



УДК 658(075)

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-2-33-43

АНАЛИЗ ОТПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВ ВНУТРЕННИМ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ В РАЙОНЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Э. А. Пиль, А. В. Бычков

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье представлен анализ публикационной активности в области руководства данными на основе В статье представлен анализ отправленных грузов водным внутренним транспортом и их прогноз с применением программы Линия Тренда, входящей в качестве программного обеспечения базы данных MS Excel. Этот анализ был основан на статистических данных за период с 2015 по 2020 годы включительно. Полученные уравнения показали, что при прогнозе следует применять линейное, логарифмическое, экспоненциальное и степенное уравнения, на основе которых был произведен анализ до 2030 года.

Ключевые слова: Северный завоз, отправленные грузы водным внутренним транспортом, анализ, прогноз.

Для цитирования:

Пиль Э. А., Бычков А. В. Анализ отправления грузов внутренним водным транспортом в районы Крайнего Севера // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №2(28), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 33-43. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-2-33-43.

ANALYSIS OF THE SHIPMENT OF GOODS BY INLAND WATER TRANSPORT TO THE FAR NORTH

E. A. Pil, A. V. Bychkov

State University of Aerospace Instrumentation

The article presents an analysis of shipped goods by inland water transport and their forecast using the Trend Line program, which is included in the MS Excel database software. This analysis was based on statistical data for the period from 2015 to 2020 inclusive. The resulting equations showed that the forecast should use linear, logarithmic, exponential and power equations, on the basis of which the forecast was made until 2030.

Key words: Northern delivery, shipped goods by inland water transport, analysis, forecast.

For citation:

Pil E. A. Bychkov A. V. Analysis of the shipment of goods by inland water transport to the Far North // System analysis and logistics.: №2(28), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 33-43. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-2-33-43.

Введение

Сначала дадим определение тому, что такое Северный завоз. Северный завоз – комплекс ежегодных государственных мероприятий по обеспечению территорий Крайнего Севера Сибири, Дальнего Востока и Европейской части России основными жизненно важными товарами (прежде всего, продовольствием и нефтепродуктами) в преддверии зимнего сезона [1].

Северный завоз как феномен обусловлен тремя причинами:

- отсутствием в районах Крайнего Севера собственной производственной базы большинства промышленных и многих сельскохозяйственных товаров;
- удалённостью основных промышленных районов на многие тысячи километров, что затрудняет и делает очень дорогой для частных юридических и физических лиц самостоятельную доставку товаров даже в летние месяцы;
- полным отсутствием транспортной инфраструктуры (автомобильных и железных дорог), за исключением воздушного или водного сообщения, в большинстве районов Крайнего Севера.

Более общей причиной являются крайне трудные природно-климатические условия в районах Крайнего Севера.

В этих условиях единственно возможной является централизованная закупка и



транспортировка товаров из южных областей России в районы Крайнего Севера. Эту обязанность как в СССР, так в современной России осуществляет государство за счет средств федерального бюджета и силами региональных и местных властей.

Объем северного завоза традиционно исчисляется в денежном, а не в натуральном выражении.

Завоз производится преимущественно воздушным транспортом, а также речным и морским, в том числе с использованием Северного Морского пути (СМП).

Перечень районов Крайнего Севера

Одной из важнейших задач государственной политики в сфере транспорта является повышение эффективности Северного завоза. Здесь назрели существенные перемены правового, организационного, технологического, технического и финансового характера. Особую роль при этом должна играть цифровизация логистических услуг.

К территории, где осуществляется Северный завоз, отнесены Районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности с ограниченными сроками доставки грузов (продукции). Они располагаются на территории 25 субъектов Российской Федерации в труднодоступных и удаленных населенных пунктах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях, где проживают 3 млн. человек. В конце 2016 г. Правительством Российской Федерации был актуализирован Перечень территорий Крайнего Севера и приравненных местностей, в которых осуществляется Северный завоз. Изменения затронули 11 из 25 субъектов, уточнив тем самым не только уровень развития инфраструктуры, но и число проживающих в труднодоступных районах (предыдущая редакция Перечня была принята в марте 2009 г.).

