

ГОСТЬ НОМЕРА

Обзорная статья
УДК 656.073

<https://doi.org/10.25198/2077-7175-2024-2-11>

НАУЧНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ОРГАНИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ В РАЙОНЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА И АРКТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ РОССИИ

Н. А. Филиппова

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия
e-mail: umen@bk.ru



Аннотация. Доминирующей концепцией социально-экономических инноваций в современном мире является устойчивое развитие, прежде всего северных регионов. Это объясняется следующими особенностями: а) суровыми погодными-климатическими условиями; б) высокой зависимостью жизнеобеспечения населения от своевременной поставки энергии, продуктов питания и товаров народного потребления; в) недостаточным развитием транспортно-логистической системы; г) высокой уязвимостью окружающей среды к антропогенным воздействиям; д) необходимостью сохранения традиционного уклада и образа жизни населения северных территорий; е) актуальностью расширения производственно-хозяйственной деятельности для освоения природных богатств северных территорий.

Данные особенности оказывают существенное влияние на структуру и управление транспортно-логистической системой северных регионов. В статье рассматриваются особенности планирования и управления перевозками грузов в северных регионах России. Обеспечение надежности перевозки грузов определяется наличием и использованием исходной информации, применяемой при планировании и организации работы транспортных предприятий. Современные информационные технологии (ИТ) обеспечивают повышение качества этой информации и скорости обмена данными между региональными управлениями транспорта и транспортными организациями.

Ключевые слова: перевозка грузов, районы Крайнего Севера, Арктическая зона России, транспортно-логистические центры, мультимодальные транспортные системы, северный завоз, теорема Форда-Фалкерсона, автотрассы, ледовые переправы.

Для цитирования: Филиппова Н. А. Научные пути решения проблем организации и планирования перевозок грузов в районы Крайнего Севера и Арктические зоны России // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2024. – № 2. – С. 11–22. – <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2024-2-11>.

Review article

SCIENTIFIC WAYS FOR SOLVING PROBLEMS OF ORGANIZING AND PLANNING CARGO TRANSPORTATION TO THE AREAS OF THE FAR NORTH AND ARCTIC ZONES OF RUSSIA

N. A. Filippova

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia
e-mail: umen@bk.ru

Abstract. The dominant concept of socio-economic innovation in the modern world is sustainable development, especially of the northern regions. This is explained by the following features: a) harsh weather and climatic conditions; b) the high dependence of the population's livelihoods on the timely supply of energy, food and consumer goods; c) insufficient development of the transport and logistics system; d) high vulnerability of the environment to anthropogenic impacts; e) the need to preserve the traditional way of life of the population of the northern territories; f) the relevance of expanding production and economic activities for the development of the natural resources of the northern territories.

These features have a significant impact on the structure and management of the transport and logistics system of the northern regions. The article discusses the features of planning and managing cargo transportation in the northern regions of Russia. Ensuring the reliability of cargo transportation is determined by the availability and use of initial information used in planning and organizing the work of transport enterprises. Modern information technologies (IT) improve the quality of this information and the speed of data exchange between regional transport departments and transport organizations.

Key words: cargo transportation, regions of the Far North, Arctic Zone of Russia, transport and logistics centers, multimodal transport systems, northern delivery, Ford-Fulkerson theorem, winter roads, ice crossings.

Cite as: Filippova, N. A. (2024) [Scientific ways for solving problems of organizing and planning cargo transportation to the areas of the Far North and Arctic Zones of Russia]. *Intellect. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 2, pp. 11–22. – <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2024-2-11>.

Введение

Для формирования эффективного транспортно-технологического обеспечения доставки грузов первой необходимости в регионы Арктики и северные регионы России автомобильным транспортом необходимо обеспечить его взаимодействие с другими видами транспорта. Анализ транспортно-технологической системы и объемов доставки грузов каждым видом транспорта показал, что автомобильный транспорт выполняет в основном конечные транзакции в логистических цепях доставки грузов, взаимодействует со всеми остальными видами транспорта, играя, таким образом, связующую роль между ними.

Учитывая суровые условия эксплуатации и особое значение случайных факторов в функционировании транспорта, надежность и безопасность доставки грузов автомобильным транспортом является приоритетной задачей для выживания и работы людей в условиях Севера.

Прогнозирование пропускной способности элементов мультимодальной транспортной сети в условиях Арктики с учётом сезонности невозможно без применения геоинформатики для визуализации пространственной цифровой модели транспортно-логистического центра с помощью электронной карты местности [1; 2].

Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации на период до 2035 года выявила ряд особенностей освоения Арктической зоны, которые, в частности, определяются следующими факторами:

- а) экстремальные природно-климатические условия;
- б) крайне низкий уровень развития транспортной и социальной инфраструктуры;
- в) климатические изменения, способствующие

возникновению рисков для хозяйственной деятельности и окружающей среды;

г) неравномерность промышленно-хозяйственного освоения отдельных территорий Арктической зоны;

д) ориентированность экономики на добычу природных ресурсов, их вывоз в промышленно развитые субъекты Российской Федерации и экспорт;

е) высокая ресурсоемкость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения, их зависимость от поставок топлива, продовольствия и иных жизненно необходимых товаров из различных субъектов Российской Федерации.

