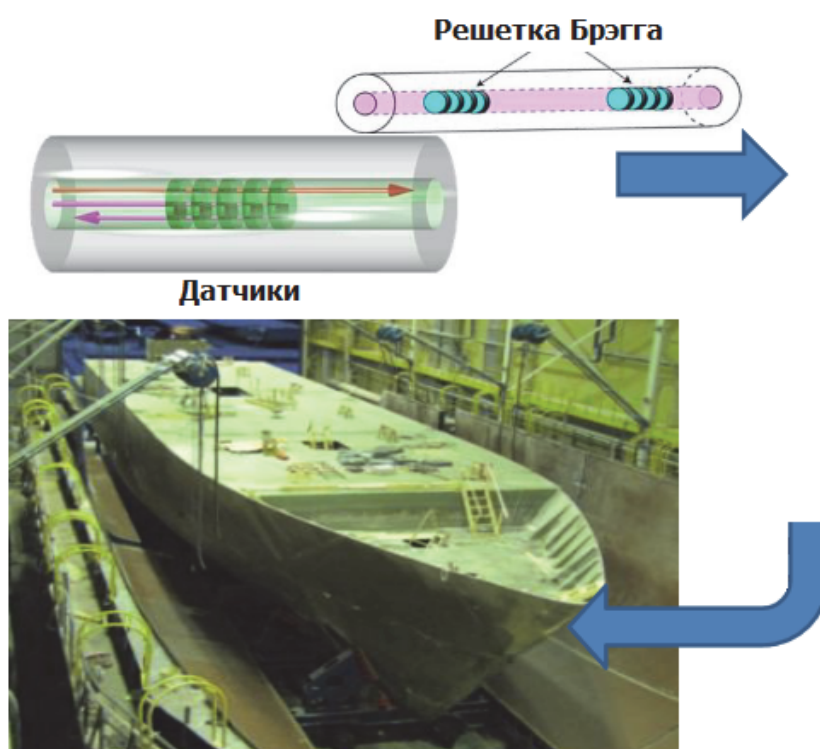
Стеклопластики – это высоко коррозионно-стойкие немагнитные материалы небольшой плотности (приблизительно $1,1 \text{ г/см}^3$) с высокими диэлектрическими и механическими свойствами.

По сравнению со стеклопластками углепластики обладают аналогичными или повышенными механическими характеристиками (модуль упругости не менее 55 ГПа, прочность при изгибе – не менее 524 МПа, прочность при межслойном сдвиге – не менее 44 МПа) [4, 6].

Высокая удельная прочность эпоксидных органопластиков делает их перспективными материалами для производства корпусов подводных лодок и глубоководных аппаратов. Состав эпоксидного органопластика, разработанного в ЦНИИ «Прометей», позволяет изготавливать конструкции методом «холодного» отверждения без высокотемпературной обработки, что исключает необходимость использования крупногабаритных печей и снижает энергоёмкость производства.

Гибридные ПКМ за счет совмещения армирующих материалов с различными свойствами в одном «пакете» обладают «полифункциональным комплексом свойств» [4].

Однако наибольший интерес, по мнению ученых и специалистов ЦНИИ, особенно для крупногабаритных высоконагруженных судов и судовых конструкций, представляет развитие судостроительных «умных» или «интеллектуальных» полимерных композиционных материалов (smart materials) – самовосстанавливающихся композитов со встроенными датчиками контроля технического состояния материала в процессе эксплуатации (с системой встроенного контроля давления, деформации, температуры с интегрированными волоконно-оптическими сенсорами на основе волоконных брэгговских решеток¹). Преимущества применения smart materials заключаются прежде всего в эксплуатационной информативности и обеспечении перехода от «эксплуатации по ресурсу к эксплуатации по фактическому состоянию» [6]. Корабельная конструкция со встроенными системами контроля деформации и температуры в процессе эксплуатации представлена на рисунке.



Корабельная конструкция со встроенными системами контроля деформации и температуры в процессе эксплуатации

¹ Волоконная брэгговская решетка (ВБР) — это чувствительный датчик, реализованный непосредственно в оптоволокне.

Заключение

Изучив требования к судостроительным материалам, опыт использования полимерных композиционных материалов и традиционно применяемых сталей, современное состояние их разработки и производства в России, можно сделать вывод: при решении технологических и экономических проблем производства ПКМ и изделий из них ПКМ практически полностью способны не только заменить традиционно применяемые стали без потерь качества судовых конструкций, но и обеспечить их улучшенными механическими, технологическими и эксплуатационными характеристиками.

Библиографический список

1. Корпус судна и предъявляемые к нему требования [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://sea-man.org/trebovaniya-k-korpusu-sudna.html> (дата обращения : 10.03.2023).
2. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. Ч. XIII. Материалы. СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2016. 166 с.
3. Российское Классификационное Общество (Российский речной регистр судоходства). Правила классификации и постройки судов (ПКПС). Ч. X. Материалы и сварка. М. : Российское Классификационное Общество, 2015. 157 с.
4. Гненной О. Композиты в Российском судостроении. 09.09.2020 [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : https://www.korabel.ru/news/comments/kompozity_v_rossiyskom_sudostroenii_kakovy_perspektivy.html (дата обращения : 12.03.2023).
5. Разработки НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей» превзошли аналоги немецких производителей / НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей». 12.07.2022 [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/07/12/126288> (дата обращения : 10.03.2023).
6. Анисимов А.В. Перспективы применения ПКМ в судостроении [Электронный ресурс]. Режим доступа : свободный. URL : <https://hccomposite.com/upload/iblock/fbd/fbd012f6683d92bd2d1c233244cfa44f.pdf> (дата обращения : 12.03.2023).

УДК 656.611

Анастасия Дмитриевна Тынкова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. УТб-412, Россия, Владивосток, e-mail: anastasiatynkova@gmail.ru

Научный руководитель – Л.И. Юденкова, доцент

Основные направления научно-технического прогресса в морском судоходстве

Аннотация. Отсутствие спроса и предложения, экологические требования и нехватка квалифицированной рабочей силы являются серьезными проблемами в морском судоходстве. С целью их решения осуществляется внедрение новой техники и технологии, а также организация производства и труда на основе достижений и реализации научных знаний. Именно новые морские тенденции помогают свести к минимуму влияние этих проблем на морское судоходство.

Ключевые слова: морское судоходство, научно-технический прогресс, транспортно-технологические системы, тенденции

Anastasia D. Tynkova

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-412, Russia, Vladivostok, e-mail:
anastasiatynkova@gmail.ru

Scientific adviser – L.I. Yudenkova, Associate Professor

The main directions of scientific and technological progress in maritime navigation.

Abstract. The lack of supply and demand, environmental requirements and a shortage of skilled labor are serious problems in maritime navigation. To solve them, new equipment and technology are being introduced, as well as the organization of production and labor based on achievements and the implementation of scientific knowledge. It is the new maritime trends that help to minimize the impact of these problems on maritime navigation.

Keywords: maritime navigation, scientific and technological progress, transport and technological systems, trends

Научно-технический прогресс (НТП) начал оживленное развитие во второй половине XX века. Это нашло отражение и в морском судоходстве. Основные направления НТП в морском судоходстве представлены на рис. 1.

Создание новых транспортно-технологических систем (ТТС) привело к росту объемов международной торговли и к необходимости быстрой доставки грузов. ТТС – это организационное, техническое, экономическое, правовое и коммерческое объединение различных видов транспорта и систем погрузки и разгрузки для доставки отдельных или аналогичных групп грузов с транспортными и физическими свойствами по схеме «от двери до двери» с минимальными экономическими затратами.

Транспортно-технологическую систему характеризуют:

- целенаправленная организация грузовых потоков с учетом быстрого перемещения грузов по всем видам транспорта, а также их интенсивного перемещения с одного вида транспорта на другой;

- комплексное развитие технических средств;
- единая технология, которая также включает в себя проведение транспортно-экспедиторских, перевалочных и вспомогательных операций;
- единая система перспективного, текущего и оперативного планирования перевозок грузов в контейнерах;
- общие правила перевозок с учетом особенностей отдельных видов транспорта, технических условий размещения и безопасной перевозки на транспортных судах;
- номенклатура грузов по видам ТТС с учетом объема и схем транспортировки, оптимальная порционность отправок по элементам транспортного процесса.



Рисунок 1 – Основные направления НТП в морском судоходстве

Благодаря ТТС сокращается численность рабочих, а также специального оборудования на всем транспортном цикле; увеличивается объем перевозок при таком же уровне расхода топлива и энергии; повышается эффективность выполнения складских и погрузочно-разгрузочных работ; сокращаются расходы за весь транспортный цикл.

Идеей создания новых ТТС является планирование и укрупнение грузовых транспортных единиц, направленных от изготовителя до потребителя товара без расформирования. К основным системам ТТС относятся: контейнерная, ролкерная, лихтеровозная, паромная, универсальная, баржебуксирная, баржевозная, а также перевозка массовых грузов.

Увеличение размеров судов определяется экономической эффективностью более крупных судов, на которые влияют некоторые факторы:

- строительная стоимость судна, отнесенная на тонну дедвейта (размеры судна растут, а это приводит к снижению амортизационных и эксплуатационных расходов);
- удельная мощность главных двигателей с постоянной скоростью снижается с увеличением дедвейта (это ведет к сокращению затрат на топливо и пр.);
- сокращение численности экипажа и расходов на их содержание.

Еще одной тенденцией, связанной с морским судоходством, является увеличение скорости судов. Эта тенденция весьма заметно наблюдается в линейном судоходстве. В борьбе с конкуренцией на мировом рынке увеличение скорости является важным средством соперничества между судовладельцами за привлечение грузов.

Автоматизация производственных процессов, то есть грузовых и бортовых операций, используется на многих судах в значительных количествах. Электронно-вычислительные машины нашли свое широкое применение на автоматизированных судах различных типов. Они помогают обеспечить централизованное управление всеми рабочими процессами на судах. Однако вероятность заболеваний и травм предполагает неоправданное сокращение численности экипажа судна сверх практического минимума.

Электронно-вычислительные техники, которые помогают управлять флотом, а также разработка и внедрение автоматизированных систем управления и обработки данных вносят вклад в развитие и совершенствование систем и методов управления морским транспортом.

Ежегодно разрабатываются и внедряются морские и береговые средства морской связи, электрические и радионавигационные приборы, спутниковая навигация и связь, гидрометеорологическое навигационное обеспечение и многое другое.

На рис. 2 представлены 10 лучших морских тенденций, которые находятся в разработке и в будущем смогут повлиять на морское судоходство. Так, искусственный интеллект является главным морским трендом благодаря широкому спектру приложений в отрасли, включая оптимизацию маршрутов и расхода топлива, автономную навигацию и прогнозируемое техническое обслуживание. Морская робототехника компенсирует нехватку рабочей силы в отрасли, в то время как блокчейн, большие данные и аналитика позволяют принимать решения на основе данных. Погружение в реальность совершенствует процесс обучения и технического обслуживания. А такие тенденции, как 5G и кибербезопасность, укрепляют коммуникационную сеть для надежного подключения к морю.



Рисунок 2 – Влияние морских тенденций на морское судоходство в будущем

Нехватка рабочих и их безопасность в морской среде вызывают растущую озабоченность в морском секторе. Для решения этих проблем компании создают решения для морской робототехники с использованием искусственного интеллекта и современного оборудования. Помимо роботов-сборщиков и переносчиков, которые смогут помогать в логистических операциях, роботы будут предназначены для обслуживания, уборки и спасения на море. Например, компании предлагают к разработке автоматизированных роботов, которые смогут брать на себя задачи по обслуживанию судов под водой. Для этого роботы будут оснащены специализированным оружием и аппаратными системами. Помимо замены рабочих роботы смогут снижать риски для работников во время технического обслуживания и проверок.

Так, российская компания «MarineRS» приступила к разработке морских роботов, которые смогут перевозить беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и подводных роботов. Кроме того, робот сможет содержать несколько устройств, чтобы наблюдать за окружающей средой, измерять температуры поверхности и воды, а также производить расчет высоты волн. Такой робот будет функционировать как сервисная платформа, а также для целей гидрографии и подводной археологии. Робот компании также позволит отрасли установить морской интернет для обеспечения подключения 24/7.

Так, российская компания «MarineRS» начала разрабатывать морских роботов, которые смогут перевозить беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и подводных роботов. Кроме того, робот сможет содержать несколько устройств, чтобы наблюдать за окружающей средой, измерять температуры поверхности и воды, а также производить расчет высоты волн. Такой робот будет функционировать как сервисная платформа, так и для целей гидрографии и подводной археологии. Робот компании также позволит отрасли установить морской интернет для обеспечения подключения 24/7.

Захватывающая реальность. Образование и обучение в морской сфере часто не дают практического опыта студентам и практикантам. Поэтому решения дополненной и смешанной реальности смогут помочь практикантам предоставлением информации о конкретных задачах во время обучения или технического обслуживания. Например, виртуальная реальность сможет обеспечить полное моделирование задач на судах, что позволит проводить более эффективное обучение. Помимо обучения практикантов эти погруженные технологии могут найти применение в дистанционном управлении лодками и подводными лодками, техническом обслуживании, а также в проектировании судов. Дистанционно управляемые транспортные средства смогут работать на экстремальных глубинах, куда не могут добраться дайверы, это улучшит океанографические исследования. Погруженная визуализация, используемая для обработки этих данных, позволит судостроителям оптимизировать дизайн судов и ускорить производство деталей и судов.

Эту идею решила взять в разработку российская компания «Synapse». Она предлагает погруженные симуляторы безопасности и охраны для обучения моряков. Эти стимуляторы используют компьютер для моделирования реального сценария и обеспечивают вывод с помощью гарнитур виртуальной реальности. Стажеры перемещаются по побережью в индивидуальном или многопользовательском режиме, чтобы лучше понять протоколы реагирования на чрезвычайные ситуации. Такой подход повышает производительность морских судов, а также эффективность обучения в морских институтах.

В заключение хотелось бы сказать, что научно-технический прогресс вносит значительный вклад в современное судоходство и судоходство будущего. Представленные в статье тенденции только в планах разработки, но в будущем они смогут способствовать решению многих проблем морского судоходства.

Библиографический список

1. Основные направления и особенности научно-технического развития транспортных коммуникаций и средств [Электронный ресурс]. URL : https://studref.com/433207/menedzhment/osnovnye_napravleniya_osobennosti_nauchno_tehnicheskogo_razvitiya_transportnyh_kommunikatsiy_sredstv (дата обращения : 30.03.2023).

2. Как новые морские технологии изменят судоходство [Электронный ресурс]. URL : https://dzen.ru/a/YsK5dO0KRArSy_Gn (дата обращения : 30.03.2023).

3. НТК МОПРОБОТСИСТЕМ [Электронный ресурс]. URL : <https://navigator.sk.ru/orn/1123032> (дата обращения : 03.04.2023).

4. Судоходство 2030: новые технологии в морской индустрии [Электронный ресурс]. URL : http://www.sur.ru/ru/news/lent/2019-06-17/sudokhodstvo_2030_novye_tekhnologii_v_morskoj_industrii_17778/ (дата обращения : 03.04.2023).

УДК 37.047

Ольга Романовна Тютрина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ВТб-412, Россия, Владивосток, e-mail: olga.tyutrina.01@mail.ru

Научный руководитель – Надежда Алексеевна Малышенко, доцент

О профессиональной ориентации выпускников кафедры «Эксплуатация и управление транспортом»

Аннотация. Обосновывается целесообразность использования тестирования в высших учебных заведениях.

Ключевые слова: профориентация, карьера, тестирование выпускников и абитуриентов

Olga R. Tyutrina

Far Eastern State Technical Fisheries University, VTb-412, Russia, Vladivostok, e-mail:
olga.tyutrina.01@mail.ru

Scientific adviser – Nadezhda A. Malysenko, Associate Professor

About professional orientation of graduates of the Department of «Operation and Management of transport»

Abstract. The article discusses the expediency of using testing in higher educational institutions.

Keywords: career guidance, career, testing of graduates and applicants

Перед поступлением в высшее учебное заведение каждый подросток задумывается о своей будущей профессии и сфере образования. Большинство людей испытывают трудности в выборе своего будущего по разным причинам, поэтому в решении данного вопроса может помочь профориентация.

Профессиональная ориентация – система научно обоснованных мероприятий, направленных на подготовку молодежи к выбору профессии (с учётом особенностей личности и потребностей народного хозяйства в кадрах) и на оказание помощи в профессиональном самоопределении и трудоустройстве [1]. Если говорить более простым языком, профессиональная ориентация – комплекс мероприятий, направленных на выявление склонностей и талантов человека к определенным видам профессиональной деятельности. Она является неотъемлемой частью планирования будущего выпускников школы, поэтому в большинстве учебных заведений проводят тестирование на профориентацию, чтобы ученику было спокойнее и проще выбирать будущую профессию. После выбора профессии студент начинает планировать свою дальнейшую жизнь и ближе к выпуску задумывается о карьере.

Карьера – это осознанный выбор направления движения человека в рамках специальности или компании. В широком смысле карьерой является успешное использование своих профессиональных навыков, умений и знаний для продвижения по службе.

Существует два вида карьеры: внутриорганизационная (то есть человек развивает себя в пределах одной организации) и межорганизационная (рост в одной области, но в разных компаниях).

Данные виды карьеры реализуются в трех направлениях:

1. Вертикальная карьера подразумевает подъем сотрудника на более высокую должность.

2. Горизонтальная карьера – перемещение работника в другую функциональную область деятельности, то есть он остаётся на том же уровне, но трудится в другом отделе.

3. Центристремительная карьера – движение к руководству организацией.

Достичь данного уровня очень сложно, так как он доступен ограниченному кругу лиц, как правило, это те, кто имеет связи и личные контактные данные с высшим руководством [2].

Перед началом планирования карьеры человеку необходимо определить цели развития карьеры и пути, ведущие к их достижению. Пути реализации целей представляют собой последовательность должностей, на которых необходимо поработать, прежде чем занять целевую должность, а также набор средств, необходимых для приобретения требуемой квалификации – курсов по профессиональному обучению, стажировке, изучению иностранного языка и т.д. Планирование карьеры является очень важной ступенью в жизни каждого человека, ведь необходимо правильно оценивать свои знания, навыки, силы, сильные и слабые стороны, чтобы наметить курс и достичь поставленных целей. Важно расти в профессиональной деятельности, потому что компании более заинтересованы в квалифицированном специалисте [3].

Кафедра «Эксплуатации и управления транспортом» выпускает специалистов по направлениям 26.03.01 «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства»; 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»; 23.03.01 «Технология транспортных процессов». В ходе обучения студенты приобретают знания в области управления технической и коммерческой эксплуатацией элементов системы водного транспорта, навигационного и гидрографического обеспечения судоходства; рассчитывают количество груза на водном транспорте, изучают виды и степени опасности грузов, совместимость перевозки грузов, методы обеспечения сохранности грузов и транспортных средств, а также обеспечение безопасности на водном транспорте.

После выпуска студенты могут быть: менеджерами морских проектов, стивидорами, логистами, экспедиторами, менеджерами по перевозкам, диспетчерами на морском, речном, автомобильном транспорте, руководителями в любых сферах и отраслях [4].

Поскольку важнейшим ресурсом любой организации является человеческий ресурс, то чем больше поведение сотрудников способствует достижению целей организации, тем выше эффективность их работы. Из этого следует, что будущие сотрудники должны соответствовать требованиям организации. Для этого большинство компаний используют тесты для определения потенциальных специалистов, выявления различных качеств и характеристик личности – темперамента, аналитических способностей, коммуникабельности, мотивации, лидерских данных, памяти, реакции и т.д.