Северный завоз является одним из индикаторов развития Арктической зоны Российской Федерации и Крайнего Севера, которым уделяется все большее внимание со стороны руководства страны. Создание современного ледокольного флота, заложенного Государственной программой по развитию Арктики до 2025 года, в части мероприятий по развитию Северного морского пути и судоходства в Арктике, открывает дополнительные возможности для восстановления маршрутов Северного завоза, утраченных в 90-е годы прошлого века и более интенсивного использования для этих целей водного транспорта.

Ключевыми видами доставки товаров в труднодоступные районы являются водный и автомобильный транспорт (в том числе, по автозимникам).

По данным Росморречфлота перевозки грузов внутренним водным транспортом в 2016 г. осуществлялись в населенные пункты, расположенные в девяти бассейнах внутренних водных путей: Енисейском, Ленском, Обь-Иртышском, Обском, Байкало-Ангарском, Северо-Двинском, Печорском, Камском и Амурском. Грузовая база распределена по бассейнам неравномерно. Более половины перевозок приходится на Енисейский (30,2%), Ленский (21,7%) и Обь-Иртышский (19,1%) бассейны. Грузовая база других бассейнов меньше: Обский – 14,5%; Байкало-Ангарский – 6,3%, Северо-Двинский – 4,0%. Доля Печорского, Камского и Амурского бассейнов незначительна, на них суммарно приходится всего 4,3% от общего объема перевозок.

Наибольший удельный вес объема перевозок составляют сухогрузы (81,1%), из них каменный уголь и кокс – 10,3%, лесные грузы в плотках – 10,5%; нефтепродукты – 8,4% (1,5 млн. т, из них около 50% – в Ленском бассейне). По данным администраций бассейнов внутренних водных путей суммарный объем Северного завоза жизненно важных грузов по государственному заказу в 2016 г. составил 1642,7 тыс. т, в т. ч. угля – 619,2 тыс. т, нефти и нефтепродуктов – 664,0 тыс. т. Среднее расстояние доставки грузов составляет 905 км, максимальная – 4620 км (из Осетрово в направлении Индигирки).

Проектным офисом «Северный завоз» при поддержке Минэкономразвития России был проведен опрос регионов об итогах реализации Северного завоза в 2016 г. Согласно предоставленным данным сеть внутренних водных путей, соединяющихся с Северным морским путем, для целей Северного завоза практически не используется. При этом уровень



инфраструктурной обеспеченности Северного завоза водным транспортом год от года снижается. Из 19 регионов, представивших актуализированную содержательную информацию, трассы СМП используются для кампании Северного завоза только в четырех: Красноярского края, Ненецкого автономного округа, Республики Саха и Чукотского автономного округа.

Переломить эту ситуацию может ускоренное развитие судостроения и перевод транспорта на газомоторное топливо [2].

Ниже представлена карта России с Районами Крайнего Севера [3].



Рис. 1. Карта России с Районами Крайнего Севера [3]