Указанные особенности приводят к принципиальному отличию транспортных процессов доставки топлива, продовольствия и иных жизненно необходимых товаров (грузов северного завоза) до конечного потребителя в Арктической зоне РФ. Одним из главных отличий является отсутствие постоянных транспортных путей на большей части данной территории, что приводит к необходимости использования временных транспортных путей для доставки грузов северного завоза [5; 6]. Временные транспортные пути могут использоваться только в течение небольшого периода времени года. Период летней навигации, когда можно использовать речной транспорт, длится с июня по сентябрь. Перевозки грузов автомобильным транспортом ограничены большую часть года из-за неудовлетворительного состояния временных транспортных путей. В летний период эксплуатации перевозки грузов автомобильным транспортом в большей части территории Арктической зоны РФ невозможны из-за неудовлетворительного состояния дорог. В период зимней эксплуатации перевозки осуществляются по зимникам. Длительность периода перевозок напрямую зависит

от длительности периода работы зимников в том или ином регионе [3]. При этом в межсезонье возникают достаточно длительные (три-четыре месяца) периоды транспортной недоступности в отдельные районы. Это при организации перевозок приводит к необходимости прогнозирования состояния временных транспортных путей (водного и автомобильного транспорта) и на основе построенных прогнозов оценивания периодов доступности временных транспортных путей и объемов перевозимых грузов по ним с учетом возможностей местных перевозчиков автомобильного и водного транспорта. Такой подход объективно необходим для обеспечения эффективной логистики доставки грузов северного завоза на последнем этапе, т.е. от базовых стационарных пунктов до конечного потребителя, имеющего транспортную связь с центром только по временным транспортным путям.

Основная часть

Основным направлением повышения эффективности процессов северного завоза грузов является планирование доставки грузов в отдаленные регионы Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) на основе прогнозирования провозных способностей и сроков эксплуатации временных транспортных путей в летний и зимний периоды эксплуатации [8]. Указанное направление значительно отличается от традиционных методов, поскольку основано на использовании специализированного математического и аппаратно-программного обеспечения, что, в свою очередь, требует подготовки специалистов для практической реализации данного подхода. Необходимо также проведение мероприятий по созданию специальных транспортно-логистических центров (ТЛЦ), организуемых в составе крупных транспортных узлов мультимодальных транспортных систем доставки различных грузов северного завоза конечным потребителям. Цель внедрения ТЛЦ – повышение надежности транспортно-логистических процессов и уменьшение рисков невыполнения плана доставки грузов северного завоза по временным транспортным путям конечному потребителю, находящемуся в отдаленных от ближайшего центра районах, за счет гармонизации мультимодального процесса перевозок на последних этапах доставки грузов конечному потребителю.

Каждый локальный транспортно-логистический центр выполняет комплекс различных функций, необходимых для надежной и эффективной доставки грузов северного завоза конечным потребителям. Локальный ТЛЦ получает от заказчика государственный заказ на перевозку грузов северного завоза и обеспечивает формирование, согласование и реализацию

планов выполнения заказа, полученного от заказчика, в том числе государственного заказа по сезонам календарного года [4].

Заведующим кафедрой «Транспортная телематика» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), профессором Власовым Владимиром Михайловичем создан инновационно-исследовательский проект «Развитие мультимодальной мобильности в условиях Арктической зоны России» под руководством профессора Филипповой Надежды Анатольевны. Тематика данных исследований тесно увязана с разработкой «Цифрового двойника северного завоза», выполняемой ФАНУ «Востокгосплан» Министерства РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики (Минвостокразвития), а также с работами, выполняемыми специалистами Росгидрометцентра.

Рассматриваются три основных направления совершенствования мультимодальной транспортной системы на основе внедрения ТЛЦ, которые отличаются спецификой доставляемых товаров и грузов и основываются на реализации современных логистических технологий в условиях Арктики:

1. Внедрение мультимодальных транспортных систем доставки различных грузов населению, проживающему в удаленных от центра населенных пунктах АЗРФ, не имеющих круглогодичной транспортной доступности.

2. Внедрение транспортно-технологических систем доставки топлива с территории морских портов Северного морского пути до конечных потребителей (предприятий ЖКХ и тепловых пунктов), находящихся в удаленных от центра населенных пунктах АЗРФ, не имеющих круглогодичной транспортной доступности.

3. Внедрение системы транспортного обеспечения по доставке необходимого оборудования и грузов, а также специалистов, работающих вахтовым методом, на производственные площадки по добыче полезных ископаемых в АЗРФ, расположившихся в удалении от центральных производственных мощностей.

Основным операционным звеном в составе каждого ТЛЦ должна являться Центральная диспетчерская служба (ЦДС) [9; 10]. Основные функции ЦДС:

- прогнозирование состояния и пропускной способности временных транспортных путей (водного и автомобильного транспорта);
- оценка провозных возможностей местных перевозчиков автомобильного и водного транспорта в зависимости от сезона календарного года;
- получение заказа на перевозку грузов северного завоза и формирование исполняемых сезонных календарных планов развоза грузов по конечным по-

требителям с учетом пропускной способности временных транспортных путей и провозных возможностей местных перевозчиков;

- оперативное суточное планирование перевозок грузов конечным потребителям;
- оперативный контроль перевозок грузов автомобильным и водным транспортом с использованием телематических средств и систем;
- формирование отчетных данных об исполнении плана перевозок для легитимных пользователей различного уровня.

Практическое внедрение логистических технологий должно быть основано на создании цифрового двойника объекта внедрения. В основе создания цифрового двойника объекта внедрения лежит разработка пространственных цифровых моделей временных транспортных путей и цифровых моделей прокладываемых по ним сезонных маршрутов доставки грузов автомобильным и водным транспортом. Эти модели используются для контроля перевозок грузов автомобильным и водным транспортом.

Необходимой составляющей цифрового двойника объекта внедрения является база данных нормативно-справочной и технологической информации, без которой функционирование системы невозможно, поэтому подготовка такой информации должна осуществляться на первом этапе внедрения каждой системы.

Отдельным комплексом работ при подготовке цифрового двойника является получение необходимых статистических данных о природных явлениях в Арктическом регионе внедрения системы, которые необходимы для прогнозирования состояния временных транспортных путей.