Самые популярные тесты на профессиональную ориентацию: Тест Климова (Это классический тест для профессионального самоопределения); опросник Холланда (определение типа личности, основываясь на целях, ценностях и способностях человека); «якоря карьеры» Шейна (методика для определения личных ценностей в профессиональной сфере); методика икигай (исследует личность и относит ее к одному из 11 профессиональных архетипов, таких как менеджер, преподаватель, техник и другие); тип личности (тест Юнга); тип интеллекта (Говард Гарднер); диагностика социально-психологических установок личности (тест Потемкиной); карта интересов – А.Е. Голомшток [5, 6].

В рамках рассмотрения темы с целью определения профессиональной ориентации выпускников кафедры «Эксплуатации и управления транспортом» студенты 4 курса направления УТ («Технология транспортных процессов») и ВТ («Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства») прошли тестирование на определение типа личности (тест Климова), уровня мотивации и задатков лидера. Данные тесты были проведены с целью выявления необходимых качеств для специалистов выбранных направлений.

В тестировании участвовало 14 выпускников, по 7 человек из каждой группы.

Первый тест «тип личности» (Климова) позволяет выявить профессиональные склонности выпускников, то есть выяснить, правильно ли они выбрали свою специальность. Данный тест включает в себя пять типов личности: «человек-природа» подразумевает, что человек активно участвует в процессах, которые протекают в природе (ботаник, биолог,

эколог, генетик и т.д.); «человек-техника» – к этому типу относят специалистов, использующих разнообразное оборудование, технику, механизмы, приборы и инструменты (сталевар, швея, электрик и т.д.); «человек – знаковая система» подразумевает работу с системами: языковыми, абстрактно-математическими и графическими (программист, оператор ЭВМ и др.); «человек – художественный образ – искусство – художественная литература» – к этому виду относятся творческие люди; «человек – человек», основным навыком которых является общение, умение устанавливать и поддерживать контакты с людьми (учитель, бортипроводник, экскурсовод и др.). Также необходимо учитывать, что многие профессии сочетают в себе черты нескольких типов личности, поэтому результат данного теста является своего рода компасом, который указывает направление поиска будущей профессии. Данный тест направлен на профориентацию, то есть определение того, кем может стать человек. Результаты тестирования представлены на рис. 1.

Направление УТ и ВТ сочетают в себе два типа личности – «человек – знаковая система» и «человек – человек», так как здесь требуется и правильная обработка информации, которую дает клиент, и умение устанавливать и поддерживать контакты с людьми (это полезно для формирования клиентской базы), связи с нужными специалистами. Посмотрев на результаты, которые представлены на рис. 1, можно сказать, что большинство выпускников выбрали правильное направление и в дальнейшем смогут развиваться в своей профессии.

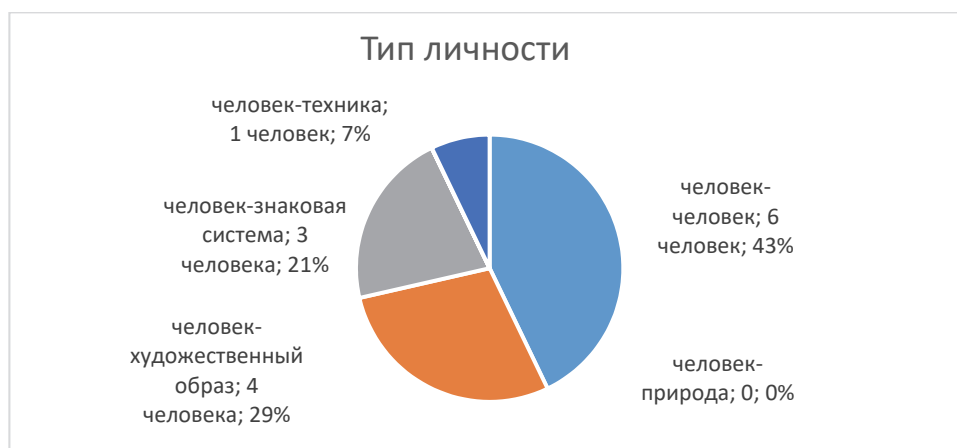


Рисунок 1 – Тип личности

Второй тест предполагает, что некоторые выпускники хотят и могут стать руководителями, а для этого нужно обладать задатками лидера. И вот для этого используется следующий тест «Управление людьми». Результаты теста на определение лидерства представлены на рис. 2.



Рисунок 2 – Результаты теста «Управление людьми»

«Капитан» – это такой человек, который чувствует ответственность за все, многое берет на себя, преодолевает трудности, то есть истинный лидер, умеющий управлять своими подчиненными, ставить перед собой цели и задачи и достигать нужного результата. Готов развиваться в плане карьеры. «Рулевым» является человек, имеющий задатки лидера, но еще не до конца готовый брать на себя большую ответственность. Также готов развиваться себя в профессиональном плане. «Пассажир» — это люди, не способные руководить, так как им дается только подчинение более сильной личности. Не имеет задатков лидера и не стремится им стать, так как ему проще быть там, где он есть (развитие только по горизонтали).

«Технология транспортных процессов» и «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства» подразумевают, что выпускники должны обладать задатками лидера, так как в их обязанности будет входить управление людьми. На рис. 2 показано, что 64 % студентов 4 курса уже имеют задатки лидера. А значит им будет проще развиваться себя в профессиональном плане. Оставшимся выпускникам будет труднее становиться руководителями. Им следует развивать навыки лидера.

Третий тест «Мотивация к успеху» определяет уровень мотивации человека. Очень сильная мотивация подразумевает, что ради цели человек готов преодолевать любые препятствия. Средняя мотивация – стремление человека к достижению цели, выраженное в виде изменчивости, то есть он легко может все бросить, если посчитает, что невозможно достичь желаемого. Слабая мотивация обычно бывает у человека, который просто плывет по течению, ничем не интересуется и ничего не хочет, у него нет стремления получить что-то, так как он убежден, что, независимо от потраченных средств и усилий, все придет в свое время. Результаты исследования мотивации студентов представлены на рис. 3.



Рисунок 3 – Мотивация к успеху

Мотивация очень важна как для будущего сотрудника, так и для организации. Ведь чем сильнее у человека мотивация, тем энергичнее и усерднее он будет работать, чтобы достичь поставленной цели. На рис. 3 видно, что большинство выпускников имеют среднюю мотивацию, к сожалению, данный результат не является хорошим, но он и не плохой. Для увеличения своей мотивации студентам необходимо изучить такие теории мотивации, как «Теория ожидания» (пересмотреть то, что он хочет получить и на что готов пойти ради этого), «Теория справедливости» (объективно оценивать свои возможности и уменьшить сравнение себя с другими людьми), «теория постановки целей» (необходимо пересмотреть цели, которые человек поставил перед собой, их сложность, специфичность и приемлемость) [7].

Как видно из результатов тестирования, большинство студентов идет по правильному пути в области профессиональной ориентации, но есть и те, чьи навыки и типы личностей не совсем подходят для планирования карьеры. Поэтому рекомендуется проводить предварительное тестирование абитуриентов перед подачей документов в высшее учебное за-

ведение, а также осуществлять тестирование в процессе обучения для определения правильности выбранного выпускниками направления карьеры.

Многие студенты после окончания обучения не могут найти подходящую для них работу, а значит – и свое место в обществе. Для улучшения результата обучения в высшем учебном заведении необходимо, чтобы кто-нибудь помог студентам научиться лучше понимать себя, свои особенности и качества, например, данную помощь могли бы предоставить приемная комиссия и молодёжный центр «Дальрыбвтуза». Следует проводить тестирование студентов на разных стадиях обучения и помогать им с выбором будущей профессии.

Библиографический список

1. Википедия от 2023 г. [Электронный ресурс] // Профессиональная ориентация. URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Профессиональная_ориентация.
2. Кадровое агентство для соискателей «ИМ Консалтинг» 2013–2023 гг. // Что такое карьера: виды, этапы и типы карьеры [Электронный ресурс]. URL : <https://www.im-konsalting.ru/blog/vidy-tipy-etapy-professionalnoj-delovoj-karery/>.
3. Шекшня С. В. Управление персоналом современной организации. М., 1996. 300 с.
4. Дальрыбвтуз. Официальный сайт от 2023 г. [Электронный ресурс] // Специальности и направления. URL : <https://dalrybvtuz.ru/Abitur/spetsialnosti-i/>.
5. Профтест 2019–2023 гг. [Электронный ресурс] // Бесплатные тесты на профориентацию. URL : <https://careertest.ru/tests/>.
6. Rebotica от 2023 г. [Электронный ресурс] // Выбор профессии для школьников: тесты для профориентации. URL : <https://rebotica.ru/blog/vybor-professii-dlya-shkolnikov-testy-dlya-proforientatsii?ysclid=lgabql2w2w409651399>.
7. Малышенко Н.А. Управление предприятием : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 2. Владивосток : Дальрыбвтуз, 2000. 143 с.

УДК 629.113/.115+621.433

Дмитрий Владимирович Харитонов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭТб-412, Россия, Владивосток, e-mail: dimkharitonov@mail.ru

Научный руководитель – Сергей Николаевич Малясёв, доцент

Альтернативный вид топлива – биогаз

Аннотация. Дается обзор применения биогаза на автотранспорте. Рассмотрены его особенности, применение на автотранспорте и добыча газа на производстве.

Dmitriy V. Kharitonov

Far Eastern State Technical Fisheries University, ETb-412, Russia, Vladivostok, e-mail: dimkharitonov@mail.ru

Scientific adviser – Sergey N. Maltsev, Associate Professor

Alternative fuel – biogas

Abstract. The article provides an overview of the use of biogas in motor transport. Its features, application on motor transport and gas production in production are considered.

Биогаз – газ, получаемый водородным или метановым брожением биомассы. Метановое разложение биомассы происходит под воздействием трёх видов бактерий. В цепочке питания последующие бактерии питаются продуктами жизнедеятельности предыдущих. Первый вид – бактерии гидролизные, второй – кислотообразующие, третий – метанообразующие. В производстве биогаза участвуют не только бактерии класса метаногенов, а все три вида.

В СССР исследования проводились в 40-х годах прошлого века. В 1948–1954 гг. была разработана и построена первая лабораторная установка. В 1981 г. при Госкомитете по науке и технике была создана специализированная секция по программе развития биогазовой отрасли. Запорожский конструкторско-технологический институт сельскохозяйственного машиностроения построил 10 комплектов оборудования.

Состав и качество биогаза

50–87 % метана, 13–50 % CO₂, незначительные примеси H₂ и H₂S. После очистки биогаза от CO₂ получается биометан. Биометан – полный аналог природного газа, отличие только в происхождении.

Различают теоретический (физически возможный) и технически-реализуемый выход газа. В 1950–70-х годах технически возможный выход газа составлял всего 20–30 % от теоретического. Сегодня применение энзимов, бустеров для искусственной деградации сырья (например, ультразвуковых или жидкостных кавитаторов) и других приспособлений позволяет увеличивать выход биогаза на самой обычной установке с 60 % до 95 %.

В биогазовых расчётах используется понятие сухого вещества (СВ, или английское TS) или сухого остатка (СО). Вода, содержащаяся в биомассе, не даёт газа.

На практике из 1 кг сухого вещества получают от 300 до 500 л биогаза. На рис. 1 показана установка для получения биогаза.

Биогаз используют в качестве топлива для производства: электроэнергии, тепла или пара – либо в качестве автомобильного топлива.



Рисунок 1 – Установка для получения биогаза

Биогазовые установки могут устанавливаться как очистные сооружения на фермах, птицефабриках, спиртовых заводах, сахарных заводах, мясокомбинатах. Биогазовая установка может заменить ветеринарно-санитарный завод, т.е. падаль может утилизироваться в биогаз вместо производства мясо-костной муки.

Среди промышленно развитых стран ведущее место в производстве и использовании биогаза по относительным показателям принадлежит Дании – биогаз занимает до 18 % в её общем энергобалансе. По абсолютным показателям по количеству средних и крупных установок ведущее место занимает Германия – 8000 шт. В Западной Европе не менее половины всех птицеферм отапливаются биогазом.

1. Потенциал биогаза

Volvo и Scania производят автобусы с двигателями, работающими на биогазе. Такие автобусы активно используются в городах Швейцарии: Берн, Базель, Женева, Люцерн и Лозанна. По прогнозам Швейцарской ассоциации газовой индустрии, на 2010 год 10 % автотранспорта Швейцарии работает на биогазе.

Муниципалитет Осло в начале 2009 года перевёл на биогаз 80 городских автобусов. Стоимость биогаза составляет €0,4 – €0,5 за литр в бензиновом эквиваленте. При успешном завершении испытаний на биогаз будут переведены 400 автобусов.

Исследование, проведенное во Франции, показывает, что использование биогаза при работе грузовых автомобилей различной грузоподъемности оказывает наиболее благоприятное влияние на климат по сравнению с другими видами топлива, включая электроэнергию.

Данное исследование было проведено по заказу Французской газовой ассоциации (AFG) и Французской ассоциации природного газа для транспортных средств (AFGNV). Полученные результаты были опубликованы 20 сентября, сообщает портал Actu-Transport-Logistique.

Так, грузовики, работающие на биогазе, имеют лучшие экологические показатели, чем автомобили на электротяге. Это является одним из результатов исследования Французского НИИ нефти (IFPEN), в ходе которого был изучен полный жизненный цикл (производство, заправка, эксплуатация) грузовых автомобилей, работающих на природном газе (CNG) и биогазе (bio-CNG).

Производство аккумуляторных батарей для электромобилей значительно снижает их экологический баланс, так как при их производстве используются добываемые металлы. «Использование батарей также увеличивает зависимость от Китая, который превалирует на рынке аккумуляторов и редкоземельных металлов», – отмечает руководитель AFGNV Жиль Дюран.

В ходе исследования было установлено, что использование биогаза обеспечивает практически нейтральный углеродный баланс. Выброс CO_2 в выхлопных газах в таких случаях эквивалентен количеству CO_2 , потребляемому метанизированными установками в процессе производства биогаза из растительных материалов, которые, в свою очередь, использовали CO_2 для своего роста. Таким образом, биогаз считается абсолютно сбалансированным биологическим топливом.

Больше выгоды от использования биогаза

Эксперты IFPEN отмечают, что для электрических грузовых машин разрешенной массой менее 3,5 т значительный объем батареи (80 кВт·ч в 2019 и 100 кВт·ч к 2030 году) имеет следствием значительные выбросы.

Как показывает практика, в 2019 г. выбросы CO_2 от работающего на биогазе малотоннажного грузовика – на 52% меньше, чем от аналогичного электрогрузовика (174 г CO_2 /ткм против 366 г/ткм электрофургона). Грузовики, работающие на дизельном топливе и природном газе, имеют еще более высокие показатели выбросов CO_2 . Ожидается, что подобная ситуация не изменится и к 2030 г.

Что касается большегрузного транспорта, то в 2019 г. работающий на биогазе 12-тонный грузовик имеет выбросы CO_2 на 35 % меньше, чем аналогичный электрогрузовик. Этот показатель оказался еще лучше по сравнению с автомобилями на дизельном топливе и природном газе. Ожидается, что подобная ситуация не изменится и к 2030 г.

Представители французской газовой промышленности настаивают на изменении французского законодательства относительно показателей вредных выбросов. По их мнению, необходимо учитывать результаты полного жизненного цикла транспортного средства, а сейчас оцениваются только выбросы на выходе из выхлопной трубы автомобиля.

В Евросоюзе в 2019 г. было принято постановление по данному вопросу, предусматривающее, что в 2025 г. метод оценки может быть пересмотрен: показатели выбросов CO_2 будут определяться по результатам полного жизненного цикла транспортного средства.

Топливная смесь из природного газа и биогаза

В настоящее время производственные мощности во Франции позволяют обеспечить заправку биогазом от 100 тыс. до 150 тыс. грузовых автомобилей.

В ожидании такого результата в проведенном исследовании рекомендуется в период до 2030 г. шире использовать для заправки грузовиков смесь обычного сжатого природного газа и биогаза (в процентном соотношении: 60 к 40). Такой газовой смесью можно будет заправлять значительно большее количество грузовых автомобилей. И воздействие на климат в таком случае будет эквивалентно влиянию электрогрузовиков.

Сжиженный биометан, является наиболее экологичным и экономически эффективным альтернативным топливом.

На первых порах сертифицированная доля биометана составит 25 %. По сравнению с сжиженным газом биометан сокращает выбросы CO_2 примерно на 70–80 %.

2. Использование биогаза

Эффективность биогаза как моторного топлива зависит от содержания метана и отсутствия таких вредных примесей, как сероводород, аммиак, углекислый газ и влага. Их наличие способствует коррозии металла, засорению и быстрому износу деталей и узлов агрегата. Именно по этой причине до начала применения в ДВС биогаз следует подвергнуть тщательной очистке.

Для использования биогаза в ДВС следует вначале очистить его от вредных примесей. Во вторых – довести содержание метана в биогазе до 80 % и выше.

Наиболее простым и экономичным способом очистки биогаза является сухая очистка в специальном фильтре. В качестве адсорбера в данном случае применяется природный цеолит.

Минимальная стоимость материалов, простота эксплуатации фильтра и регенерация адсорбера делают этот метод надежным средством защиты газгольдера, компрессоров и двигателей внутреннего сгорания от коррозии, вызванной продолжительным воздействием вредных примесей, содержащихся в биогазе.

Для анализа сорбционных свойств образец цеолита был измельчен и отсортирован на фракции. На рис. 2 показан фильтр.

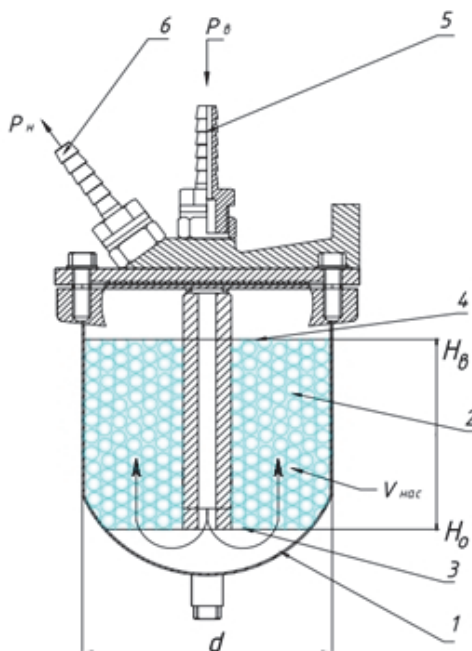


Рисунок 2 – Фильтр для биогаза:

- 1 – корпус фильтра; 2 – природный цеолит; 3 — нижняя сетчатая перегородка;
- 4 – верхняя сетчатая перегородка; 5 – штуцер для подвода газа; 6 – штуцер для отвода газа

Принцип работы модернизированного фильтра следующий. К штуцеру 5 под давлением поступает неочищенный биогаз, который проходит по центральному каналу. Затем проходит через нижнюю сетчатую перегородку 3, поступает в слой фильтровального материала – цеолита 2, после очистки биогаз проходит через верхнюю сетчатую перегородку 4 и подходит к выходному штуцеру 6.

Перевод двигателя на природный газ имеет следующие преимущества: уменьшается срабатывание деталей двигателя; увеличивается срок службы моторной смазки в 2–2,5 раза; совсем отсутствует детонация; высокое октановое число природного газа позволяет использовать его для любых двигателей.

Автомобили

Двигатели Scania, работающие на газе, известны своей топливной экономичностью. Типичный грузовой автомобиль с полуприцепом с полной массой до 40 т при благоприятных условиях может проехать 1100 км без дозаправки. Для грузовика с жестким кузовом и с двумя топливными баками запас хода составляет примерно 1700 км. Если в баки залит биогаз, то снижение выбросов CO₂ может достигать 90 % по сравнению с аналогичным дизельным двигателем.