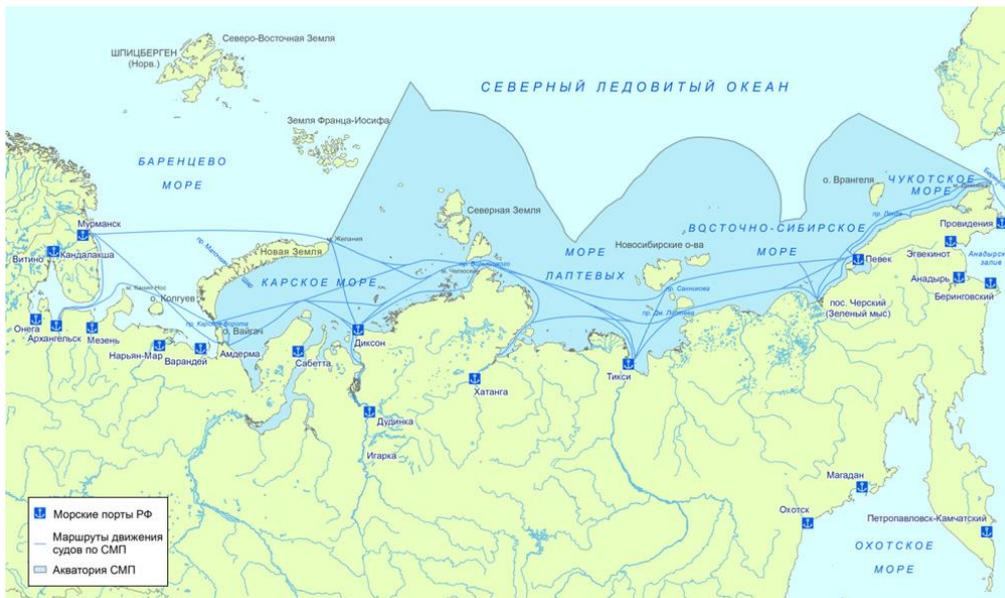


Рис. 2. Трассы и акватория Северного морского пути

Северный морской путь в двух видах

Устойчивая транспортная связь между экономически развитыми западными районами России



и отдельными восточными территориями имеет большое значение в плане социально-экономического развития, с точки зрения повышения оборонного потенциала в качестве резервной транспортной магистрали, а в перспективе может быть использована для организации массовых транзитных перевозок. СМП играет важнейшую роль в развитии экономики арктических и субарктических регионов России. Трассы и акватория Северного морского пути представлены на рисунке 2 [4].



Рис. 3. Объем перевалки контейнеров в долях в морских портах России за 2015 год

С точки зрения государственных интересов СМП можно рассматривать как два вида транспортной системы: международный транспортный (транзитный) коридор и национальная арктическая транспортная система. В первом случае акцент делается на развитие транзитных перевозок по СМП на направлении Азия – Европа (по аналогии с Южным морским путем). Во втором случае СМП выступает в роли транспортной системы для обеспечения завоза и вывоза грузов из Арктической зоны России (северный завоз, шельфовые нефтегазовые месторождения, месторождения Обской и Тазовской губы).



Рис. 4. Схема Восточно-Сибирской железной дороги

Вне зависимости от варианта использования СМП главной задачей государства является обеспечение бесперебойной и безопасной работы транспортного и обеспечивающего флота в



Арктическом регионе. При этом следует учитывать, что СМП как транспортная система должен стремиться к самокупаемости эксплуатируемых объектов системы в пределах нормативных сроков.

Среди морских перевозок грузов особое место занимает перевозка грузов в контейнерах. Морские перевозки контейнеров – это один из наиболее эффективных способов доставки тарноштучных грузов на значительные расстояния. В контейнерах перевозится широкая номенклатура промышленных грузов, включая оборудование, автомобили, комплектующие, товары народного потребления, продовольственные продукты и др. Все большее развитие получают перевозки навалочных грузов в контейнерах. На рисунке 2 представлена круговая диаграмма объема перевалки контейнеров в долях в морских портах России за 2015 год по морским портам.

Оценивая СМП как морской транспортный коридор для доставки контейнерных грузов из Юго-Восточной Азии в Европу, не следует рассматривать его как конкурента Южному морскому пути.

Ниже представлена Схема Восточно-Сибирской железной дороги, по которой доставляются грузы [5]. Далее эти грузы перевозятся другими видами транспорта до пунктов назначения.

Таблица 1 – Отправление грузов внутренним водным транспортом в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности с ограниченными сроками завоза грузов по годам, тыс. т.

№ п/п	Год	Отправление грузов водным внутренним транспортом, тыс. т.
1	2015	95773,8
2	2016	103536,2
3	2017	100665,7
4	2018	102155,5
5	2019	101547,1
6	2020	95421,6

Из представленной выше таблицы 1 видно, что отправление грузов для Северного завоза водным внутренним транспортом является нестабильным [1]. Это можно связать с вопросом пересыхания сибирских рек. Особенно тревожная ситуация складывается в верховьях Лены [7]. Из-за раннего обмеления реки у порта Осетрово пришлось сокращать объемы перевозок даже таких стратегических грузов, как материалы и оборудование для строительства газопровода “Сила Сибири”. По прогнозам, ситуация в верховьях Лены вряд ли улучшится. Скорее, будет наоборот. Что-то меняется в природе, и река в районе порта Осетрово (через него проходит все, что везут в Якутию речным транспортом) становится все мельче. По данным речников, в 1980 – 1990 годы, гарантированные глубины на участке Уст-Кут – Киренск составляли 220 сантиметров. А ныне в течение доброй половины лета загружать суда приходилось лишь наполовину, а то и на треть, поскольку уровень воды быстро понизился до полутора метров, а к концу навигации – и вовсе до метра [5, 6]. Так, например, 2013 год вообще стал для якутских транспортников кошмаром. Маломощный земснаряд не смог прорыть судоходный канал на बारे Индигирки, и завоз жизнеобеспечивающих грузов в расположенные на этой реке районы был сорван. Доставлять туда топливо и многое другое пришлось круглым путем на автомобилях, что обошлось втридорога [6].