Состав работ по подготовке нормативно-справочной и технологической информации должен включать в себя:

- определение маршрутов развоза грузов северного завоза по временным транспортным путям в летний и зимний периоды эксплуатации и построение пространственных моделей маршрутов с целью контроля перевозок грузов с использованием технологий спутниковой навигации и мобильной связи;
- подготовку и кодирование необходимой нормативно-справочной информации:
- справочники кодов и наименований удаленных (проблемных) населенных пунктов доставки грузов конечным потребителям;
- справочники кодов моделей транспортных средств;
- реестр перевозчиков и реестр транспортных средств (по каждому транспортному предприятию, перевозчику, участвующему в проекте);
- справочник закрепления устанавливаемого

бортового оборудования за транспортными средствами.

В дальнейшем, создаваемые локальные ТЛЦ могут объединяться в единую региональную систему, отвечающую за доставку грузов северного завоза в регионе [7].

Мультимодальная транспортно-технологическая система доставки грузов

Эффективность выполнения плана доставки груза надо рассматривать в рамках мультимодальной транспортно-технологической системы не на ограниченный срок, а на весь год, обеспечивая транспортную мобильность в условиях Арктики. Планирование объемов доставки грузов первой необходимости, завозимых в летний и зимний периоды, предусматривает оценку максимальной пропускной способности существующих элементов мультимодальной транспортной сети. На основе современных научных подходов разработана макромодель фрагмента транспортной сети Арктической зоны России, включающая участки временных транспортных путей. Методика оценки пропускной способности региональной транспортной сети разработана с использованием теоремы Форда-Фалкерсона, которая использует понятие остаточной пропускной способности дуги. Пропускная способность каждого участка транспортной сети должна быть оценена:

- а) с учетом периода продолжительности действия каждого участка;
- б) с учетом несущей способности, зависящей от допустимой нагрузки на ось транспортных средств, проезжающих по участку.

Временные участки транспортной сети, состояние которых необходимо прогнозировать, для зимнего сезона эксплуатации включают в себя:

- зимники, прокладываемые по руслам замерзших рек;
- зимники, прокладываемые по территории вечной мерзлоты.

Для летнего сезона необходимо прогнозировать периоды навигации на участках северных рек, которые используются как временные транспортные пути в транспортной сети в летний период навигации.

Разработана методика *оптимизации транспортно-технологической системы на примере Республики Саха (Якутия)*, которая предусматривает 2 варианта – летний и зимний вариант доставки. На первом этапе формируется оптимальная транспортно-технологическая схема, привязанная ко временам года. Для наглядного представления и анализа транспортных связей использованы *методы теории графов*.

Поскольку твердые и жидкие виды топлива (это основные грузы по объему в номенклатуре), а также

продукты питания могут перевозиться различными видами транспорта, модель транспортно-технологической системы в виде графа инвариантна по отношению к видам грузов представлена на рисунке 1.

ческой системы в виде графа инвариантна по отношению к видам грузов представлена на рисунке 1.