Заключение

Использование биогаза на автотранспорте имеет большой потенциал, так как он является относительно дешёвым видом топлива. Также биотопливо является экологически чистым, так как при его сжигании выделяется столько же CO₂, сколько растения поглощают из воздуха в период роста. Биогаз является универсальным видом топлива, оно подходит для любых двигателей.

Библиографический список

1. РосБиоГаз. Двигатели, работающие на биогазе. URL : <https://www.rosbiogas.ru/literatura/rukovodstvo-po-biogazovim-technologiyam/dvigateli-rabotayushie-na-biogaze.html> (дата обращения : 15.02.2022).
2. Fuel Tank Car. URL : <https://gudanglptoop.blogspot.com/2021/09/fuel-tank-car-fuel-tank-of-car-hd-png.html> (дата обращения : 15.02.2022).
3. Отраслевой портал. Альтернативное топливо. URL : <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=84> (дата обращения : 25.02.2022).
4. Тех.Приборы.Ру. Биогазовые установки. Работа и устройство. URL : <https://tehpribory.ru/glavnaia/oborudovanie/biogazovye-ustanovki.html> (дата обращения : 04.03.2022).
5. Scania. URL : <https://www.scania.com/group/en/home.html> (дата обращения : 04.03.2022).
6. Volvo. URL : <https://www.volvocars.com/ru> (дата обращения : 25.01.2022).

УДК 629.364.2

Дмитрий Романович Андреев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-112, Россия, Владивосток, e-mail: disstav59@gmail.com

Научный руководитель – Сергей Владимирович Куличков, канд. техн. наук, доцент

Динамический анализ подъёмного механизма автовоза

Аннотация. Для многофункционального автовоза трудности с подъемом и блокировка подъема возникают вскоре после начала подъема. Проведен динамический анализ подъёмного механизма, и результаты расчетов показывают, что неразумная конструкция подъёмного механизма является основной причиной нижеуказанных проблем.

Ключевые слова: автовоз, подъёмный механизм, динамический анализ

Dmitry R. Andreev

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-112, Russia, Vladivostok, e-mail: disstav59@gmail.com

Scientific adviser – Sergey V. Kulichkov, PhD, Associate Professor

Dynamic analysis of the lifting mechanism of the car carrier

Abstract. For a multifunctional car transporter, lifting difficulties and lifting blockage occur shortly after starting to lift. A dynamic analysis of the lifting mechanism has been carried out, and the calculation results show that the unreasonable design of the lifting mechanism is the main cause of the following problems.

Keywords: car carrier, lifting mechanism, dynamic analysis

Подъёмный механизм автовоза обычно включает переднюю и заднюю стойки, в которых гидроцилиндр, ползунки, звездочки и цепь работают вместе, как показано на рис. 1. Подъем и опускание верхней платформы осуществляются совместным движением компонентов внутри передней и задней колонн для загрузки или разгрузки верхних вагонов. Однако для этого типа автовоза наличие задней стойки ограничивает грузовое пространство, так что он может только загружать автомобили. После прибытия в пункт назначения автовоз вернется пустым, что приведет к пустой трате ресурсов и увеличению стоимости перевозки.

Чтобы решить вышеуказанные проблемы, для замены задней стойки используется четырехрычажный механизм, так что пространство, занимаемое задней стойкой, освобождается, а верхняя платформа может загружать грузы шире, чем автомобиль². Верхняя площадка расположена в верхнем положении 0^0 для перевозки автомобилей (рис. 1, а), в среднем положении 8^0 для погрузки или разгрузки верхних вагонов (рис. 1, б) и в нижнем положении 0^0 для загрузки контейнера или автобуса (рис. 1, с), чтобы реализовать многофункциональное назначение.

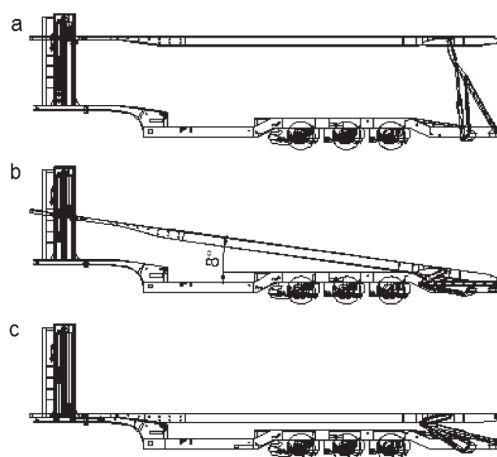


Рисунок 1 – Различные положения верхней платформы: а – высокое положение 0° ; б – среднее положение 8° ; с – низкое положение 0°

Как крупногабаритный автовоз, многофункциональный автовоз обычно загружает крупногабаритные автомобили, масса одного автомобиля обычно превышает 2000 кг. В процессе подъема возникают некоторые проблемы, такие как трудность подъема, блокировка подъема, большие тяговые усилия, воздействующие на переднюю стойку верхней платформой.

В противовес возникшим проблемам был проведен динамический анализ подъемного механизма для выявления причин проблем в данной статье. Также были проведены оптимизация конструкции подъемного механизма и соответствующий динамический анализ.

Подъемный механизм автовоза состоит из большой стрелы, малой стрелы, гидроцилиндра и двух шарнирных опор, приваренных к нижней раме автомобиля, как показано на рис. 2. Верхняя платформа, большой рычаг, малый рычаг и нижняя рама транспортного средства составляют четырехзвенный механизм, как показано на рис. 3.



Рисунок 2 – Подъемный механизм многофункционального автовоза

В качестве элемента *A* принимается верхняя площадка длиной l , а расстояние между двумя шарнирными точками O_1O_2 является l_A ; в качестве элемента *B* предполагается стрела длиной l_B ; компонент *C* – большая стрела длиной l_C ; расстояние между двумя шарнирными точками O_1O_2 является $l_{O_1O_2}$. Включенные углы между компонентами *A*, *B*, *C* и направлением x θ_A , θ_B , θ_C соответственно; острый угол между гидравлическим цилиндром и направлением x равен φ . По длинам l_A , l_B , l_C и $l_{O_1O_2}$ методом определения типа четырехзвенного механизма можно определить, что подъемный механизм многофункционального автовоза представляет собой двухкулисный механизм с определенной траекторией движения.

Связь между большой стрелой и гидравлическим цилиндром показана на рис. 4, а координаты опоры гидроцилиндра O_3 равны (x_{oil}, y_{oil}) , координаты шарнирной точки O между большим плечом и гидроцилиндром считаются как $(l_c \cdot \cos\theta_c, l_c \cdot \sin\theta_c)$, расстояние между двумя шарнирными опорами O_2 и O_3 берем как $a = \sqrt{x_{oil}^2 + y_{oil}^2}$.

Без учета масс большого плеча, малого плеча и гидроцилиндра их можно рассматривать как двухсиловые стержни, в которых направление силы совпадает с его осевым направлением. В качестве объекта исследования принята верхняя площадка, а действующие на нее силы показаны на рис. 5.

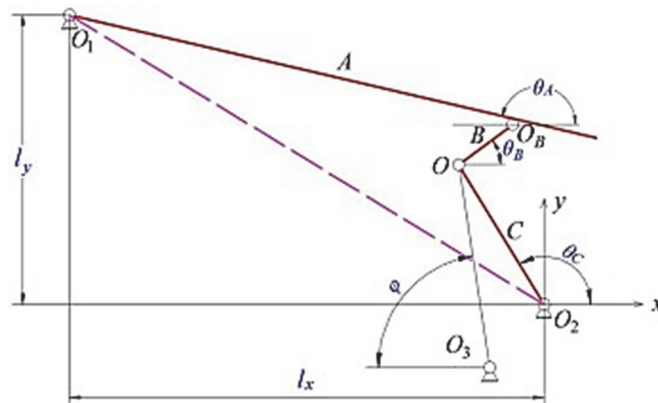


Рисунок 3 – Четырехзвенный механизм

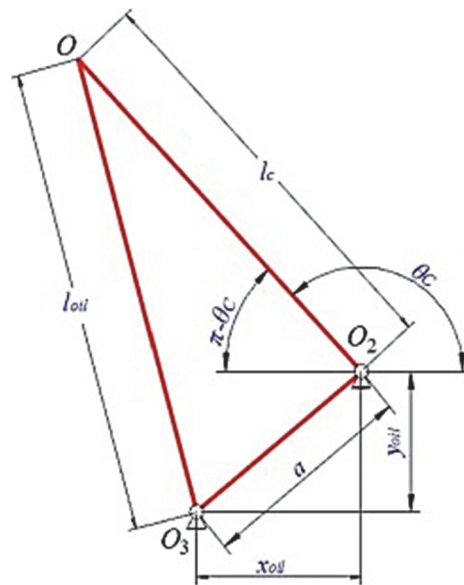


Рисунок 4 – Схема большого рычага и гидроцилиндра

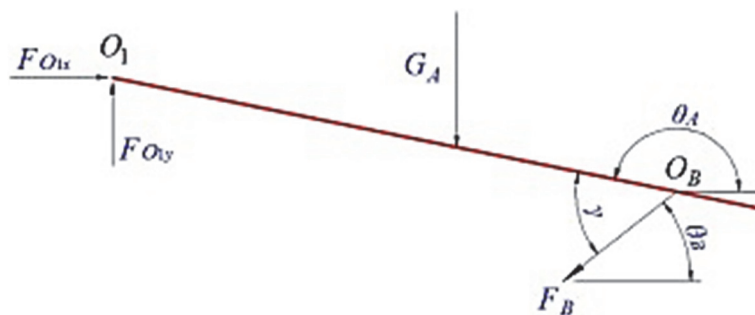


Рисунок 5 – Диаграмма сил верхней площадки

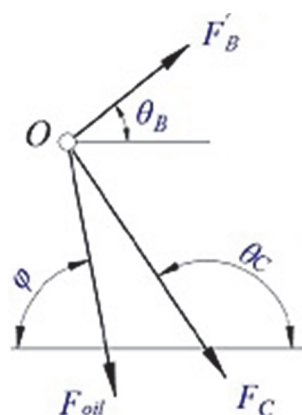


Рисунок 6 – Схематическая диаграмма сил, действующих на шарнир O

Предполагается, что процесс подъема верхней площадки представляет собой равномерное подъемное движение. С удлинением цилиндра потребная тяга меньше, так как плечо поршня увеличивается.

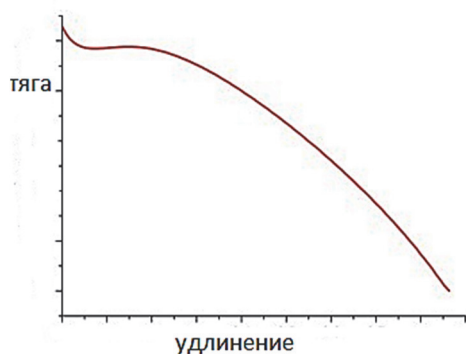


Рисунок 7 – Требуемая тяга гидроцилиндра в зависимости от удлинения гидроцилиндра

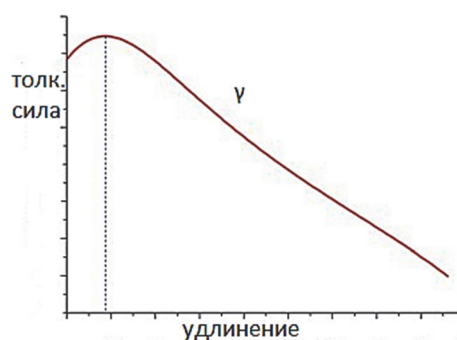


Рисунок 8 – Угол передачи γ и кривая его изменения

Что касается явления трудности подъема и блокировки подъема, первым фактором, который следует учитывать, является то, может ли тяга гидравлического цилиндра соответствовать требованиям подъема или нет. Фактически трудность подъема и блокировка подъема возникают не в начальный момент. Как известно, угол передачи γ между верхней платформой и стрелой – важный физический параметр, влияющий на подъемные характеристики, чем больше, тем лучше. Угол передачи γ и кривая его изменения в зависимости от удлинения гидроцилиндра представлены на рис. 7, 8.

Момент, когда угол передачи γ достигает минимального значения, совпадает с моментом возникновения трудности подъема, блокировки подъема и максимального горизонтального тягового усилия, как показано на рис. 9. Таким образом, мы делаем вывод, что неразумная конструкция существующего заднего подъемного механизма является основной причиной проблем.

Таким образом, конструкция автовоза требует оптимизации. При оптимизации конструкции подъемного механизма следует учитывать некоторые ограничивающие условия, например, расстояние по вертикали между верхней платформой и нижней рамой транспортного средства должно быть не менее 2,1 м, а существующая гидравлическая система, установленная на транспортном средстве, должна продолжать работать. Принимая во внимание ограничивающие условия и ссылаясь на данный подъемный механизм, можно использовать комбинированный подъемный механизм с задним толкателем для замены существующего заднего подъемного механизма, рис. 10. Для оптимизированного подъемного механизма угол передачи постепенно увеличивается в процессе подъема.

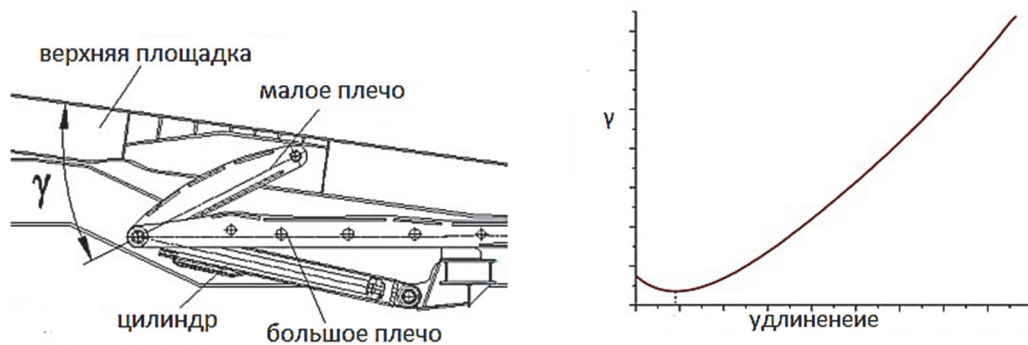


Рисунок 9 – Горизонтальное тяговое усилие, действующее на переднюю стойку, в зависимости от удлинения гидравлического цилиндра



Рисунок 10 – Задний толкатель; комбинированный подъемный механизм

Библиографический список

1. Qian-YueNie, Zhi-FengNie,, KaiWang, Ting-RuiLiu. Structure optimization and mechanical study on lifting mechanism of the multifunctional car transporter // Heliyon 8(2022)e11717.
2. Jiang, J.G., Wu, D.H., He, T.H., Zhang, Y.D., Li, C.P., Sun, H. Kinematic analysis and energy saving optimization design of parallel lifting mechanism for stereoscopic parking robot. Energy Rep. 2022. 8. 2163–2178.
3. Zagarin, D.A., Dzotsenidze, T.D., Kozlovskaya, M.A., Shkel, A.S., Rodchenkov, D.A., Bugaev, A.M., Pugin, G.M. Strength of a load-carrying steel frame of a mobile wheeled vehicle cabin. Metallurgist. 2020. 64(5–6). 476–482.
4. Nguyen, V.V., Nguyen, T.N., Nguyen, C.T. Research on the dynamics of a hydraulic static-pile-pressing machine during the process of lifting and slewing of piles. J. Comput. Appl. Res. Mech. Eng. 2021. 11(1). 191–203.
5. Bugaev, A.M., Pugin, G.M. Strength of a load-carrying steel frame of a mobile wheeled vehicle cabin. Metallurgist. 2020. 64 (5–6). 476–482.

Филипп Сергеевич Высоцкий

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, Россия, Владивосток, e-mail: burovfil@mail.ru

Научный руководитель – Виктория Александровна Плоткина, канд. техн. наук, доцент

Определение механических характеристик прочности пластиков, предназначенных для 3D-печати по технологии FDM

Аннотация. Посвящена тестированию нескольких видов пластиков с целью определения механических характеристик прочности. Прочность – свойство материала сопротивляться разрушению под действием напряжений, возникающих в результате воздействия на него внешних сил. Экспериментальные исследования позволят выявить наиболее прочный пластик, который впоследствии необходим для 3D-печати с учетом технологии FDM различных деталей, конструкций и их элементов.

Ключевые слова: 3D-печать, прочность, FDM

Philipp S. Vysotskiy

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, Russia, Vladivostok, e-mail: burovfil@mail.ru

Scientific adviser – Viktoria A. Plotkina, PhD, Associate Professor

Determination of mechanical strength characteristics of plastics intended for 3D printing using FDM technology

Abstract. This article is devoted to testing several types of plastics in order to determine the mechanical characteristics of strength. Strength is the property of a material to resist destruction under the influence of stresses resulting from the impact of external forces on it. Experimental studies will reveal the most durable plastic, which is subsequently necessary for 3D printing, taking into account the FDM technology of various parts, structures and their elements.

Keywords: 3D-printing, strength, FDM

3D-печать по технологии FDM

Печать методом послойного наложения (FDM) представляет собой процесс аддитивного производства, который реализуется благодаря экструзии материалов. При этом под экструзией материала понимается непрерывный технологический процесс, заключающийся в продавливании высоковязкого материала на основе расплава либо пастообразной многофазной дисперсной системы, через формирующий инструмент (фильеру, дюзу, сопло), с целью получения изделия с поперечным сечением нужной формы.

В FDM модель конструкции конструируется путем нанесения расплавленного материала по заранее установленному алгоритму, слой за слоем (рис. 1). Используемые материалы представляют собой термопластичные полимеры и имеют форму нити.

Адгезия между слоями

Хорошая адгезия между слоями очень важна для детали, напечатанной по технологии FDM. Когда расплавленный пластик выдавливается через сопло, он прижимается к преды-

дущему слою. Высокая температура и давление вновь расплавляют поверхность предыдущего слоя и позволяют связать новый слой со старым.

Прочность связи между различными слоями всегда ниже, чем базовая прочность материала. Это означает, что детали, произведённые по технологии FDM, по своей природе анизотропны: их прочность по оси Oz всегда меньше их прочности в плоскостях Ox/Oy .

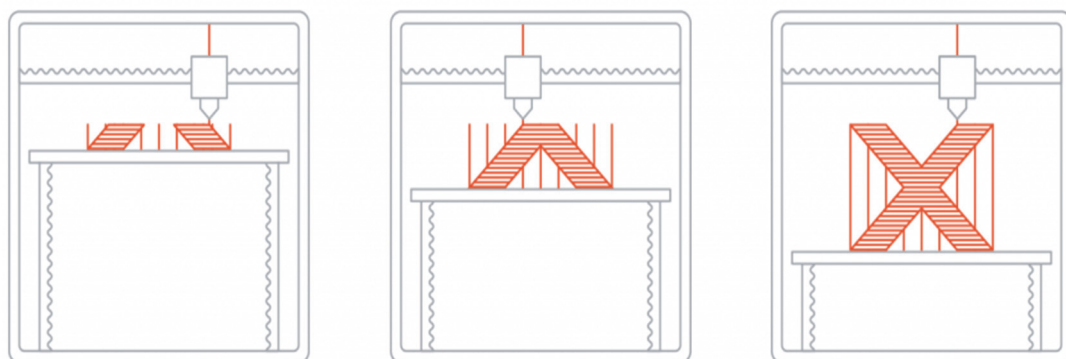


Рисунок 1 – Процесс печати в технологии FDM

Тестируемые материалы

При определении механических характеристик прочности в тестировании использовались следующие типы пластиков: PLA, PETG, SBS, SAN, HIPS, ABS. Из каждого были напечатаны горизонтальные (рис. 2) и вертикальные (рис. 3) образцы и поочерёдно протестированы на стенде универсальной испытательной машины.