На рисунке 5 представлен график отправления грузов, который был построен на основе таблицы 1. Как видно из таблицы 1 и рисунка 5 при отправлении грузов внутренним водным транспортом есть большие спады в 2017 и особенно в 2020 году, который составил 47,71%.

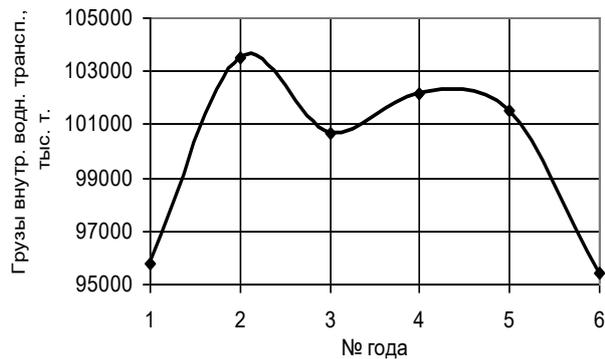


Рис. 5. Отправление грузов внутренним водным транспортом

Теперь произведем анализ отправленных грузов внутренним водным транспортом по годам, для чего воспользуемся Линией Тренда в MS Excel. На основе Линии Тренда были построены следующие девять графиков, которые представлены на рисунках 6–14. Для того, чтобы лучше воспринимались виды полученных уравнений, они были сгруппированы и сведены в отдельную таблицу 2 по степени уменьшения достоверности величины аппроксимации R^2 . Здесь следует сразу отметить, что в полиномиальном уравнение при $n = 5$, значение R^2 в столбце 4 равно единицы, поэтому в полиномиальном уравнение при $n = 6$, оно, естественно, тоже равно 1. Из таблицы 2 также видно, что линейное, логарифмическое, экспоненциальное и степенное уравнения имеют значения аппроксимации R^2 очень маленькие, что и следовало ожидать от внешнего вида полученной кривой. Для выбора уравнения, позволяющего произвести прогноз отправления грузов внутренним водным транспортом на следующие годы, были также произведены такие расчеты как: среднее значение всех полученных результатов по девяти уравнениям, среднеквадратичное отклонение s и коэффициент вариации V .