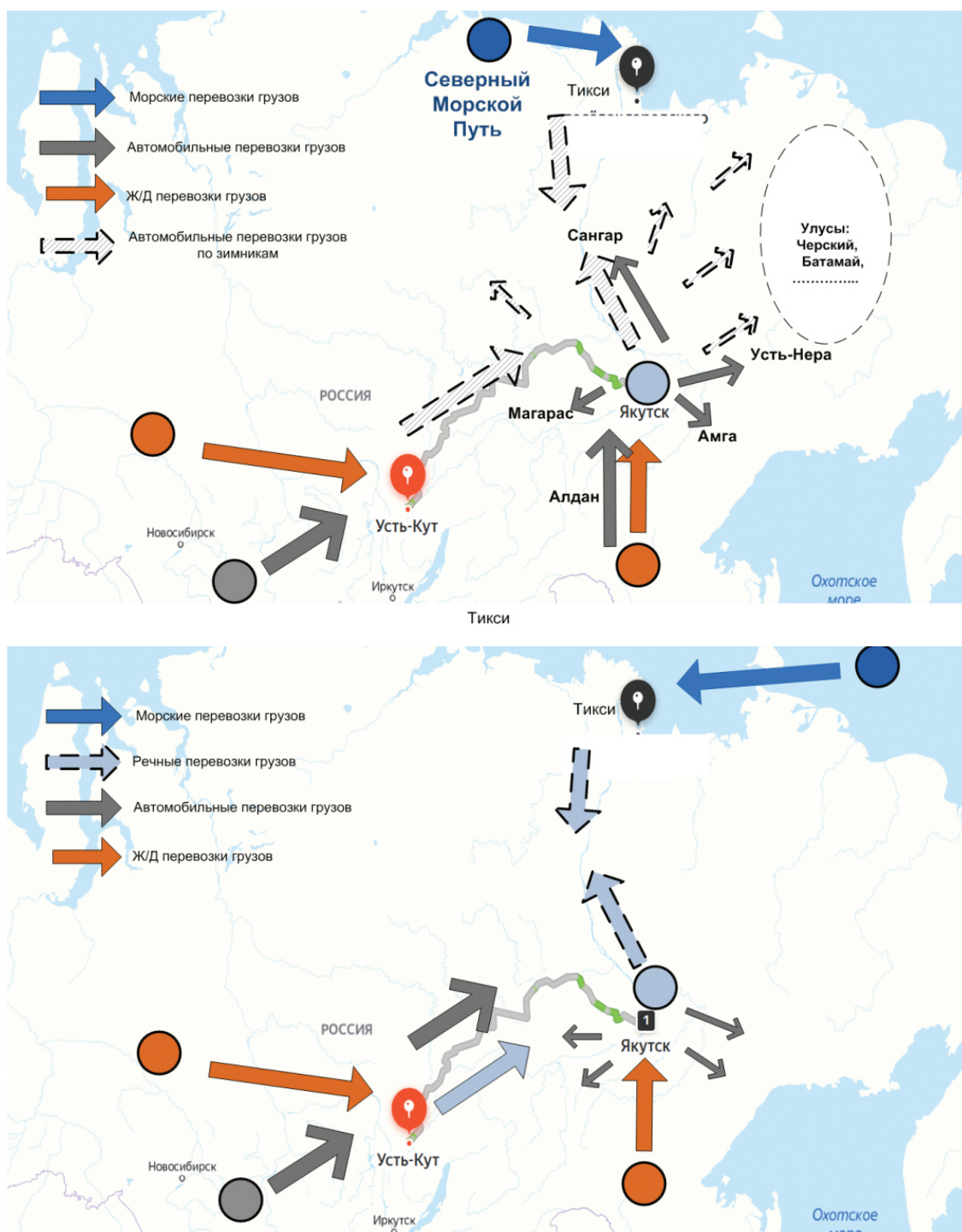


Рисунок 1. Цифровой граф транспортно-технологической системы для зимнего и летнего периода
Источник: разработано автором

Анализ внутренних перевозок позволяет выделить до n возможных маршрутов доставки грузов в основном автомобильным и речным транспортом. На устойчивость реализации планов транспортно-технологического процесса доставки грузов в условиях Арктики наибольшее влияние оказывают проанализированные нами внешние и внутренние факторы: метеорологические условия, доступность разных видов транспорта, удаленность от экономически развитых районов, время доставки, социальные условия (безопасность для жизни и здоровья граждан).

Эффективность выполнения плана доставки груза надо рассматривать в рамках мультимодальной транспортно-технологической системы не на ограниченный срок, а как минимум на весь год. Планирование объемов доставки грузов первой необходимости, завозимых в летний и зимний периоды, предусматривает оценку максимальной пропускной способности существующих элементов транспортной сети.

Теоремой *Форда-Фолкерсона* (о которой было сказано выше) определяется методика оценки наибольшей пропускной способности транспортной сети.

Для оценки рисков доставки грузов в условиях Арктики был выполнен факторный анализ. Определено, что на *надежность* функционирования транспортно-технологической системы в условиях Арктики влияют ранее не изученные внешние и внутренние факторы, учёт которых позволяет существенно повысить эффективность транспортного процесса.

В результате проведенных исследований было установлено, что при организации функционирования мультимодальной транспортной системы перевозки грузов метеорологические условия являются ключевым фактором, следовательно, было предложено учитывать знания о природно-климатических особенностях севера России для повышения эффективности *планирования перевозок*.

В итоге были установлены основные причины задержек доставки грузов, связанные с критериями качества транспортного обслуживания.

Рассмотрены методы прогнозирования зимников, прокладываемых по руслам замерзших рек, методы прогнозирования периодов навигации на участках северных рек, а также подходы к прогнозированию состояния временных участков дорожной сети, проходящих в зоне вечной мерзлоты [11].

Важность данной тематики объясняется тем, что в последнее десятилетие отмечается ускорение процессов деформации постоянных и временных автомобильных дорог в зоне вечной мерзлоты. Это свидетельствует об изменении состояния многолетнемёрзлых и сезонномёрзлых грунтов, что требует анализа протекающих процессов на базе мо-

нитинга их состояния в сочетании с расчетными методами.

Обсуждается необходимость организации мониторинга многолетнемёрзлых грунтов в пределах прохождения трасс автодорог. Целесообразность организации мониторинга обосновывается опытом строительства и эксплуатации автомобильных дорог и искусственных сооружений на них в условиях распространения многолетнемёрзлых грунтов, который показывает, что развитие инженерно-геокриологических процессов в полосе отвода автодороги, а также в непосредственной близости от неё, может явиться причиной деформаций земляного полотна и недопустимого транспортно-эксплуатационного состояния автодороги. Основными деформациями земляного полотна являются: неконтролируемые просадки и неравномерные осадки оттаивания, расползание насыпи земляного полотна, оползание обочин и откосов, разрушение откосов под влиянием термоэрозии.

Для недопущения указанных явлений или минимизации их влияния должны выполняться защитные и/или компенсационные мероприятия, обоснованные результатами специальных исследований. Для обоснования мероприятий необходима научная оценка состояния автомобильной дороги и дорожных сооружений, включая специальные мониторинговые стационарные посты и использование методов дистанционного наблюдения.

Прогнозирование – важнейший элемент планирования перевозок грузов северного завоза в Северные регионы России

Анализ схемы доставки грузов северного завоза конечному потребителю в Якутии показывает, что значительную роль в доставке грузов северного завоза играет речной транспорт, работающий в летнюю навигацию, и автомобильный транспорт, обеспечивающий перевозку грузов не только по постоянным дорогам, но и временным дорогам, – автозимникам. Поскольку значительная часть транспортных путей – это временные транспортные пути, отсюда следует, что прогнозирование природных явлений, влияющих на сроки функционирования этих путей, является важнейшим элементом процесса планирования перевозок грузов северного завоза в данном регионе. Проведённый анализ на примере климатических особенностей населённых пунктов в различных частях Республики Саха (Якутия) показал, что они имеют значимое отличие для прогнозирования сроков ледовых явлений и периодов работы зимников. Такое различие объясняется, во-первых, огромной протяжённостью территории республики, как с Севера на Юг,

так и с Запада на Восток, во-вторых, нахождением части территории Якутии в Арктической зоне. Это означает, что решение прогнозных задач необходимо вести для отдельных районов республики, определяемых климатическими особенностями, с целью достижения необходимой точности прогноза. Нами выделено шесть районов, для которых отдельно необходимо решать задачу прогнозирования природных явлений. При этом определено, что во всех районах осуществляются перевозки по автозимникам в зимний период, вследствие чего задача прогнозирования периодов работы автозимников для каждого района является весьма важной.