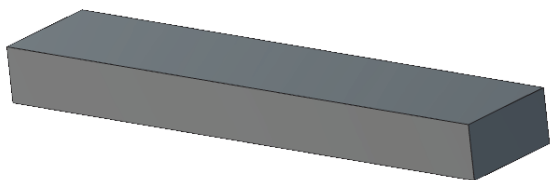


Рисунок 2 – 3D-модель горизонтального образца

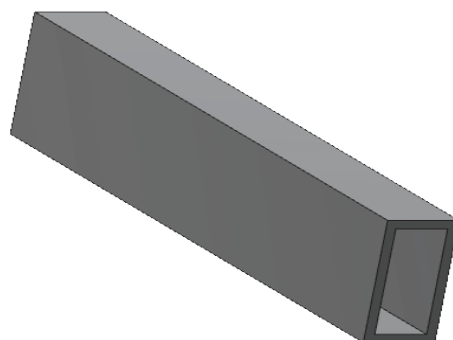


Рисунок 3 – 3D-модель вертикального образца

Методика тестирования

С целью определения механических характеристик прочности некоторых видов пластиков проводятся экспериментальные исследования по тестированию материала на восприятие нагружения в виде изгиба.

Тестирование проводилось на универсальной испытательной машине типа UP 5057-50 методом трёхточечного изгиба образцов. Экспериментальная установка имеет наибольшую предельную нагрузку, равную 50 кН, или 5 тонна-сил (рис. 4). Данные экспериментального тестирования отражаются в диалоговом окне на компьютере, подключенном к испытательной машине.

В результате тестирования определена как базовая прочность материалов, так и прочность связи между слоями. Для определения базовой прочности материала производился изгиб так называемых горизонтальных образцов. Слои в таких образцах расположены перпендикулярно вектору давления (рис. 5).

Для определения прочности связи между отдельными слоями используются вертикальные образцы. Слои в них расположены параллельно вектору давления (рис. 6).

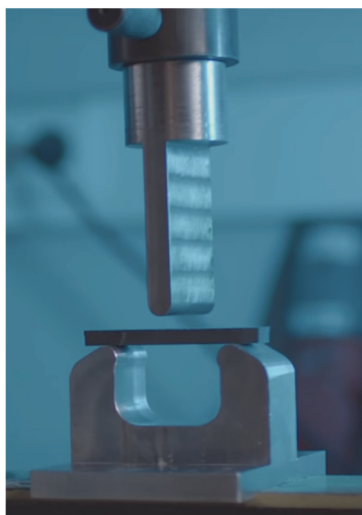


Рисунок 4 – Рабочая часть универсальной испытательной машины типа UP 5057-50

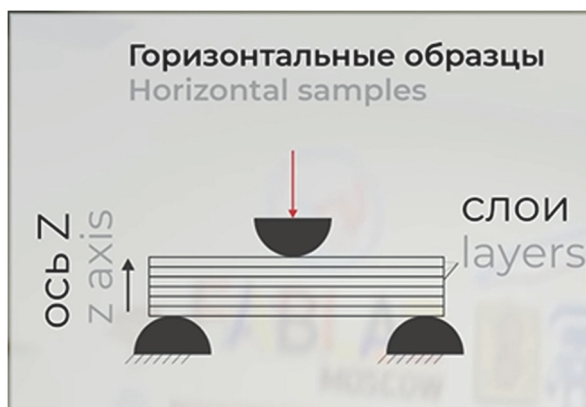


Рисунок 5 – Схема нагружения горизонтального образца

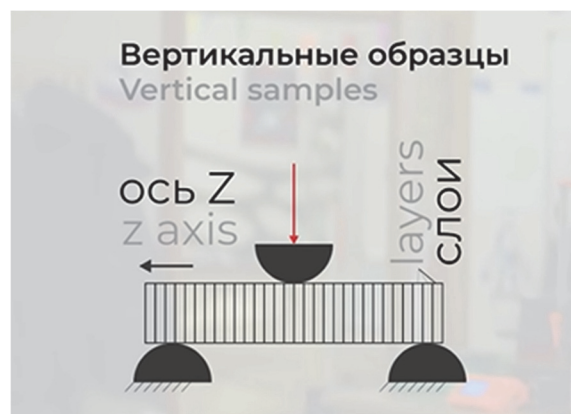


Рисунок 6 – Схема нагружения вертикального образца

Результаты определения механических характеристик прочности пластиков

По итогам экспериментального тестирования образцов различных видов пластиков получены диаграммы динамики напряжения при изгибе при перемещении внутренней структуры образца в результате приложения изгибающего усилия со стороны (рис. 7–12).

Горизонтальная заготовка из пластика типа PLA разрушается при напряжении в 106 МПа, а вертикальная – при напряжении в 40 МПа. Хороший баланс прочности материала межслойной адгезии.

Горизонтальная заготовка из пластика типа PETG разрушается при напряжении в 93 МПа, а вертикальная – при напряжении в 33 МПа.

Горизонтальная заготовка из пластика типа SBS разрушается при напряжении в 31 МПа, а вертикальная – при напряжении в 11 МПа. Довольно низкие прочностные характеристики относительно PLA и PETG

Горизонтальная заготовка из пластика типа SAN разрушается при напряжении в 111 МПа, а вертикальная – при напряжении в 17 МПа. Сам материал обладает высокой прочностью, но вот сила сцепления между слоями не так велика.

Горизонтальная заготовка из пластика типа HIPS разрушается при напряжении в 47 МПа, а вертикальная – при напряжении в 9 МПа.

Горизонтальная заготовка из пластика типа ABS разрушается при напряжении в 77 МПа, а вертикальная – при напряжении в 22 МПа.

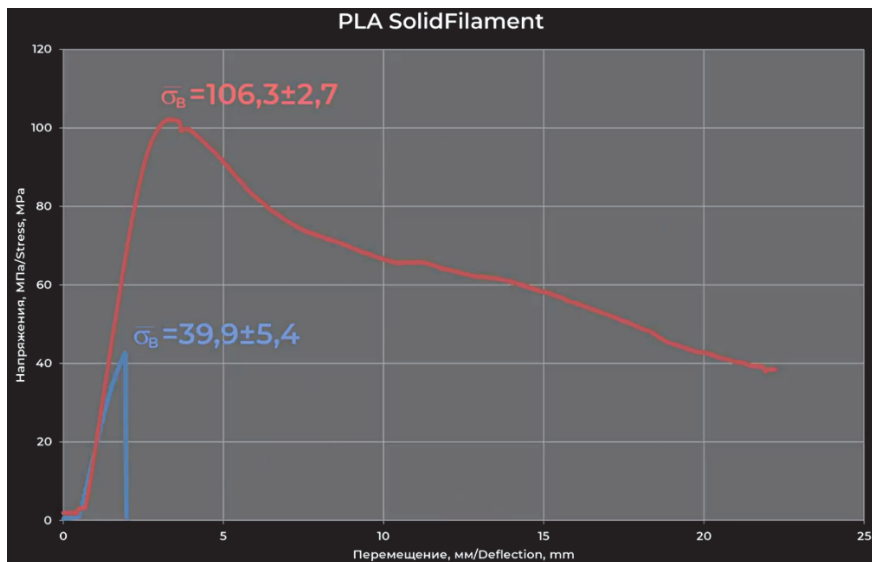


Рисунок 7 – График динамики напряжения для PLA

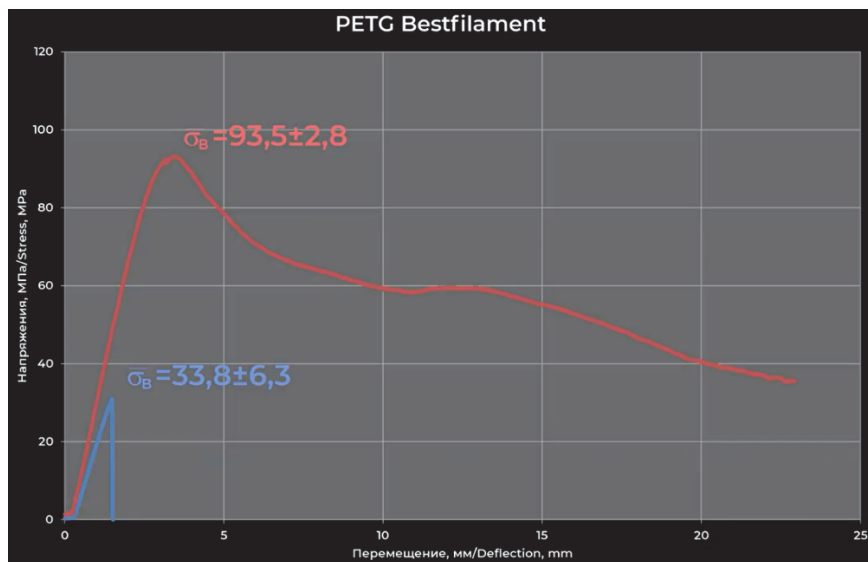


Рисунок 8 – График динамики напряжения для PETG

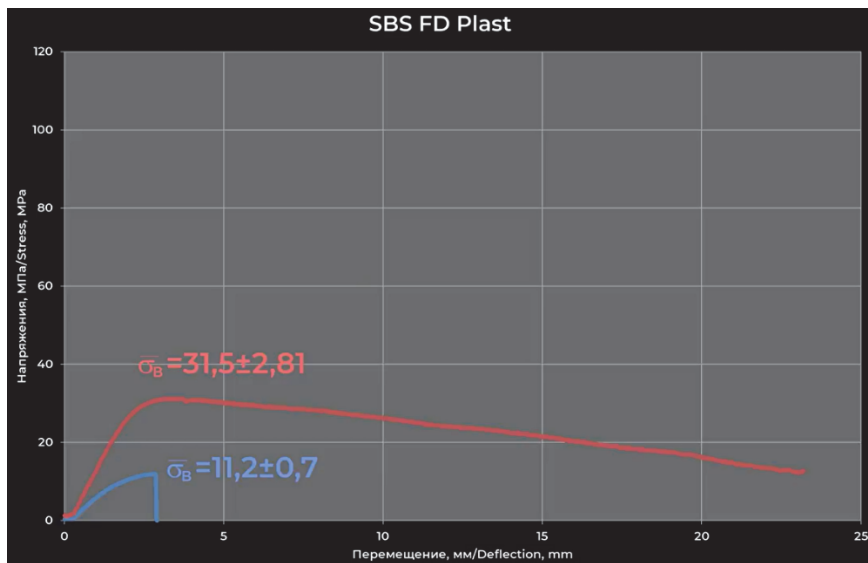


Рисунок 9 – График динамики напряжения для SBS

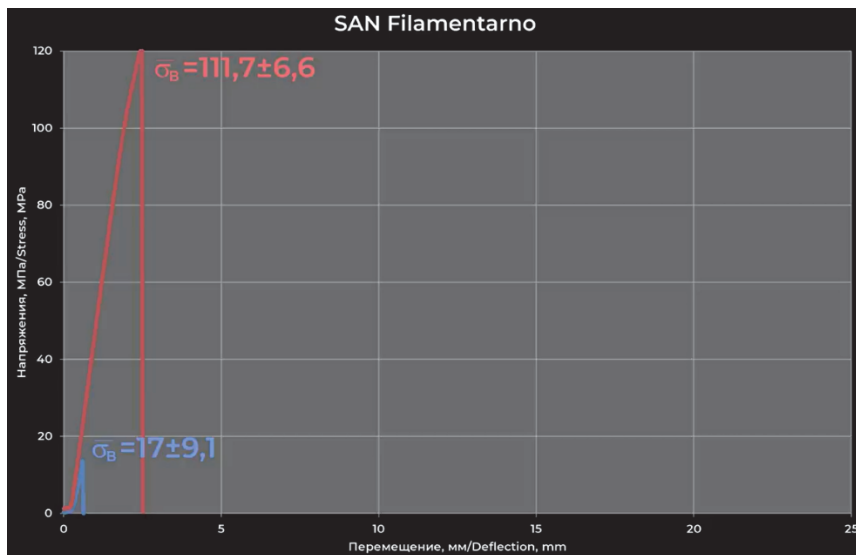


Рисунок 10 – График динамики напряжения для SAN

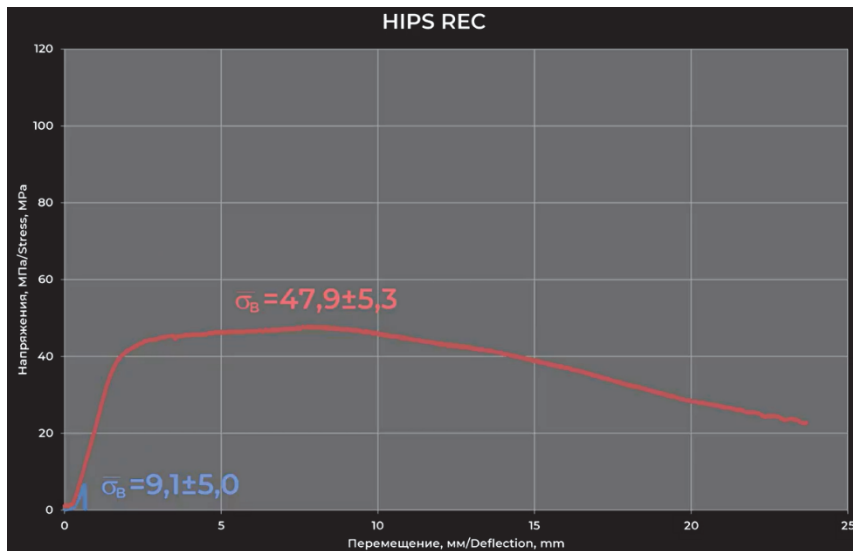


Рисунок 11 – График динамики напряжения для HIPS

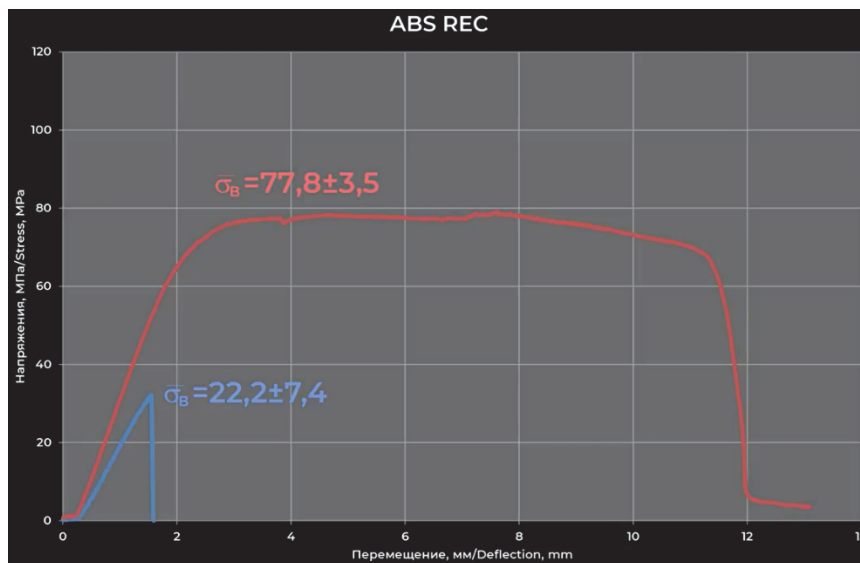


Рисунок 12 – График динамики напряжения для ABS

Заключение

Результаты экспериментальных исследований, выполненных с помощью универсальной испытательной машины UP 5057-50 методом трёхточечного изгиба образцов с целью определения лучших механических характеристик прочности испытуемых видов пластиков, представлены в таблице.

Итоговые результаты пределов прочности при изгибе

Тип пластика	Результат (горизонтальный образец), МПа	Результат (вертикальный образец), МПа
PLA	106,3	39,9
PETG	93,5	33,8
SBS	31,5	11,2
SAN	111,7	17
HIPS	47,9	9,1
ABS	77,8	22,2

Анализ диаграмм (см. рис. 7–12) показал, что наилучшим по прочности оказался пластик SAN, но его межслойная адгезия оставляет желать лучшего. Хуже всего себя показал пластик SBS. Самым сбалансированным по соотношению прочность/межслойная адгезия является пластик PLA, на втором месте находится PETG, также показывающий хорошие результаты в тестировании при определении механических характеристик прочности исследуемых пластиков.

Библиографический список

1. FDM технология [Электронный ресурс]. URL : <https://3dtool.ru/stati/fdm-tekhnologiya-kak-eto-rabotaet/> (дата обращения : 18.03.2023).
2. Испытание методом трёхточечного изгиба [Электронный ресурс]. URL : https://ru.abcdef.wiki/wiki/Three-point_flexural_test (дата обращения : 17.03.2023).
3. Биргер И. А., Мавлютов Р. Р. Сопротивление материалов. М. : Наука, 1986.

Филипп Сергеевич Высоцкий

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, Россия, Владивосток, e-mail: burovfil@mail.ru

Научный руководитель – Сергей Владимирович Куличков, канд. техн. наук, доцент

Оптимизация механизмов крана для снижения вибрации

Аннотация. В погрузочно-разгрузочных работах возникают силы Эйлера и Кориолиса, влияние которых необходимо минимизировать уже на этапе выбора параметров системы и конструкции механизма. Эффективная оптимизация, подтвержденная динамическим анализом, позволяет значительно снизить значения динамических перегрузок на этапе проектирования стальной конструкции, в результате чего конструкция становится легче и дешевле.

Ключевые слова: оптимизация, однозвенный стреловой кран, поворотная система, вибрация, потребление энергии

Philipp S. Vysotskiy

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, Russia, Vladivostok, e-mail: burovfil@mail.ru

Scientific adviser – Sergey V. Kulichkov, PhD, Associate Professor

Optimization of crane mechanisms to reduce vibration

Abstract. During loading and unloading operations, Euler and Coriolis forces arise, the influence of which must be minimized already at the stage of selecting system parameters and mechanism design. Effective optimization, confirmed by dynamic analysis, makes it possible to significantly reduce the values of dynamic overloads at the design stage of the steel structure, as a result of which the structure becomes lighter and cheaper.

Keywords: optimization, single-link jib crane, rotary system, vibration, energy consumption

В работе рассматривается поведение крана с поворотной стрелой, физическая модель которого представлена на рисунке, под действием приложенных нагрузок: Q – подъемная нагрузка от поднимаемой массы, G_P – противовес и G_W – вес стрелы. Соответствующие силы, действующие в канатах от подъемной нагрузки – S_Q , подъема стрелы – S_W , противовеса – S_P действуют под острыми углами к стреле: $\alpha = \alpha(\varphi)$, $\beta = \beta(\varphi)$, $\gamma = \gamma(\varphi)$ – на рисунке не указано.

Гибкость каната обратно пропорциональна его эффективной длине – $l(t)$. Принимая усредненное значение модуля Юнга $E = 125$ ГПа для канатов с неметаллическим сердечником, модуль упругости каната находится по формуле

$$k(l) = n \frac{EA}{l}, \quad (1)$$

где A – эффективная площадь поперечного сечения каната; n – кратность полиспаста.

Предполагается, что демпфирование канатов пропорционально модулю упругости через безразмерный коэффициент демпфирования ζ_0 (в данном исследовании предполагается, что $\zeta_0 = 0$). Влиянием натяжения каната на его жесткость и демпфирование пренебрегают.