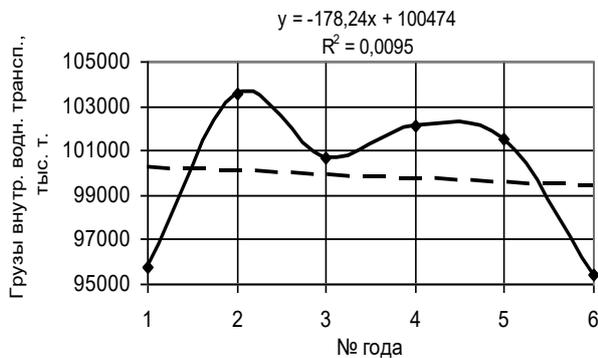


Рис. 6. Линейное уравнение

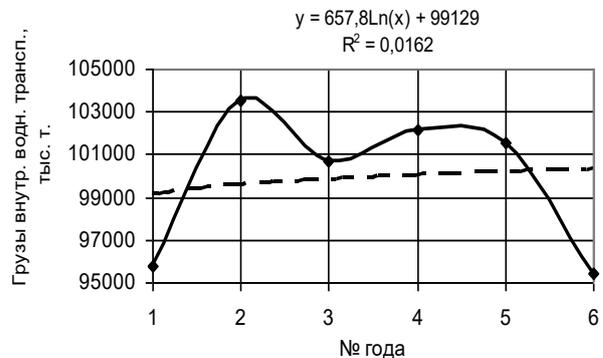


Рис. 7. Логарифмическое уравнение

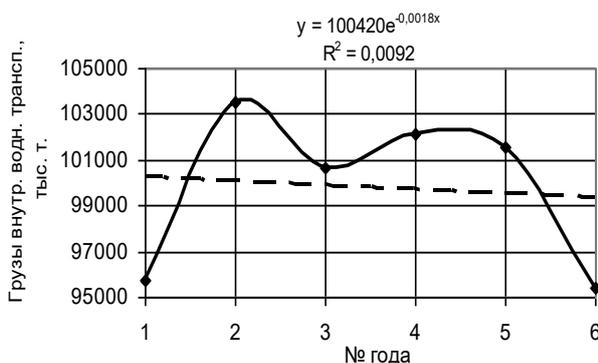


Рис. 8. Экспоненциальное уравнение

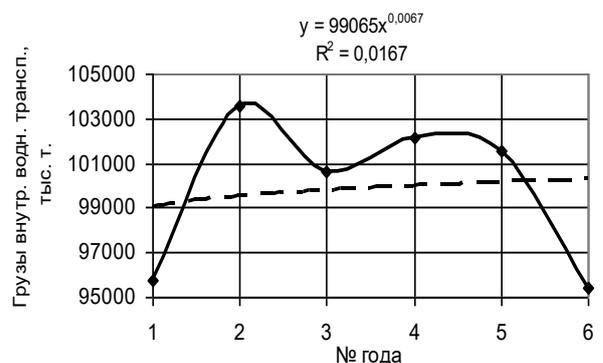


Рис. 9. Степенное уравнение

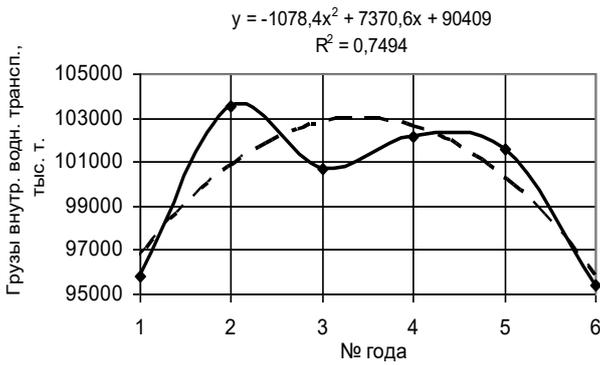


Рис. 10. Полиномиальное уравнение $n = 2$

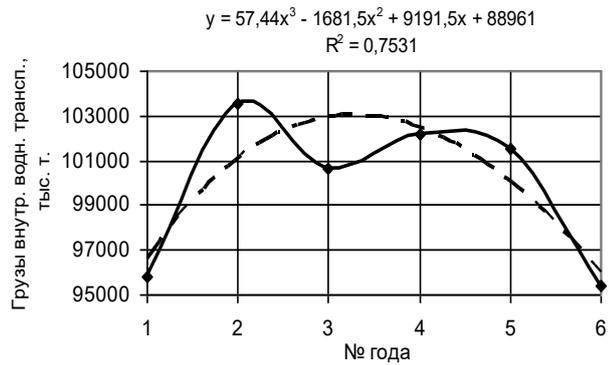


Рис. 11. Полиномиальное уравнение $n = 3$

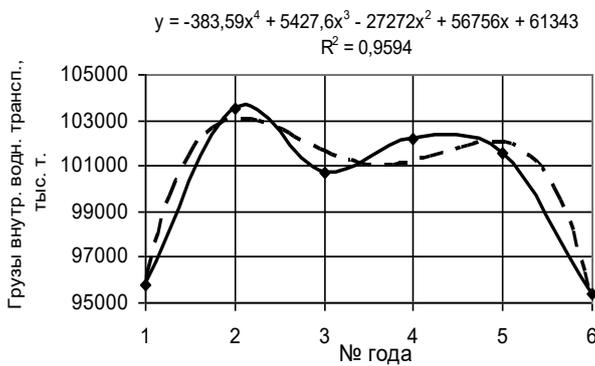


Рис. 12. Полиномиальное уравнение $n = 4$

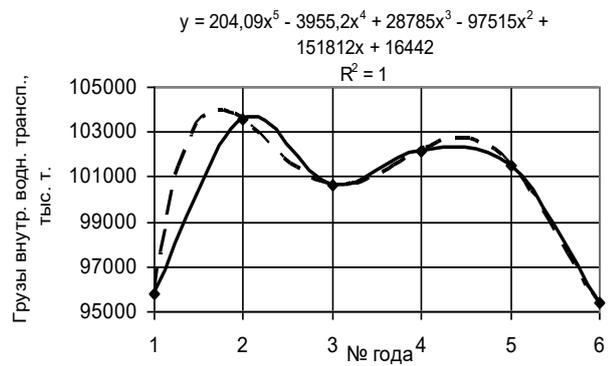


Рис. 13. Полиномиальное уравнение $n = 5$

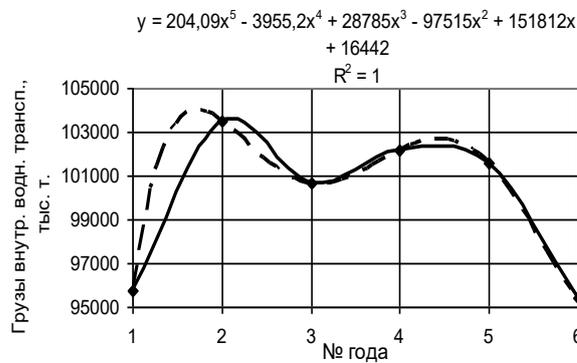


Рис. 14. Полиномиальное уравнение $n = 6$

Полученные высокие значения аппроксимации R^2 позволяет использовать их для прогноза отправления грузов внутренним водным транспортом в рассматриваемый период времени с 2021 по 2030 гг.

Таблица 2 – Сводная таблица уравнений и величин аппроксимаций R^2 по степени уменьшения

№	Уравнение	Вид уравнения	Величины аппроксимации R^2
1	2	3	4
1	полиномиальное $n = 6$	$y = 204,09x^5 - 3955,2x^4 + 28785x^3 - 97515x^2 + 151812x + 16442$	1
2	полиномиальное $n = 5$	$y = 204,09x^5 - 3955,2x^4 + 28785x^3 - 97515x^2 + 151812x + 16442$	1



3	полиномиальное n = 4	$y = -383,59x^4 + 5427,6x^3 - 27272x^2 + 56756x + 61343$	0,9594
4	полиномиальное n = 3	$y = 57,44x^3 - 1681,5x^2 + 9191,5x + 88961$	0,7531
5	полиномиальное n = 2	$y = -1078,4x^2 + 7370,6x + 90409$	0,7494
8	степенное	$y = 99065x^{0,0067}$	0,0167
9	логарифмическое	$y = 657,8\text{Ln}(x) + 99129$	0,0162