Использование математической модели природных явлений для определения периода работы автозимников

Прогнозирование периода работы автозимника для перевозок грузов северного завоза основано на использовании метода построения тренд-сезонных моделей временных рядов, рассматривающих статистические данные метеонаблюдений в исследуемом районе.

Специалистами по метеорологии показано, что годовой ход для описания среднесуточной температуры воздуха на территории России в XX веке хорошо подходит синусоидальная аппроксимация.

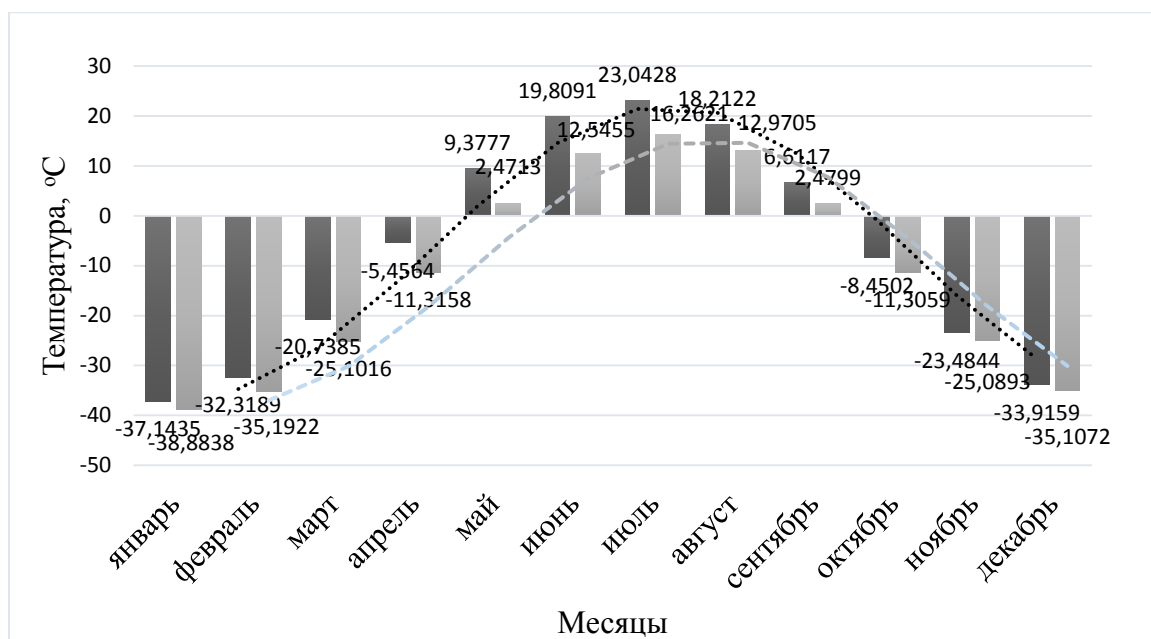


Рисунок 2. Сезонные колебания температуры воздуха

Источник: разработано автором

Этот подход использован для прогнозирования сроков начала и окончания эксплуатации автозимников (рисунок 2), который основан на использовании

«тригонометрической модели» Хромова С. П., имеющей вид:

$$Y = a + b_1 \sin \alpha + b_2 \cos \alpha. \quad (1)$$

Пусть даны среднемесячные температуры воздуха в заданном городе y_1 (температура января), y_2 (температура февраля) и т. д. Берутся значения дневных

температур. Пусть $\hat{y}_i$ – приближенное значение среднемесячной температуры i -го месяца, вычисляемое по формуле:

$$\hat{y}_i = a + b_1 \sin \alpha_i + b_2 \cos \alpha_i, \quad (2)$$

где

α_i – угол, равный $i \cdot 30$, соответствующий середине i -го месяца, $i = 1, 2, \dots, 11$, и $\alpha_{12} = 0$, тогда:

$$\begin{aligned}
 a &= \bar{y} = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} y_j, \\
 b_1 &= \frac{1}{6} \sum_{j=1}^{12} y_j \sin \alpha_j, \\
 b_2 &= \frac{1}{6} \sum_{j=1}^{12} y_j \cos \alpha_j.
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Проведённый анализ транспортной доступности различных районов Якутии показал, что они не имеют круглогодичного транспортного обслуживания. Это значительно затрудняет выполнение планов северного завоза. Более того, по естественным природно-климатическим характеристикам многие населённые пункты могут снабжаться продовольствием, топливом только в летний и зимний периоды эксплуатации по временным транспортным путям с перерывами, связанными с бездорожьем на суше и ледниковыми явлениями на реках. В связи с этим, планирование процессов доставки грузов северного завоза на основе использования математических моделей прогнозирования сроков действия временных транспортных путей является актуальным.

Заключение

Принятие Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации на период до 2035 года обеспечило законодательную и методическую основу для совершенствования стратегии управления процессами северного завоза на основе создания и внедрения комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих цифровых (на базе ЭВМ) информационных технологий.

Развитие комплекса информационных технологий на основе внедрения транспортно-логистических центров (ТЛЦ) создаст организационные и технологические предпосылки для организации процессов северного завоза грузов на основе прогнозирования провозных способностей и периодов эксплуатации временных транспортных путей в летний и зимний периоды в арктической зоне России.

ЦДС играет важную роль в эффективной работе каждого ТЛЦ. Ее технологические функции, основанные на современных методах математического моделирования, включают:

- прогнозирование состояния и пропускной способности временных транспортных маршрутов, а именно водного и автомобильного транспорта;
- оценка провозных возможностей местных перевозчиков транспорта, обусловленная временем года.

