



**Систематизация методов анализа чувствительности в задачах
стратегического управления логистического обеспечения
нефтегазодобывающих предприятий**

Салько М.Г., к.э.н., доцент,

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Маковецкая Е.Г., к.э.н., доцент,

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Аннотация. В статье определена роль и место методов анализа чувствительности в системе стратегического управления логистического обеспечения нефтегазодобывающих предприятий. Систематизированы факторы, влияющие на эффективность логистического обеспечения нефтегазовых месторождений. Авторами представлена сравнительная характеристика основных методов и моделей анализа чувствительности логистических цепочек поставок и выделены их ключевые компоненты. Определены основные направления развития моделей анализа чувствительности за счет использования искусственного интеллекта и технологий машинного обучения.

Ключевые слова: логистическое обеспечение, методы анализа чувствительности, нефтегазовое месторождение, факторы, влияющие на цепочки поставок.

**Systematization of sensitivity analysis methods in strategic management of
logistics support for oil and gas production enterprises**

Salko M.G., candidate of economic sciences, associate professor,

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Makovetskaya E.G., candidate of economic sciences, associate professor,

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Annotation. The article defines the role and place of sensitivity analysis methods in the strategic management system of logistics support for oil and gas production enterprises. The factors affecting the efficiency of logistics support for oil and gas fields are systematized. The authors present a comparative analysis of the main methods and models of sensitivity analysis of logistics supply chains and highlight their key components. The main directions for developing sensitivity analysis models through the use of artificial intelligence and machine learning technologies are identified.

Key words: logistics support, sensitivity analysis methods, oil and gas field, factors affecting supply chains.

Введение. Для компаний, стремящихся к успеху в мире управления цепочками поставок, важно умение оптимизировать свои действия с целью достижения максимальной эффективности и рентабельности [4]. Один из способов достижения этой цели – использование анализа чувствительности, инновационного инструмента, способного помочь компаниям понять воздействие различных факторов на их операции в сфере логистического управления.

Исследование чувствительности имеет особую важность при выявлении ключевых факторов и рисков, которые могут оказать влияние на эффективность компании и в частности стратегическое управление логистических операций. Это помогает предпринимать проактивные шаги для снижения рисков и оптимизации бизнес-процессов. В данном исследовании авторы выделяют факторы, воздействующие на эффективность системы поставок для нефтегазодобывающих предприятий, учитывая удаленность и сложность доступа к месторождениям, сезонные колебания, а также нормативную, техническую, экологическую и энергетическую политику в сфере материально-технических ресурсов нефтегазовой отрасли [1].

Один из важных результатов анализа чувствительности – нахождение устойчивых решений и определение приоритетов изменений в системе

логистического обеспечения, что определяет актуальность данного исследования.

Результаты исследования. Метод анализа чувствительности активно применяется в управлении цепочками поставок для изучения воздействия базовых факторов на результативные показатели логистического управления. Главная цель данного метода заключается в выявлении важнейших входных факторов, влияющих на результативные показатели логистического обеспечения, и определении степени этого влияния на эффективность деятельности предприятия. Это позволяет руководителям принимать обоснованные решения, с учетом представления различных сценариев развития событий, которые могут повлиять на деятельность нефтегазодобывающих предприятий. В управлении цепочками поставок существует несколько важных элементов анализа чувствительности:

1. Анализируя исторические данные, можно выделить ключевые входные параметры, оказывающие наибольшее воздействие на изучаемые параметры. Определение этих параметров с высокой корреляцией с исходными переменными является важным шагом. Например, в области производства в цепочке поставок могут быть выделены ключевые входные параметры, такие как стоимость сырья, расходы на рабочую силу и транспортные издержки.

2. Для анализа важно определить диапазон входных переменных, которые будут применяться. Это позволит лицам принимающим решения в области логистического обеспечения оценить воздействие различных сценариев на результаты деятельности. Например, как изменится общая стоимость производства, если расходы на транспортировку возрастут на 15%?

3. Оценка воздействия входных факторов на результаты измеряется через создание моделей, способных анализировать этот процесс. Модели могут быть разнообразными и зависеть от сложности цепочки поставок. Например, линейная регрессионная модель может просто анализировать влияние транспортных затрат на стоимость производства. В то время как более сложные

модели способны рассматривать воздействие различных сценариев на всю цепочку поставок.

4. Для анализа влияния входных переменных на выходные данные и выявления наиболее значительных факторов влияния в результате оценки чувствительности, необходимо проанализировать конечные результаты исследования. Например, если стоимость производства зависит в наибольшей степени от транспортных затрат, то цепочкам поставок необходимо найти пути уменьшения воздействия изменений в стоимости производства.

5. Для принятия обоснованных решений необходимо анализировать полученные результаты оценки, выявлять потенциальные риски и возможности, а также разрабатывать стратегии для уменьшения рисков и использования возможностей. Например, если прогноз показывает, что транспортные затраты возможно увеличатся, то лица принимающие решения в области логистического обеспечения должны рассмотреть альтернативные транспортные компании или договориться об изменении цен с текущими организациями.

Любой метод оценки чувствительности включает в себя выявление факторов, воздействующих на отдельные этапы логистического обеспечения. Под инфраструктурой логистики в сфере топливно-энергетического комплекса понимаются объекты, обеспечивающие транспортировку углеводородов, такие как трубопроводы, терминалы для перегрузки нефтепродуктов, а также различные виды транспорта – морской, речной, железнодорожный и автомобильный. Логистическая цепь поставок - это комплекс взаимосвязанных звеньев, направленных на доставку конечному потребителю продукции производства. Классическая модель факторной оценки логистического обеспечения предусматривает деление на два класса факторов: внутренние и внешние. Авторами рекомендуется выделить несколько групп внутренних факторов по процессам системы логистического обеспечения (табл. 1).