6	линейное	$y = -178,24x + 100474$	0,0095
7	экспоненциальное	$y = 100420e^{-0,0018x}$	0,0092

Полученные результаты отправления грузов внутренним водным транспортом по годам по девяти уравнениям были сведены в таблицу 3, которая представлена ниже.

Таблица 3 – Сводная таблица отправление грузов внутренним водным транспортом по годам, тыс. т.

№ п/п	Год	Внутренний водный транспорт, тыс. т.	Лин	Лог	Эксп	Степ	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2015	95773	100296	99129	100239	99065	96701	96528	95871	95773	95773
2	2016	103536	100118	99585	100059	99526	100837	101078	103050	103534	103534
3	2017	100665	99939	99852	99879	99797	102815	102953	101637	100661	100661
4	2018	102155	99761	100041	99700	99989	102637	102499	101182	102147	102147
5	2019	101547	99583	100188	99520	100139	100302	100061	102029	101533	101533
6	2020	95421	99405	100308	99341	100261	95810	95983	95316	95399	95399

В представленной ниже таблице 4 сведены все расчеты по прогнозу отправления грузов внутренним водным транспортом по годам на период с 2021 по 2030 годы. Несмотря на то, что полиномиальные уравнения имели самые высокие значения аппроксимации R^2 при прогнозе отправления грузов внутренним водным транспортом они показали либо отрицательные значения, либо слишком большие, выходящие за рамки реальных. При использовании полиномиального уравнения $n = 3$ значения отправленных грузов внутренним водным транспортом значительно уменьшаются и поэтому оно также не рассматривается при прогнозе. В таблице 4 были выделены жирным шрифтом те уравнения, которые можно рекомендовать при прогнозе.