Необходимой базой реализации задач для развития транспортной системы Арктики и вхождения в цифровую экономику является повышение эффективности системы планирования и прогнозирования в условиях нестабильной транспортной сети и резких изменений метеорологической обстановки. В этих условиях насущной необходимостью является развитие новых научных подходов к разработке методов планирования доставки грузов северного завоза, основанных на оценке пропускной способности региональной транспортной сети, которая существенно зависит от сезона эксплуатации и климатических изменений. Данные методы планирования должны использовать алгоритмы математического моделирования, формирующие прогнозы изменения состояния и функционирования отдельных временных участков региональных транспортных сетей. Указанные мероприятия позволят обеспечить предоставление государственным и коммерческим структурам достоверных прогнозных данных для планирования и последующего контроля выполнения графиков доставки грузов конечному потребителю в районы Севера России и Арктики.

Литература

1. Оценка воздействия изменения климата и климатических рисков в транспортных системах: учебник / Д. В. Капский [и др.]. – М., 2023. – 248 с. – EDN: ZIONTO.
2. Филиппова Н. А., Богумил В. Н. Практическая апробация метода прогнозирования начала и окончания навигации для снижения риска недопоставки грузов северного завоза // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2019. – № 3(58). – С. 88–93. – EDN: СВAPUX.
3. Филиппова Н. А., Богумил В. Н., Беляев В. М. О прогнозировании сроков навигации на основе цепей Маркова // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17, № 2 (81). – С. 16–25. – <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-2-16-25> – EDN: WSITBV.
4. Филиппова Н. А., Власов В. М. Иерархические уровни управления мультимодальной транспортной системой для перевозки грузов северного завоза // Вестник Московского автомобильно-дорожного государст-

венного технического университета (МАДИ). – 2019. – № 4 (59). – С. 99–102. – EDN: QYGDNN.

5. Филиппова Н. А., Власов В. М. Методология повышения эффективности и надёжности транспортно-технологической мультимодальной системы Севера России // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2019. – Т. 22, № 6. – С. 55–65. – <https://doi.org/10.26467/2079-0619-2019-22-6-55-65> – EDN: RKCDDBC.

6. Филиппова Н. А., Власов В. М., Беляев В. М. Навигационный контроль доставки грузов в условиях Севера России // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17, № 4 (83). – С. 218–231. – <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-4-218-231> – EDN: HWBAGR.

7. Филиппова Н. А., Власов В. М., Богумил В. Н. Обеспечение эффективной и надёжной доставки грузов северного завоза для районов крайнего севера и Арктической зоны России : монография. – М.: ООО «Техполи-графцентр», 2019. – 224 с. – EDN: FJDBEQ.

8. Цифровая технология, как один из методов повышения эффективности работы автозимников Арктических районов республики Саха (Якутия) / А. Е. Иванова [и др.] // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3–2(82). – С. 137–143. – [https://doi.org/10.33979/2073-7432-2023-3-2\(82\)-137-143](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2023-3-2(82)-137-143) – EDN: XBNAFS.

9. Dorofeev A. et al. (2020) Development of Transportation Management System With the Use of Ontological and Architectural Approaches To Ensure Trucking Reliability, *Sustainability*, – Vol. 12, No. 20. – pp. 1–16. – <https://doi.org/10.3390/su12208504> (In Eng.).

10. Filippova N. et al. (2021) Features of Sustainable Development of the Arctic Region: Transport and Personnel Training In *Transportation Research Procedia. Ser. «International Conference of Arctic Transport Accessibility: Networks and Systems»*. – pp. 179–183. – <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.040> – EDN: IJJOXZ (In Eng.).

11. Prihodko V. et al. (2021) Influence of Climatic Factors on the Implementation of Intelligent Transport System Technologies in the Regions of the Far North and the Arctic In *Transportation Research Procedia. Ser. «International Conference of Arctic Transport Accessibility: Networks and Systems»*. – pp. 495–501. – <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.077> – EDN: ZNSUTK (In Eng.).

References

1. Kapsky, D. V. et al. (2023) *Otsenka vozdeystviya izmeneniya klimata i klimaticheskikh riskov v transportnykh sistemakh* [Assessing the impact of climate change and climate risks in transport systems]. M., 248 p. – EDN: ZIONTO.

2. Filippova, N. A., Bogumil, V. N. (2019) [Practical testing of a method for predicting the beginning and end of navigation to reduce the risk of under-delivery of northern cargo]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)* [Bulletin of the Moscow Automobile and Highway State Technical University (MADI)]. Vol. 3 (58), pp. 88–93. – EDN: CBAPUX.

3. Filippova, N. A., Bogumil, V. N., Belyaev, V. M. (2019) [On forecasting navigation timing based on Markov chains]. *Mir transporta* [World of Transport]. Vol. 17, No. 2 (81), pp. 16–25. – <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-2-16-25> – EDN: WSITBV. (In Russ.).

4. Filippova, N. A., Vlasov, V. M. (2019) [Hierarchical levels of management of a multimodal transport system for the transportation of northern cargo]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)* [Bulletin of the Moscow Automobile and Highway State Technical University (MADI)]. Vol. 4 (59), pp. 99–102. – EDN: QYGDNN. (In Russ.).

5. Filippova, N. A., Vlasov, V. M. (2019) [Methodology for increasing the efficiency and reliability of the transport and technological multimodal system of the Russian North]. *Nauchnyy vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta grazhdanskoy aviatsii* [Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation]. Vol. 22, No. 6, pp. 55–65. – <https://doi.org/10.26467/2079-0619-2019-22-6-55-65> – EDN: RKCDDBC (In Russ.).

6. Filippova, N. A., Vlasov, V. M., Belyaev, V. M. (2019) [Navigation control of cargo delivery in the North of Russia]. *Mir transporta* [World of Transport]. Vol. 17, No. 4 (83), pp. 218–231. – <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-4-218-231> – EDN: HWBAGR. (In Russ.).

7. Filippova, N. A., Vlasov, V. M., Bogumil, V. N. (2019) *Obespecheniye effektivnoy i nadezhnoy dostavki грузов северного завоза для районов крайнего севера и Арктической зоны России* [Ensuring efficient and reliable delivery of northern cargo for the regions of the far north and the Arctic zone of Russia]. M.: Tekhpologitsentr LLC, 224 p. – EDN: FJDBEQ.