Физическая модель однозвенного крана определяется следующими нелинейными нестационарными дифференциальными уравнениями движения:

$$\begin{cases} J_{WO\varepsilon_\varphi} = L_{OB}[3 \sin(\alpha) \cdot S_Q - \cos(\varphi - \mu) \cdot S_Q + k_{OE} \cdot \sin(\beta) \cdot S_W + k_{OF} \cdot \sin(\gamma) \cdot S_P - k_{OS} \cdot \cos(\varphi) \cdot G_W] & (2) \\ m_Q[a_{BC} - L_{BC} \cdot \omega_\mu^2 - L_{OB} \cdot \sin(\varphi - \mu) \cdot \varepsilon_\varphi + L_{OB} \cdot \cos(\varphi - \mu) \cdot \omega_\varphi^2] = \cos(\varphi) \cdot Q - S_Q & (3) \\ m_Q[L_{BC} \cdot \varepsilon_\mu + 2 \cdot \omega_\mu \cdot \mu_{BC} - L_{OB} \cos(\varphi - \mu) \cdot \varepsilon_\varphi - L_{OB} \sin(\varphi - \mu) \cdot \omega_\varphi^2] = -\sin(\mu) \cdot Q & (4) \\ m_P a_{XP} = G_P - S_P, & (5) \end{cases}$$

где ε_φ , ω_φ – угловое ускорение и угловая скорость стрелы; ε_ν , ω_ν – угловое ускорение и угловая скорость груза Q ; a_{BC} , ν_{BC} – ускорение и скорость продольного движения груза Q ; a_{XP} – вертикальное ускорение противовеса G_P ; L_{OB} – длина стрелы; k_{OE} , k_{OF} , k_{OS} – нормированные относительно расстояний L_{OB} : $|OE|$, $|OP|$, $|OC|$.

Нестационарный характер динамических процессов связан с зависимостью гибкости каждого каната от его активной длины $l(t)$, которая изменяется при намотке каната на барабан.

Уравнение (1) управляет движением стрелы под действием регулирующей силы $S_W(t)$. Сила тяжести стрелы G_W действует на стрелу наряду с силами, действующими в канатах за счет поднимаемого груза Q и веса противовеса G_P . Эти силы обозначаются как $S_Q(t)$ и $SP(t)$ соответственно. Следует отметить, что механизм подъема стрелы увеличивает усилие $S_Q(t)$ в три или пять раз, в зависимости от передаточного числа канатной системы i_w . Движение полезной нагрузки Q под действием силы, действующей на канат $S_Q(t)$ в продольном направлении, определяется уравнением (2). Это движение включает в себя подъемное движение из-за намотки каната на барабан и колебательное движение, вызванное гибкостью каната. Угловые колебания груза Q , подвешенного на веревке, описываются уравнением в формуле (3), в котором также проявляется эффект ускорения Кориолиса. Уравнение (4) – уравнение движения противовеса.

Как правило, хороший дизайн основывается на принципе максимальной прибыли и минимальных затрат. Фактически оптимальное проектирование представляет собой многоэтапную и многокритериальную оптимизационную задачу.

Следует иметь в виду, что расстояние x_5 на рисунке не должно фактически выступать в качестве решающей переменной при постановке задачи о минимальном отклонении вертикальной нагрузки или задачи оптимизации механизма подъема стрелы. Было сделано предположение, что конструктивная структура, а значит, и основные параметры этих двух механизмов должны быть идентичными. Такой подход кажется неоправданным, поскольку это два отдельных механизма, а задействованные требования независимы и не связаны друг с другом. По этой причине эти механизмы обычно имеют различную кинематическую структуру в конструкции крана. Кроме того, кинематическая модель не учитывает передаточное отношение компенсирующего механизма.

Отсутствует информация об основных параметрах оптимизируемого крана, что не позволяет достоверно оценить работоспособность модели. Несмотря на то, что должным образом учитываются взаимодействия с другими механизмами, нет необходимости объединять критерии, относящиеся к различным механизмам, для постановки единой оптимизационной задачи. В случае кранов с подъемной стрелой задачи оптимизации должны выполняться независимо, в заданном порядке и последовательности, обусловленной обратными связями между соответствующими механизмами. В первую очередь следует оптимизировать механизм подъема стрелы, так как на отклонения траектории крюка от горизонтали при выполнении подъема стрелы не влияет действие ни противовеса, ни механизма подъема стрелы.

Первым шагом в оптимизации механизмов крана с поворотной стрелой должен стать механизм подъема стрелы. Процедура оптимизации определяет положение пикового шкива, а целевой функцией является минимизация (уменьшение) ошибки горизонтального пути.

Основной задачей при оптимизации механизма подъема стрелы было обеспечение такой конфигурации строповки, при которой ошибка траектории горизонтального крюка была бы минимальной для всего диапазона изменения угла горизонтального наклона стрелы при блокировке лебедки. По-видимому, для крана с поворотной стрелой хорошей альтернативы механизму подъема стрелы на основе тросовой системы не существует, но что касается подъемных стреловых механизмов и противовесов, то можно искать новые решения среди имеющихся механических конструкций. Оптимизация механизма подъема стрелы осуществляется под конкретный уравнивающий механизм. Таким образом, мы получаем несколько вариантов решений и возможны оптимизационные задачи. При их решении можно соответственно определить значения оптимального показателя качества.

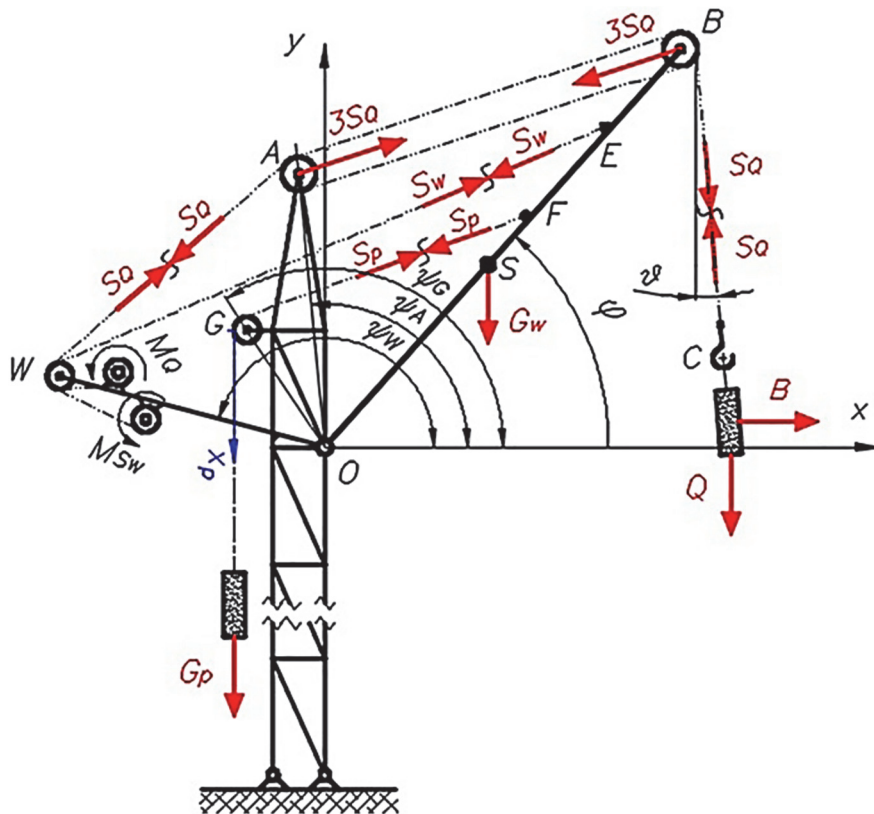


Схема однозвенного крана

Основное преимущество представленного способа заключается в его простоте и универсальности, нет необходимости упрощать критерии оптимизации, а математические формулы изящны и лаконичны. На самом деле достаточно математической программы, чтобы найти экстремум функционалов. В этом исследовании подчеркивается необходимость комплексного подхода к оптимизации многодисковых систем. Оптимизируя отклонение траектории крюка, а затем минимизируя силу, действующую в канатах механизма подъема стрелы, были получены противоречивые решения. Задачи оптимизации трех канатных механизмов однозвенного стрелового крана позволяют сделать следующие выводы:

1. Решается задача оптимизации механизма вылета стрелы и получается решение в виде набора параметров механизма, при которых работа по повороту стрелы должна быть минимальной. Соответственно из этого следует, что сила, действующая на канат в механизме подъема стрелы, должна быть минимальной.

2. Эффективность оптимизации механизма вылета стрелы определяет уровень снижения вибрации полезного груза, подвешенного на крюке.

3. Процедура параметрической оптимизации механизмов крана направлена на минимизацию статических и динамических нагрузок, а также виброактивности металлоконструкции.

Библиографический список

1. Невзоров Л. А., Пазельский Г. Н., Романюха В. А. Строительные башенные краны. М., 1986.
2. Stefan Chwastek. Optimization of crane mechanisms to reduce vibration // Automation in Construction 119 (2020).
3. Fei Ye, Tianen Zhu, Yu Haiyang, Multi-objective optimization of crane luffing mechanism based on gray fuzzy optimal model, International Conference Applied Informatics and Communication - International Conference, 2011, Xi'an, China, Proceedings, Part II, Springer-Verlag GmbH, Berlin Heidelberg, 2011.
4. Ning Sun, Yongchun Fang, Chen He, Fu Yiming, Biao Lu, Nonlinear stabilizing control for ship-mounted cranes with ship roll and heave movements; design, analysis, and experiments, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2017.
5. Łuczko J., Czerwiński A. Experimental and numerical investigation of parametric resonance of flexible hose conveying non harmonic fluid-flow // Journal of Sound and Vibration 373. 2016.

УДК 621.01

Данил Дмитриевич Дворниченко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ВТб-212, Россия, Владивосток, e-mail: danilykd@mail.ru

Даниил Алексеевич Силиванюк

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ВТб-212, Россия, Владивосток, e-mail: danilykd@mail.ru

Научный руководитель – Марина Витальевна Нагаева, старший преподаватель

Исследование механизмов для вычерчивания кривых на стадии структурно-параметрического анализа и синтеза механизмов

Аннотация. Проведено исследование механизмов для вычерчивания кривых на стадии структурно-параметрического анализа и синтеза механизма с помощью системы VSE. Визуализация схем данных механизмов в системе VSE позволяет исследовать движение отдельных точек и звеньев механизма, оценить влияние конструкции механизма на его кинематические характеристики.

Ключевые слова: проектирование, рычажные механизмы, прямоило

Danil D. Dvornichenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, VTb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: danilykd@mail.ru

Daniil A. Silivanyuk

Far Eastern State Technical Fisheries University, VTb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: danilykd@mail.ru

Scientific adviser – Marina V. Nagaeva, Senior Lecturer

Study of mechanisms for plotting curves at the stage of structural-parametric analysis and synthesis of mechanisms

Abstract. In this work, a study of the mechanisms for plotting curves at the stage of structural-parametric analysis and synthesis of the mechanism using the VSE system was carried out. Visualization of schemes of these mechanisms in the "VSE" system allows you to explore the movement of individual points and links of the mechanism, to evaluate the impact of the mechanism design on its kinematic characteristics.

Keywords: design, lever mechanisms, straight

При проектировании новых механизмов требуется получение заданных кинематических параметров, особенно для выходных (рабочих) звеньев, также часто возникает задача реализации определенного вида траектории движения какой-то точки. При исследовании существующих механизмов возникает необходимость в определении его кинематических параметров его точек и звеньев: положения, скорости, ускорения, зависящих от закона движения входных звеньев. Процедура структурирования схем и исследования кинемати-

ки рычажных механизмов, лежащих в основе большинства механических систем, сложна и трудоемка.

В данной работе было проведено исследование прямолинейно-направляющих приближенных механизмов (прямоило) – механизмов для воспроизведения близкой к прямой линии траектории точки звена, образующего кинематические пары только с подвижными звеньями.

В качестве прямоила используют четырехзвенные рычажные механизмы (рис. 1, 6), четырехзвенные шарнирные механизмы (рис. 9) и шестизвенные механизмы (рис. 12, 15).

1. Эллиптическое прямоило

На рис. 1 приведен кривошипно-ползунный механизм. Данный механизм называется эллиптическим прямоилом.

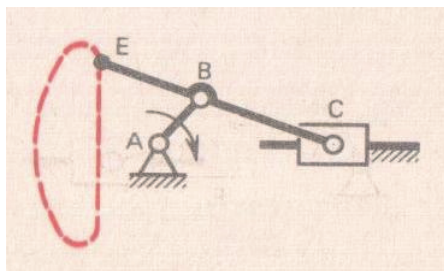


Рисунок 1 – Структурная схема механизма эллиптического прямоила

Структурная формула строения этого механизма:

$$I_1(0,1) \rightarrow II_2(2,3).$$

После ввода всех параметров (размеров звеньев, координат неподвижных точек) в специализированном редакторе структурирования и визуализации схем рычажных механизмов VSE (рис. 2) выполняется расчет кинематических параметров механизма, и на экране появляется динамическое представление схемы механизма за период вращения кривошипа от 0 до 360.

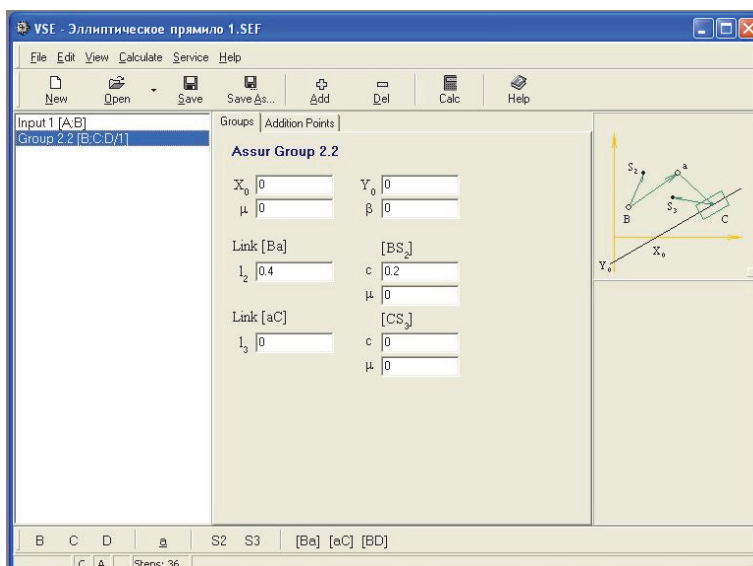


Рисунок 2 – Экран ввода данных для механизма эллиптического прямоила

Корректируя введенные значения параметров, получаем на выходе различные траектории движения заданной точки – т. E (рис. 3, 4).

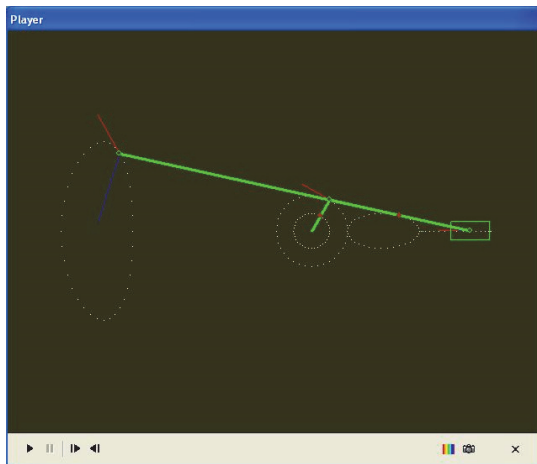


Рисунок 3 – Визуализация схемы механизма эллиптического прямилла (т. E движется по эллипсу)

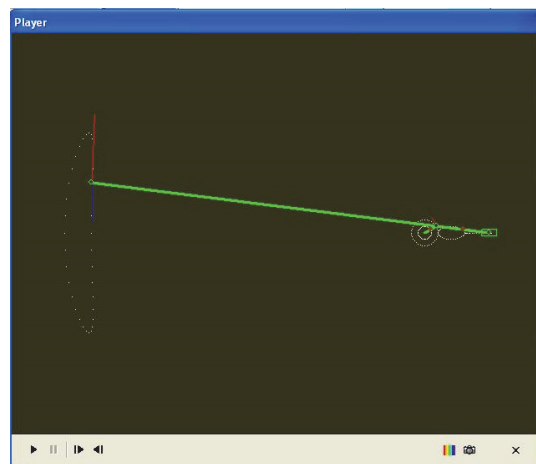


Рисунок 4 – Визуализация схемы механизма эллиптического прямилла (т. E движется приблизительно по прямой)

Кинематические характеристики точек и звеньев механизма (координаты точек, положение звеньев, скорости их и ускорения) выводятся на экран в виде таблиц и графиков (рис. 5).

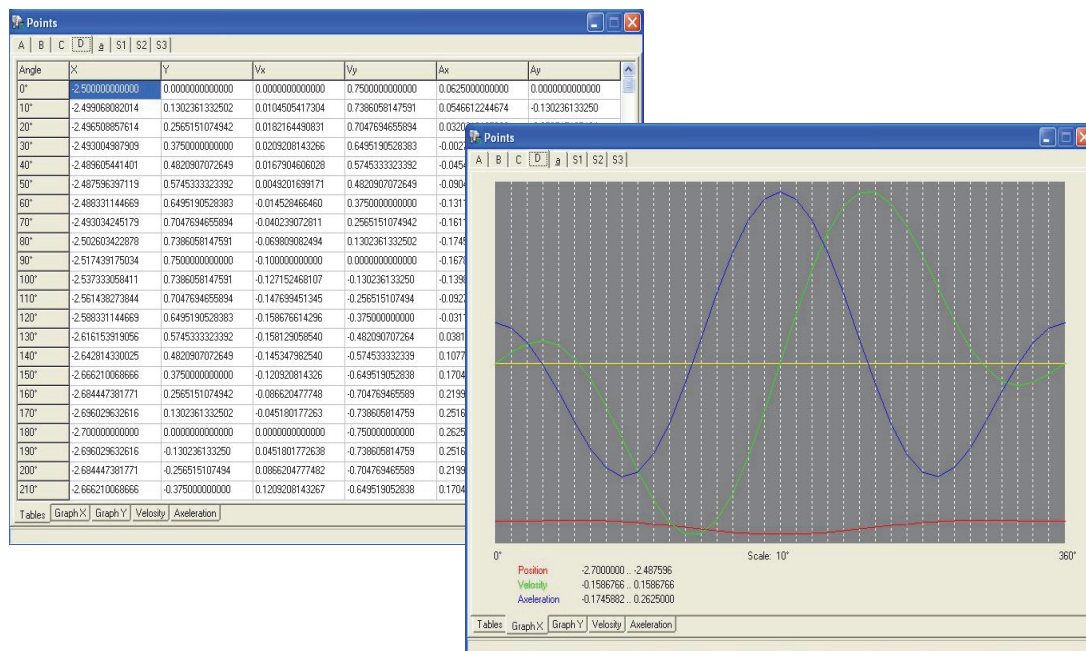


Рисунок 5 – Таблица и графики результатов исследования кинематики т. E

Если выполняются условия $BE = BC = AB$, то данный механизм превращается в прямолинейный точный направляющий механизм, так как т. B в двухползунном механизме такого типа движется по окружности.

Во всех остальных случаях т. E будет приблизительно воспроизводить прямую. Для точного воспроизведения прямой необходимо, кроме упомянутого случая, двигать т. B по эллипсу. Здесь участок эллипса заменен дугой окружности, поэтому участок траектории т. E лишь близок к прямой. Например, при заданном участке s с точностью воспроизведение прямой $\pm \Delta x = 0,001s$ нужно иметь $AB = 0,1s$; $BC = 0,4s$; $EC = 3s$.