Таблица 4 – Прогноз отправление грузов внутренним водным транспортом по годам, тыс. т.

№ п/п	Год	лин.	лог	эксп	степ	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	2021	99226	100409	99163	100365	89162	90610	62974	107851	107851
2.	2022	99048	100497	98984	100455	80356	84286	-22270	215020	215020



3.	2023	98870	100574	98806	100534	69394	77357	-196899	569543	569543
4.	2024	98692	100644	98629	100605	56275	70166	-506597	1425062	1425062
5.	2025	98513	100706	98451	100669	40999	63059	-1006259	3160709	3160709
6.	2026	98335	100764	98274	100728	23567	56379	-1759982	6305602	6305602
7.	2027	98157	100816	98097	100782	3977	50473	-2841074	11563329	11563329
8.	2028	97979	100865	97921	100832	-17769	45683	-4332044	19836447	19836447
9.	2029	97800	100910	97745	100879	-41672	42356	-6324611	32250966	32250966
10.	2030	97622	100953	97569	100922	-67732	40835	-8919698	50180843	50180843

Используя данные из таблицы 4, была построена таблица 5 в качестве окончательного результата.

Таблица 5 – Прогноз отправления грузов внутренним водным транспортом по годам, тыс. т.

№	Год	лин.	лог	эксп	степ	Среднее значение
1	2	3	4	5	6	7
2	2021	99226	100409	99163	100365	75238
3	2022	99048	100497	98984	100455	99746
4	2023	98870	100574	98806	100534	99696
5	2024	98692	100644	98629	100605	99642
6	2025	98513	100706	98451	100669	99585
7	2026	98335	100764	98274	100728	99525
8	2027	98157	100816	98097	100782	99463
9	2028	97979	100865	97921	100832	99399
10	2029	97800	100910	97745	100879	99334
11	2030	97622	100953	97569	100922	99267

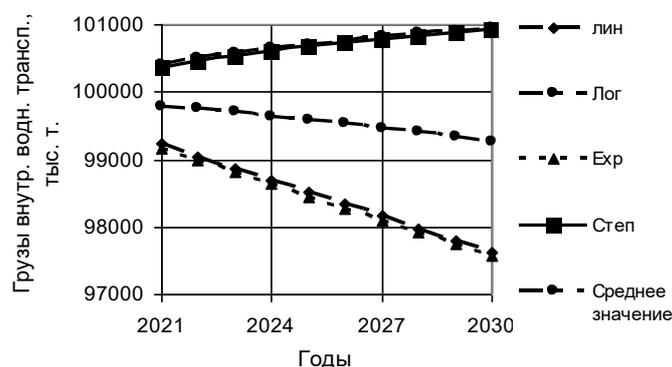


Рис. 15. Область прогноза отправления грузов внутренним водным транспортом по годам, тыс. т.

На основе таблицы 5 был построен рисунок 15. Этот рисунок показывает область, в которой могут варьироваться отправление грузов внутренним водным транспортом. На данном рисунке также представлена зависимость для среднего значения отправленных грузов. Как видно из рисунка 15, возможно как увеличение, так и уменьшение отправления грузов внутренним водным транспортом. Уменьшение отправления грузов означает, что доставка грузов стала осуществляться



другими транспортными средствами, т.к. поверить тому, что население будет покидать северные районы России, где расположены большие запасы газа и нефти и высокие зарплаты – маловероятно.

Исходя из определения Северного завоза и проблем с дорогами, для быстрой доставки продовольствия, нефтепродуктов, людей и врачей с больными, а также доставки специалистов на шельфовые месторождения можно предложить использовать экранопланы, которые разработаны в России. По экономичности и грузоподъемности экранопланы выигрывают у самолетов и вертолетов, а по скорости – у судов на подводных крыльях. Так, например, экраноплан «Чайка-2» позволяет преодолевать расстояние до 3000 км, развивая скорость до 400 км/ч в экранном режиме, перевозить груз в 15 тонн. Разработчики считают, что «Чайку» можно будет использовать и для освоения Арктики, так как экраноплан гораздо меньше подвержен влиянию погодных условий, чем вертолеты. В грузовом отсеке экраноплана может находиться спасательный катер, с помощью которого можно будет провести аварийно-спасательные и досмотровые работы (рис. 16) [8, 9, 11, 12, 13]. Кроме того, российскими конструкторами был разработан экраноплан А–050, который сможет развивать скорость более четырехсот километров в час. При этом этот экраноплан рассчитан на перевозку ста пассажиров на дальность в пять тысяч километров, а грузоподъемность аппарата приближена к корабельной [10]. Здесь также следует отметить и разработанный экраноплан «Орион-20», который позволяет перевозить 30 пассажиров и груз (рис. 17) [14].