8. Ivanova, A. E. et al. (2023) [Digital technology as one of the methods for increasing the efficiency of winter roads in the Arctic regions of the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [World

of transport and technological machines]. Vol. 3–2 (82), pp. 137–143. – [https://doi.org/10.33979/2073-7432-2023-3-2\(82\)-137-143](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2023-3-2(82)-137-143) – EDN: XBNAFS. (In Russ.).

9. Dorofeev, A. et al. (2020) Development of Transportation Management System With the Use of Ontological and Architectural Approaches To Ensure Trucking Reliability. *Sustainability*, Vol. 12, No. 20, pp. 1–16. – <https://doi.org/10.3390/su12208504> (In Eng.).

10. Filippova, N. et al. (2021) Features of Sustainable Development of the Arctic Region: Transport and Personnel Training In Transportation Research Procedia. Ser. «*International Conference of Arctic Transport Accessibility: Networks and Systems*», pp. 179–183. – <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.040> – EDN: IJJOXZ (In Eng.).

11. Prihodko V. et al. (2021) Influence of Climatic Factors on the Implementation of Intelligent Transport System Technologies in the Regions of the Far North and the Arctic In *Transportation Research Procedia. Ser. «International Conference of Arctic Transport Accessibility: Networks and Systems»*, pp. 495–501. – <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.077> – EDN: ZNSUTK (In Eng.).

Информация об авторе:

Надежда Анатольевна Филиппова, доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортная телематика», руководитель инновационно-исследовательского проекта «Развитие мультимодальной мобильности в условиях Арктической зоны России», Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

ORCID ID: 0000-0002-8127-9810, **Scopus Author ID:** 57206737747, **Web of Science Researcher ID:** ABD-7377-2020

e-mail: umen@bk.ru

Филиппова Надежда Анатольевна в 2002 г. с отличием окончила Иркутский государственный технический университет по специальности «Организация перевозок и управление на транспорте (автомобильном)». Во время учебы она активно занималась научно-исследовательской деятельностью, участвовала в конференциях, печатала статьи. Надежда Анатольевна вошла в список первого издания в Иркутской области «Кадровый резерв региона» (2002 г.).

В этом же году поступила в аспирантуру Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). Досрочно в 2005 г. защитила диссертационную работу на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме «Повышение эффективности перевозок грузов для районов Севера».

В МАДИ Н. А. Филиппова работает с 2003 года по настоящее время в должности профессора.

С 2000 г. занимается проблемами транспортного обеспечения «северного завоза» и является постоянным участником конференций, форумов и саммитов, связанных с вопросами повышения доступности Арктических регионов, развития устойчивых, в том числе к климатическим воздействиям, сетей и систем транспортной мобильности в Арктических зонах России и её северных регионах.

Надежда Анатольевна защитила диссертационную работу на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» по теме «Повышение эффективности доставки грузов для севера России на основе управления рисками».

Ежегодно она принимает участие как участник и спикер в ежегодных заседаниях Международного экспертного совета по сотрудничеству в Арктике (ИЕССА).

В 2022 и 2023 гг. по инициативе Специального представителя Президента Российской Федерации по международным делам Арктики и Антарктики, депутата ГД ФС РФ VIII созыва А.Н. Чилингарова Надежда Анатольевна выступила спикером и модератором на форуме «Дни Сибири и Арктики».

В 2022 г. на площадке Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) Филиппова Н. А. провела 6-й Международный Арктический Саммит «Арктика: перспективы, инновации и развитие регионов».

Она принимала участие в Арктическом технологическом конкурсе АркТек 2023 года, где среди более 300 участников научный коллектив с ее участием занял в финале конкурса 3 место.

Филипповой Н. А. реализован комплекс работ по созданию учебно-методической и материально-технической базы для обучения студентов и магистрантов по основным дисциплинам кафедры «Автомобильные перевозки» и «Транспортная телематика». Она проводит занятия на заочном факультете и в институте повышения квалификации МАДИ, является руководителем выпускных квалификационных, дипломных работ, магистерских диссертаций.

Надежда Анатольевна проводит постоянную научно-исследовательскую работу с бакалаврами, студентами, магистрантами. Студенты и магистранты отмечены Дипломами 1 и 2 степени на конференциях и форумах не только России, но и стран ближайшего зарубежья (Таджикистан и Белоруссия).

Филиппова Н. А. является постоянным участником научно-технических, научно-практических международных и российских конференций, форумов и конгрессов в качестве докладчика, модератора, спикера, секретаря и основного организатора.

В 2023 г. она была признана Лучшим преподавателем года в номинации «Лучший преподаватель».

Надежда Анатольевна имеет награды, грамоты и благодарственные письма от государственных и общественных организаций, в том числе Почетную грамоту Министерства образования и науки Российской Федерации за активную деятельность в области научных исследований и подготовке квалифицированных специалистов, Министерства транспортного комплекса Московской области, почетные грамоты и благодарности от руководства института за образцовое исполнение служебных обязанностей и научно-исследовательскую работу, благодарственное письмо Московской административной дорожной инспекции за разработку и реализацию проектов транспортного комплекса и другие.

Филиппова Н. А. является членом советов, экспертных советов и ассоциаций.

С 2023 г. Надежда Анатольевна – эксперт в составе Рабочей группы по развитию транспортно-логистических услуг и интеграции цепей поставок Комиссии по вопросам развития грузовых перевозок Общественного совета при Минтрансе России.

Она является членом редколлегии научно-практического рецензируемого журнала «Мир транспорта» и членом двух диссертационных советов.

Основное научное направление: транспортные и транспортно-технологические системы страны, организация производства на транспорте, эксплуатация автомобильного транспорта, управление процессами перевозок, международные перевозки, интеллектуальные транспортные системы.