По таблице и на графике (рис. 5) видно, что при повороте кривошипа от -80° до 80° , т. E приблизительно движется по прямой.

2. Конхоидальное прямилло

На рис. 6 приведен кривошипно-кулисный механизм – конхоидальное прямилло.

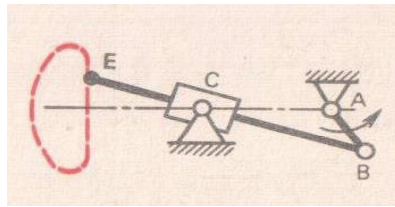


Рис. 6. Структурная схема механизма конхоидального прямила

Структурная формула строения этого механизма:

$$I_1(0,1) \rightarrow II_3(2,3).$$

Если т. E перемещать точно по прямой линии, то т. B должна двигаться по конхоиде (кривой, получающейся при увеличении или уменьшении радиуса-вектора каждой точки кривой на величину постоянного отрезка). В данном случае кривошип обеспечивает движение т. B по окружности (т.е. конхоида заменена дугой окружности), а т. E приближенно на определенном участке (рис. 7) воспроизводит прямую линию (например, при условиях $AC = 1,5AB$ и $BE = 5,3AB$).

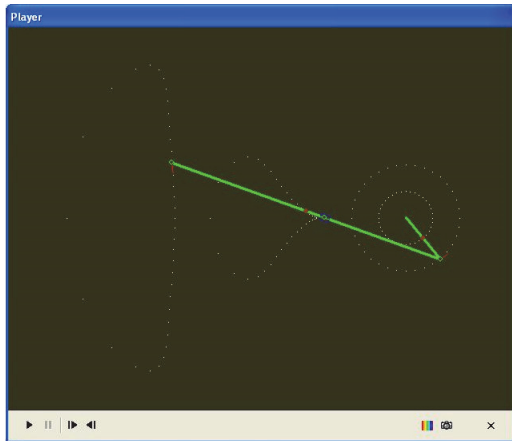


Рисунок 7 – Визуализация схемы механизма конхоидального прямила

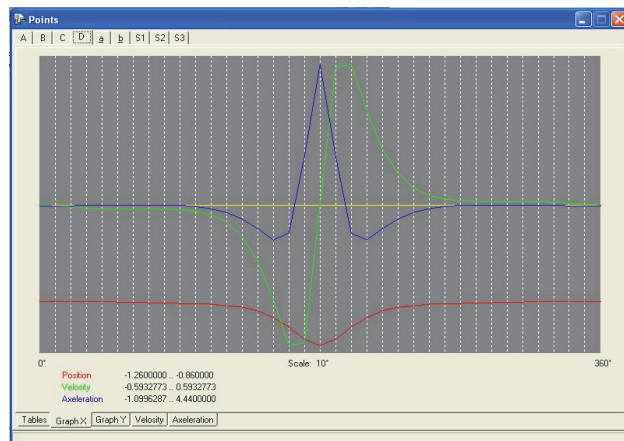


Рисунок 8 – Графики результатов исследования кинематики т. E

3. Прямоугольник Чебышева

На рис. 9 приведен двухкоромысловый механизм – обратное прямоило Чебышева.

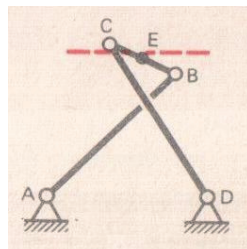


Рисунок 9 – Структурная схема механизма прямоила Чебышева

Структурная формула строения этого механизма:

$$I_3(0,1) \rightarrow II_1(2,3).$$

При выполнении условий $AB = DC$, $BE = EC = 0,25AB$ и $AD = 0,8AB$ т. E имеет траекторию, близкую к прямой (рис. 10, 11).

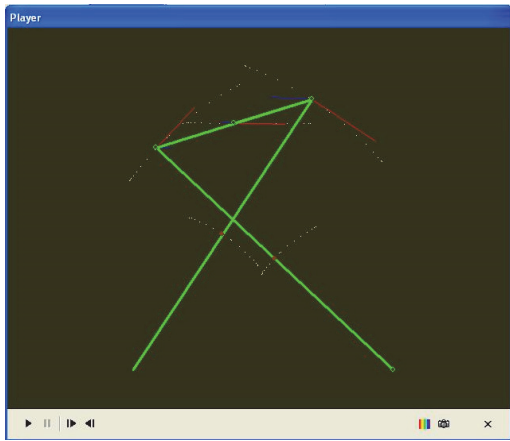


Рисунок 10 – Визуализация схемы механизма прямилы Чебышева

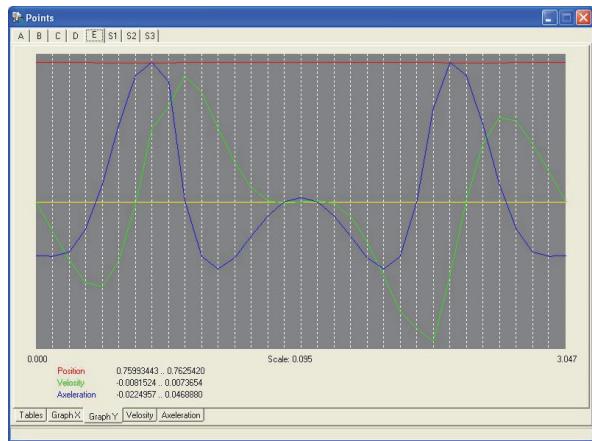


Рисунок 11 – Графики результатов исследования кинематики т. E

4. Механизм Костицына

На рис. 12 приведен шестизвенный механизм – механизм Костицына, представляющий собой соединение пятизвенного механизма $ABEDC$ и параллелограмма $ABFC$.

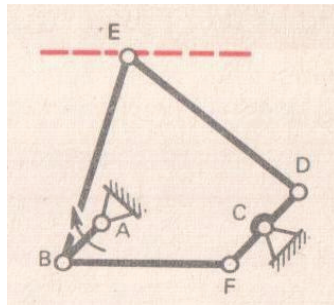


Рисунок 12 – Структурная схема механизма Костицына

Структурная формула строения этого механизма:

$$I_1(0,1) \rightarrow II_1(2,3) \rightarrow II_1(4,5).$$

При выполнении условий $AB = CF = CD$, $BE = DE = 5AB$ и $AC = BF = 4AB$ т. E имеет на некотором участке траекторию, близкую к прямой (рис. 13, 14), параллельной AC

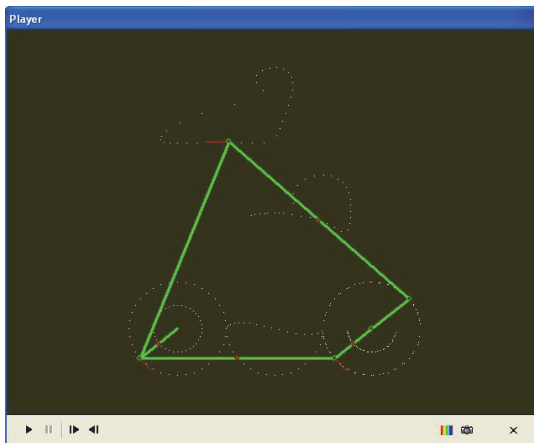


Рисунок 13 – Визуализация схемы механизма Костицына

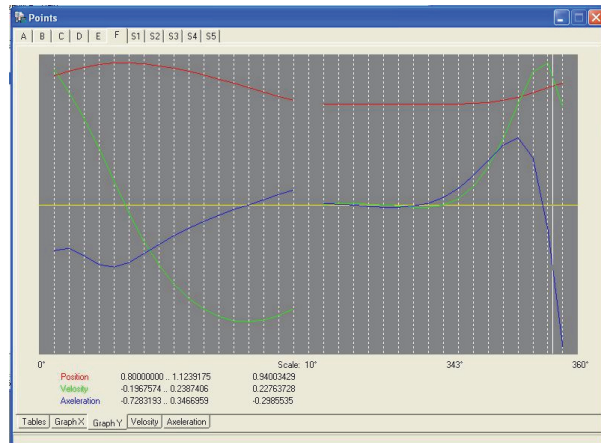


Рисунок 14 – Графики результатов исследования кинематики т. E

5. Пантограф

На рис. 15 приведен шестизвенный механизм – пантограф, обычно используемый в качестве токоприемника. Схема механизма пантографа отличается от схемы механизма Костицына использованием в качестве составляющего антипараллелограмма $ABCD$ вместо параллелограмма.

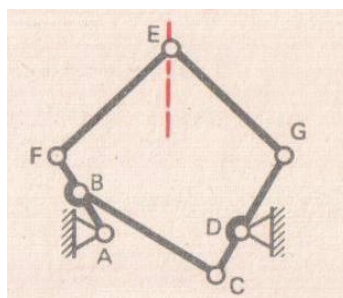


Рисунок 15 – Структурная схема механизма пантографа

Структурная формула строения этого механизма:

$$I_3(0,1) \rightarrow II_1(2,3) \rightarrow II_1(4,5).$$

Если звенья AB и DC вращать синхронно, то т. E будет точно двигаться по прямой в силу симметрии механизма $AFECD$ (при соблюдении условий $AF = GD$, $EF = EG$).

Антипараллелограмм позволяет лишь приближенно обеспечить такое движение, поэтому и траектория т. E будет лишь близкой к прямой (рис. 16, 17).

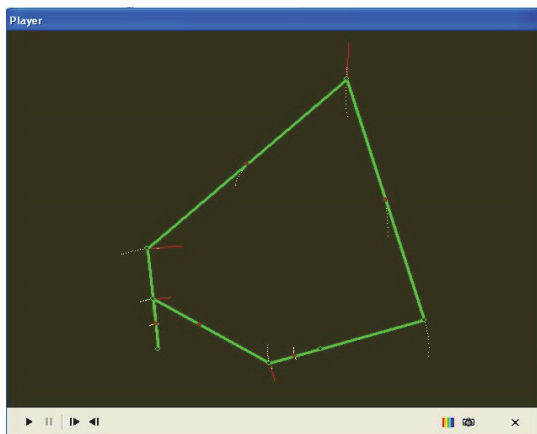


Рисунок 16 – Визуализация схемы механизма пантографа

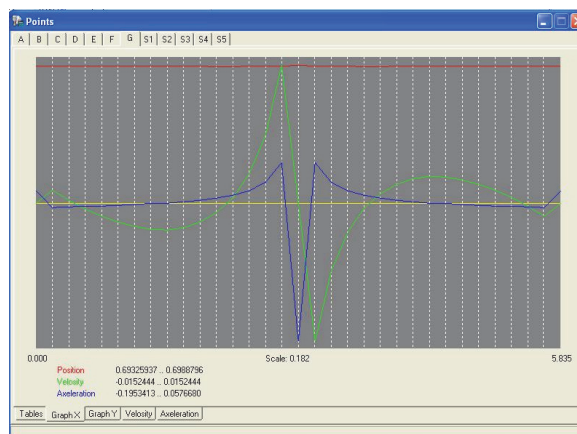


Рисунок 17 – Графики результатов исследования кинематики т. E

Заключение

Используя систему VSE, предназначенную для комплексного исследования механизмов на стадии структурно-параметрического анализа и синтеза механизмов, можно легко решить поставленную задачу, оперативно корректируя введенные значения параметров (размеры звеньев, координаты неподвижных точек, углы поворота входных звеньев), и получить необходимые параметры на выходе (траекторию движения заданной точки, скорость и ускорение выходного звена, габариты механизма, время цикла и т.п.).

Библиографический список

1. Кузлякина, В. В. Структурирование схем рычажных механизмов (автоматизированная система VSE): учеб. пособие / В. В. Кузлякина, М. В. Нагаева, Л. А. Бражник. Владивосток : МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2009. 76 с.

2. Кузлякина, В. В. Теория механизмов и машин. Ч. 2. Лабораторный практикум и учебное проектирование с применением САПР: учебник: в 2 ч. / В. В. Кузлякина, М. В. Нагаева, Е. С. Роншина. Германия : Palmarium academic publishing, 2019. 590 с.

3. Фролов К. В. Теория механизмов и механика машин: учебник для вузов / К. В. Фролов. М. : МГТУ им. Баумана, 2009. 687 с.

4. Головин А. А. Проектирование сложных рычажных механизмов / А. А. Головин. М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 1995. 77 с.

5. Пейсах Э. Е. Система проектирования плоских рычажных механизмов / Э. Е. Пейсах, В. А. Нестеров. М. : Машиностроение, 1988. 232 с.

6. Kuzlyakina, V. V. Articulated Lever Mechanisms Schemes Structuring on the Basis of Generalized Structural Modules / V. V. Kuzlyakina, Y. N. Slepenco // Proceedings of the Ninth IFToMM International Symposium on Theory of Machines and Mechanisms (SYROM 2005). Bucharest, 2005. Vol. 1. P. 63–72.

УДК 621

Елизавета Станиславовна Игнашова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. УТб-312, Россия, Владивосток

Научный руководитель – Елена Владимировна Григорьева, канд. техн. наук, доцент

Междисциплинарная связь между прикладной механикой и логистикой

Аннотация. Рассмотрено место и роль прикладной механики для повышения эффективности процессов транспортно-логистических систем. Методы использования инженерии процессов носят глобальный характер, формируют новые возможности для повышения эффективности и производительности транспортно-логистических систем.

Ключевые слова: эффективность, прикладная механика, проектный подход, система, процессы, стадии жизненного цикла, технический стандарт, системная архитектура

Elizaveta S. Ignashova

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok

Scientific adviser – Elena V. Grigoryeva, PhD, Associate Professor

Interdisciplinary relationship between applied mechanics and logistics

Abstract. This paper considers the place and role of applied mechanics to improve the efficiency of the processes of transport and logistics systems. The methods of using process engineering are global in nature, creating new opportunities for improving the efficiency and productivity of transport and logistics systems.

Keywords: efficiency, applied mechanics, project approach, system, processes, life cycle stages, technical standard, system architecture

Одну из ролей прикладной механики в повышении эффективности процессов транспортно-логистических систем, таких как промышленность, телекоммуникации и транспорт, сегодня выполняет системный инжиниринг, который эффективно осуществляется с помощью цифровых технологий. Прикладная механика включает в себя несколько дисциплин, связанных с решением инженерных задач. Все они могут быть применены для решения проблем логистики.

Информация из различных источников и ее анализ показывают, что эффективным способом решения проблем управления транспортными системами является инженерный подход полного жизненного цикла, используемый в качестве предварительной и организационной основы для проектного подхода.

Создание множества моделей используется в качестве основы логистической системы для доставки, приема и обработки товаров до конечного пункта назначения потребителя.

Интеграция логистических и транспортных бизнес-процессов, а затем их объединение с производственными активами обеспечивает глобальное увеличение производительности труда, складов и других объектов и прочих автоматизированных рабочих мест. Это следует выделить в качестве ключевого приоритета, предусмотренного для комплексной технологической модернизации различных категорий логистических процессов.

В настоящее время российская экономика переживает сложный этап, что чревато изоляцией потребления импортного оборудования и систем, поэтому необходимы пути выхода из сложившейся экономической ситуации.

Одним из возможных выходов из сложившейся ситуации, как показывает мировой опыт, является создание новой логистической системы, основанной на технологиях системного управления и использовании новых металлов и сплавов в логистическом механизме.

Это дает возможность повысить производительность как минимум на 5–6 %, что необходимо для достижения целей развития компании. В то же время будут реализованы крупные проекты по смещению экономики от экспортной ориентации в сторону инновационного и социального развития.

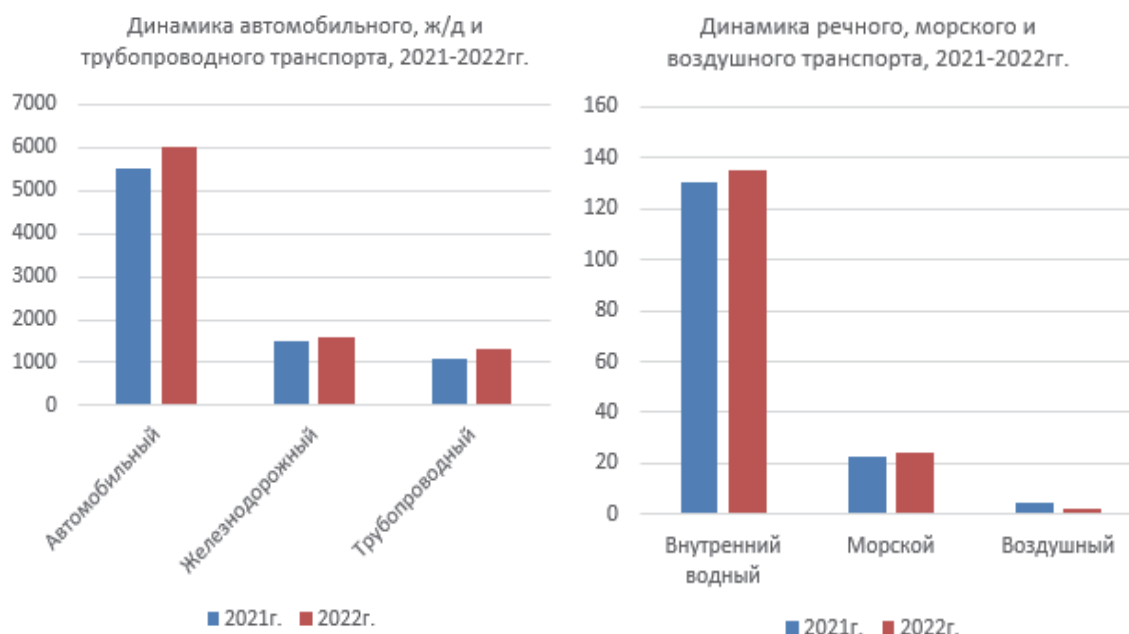
Возможные меры по повышению эффективности транспортно-логистической системы включают трансфер новых технологий, ускорение развития научных и высокотехнологичных отраслей, повышение эффективности секторов экономики, снижение энергоемкости производства и повышение производительности труда.

Интегрированные процессы направлены на улучшение функционирования логистических процессов, что влияет на повышение качества обслуживания клиентов, снижение общих затрат и уменьшение системных рисков.

Применение принципов логистической инженерии является необходимым условием для повышения эффективности интегрированных цепей поставок.

В интегрированной логистической системе все стратегические и тактические решения, касающиеся проектирования инфраструктурной сети, складирования, упаковки, обработки грузов, транспортировки и управления запасами, тесно связаны между собой, и эта связь формирует основу для системной интеграции.

Способность осуществлять деятельность по управлению интегрированными процессами так же важна, как и способность создавать инновационные продукты. На пути к внедрению системы можно использовать методологию, называемую инжинирингом логистических процессов (проектирование, создание и конструирование) или реинжинирингом (разработка, реорганизация и реструктуризация, если речь идет о существующих системах).



Динамика грузооборота логистического транспорта России за 2021–2022 г.

По данным Росстата, за последние два года грузооборот на транспорте практически не менялся, несмотря на положительную динамику внешней торговли, рисунок.

Объем перевозок грузов российским транспортом по итогам 2022 г. составил более 8 млрд т – на 2,5 % больше показателя 2021 г.

Такие темпы роста логистики не должны устраивать страну, перед которой стоят вызовы недружественных стран и конкурентная борьба за клиента.

Поэтому логичным выходом из этой ситуации является создание логистических систем, основанных на системной интеграции – логистическом инжиниринге. Это может обеспечить повышение производительности не менее чем на 5–6 %, что необходимо для достижения долгосрочных целей основания компании.

В интегрированной логистической системе все стратегические и тактические решения, связанные с проектированием инфраструктурной сети, складированием, упаковкой, обработкой грузов, транспортировкой и управлением запасами, тесно связаны между собой. Способность управлять интегрированными процессами так же важна, как и способность создавать инновационные продукты.