Рис. 16. Экраноплан «Чайка-2»



Рис. 17. Экраноплан «Орион-20»

В завершении данной статьи следует отметить, что Россия стала возрождать тяжелые экранопланы с высокой грузоподъемностью, которые, естественно, можно будет использовать и при осуществлении Северного завоза [15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Северный завоз [Электронный ресурс]. URL – https://ru.wikipedia.org/wiki/Северный_завоз (дата обращения: 24.03.2021).
2. СЕВЕРНЫЙ ЗАВОЗ: НАЗРЕЛИ ПЕРЕМЕНЫ [Электронный ресурс]. – URL: <http://rostransport.com/article/17938/> (дата обращения: 24.03.2021).
3. Что относится к крайнему северу [Электронный ресурс].]. – URL: <https://y-legal.ru/chto-otnositsya-k-kraynemu-severu.html> (дата обращения: 24.03.2021).
4. Арктические перевозки [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.morvesti.ru/themes/1700/62459/> (дата обращения: 24.03.2021).
5. Схема Восточно-Сибирской железной дороги [Электронный ресурс]. – URL: https://w512.ru/vokzal/vost-sib_rzd.html (дата обращения: 24.03.2021).
6. Обмеление якутских рек поставило под угрозу северный завоз [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2016/11/03/reg-dfo/obmelenie-iakutskih-rek-postavilo-pod-ugrozu-severnij->



- zavoz.html (дата обращения: 24.03.2021).
7. У обмеления реки Лена есть глобальная причина [Электронный ресурс]. – URL: <https://cont.ws/@severo/1427075> (дата обращения: 24.03.2021).
 8. Экраноплан “Чайка” сможет летать где и как угодно [Электронный ресурс]. – URL: <https://teknoblog.ru/2019/07/09/100128> (дата обращения: 24.03.2021).
 9. Многоцелевой экраноплан «Чайка-2» разгонят до 400 км/ч [Электронный ресурс]. – URL: – <https://topcor.ru/10803-mnogocелеvoj-jekranoplan-chajka-2-razgonitsja-do-400-km-ch.html> (дата обращения: 24.03.2021).
 10. Российские конструкторы создали проект нового экраноплана [Электронный ресурс]. – URL: [mhttps://politpuzzle.ru/5723-rossijskie-konstruktory-sozdali-proekt-novogo-ekranoplana/](https://politpuzzle.ru/5723-rossijskie-konstruktory-sozdali-proekt-novogo-ekranoplana/) (дата обращения: 24.03.2021).
 11. Сдвижков О.А. Непараметрическая статистика в MS Excel и VBA. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 172 с.: ил.
 12. Годин, А. М. Статистика: учебник / А. М. Годин. – Москва: Дашков и К°, 2012. – 451 с.
 13. Пиль Э.А. Теоретические и статистические варианты развития экономики и населения различных стран мира и их прогноз // В 2 кн. – СПб.: Астерион, 2011. – 880 с.
 14. Новые российские экранопланы [Электронный ресурс]. – URL: http://temperatures.ru/articles/novye_rossijskie_ekranoplani (дата обращения: 24.03.2021)
 15. Россия возрождает тяжелые экранопланы [Электронный ресурс]. – URL: <https://pravdoryb.info/rossiya-vozrozhdaet-tyazhelye-ekranoplany-127129.html> (дата обращения: 24.03.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пиль Эдуард Анатольевич –

д.т.н., профессор кафедры системного анализа и логистики
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А
E-mail: epyle@rambler.ru

Бычков Александр Владимирович –

студент
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А
E-mail: qwer54645@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pil Eduard Anatolyevich –

Dr. Sc., professor of the department of system analysis and logistics
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia
E-mail: epyle@rambler.ru

Bychkov Alexander Vladimirovich –

student
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia
E-mail: qwer54645@mail.ru