Филиппова Н. А. является признанным ученым в области планирования, организации, управления мультимодальными перевозками в условиях Севера России и ее Арктической зоны, совершенствования транспортно-логистических центров на основе телекоммуникационной платформы.

Надежда Анатольевна – автор (соавтор) более 180 печатных работ в журналах ВАК, Scopus и Web of Science, 4 монографий, 3 учебных пособий, 10 патентов на программное обеспечение в сфере развития и оптимизации транспортной инфраструктуры России.

В 2023 г. исследования Филипповой Надежды Анатольевны по Северу России и ее Арктической зоне вошли в Handbook of the Arctic. A Broad and Comprehensive Overview и проиндексированы в международной базе данных Scopus.

Статья поступила в редакцию: 12.03.2024; принята в печать: 29.03.2024.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Information about the author:

Nadezhda Anatolyevna Filippova, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport Telematics, Head of the innovation and research project «Development of multimodal mobility in the Arctic zone of Russia», Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia

ORCID ID: 0000-0002-8127-9810, **Scopus Author ID:** 57206737747, **Web of Science Researcher ID:** ABD-7377-2020

e-mail: umen@bk.ru

In 2002, Filippova Nadezhda Anatolevna graduated with honors from Irkutsk State Technical University with a degree in «Organization of transportation and management of transport (automobile)». During her studies, she was actively engaged in research activities, participated in conferences, and published articles. Nadezhda Anatolevna is included in the list of the first publication in the Irkutsk region «Personnel Reserve of the Region» (2002).

In 2002, Filippova N. A. entered graduate school at the Moscow Automobile and Highway State Technical University (MADI). In 2005, she defended her dissertation work ahead of schedule for the degree of Candidate of Technical Sciences on the topic «Increasing the efficiency of cargo transportation for the Northern regions».

Nadezhda Anatolevna has been working at MADI from 2003 to the present time as a professor.

Since 2000, Filippova N. A. has been involved in the problems of transport support for «northern delivery» and

is a regular participant in conferences, forums and summits related to the issues of increasing the accessibility of the Arctic regions, the development of sustainable, including climate-resistant, transport mobility networks and systems in the Arctic zones of Russia and its northern regions.

Nadezhda Anatolevna defended her dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences in specialty 05.22.10 «Operation of Road Transport» on the topic «Increasing the efficiency of cargo delivery for the north of Russia based on risk management».

Every year Nadezhda Anatolevna takes part as a participant and speaker in the annual meetings of the International Expert Council for Cooperation in the Arctic (IECCA).

In 2022 and 2023 on the initiative of the Special Representative of the President of the Russian Federation for International Affairs of the Arctic and Antarctic, Deputy of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation of the VIII convocation A.N. Chilingarova Nadezhda Anatolevna acted as a speaker and moderator at the «Days of Siberia and the Arctic» forum.

In 2022, the 6th International Arctic Summit «The Arctic: Prospects, Innovation and Regional Development» was held at the Moscow Automobile and Highway State Technical University (MADI).

Nadezhda Anatolevna took part in the Arctic technology competition ArkTek 2023, where among more than 300 participants the scientific team with her participation took 3rd place in the final of the competition.

A set of works was implemented by Filippova N. A. to create an educational, methodological, material and technical base for training students and undergraduates in the main disciplines of the department «Road transportation» and «Transport telematics». Nadezhda Anatolevna conducts classes at the correspondence faculty and at the Institute of Advanced Studies of MADI, and is the supervisor of final qualification, diploma theses, and master's theses.

Nadezhda Anatolevna conducts ongoing research work with bachelors, students, and masters. Students and undergraduates were awarded 1st and 2nd degree Diplomas at conferences and forums not only in Russia, but also in neighboring countries (Tajikistan and Belarus).

Filippova N. A. is a regular participant in scientific, technical, scientific and practical international and Russian conferences, forums and congresses as a speaker, moderator, speaker, secretary and main organizer.

In 2023, Filippova N. A. was recognized as the Best Teacher of the Year and in the «Best Teacher» nomination.

Nadezhda Anatolevna has awards, diplomas and letters of gratitude from government and public organizations, including a Certificate of Honor from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for active work in the field of scientific research and training of qualified specialists, the Ministry of Transport Complex of the Moscow Region, certificates of honor and gratitude from the management of the institute for exemplary performance of official duties and research work, a letter of gratitude from the Moscow Administrative Road Inspectorate for the development and implementation of transport complex projects and others.

Filippova N. A. is a member of councils, expert councils and associations.

Since 2023, Nadezhda Anatolevna is expert in the Working Group on the Development of Transport and Logistics Services and Supply Chain Integration of the Commission on the Development of Freight Transportation of the Public Council under the Ministry of Transport of Russia.

Nadezhda Anatolevna is the member of the editorial board of the scientific and practical peer-reviewed journal «World of Transport» and the member of two dissertation councils.

Main scientific field: transport and transport-technological systems of the country, organization of production in transport, operation of road transport, management of transportation processes, international transport, intelligent transport systems.

Filippova N.A. is a recognized scientist in the field of planning, organizing, and managing multimodal transportation in the North of Russia and its Arctic Zone, improving transport and logistics centers based on a telecommunications platform.

Nadezhda Anatolevna is the author (co-author) of more than 180 published works in the journals of the Higher Attestation Commission, Scopus and Web of Science, 4 monographs, 3 textbooks, 10 patents for software in the field of development and optimization of transport infrastructure in Russia.

In 2023, Nadezhda Anatolevna Filippova's research on the North of Russia and its Arctic Zone was included in the «Handbook of the Arctic. A Broad and Comprehensive Overview» and indexed in the international Scopus database.

The paper was submitted: 12.03.2024.

Accepted for publication: 29.03.2024.

The author has read and approved the final manuscript.