Инженерный цикл рассматривает этапы жизненного цикла «исследование – разработка – эксплуатация и поддержка – утилизация» (структура) с учетом специфики отрасли. При осуществлении логистического инжиниринга очень важно иметь подробный план, описывающий ресурсы, на которых можно сосредоточиться для организации и осуществления организационных процессов.

Авторы данной статьи рассматривают логистический инжиниринг как организационно-техническую (прикладную) деятельность, направленную на проектирование, применение и поддержание высокоэффективных технических процессов и ресурсов в логистических системах с учетом отраслевой специфики и стратегий развития компании.

Целью логистического инжиниринга является создание уникальных логистических решений, которые превращают логистический потенциал в конкурентное преимущество и повышают не только операционную эффективность, но и безопасность и устойчивость в долгосрочной стратегической перспективе.

Логистический инжиниринг осуществляется посредством ряда мероприятий, в том числе:

- изучение структуры действующих логистических процессов;
- объективную оценку логистической инфраструктуры;
- моделирование и проектирование новой логистической системы инжиниринга;
- выявление недостатков в существующих логистических системах и разработка решений проблем;
- контроль за выполнением проектов логистического инжиниринга.

Запуск новых видов поставок или расширение географии присутствия неизбежно увеличивает объем логистических работ. Чтобы справиться с этим, компании нанимают больше логистического персонала, тратят деньги на найм новых сотрудников и со временем погружаются в спецификации компании.

С автоматизированной маршрутизацией, даже если количество заказов увеличится, вы сможете быстро получить результат, не тратя время на алгоритмы.

Если необходимо открыть новый склад или регион, то, используя настройки алгоритма, его можно открыть в течение нескольких дней, а управление планированием маршрутов осуществляется в одном центре. Для новых курьеров надлежащая автоматизация в виде готовых приложений для маршрутизации является хорошим подспорьем для быстрого вхождения в курс дела.

Это дает им возможность повысить производительность как минимум на 4–5 %, что необходимо для достижения долгосрочных целей развития бизнеса. Одновременно будет реализован крупный проект по переходу от экспортно-ориентированной к инновационной и социально развитой модели.

Наконец, следует отметить, что применение принципов логистического инжиниринга является одним из важнейших условий повышения эффективности интегрированных цепей поставок.

В интегрированной логистической системе все стратегические и тактические решения, связанные с развертыванием инфраструктуры и сети, складированием, обработкой грузов, транспортом и управлением запасами, тесно связаны между собой, и эта связь является основой системной интеграции.

Согласно «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года» глобальной целью транспортной политики России является создание высокоэффективной транспортной системы, полностью и своевременно удовлетворяющей потребности экономики и населения в безопасных и устойчивых транспортных услугах.

В то же время необходимо реализовать амбициозный план по трансформации экономики из экспортно-ориентированной в инновационную и социально-ориентированную формацию.

Библиографический список

1. Толуев Ю. И. Задачи имитационного моделирования при реализации концепции индустрия 4.0 в сфере производства и логистики // Имитационное моделирование. Теория и практика : сб. пленарных докл. науч.-практ. конф. (ИММОД-2017). Магдебург; Рига, 2017. С. 57–65.

2. Куприяновский В. П., Куприяновская Ю. В., Синягов С. А., Добрынин А. П., Черных К. Ю. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4, № 1. С. 4– 11.

3. Некрасов А. Г., Атаев К. И., Сеницына А. С., Неретин А. А. Системная инженерия и цифровые технологии на транспорте (цифровая трансформация). М. : Техполиграфцентр, 2019. 155 с.

4. Digital Transformation – How to Become Digital Leader. URL : http://www.adlittle.com/downloads/tx_adlreports/ADL_HowtoBecomeDigitalLeader (дата обращения : 9.05.2016).

5. Топ-7 методов управления проектами : Agile, Scrum, Kanban, PRINCE2 и другие. Источник: <https://zapier.com/learn/ultimate-guide-to-projectmanagement/project-management-system> (дата обращения : 08.07.2016).

УДК 627.913

Максим Витальевич Кордюк

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, Россия, Владивосток, e-mail: Kardukm@gmail.com

Научный руководитель – Сергей Владимирович Куличков, канд. техн. наук, доцент

Динамика волнового привода морского буйа

Аннотация. Рассмотрен новый морской наблюдательный буй со встроенным накопителем энергии, возбуждаемым волнами. Технология сбора энергии волн является перспективной, способной решить основную долгосрочную проблему энергоснабжения, с которой сталкивается большинство морских наблюдательных буйев, в частности, для мобильных платформ. Для оценки динамики и мощности устройства разработана численная модель.

Ключевые слова: морской буй, волновой привод, энергия волн

Maxim V. Kordyuk

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, Russia, Vladivostok, e-mail: Kardukm@gmail.com

Scientific advisor – Sergey V. Kulichkov, PhD, Associate Professor

Dynamics of the wave drive of a marine buoy

Abstract. In this paper, a new marine observation buoy with a built-in energy storage excited by waves is considered. Wave energy harvesting technology is a promising solution that can solve the main long-term energy supply problem faced by most marine observation buoys, in particular for mobile platforms. A numerical model has been developed to evaluate the dynamics and power of the device.

Keywords: sea battle, wave drive, wave energy

Генерация электроэнергии на волновой основе привлекает все большее внимание для решения долгосрочной проблемы энергоснабжения морских наблюдательных буйев. Для обеспечения непрерывного измерения морской среды в режиме реального времени срочно необходимы надежные технологии сбора энергии волн с высокой эффективностью. Для этой цели в данной работе был рассмотрен новый морской наблюдательный буй со встроенным накопителем энергии, возбуждаемым волнами. Целью морских наблюдательных буйев с автономным питанием являются долгосрочные измерения с минимальным обслуживанием в удаленных районах океана. Их система сбора энергии подвергается воздействию океанских вод, а сложная конструкция увеличивает затраты на техническое обслуживание. В связи с этим возрастает интерес к закрытым однокорпусным накопителям энергии волн, в которых система сбора энергии интегрирована внутри закрытого плавучего или мобильного буйа.

Относительное движение корпуса буйа и маятника приводит в действие систему для преобразования собранной энергии вибрации в электричество. Маятник, электрическая генерация и все другие устройства, необходимые для работы устройства, заключены в корпус буйа, что делает их защищенными от коррозии морской водой, тем самым повышая живучесть устройства и дополнительно снижая нормированную стоимость энергии.

Как показано на рисунке, G представляет собой центр тяжести системы, A определяет положение шарнира маятника, P – центр тяжести маятниковой массы, l – представляет собой длину маятника и d – это расстояние между A и G .

Корпус буй имеет три степени свободы, т.е. помпаж, качку и тангаж, где соответствующие перемещения представлены x_G , z_G и δ соответственно. Относительное смещение между сферическим бумом и маятником обозначается ε .

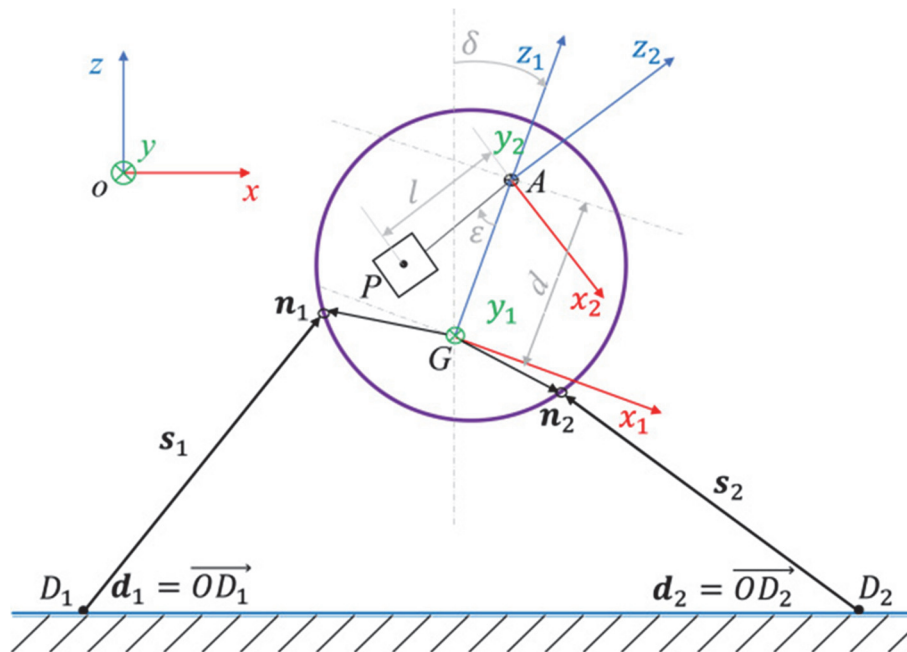


Схема волнового морского наблюдательного буй с системой швартовки

Используются следующие системы отсчета:

$O - xuz$: правая пространственная фиксированная система отсчета, с началом координат, представленным O ;

$G - x_1y_1z_1$: правая система отсчета местного тела, используемая для сферического буй, начало координат которого совпадает с его центром тяжести. G ;

$A - x_2y_2z_2$: правая система отсчета локального тела, используемая для движущегося маятника, с началом координат, совпадающим с его центром тяжести вращения. A .

Ось x ориентирована вдоль направления волны, согласующимся с распространением падающих волн. Вертикаль x имеет положительное направление снизу вверх, а направление y определяется с помощью правила правой руки. Как следствие, удобно выбрать одну и ту же ориентацию для $x_1y_1z_1$ и $x_2y_2z_2$.

Сферический буй ограничен двумя тросами для взаимодействия с падающими волнами. Пространственное расположение двух тросов математически определяется выражением

$$s_i = r + Rn_i - d_i, \quad i = 1, 2,$$

где r – вектор положения сферического буй в системе отсчета $O - xz$; R – матрица преобразования, которая описывает вращение локального тела в глобальной системе отсчета.

$$R = \begin{vmatrix} \cos \delta & \sin \delta \\ -\sin \delta & \cos \delta \end{vmatrix};$$

n_i – обозначает вектор положения точки привязки i -го троса на корпусе относительно центра масс буй G ; d_i – вектор положения точки привязки i -го троса на морском дне в координатах $O - xz$.

Установлено, что швартовное усилие увеличивается с периодами волнения, а правосторонний швартовный трос всегда имеет большие швартовные усилия.

Мгновенная длина троса определяется как

$$l_i = \|s_i\| = \sqrt{s_i^T s_i}$$

и изменение длины i -го троса $\Delta l_i = l_i - l_0$, где l_0 является начальной длиной.

Способность морского наблюдательного бую извлекать энергию океанских волн оценивается отношением ширины захвата (CWR), хорошо зарекомендовавший себя показатель в области волновой энергии, формулируемый следующим образом:

$$CWR = \frac{\bar{P}_r}{P_{avg} D},$$

где D – ширина корпуса бую и P_{avg} – усредненная по времени мощность океанских волн единичной ширины. Для регулярных волн $P_{avg} = \frac{\rho g^2}{32\pi} TH^2$, T – период волны и высоты H соответственно.

Данное устройство способно собирать и преобразовывать низкочастотную энергию колебаний, возбуждаемых волнами, в электричество, функционируя в качестве источника электроэнергии для морских наблюдательных буюв и обеспечивая энергию, необходимую для долговременной работы морских датчиков. Это позволяет морским наблюдательным буюв работать в режиме нулевого выброса и способствовать переходу на энергию. Кроме того, в этом новом устройстве используются инерционный маятник и электромагнитная система отбора мощности, где оба являются обычными и требуют довольно низкой стоимости, что делает его экономически эффективным и подходящим подходом к преодолению барьеров питания морских датчиков в открытом море.

В этом исследовании разработана новая концепция морского наблюдательного бую с приводом от волн, где устройство предназначено для извлечения энергии вибрации из движения тангажа, возбуждаемого падающими волнами. В качестве дальнейшей демонстрации концепции разработан, построен и испытан небольшой прототип. Динамика и силы швартовки наблюдательного бую исследованы в условиях регулярного волнения путем численного моделирования и физических экспериментов, проведенных в волновом лотке. Дальнейшее повышение эффективности морского наблюдательного бую с волновым приводом может быть достигнуто за счет оптимизации системы отбора мощности.

Библиографический список

1. A New Wave Energy Converter for Marine Data Buoy [Электронный ресурс]. URL : <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9739918> (дата обращения : 01.04.2023).
2. The Force Exerted by Surface Waves on Piles [Электронный ресурс]. URL : <https://onepetro.org/JPT/article/2/05/149/161931/The-Force-Exerted-by-Surface-Waves-on-Piles> (дата обращения : 01.04.2023).
3. An optimal arrangement of mooring lines for the three-tether submerged point-absorbing wave energy converter [Электронный ресурс]. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148116301495> (дата обращения : 01.04.2023).
4. Power Set-Point Tracking of a Wave Energy Converter With Multiple Power Take-Off Units in Irregular Waves [Электронный ресурс]. URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/9629221> (дата обращения : 01.04.2023).

5. Control-informed ballast and geometric optimisation of a three-body hinge-barge wave energy converter using two-layer optimisation [Электронный ресурс]. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148121003049> (дата обращения : 01.04.2023).

6. Towards realistic power performance and techno-economic performance of wave power farms: The impact of control strategies and wave climates [Электронный ресурс]. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0029801822002049> (дата обращения : 02.03.2023).

7. Influence of platform design and power take-off characteristics on the performance of the E-Motions wave energy converter [Электронный ресурс]. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890421006579> (дата обращения : 05.04.2023).

Кирилл Павлович Морозов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-112, Россия, Владивосток, e-mail: morroko_23@mail.ru

Научный руководитель – Алексей Алексеевич Крюков, старший преподаватель

Преобразование энергии на тепловых электростанциях

Аннотация. Рассматриваются электростанции. Приводится их классификация и принцип работы каждого типа электростанции. На основе данных из Интернета составляются таблицы самых мощнейших электростанций мира, России и Приморского края. В результате, на основе таблиц, делаются следующие выводы: гидроэлектростанции являются самым распространённым мощнейшим типом электростанций в мире; в России и Приморском крае, хотя в таблицах приводятся гидроэлектростанции, но самым распространённым типом электростанций являются тепловые электростанции. На примере работы теплофикационной электростанции составляется схема преобразования энергии тепловых электростанций.

Ключевые слова: электростанция, тепловая электростанция, теплофикационная электростанция, энергия, схема

Kirill P. Morozov

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-112, Russia, Vladivostok, e-mail: morroko_23@mail.ru

Scientific adviser – Alexey A. Kryukov, Senior Lecturer

Energy conversion in thermal power plants

Abstract. The paper deals with power plants. Their classification and the principle of operation of each type of power plant are given. Based on data from the Internet, tables are compiled of the most powerful power plants in the world, Russia and the Primorsky Territory. As a result, based on the tables, the following conclusions are drawn: hydroelectric power plants are the most common and powerful type of power plants in the world; in Russia and the Primorsky Territory, although there are hydroelectric power plants in the tables, thermal power plants are the most common type of power plants. On the example of the operation of a thermal power plant, a scheme is drawn up for converting the energy of thermal power plants.

Keywords: power plant, thermal power plant, cogeneration power plant, energy, scheme

Введение

Что представляет собой понятие «энергия», которое мы так часто используем? «Энергия» (от греч. ενεργια – действие) – скалярная величина, характеризующая максимальную работу, которую может совершить тело (запас работы). Существуют следующие виды энергии: механическая, тепловая, электрическая, химическая, световая, атомная (ядерная) [1].

Причиной изучения энергии является нахождение новых более эффективных и безопасных способов её выработки, а также большой спрос потребителей. Так называемые возобновляемые источники энергии (ВИЭ) начинают играть всё более заметную роль в существующих системах энергоснабжения многих стран мира, а в будущем они могут стать основными источниками энергии для удовлетворения растущих потребностей миро-

вой экономики. К ВИЭ можно отнести: энергию воды, энергию приливов и отливов, геотермальную энергию, энергию ветра, энергию биомассы, солнечную энергию [2].

Цели и задачи

Цель исследования – изучить процесс преобразования энергии на примере тепловой электростанции и выявить роль ВИЭ в мировой энергетике.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести классификацию тепловых электростанций;
- рассмотреть тепловые электростанции мира;
- рассмотреть тепловые электростанции России;
- рассмотреть тепловые электростанции Приморского края;
- составить схему преобразования энергии на тепловой электростанции.

Объект исследования – тепловая, химическая, механическая энергии.

Предмет исследования – процесс преобразования тепловой, химической, механической энергий.

Методы исследования – анализ, синтез, поиск, обобщение.

Классификация тепловых электростанций

Тепловая электростанция (ТЭС) – энергетическая установка, на которой вырабатывается электрическая энергия за счет преобразования химической энергии топлива в механическую энергию вращения вала электрогенератора. ТЭС подразделяют на КЭС и ТЭЦ. К основным видам топлива этих электростанций относятся: твердое – каменные угли, антрацит, полуантрацит, бурые угли, торф, сланцы; жидкое – мазут и газообразное – природный, коксовый, доменный и т.п. газ. К ТЭС также можно отнести АЭС [3].

Конденсационные (КЭС, также используется старая аббревиатура ГРЭС). Конденсационной называют некомбинированную выработку электрической энергии.

Теплофикационные (ТЭЦ). Теплофикацией называется комбинированная выработка электрической и тепловой энергии на одной и той же станции.

Атомные (АЭС). В данном случае тепловая энергия выделяется не при сжигании топлива, а при делении атомных ядер в ядерном реакторе. Атомная электростанция работает путем преобразования ядерной энергии в электричество. Тепло от ядерного реактора используется для превращения воды в пар. Пар под давлением затем используется для вращения турбин, соединенных с генератором. К основным видам топлива этих электростанций относятся: природное урановое и вторичное плутониевое, ториевое и т.д.

Солнечные электростанции (СЭС). Солнечные электростанции используют энергию солнца для производства электроэнергии. Солнечные панели захватывают солнечный свет с помощью фотоэлектрических элементов и преобразуют его в электричество.

Ветряные электростанции (ВЭС). Ветряные электростанции преобразуют энергию ветра в электрическую энергию с помощью ветряных турбин [4].

Геотермальная электростанция (ГеоЭС). Геотермальные электростанции похожи на паротурбинные электростанции, однако вместо сжигания ископаемого топлива геотермальные электростанции используют тепло от ядра земли для создания пара.

Гидроэлектростанция (ГЭС). На гидроэлектростанции электричество вырабатывается от воды. Если поподробнее, потенциальная энергия воды преобразуется в электрическую энергию. Когда вода падает с высоты на турбины, она вращает якорь, соединенный с генератором. Когда турбина вращается, генератор начинает вырабатывать электричество. Затем это электричество направляется на все подстанции для распределения электроэнергии.

Электростанции мира и их особенности

Гидроэлектростанции безусловно являются самыми мощными электростанциями в мире, а также не мало важно добавить, что они достаточно экологичны. Поэтому в топ 5 мощнейших электростанций мира и входят только ГЭС, табл. 1.

Таблица 1 – Самые мощные электростанции мира

Название	Страна	Максимальная мощность, МВт
ГЭС «Три ущелья»	Китай	22500
ГЭС «Итайпу»	Граница Бразилии и Парагвая	14000
ГЭС «Силоду»	Китай	13860
ГЭС «Белу-Монти»	Бразилия	11233
ГЭС «Гури»	Венесуэла	10235

Китайская ГЭС «Три ущелья», построенная на реке Янцзы в 2003 г. – мощнейшая электростанция в мире. Ее максимальная мощность составляет впечатляющие 22500 МВт, и по этому показателю ГЭС сильно опережает остальные станции планеты.

Особенность ГЭС «Итайпу» на реке Парана в том, что ее построили два государства – Бразилия и Парагвай, и монументальное сооружение работает на благо обеих стран. «Итайпу» покрывает более 90 % потребности Парагвая в электроэнергии, и 20 % – Бразилии.

ГЭС «Силоду» на реке Цзиньша в Китае вполне сравнима с «Итайпу». Она отличается не столько размером, сколько высотой. Сооружение возвышается над уровнем моря на уровне 380–600 м, и это четвертая по высоте плотина в мире.

ГЭС «Белу-Монти» возведена на притоке Амазонки, реке Шингу, совсем недавно – в 2019 г. Сооружение хотели построить еще с 1975 г., но из-за негативного воздействия на окружающую среду властям пришлось долго разбираться с экологами. Впрочем, из-за неустойчивой силы течения реки гарантированная мощность станции составляет всего 39 % от максимума.

ГЭС имени Симона Боливара, она же «Гури», построенная на реке Карони в Венесуэле, по завершении строительства стала рекордсменом по мощности (10235 МВт), однако достижение продержалось всего три года. По количеству вырабатываемой энергии (47 млрд кВт/ч за год) эта ГЭС занимает четвертую строчку в мире. «Гури» на 65 % покрывает потребность страны в электричестве.

Электростанции России и их особенности

В России всё не так однозначно, в топ 5 мощнейших электростанций входят не только ГЭС, но и ряд других типов электростанций. Это обусловлено тем, что в России большая часть производства электроэнергии приходится на КЭС и ТЭЦ. Однако Россия занимает второе место после Китая по гидропотенциалу, но на данный момент он освоен не более чем на четверть, табл. 2.

Таблица 2 – Мощнейшие электростанции России

Название	Город	Максимальная мощность, МВт
Саяно-Шушенская ГЭС	Саяногорск	6400
Красноярская ГЭС	Дивногорск	6000
Сургутская ГРЭС-2	Сургут	5687
Братская ГЭС	Братск	4500
Балаковская АЭС	Балаково	4000

Саяно-Шушенская ГЭС на реке Енисей самая высокая в России, её высота составляет 242 м, а длина 1074 м, одновременно она и самая мощная в России. На строительство плотины ушло больше 9,075 млн м² бетона, этого бы хватило на постройку шоссе от Москвы до Владивостока.

Красноярская ГЭС является одной из самых экономичных электростанций в стране. Это первая гидроэлектростанция на Енисее, она введена в постоянную эксплуатацию 26 июля 1972 г. Судоподъемник Красноярской ГЭС – единственный в России. Это уникальное судопропускное устройство, которое принципиально отличается от общеизвестных судоходных сооружений, по сути – лифт для кораблей.

Самой мощной тепловой электростанцией России по праву считается Сургутская ГРЭС-2. По количеству вырабатываемой электроэнергии она оставила далеко позади всех своих российских и зарубежных преследователей, уступая только Тайчжунской ТЭС (5780 МВт), расположенной на Тайване. Сургутская ГРЭС работает одновременно на добываемой нефти и на природном газе, что позволяет ей не только вырабатывать 5687 МВт, но и обеспечивать теплом всю восточную часть города.

Братская ГЭС сохраняла статус как мощнейшее энергетическое сооружение на реке Ангаре в Иркутской области до 1971 г., когда его превзошла Красноярская ГЭС, а позже – Саяно-Шушенская. Но до сих пор Братская ГЭС занимает лидирующую позицию по среднегодовой выработке электроэнергии в России, а ее водохранилище остается одним из самых больших в мире.

Пятая часть выработки всей атомной электроэнергии России принадлежит Балаковской АЭС. Более 30-ти лет четыре работающих энергоблока дают мощность в 4000 МВт. В 2022 г. Балаковская АЭС в 15-й раз стала победителем Всероссийского конкурса «Лидер природоохранной деятельности России».

Электростанции Приморского края

Дальний Восток уже сегодня является территорией активного энергетического строительства. Рассмотрим 5 самых мощных электростанций Приморского края.

Таблица 3 – Мощнейшие электростанции Приморского края

Название	Город	Максимальная мощность, МВт
Приморская ГРЭС	Лучегорск	1467
Артёмовская ТЭЦ-2	Артём	670
ТЭС АО «ВНХК»	Находка	632
Владивостокская ТЭЦ-2	Владивосток	497
Артёмовская ТЭЦ	Артём	400

Основной источник электроэнергии в Приморском крае – Приморская ГРЭС. Установленная электрическая мощность электростанции составляет 1467 МВт. Это самая мощная тепловая станция (и вторая по мощности, после Бурейской ГЭС) в Дальневосточном федеральном округе.

Новую Артемовскую ТЭЦ-2 планируется ввести в эксплуатацию в 2026 г., она будет работать на природном газе и обеспечивать тепло- и электроэнергией жителей и объекты в Артемовском городском округе.

ТЭС АО «ВНХК» – это новая электростанция, которую построят в Приморье. Она будет обеспечивать потребности строящегося в заливе Восток предприятия «Восточной нефтехимической компании» (ВНХК). ВНХК – совместный проект Роснефти и китайской компании ChemChina. Работа по проекту идет в плановом режиме – уже завершена разработка рабочей документации по инфраструктуре.

Владивостокская ТЭЦ-2 представляет собой тепловую паротурбинную электростанцию с комбинированной выработкой электроэнергии и тепла. Она является крупнейшим энергообъектом юга региона, обеспечивая 60 % потребностей города Владивостока электрической энергией и 63 % – тепловой.

Артёмовская ТЭЦ – это тепловая паротурбинная электростанция с комбинированной выработкой электроэнергии и тепла. Установленная электрическая мощность составляет 400 МВт, тепловая мощность – 300 Гкал/ч. Система теплоснабжения предназначена для обеспечения подключённых потребителей АТЭЦ сетевой водой на нужды отопления и горячего водоснабжения (п. Артёмовский).

Принцип работы тепловой электростанции

Электричество на электростанциях производят за счет использования энергии, скрытой в различных природных ресурсах (уголь, газ, нефть, мазут, уран и др.), по достаточно

простому принципу, реализовывая технологию преобразования энергии. Общая схема ТЭС (рис. 1) отражает последовательность такого преобразования одних видов энергии в другие и использования рабочего тела (вода, пар) в цикле тепловой электростанции. Топливо (в данном случае уголь) сгорает в котле, нагревает воду и превращает ее в пар. Пар подается в турбины, преобразующие тепловую энергию пара в механическую энергию и приводящие в действие генераторы, вырабатывающие электроэнергию. Отработавший в турбине пар направляется в конденсатор, где превращается в воду и возвращается в котел. Через повышающий трансформатор и понижающую трансформаторную подстанцию электроэнергия по линиям электропередач поступает потребителям.

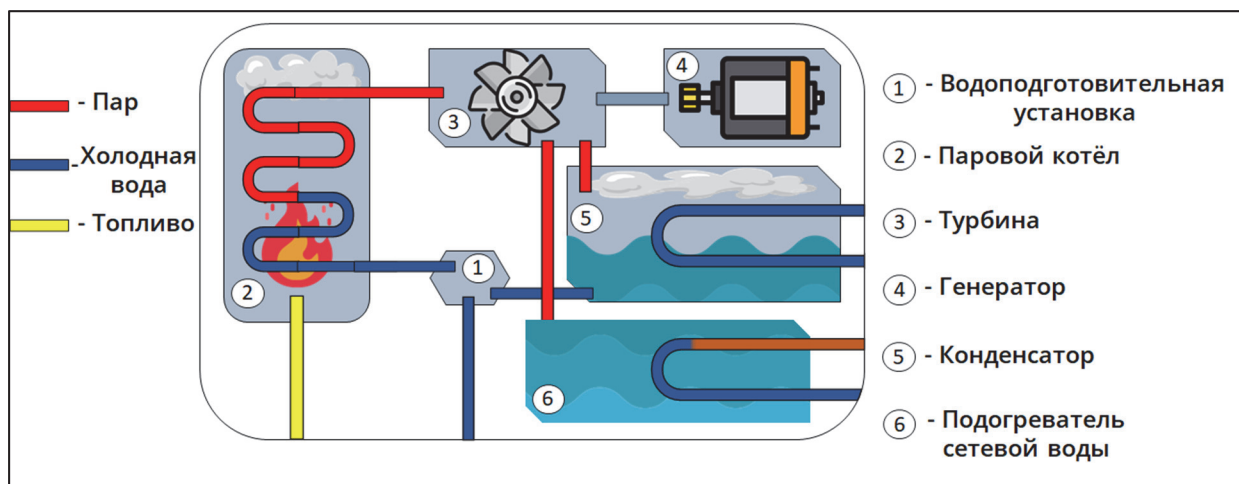


Рисунок 1 – Общая схема ТЭС

На ТЭЦ используются вентиляторные и башенные градирни (рис. 2). Вода в градирнях охлаждается атмосферным воздухом. В результате выделяется пар, который мы и видим над градирней в виде облаков. Вода в градирнях под напором поднимается вверх и водопадом падает вниз в аванкамеру, откуда поступает обратно на ТЭЦ. Для снижения капельного уноса градирни оснащены водоуловителями.

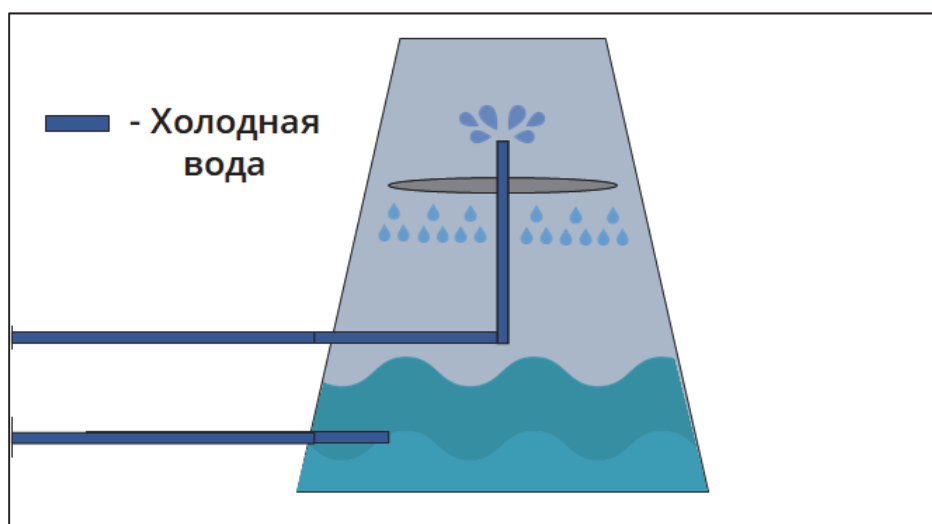


Рисунок 2 – Градирня

Цикл, используемый для горячего водоснабжения и теплофикации, также замкнутый. Часть пара из паровой турбины направляется в водонагреватели. Далее горячая вода направляется в тепловые пункты, где происходит теплообмен с водой, поступающей из домов (рис. 3).

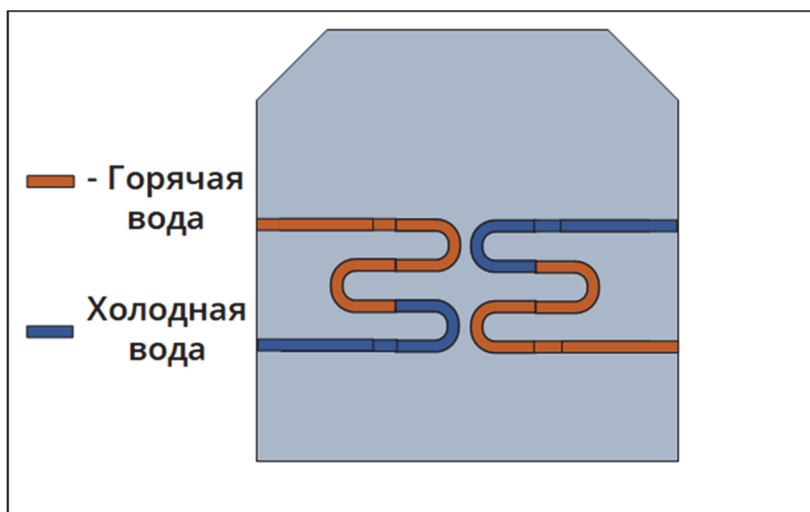


Рисунок 3 – Тепловой пункт

Заключение

В ходе исследования была проведена классификация электростанций. При рассмотрении мощнейших электростанций мира было выявлено, что преобладающее их количество являются ГЭС. Отсюда следует, что ВИЭ действительно играют важную роль в энергетике мира. В России, в том числе Приморском крае, ситуация обстоит немного по-другому: ГЭС, хотя и присутствует в числе мощнейших электростанций, но больше всего там находится именно ТЭС. На примере работы ТЭЦ был рассмотрен принцип преобразования тепловой энергии на ТЭС.

Библиографический список

1. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции. М. : Энергия, 1987.
2. Шкуренко О. 10 крупнейших ГЭС мира [Электронный ресурс]. <https://www.kommersant.ru/doc/1243649>.
3. Крупнейшие тепловые электростанции России [Электронный ресурс]. <https://www.kommersant.ru/doc/2645543>.
4. Электростанции Приморского края [Электронный ресурс]. <https://energybase.ru/region/primorskij-kraj/power-plants>.
5. Вереина Л., Краснов М. Техническая механика. М. : Academia, 2015.
6. Павлов В., Доронин Ф. Теоретическая механика. М. : Academia, 2009.
7. Мовнин М., Израелит А., Рубашкин А. Основы технической механики. СПб. : Политехника, 2014.
8. Аркуша А. И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов. М. : Высш. шк., 1989.
9. Эрдеди А. А., Эрдеди Н. А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов. М. : Высш. шк.; Академия, 2001.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ	3
<i>Гречишников В.Е.</i> К проблеме безопасности плавания в ледовых условиях.....	3
<i>Доценко М.Р., Ашов И.В.</i> Обзор аварийности морских транспортных судов.....	8
<i>Кравченко И.Р.</i> Об адекватности принятия решений при угрозе обледенения судна.....	12
<i>Сулимов С.О.</i> Перспективность танкерного флота – газовозы в современных реалиях.....	15
<i>Цымбалюк В.А.</i> Перспективы и тенденции развития автоматизированных систем управления судном.....	22
Секция 2. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА	26
<i>Буздыгарь А.А.</i> Контроль запыленности воздушной среды на рыбоперерабатывающих предприятиях. Электростатический способ очистки воздушной среды.....	26
<i>Дусь И.А., Хиврич Д.С.</i> Исследование интерактивной модели «Асинхронный ход в энергосистеме».....	30
<i>Лебедев М.В.</i> Умные электрические сети – перспективы и развитие.....	37
<i>Маликов А.А.</i> Оценка эффективности использования геотермальных электростанций в условиях Дальнего Востока России	41
<i>Музалевский М.С.</i> Построение систем автоматизации и диспетчеризации вентиляционных систем на базе коммуникационных контроллеров	45
<i>Петухова Е.А.</i> Анализ характеристик трансформаторов отечественного и зарубежного производства.....	51
<i>Струк Р.А., Турко М.С.</i> Исследование интерактивной модели «Симулятор аварийных процессов».....	55
<i>Тимошева И.М.</i> Методика расчёта и выбора элементов осветительной сети помещения предприятия рыбной промышленности	61
Секция 3. ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ	67
<i>Бороденко Е.В.</i> Критерии качества высшего образования на примере УИРС по теме «Проводники в электрическом поле»	67
<i>Гречишников В.Е.</i> Эхолотация и ее применение на судах	73
<i>Дорожников Д.Е.</i> Исследование приближающихся тайфунов по атмосферному давлению в городе Владивосток.....	77
<i>Дусь И.А., Хиврич Д.С.</i> Теоретические исследования теплопроводности в стеновых материалах	81
<i>Коваленко В.Е., Копылова П.А.</i> Астрономическая навигация на морских судах	87
<i>Кордюк М.В.</i> Получение и применение заряженных частиц высоких энергий.....	90
<i>Рябков Д.С.</i> Гравитационный генератор.....	96
<i>Тураев Д.К.</i> Мониторинг как важнейший инструмент проверки качества знаний студентов на примере изучения дисциплины «Физика».....	102
Секция 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ	107
<i>Аввакумова А.А.</i> Развитие морской портовой инфраструктуры Дальневосточного бассейна	107
<i>Бзенко С.Ю.</i> Своевременная диагностика гидравлического оборудования для автосервиса и СТО	113

<i>Богомякова А.Р.</i> Значение морских портов Приморского края в экономике России.....	117
<i>Владимиров М.С.</i> Основные проблемы взаимодействия смежных видов транспорта в транспортных узлах	123
<i>Гулаков А.С.</i> Применение водородного топлива на автомобильном транспорте.....	128
<i>Гурский В.В.</i> Развитие Арктики	134
<i>Демин А.А.</i> Современное состояние и перспективы развития АО «Восточный порт».....	141
<i>Метёлкина К.С.</i> Влияние диверсификации экспортных грузопотоков на развитие портовой инфраструктуры Приморского края.....	147
<i>Мингайла П.К.</i> Повышение конкурентоспособности портов Приморского края.....	150
<i>Пеньков С.О.</i> Современные методы сварки судовых конструкций и перспективы их развития	154
<i>Письмак Д.О.</i> Основные проблемы и перспективы модернизации портовой инфраструктуры Приморского края в современных условиях	158
<i>Салиенко Д.А.</i> Предпосылки развития экспортных грузопотоков из стран Юго-Восточной Азии через порты Дальнего Востока.....	162
<i>Сылко А.С.</i> Переработка контейнеров АО «Находкинский морской рыбный порт»	165
<i>Тураев Д.К.</i> Материалы судовых ядерных энергетических установок, их особенности и перспективы развития.....	171
<i>Турчак А.Н.</i> Современное состояние и перспективы развития отечественных композиционных судостроительных материалов.....	175
<i>Тынкова А.Д.</i> Основные направления научно-технического прогресса в морском судоходстве	180
<i>Тютрина О.Р.</i> О профессиональной ориентации выпускников кафедры «Эксплуатация и управление транспортом»	184
<i>Харитонов Д.В.</i> Альтернативный вид топлива – биогаз.....	189
Секция 5. ИНЖЕНЕРНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ	194
<i>Андреев Д.Р.</i> Динамический анализ подъёмного механизма автовоза	194
<i>Высоцкий Ф.С.</i> Определение механических характеристик прочности пластиков, предназначенных для 3D-печати по технологии FDM	199
<i>Высоцкий Ф.С.</i> Оптимизация механизмов крана для снижения вибрации	205
<i>Дворниченко Д.Д., Силиванюк Д.А.</i> Исследование механизмов для вычерчивания кривых на стадии структурно-параметрического анализа и синтеза механизмов	209
<i>Игнашова Е.С.</i> Междисциплинарная связь между прикладной механикой и логистикой	216
<i>Кордюк М.В.</i> Динамика волнового привода морского буя	220
<i>Морозов К.П.</i> Преобразование энергии на тепловых электростанциях	224

Научное электронное издание

МОРЕХОДЫ – РАЗВИТИЮ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

**Материалы XV Национальной научно-технической
конференции студентов, курсантов и молодых ученых**

(Владивосток, 12–13 апреля 2023 года)

Подписано в печать 05.06.2023. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 26,97. Уч.-изд. л. 24,50. Заказ 0884.
Тиражируется на машиночитаемых носителях

Оригинал-макет подготовлен
Центром публикационной деятельности
«Издательство Дальрыбвтуза»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б