Таблица 1

Внутренние факторы по процессам системы логистического обеспечения

Функция	Факторы	Влияние на систему логистического обеспечения
Снабже- ния	Факторы производительности поставщиков (сроки изготовления и доставки МТР, качество МТР, цены на материалы или услуги и др)	От надёжности и качества работы поставщиков зависит бесперебойная работа всей логистической цепи. Выбор оптимального источника закупки с рациональными условиями поставки позволяет сократить логистические затраты.
	Факторы выбора транспортных средств и путей доставки (время доставки; стоимость перевозки; надёжность соблюдения графика доставки груза; частота отправок; способность перевозить разные грузы; способность доставить груз в любую точку территории и др.)	Оптимальный выбор транспорта для транспортирования грузов позволяет значительно сократить время доставки и повысить скорость обработки. Правильный выбор транспортных средств влияет на систему логистического обеспечения, обеспечивая надёжность, оперативность и эффективность доставки грузов, а также минимизируя риски и затраты.
	Факторы доставки и приемки МТР до месторождений (безопасность погрузочно-разгрузочных работ, уровень механизации и автоматизации, возможность передачи различных видов МТР: штучных, наливных и т.п. и др.)	Качественно выполненные погрузочно-разгрузочных работ сокращают риск повреждения грузов, что критично для хрупких или ценных товаров. Скорость обработки грузов влияет на сроки доставки, позволяет оперативно реагировать на запросы производственных объектов.
Произ- водства	Факторы создания запасов МТР для бесперебойного производства (условия хранения МТР, складские мощности, ритмичность поставок МТР и др.)	Оптимизация складских операций уменьшает время на складские процедуры и повышает точность комплектации заказов по МТР. Соблюдение стандартов хранения особенно важно для грузов с особыми условиями хранения. Автоматизация и интеграция процессов снижают затраты через внедрение современных технологий и систем управления складом.
	Факторы доставки МТР внутрипромышленным транспортом (рельеф местности, наличие и структура внутрипромышленных дорог на месторождении, уровень сезонность/всесезонности использования дорог, наличие транспортных средств и их автоматизация для передвижения по внутрипромышленным дорогам и др.	Обеспечивает транспортную связь промышленных объектов в пределах одного месторождения. Увеличение объёма грузоперевозок. Повышение безопасности доставки грузов. Возможность доставки грузов на удалённые объекты.
	Факторы использования МТР в производстве (особенности геолого-физических характеристик залежей, применяемые технологии разработки месторождений, номенклатура используемых МТР,	Сложная структура грузопотоков: система обеспечения должна обеспечивать как завоз грузов на буровые установки, так и вывоз отработанных материалов и отходов. На протяжении всего срока работы системы

	технико-технологические и организационные особенности разработки месторождения и др. Факторы производительности основного производства (технологические варианты обустройства месторождения, технологические особенности используемого оборудования, продуктивность скважины, уровень механизации и автоматизации труда и др.)	грузопотоков она значительно изменяется по составу, количеству грузов и способу доставки. В период освоения месторождений (3–6 лет) наблюдается большой объём поставок материалов и оборудования. Выбор установок для полной подготовки углеводородов, которые осуществляют комплексную обработку добытого сырья, обеспечивает оптимизацию транспортной системы для месторождений со значительными перепадами высот и сложными климатическими условиями.
Сбыта	Факторы спроса на готовую продукцию (наличие заключённых контрактов на сбыт продукции, технологические требования по поставкам газоконденсата до потребителя и др.)	Сезонность доставки ресурсов и удаленность, труднодоступность расположения месторождений влияет на эффективность организации системы материально-технического снабжения. Санкционное давление осложняет проектное финансирование, транспортно-логистическое обеспечение и создаёт неопределённость с направлениями сбыта добываемого сырья.
	Факторы создания запасов готовой продукции (технологические возможности хранения газоконденсата в разных формах: газообразное, гидратное и т.п., мощности хранения газоконденсата и др.)	Неравномерность входящих потоков в склады, расположенные в труднодоступных условиях. Особые требования к размещению по ГОСТам и правилам пожарной безопасности приводят к потери грузового объёма склада и увеличению трудоёмкости выполняемых операций на размещении и комплектации.
	Факторы распределения потребителей по каналам товародвижения (география распределения основных потребителей по каналам товародвижения; возможность использования различных форм доставки газоконденсата до потребителей и др.	Применение логистических принципов: выбор каналов, взаимоотношения с поставщиками, своевременность поставок, требования к транспортировке, маршруты перевозок должны обеспечивать своевременную и качественную поставку газоконденсата до потребителей.
	Факторы выбора транспортных средств и путей транспортировки продукции (технологические особенности транспортных средств: грузоподъёмность, возможность передвижения по различным транспортным путям и т.п., наличие транспортных путей: морской, автодорожный, железнодорожный и др.)	Влияют на инфраструктуру для доставки, а также требования к безопасности и обслуживанию процесса. Обеспечивает стабильность поступления газоконденсата к потребителям. Имеет ограничения по объёму и стоимости доставки и риск аварий и загрязнения окружающей среды.

Внешние факторы сгруппированы по приоритетам развития системы логистического обеспечения (табл. 2).

Таблица 2

Внешние факторы по приоритетам развития системы логистического обеспечения

Факторы	Приоритеты развития	Влияние на систему логистического обеспечения
Социально - политические факторы	Формирование и развитие системы экономической безопасности под влиянием геополитических процессов	Негативное влияние геополитических процессов, оказываемое на всю экономику страны, приводит к перепроектированию бизнес-процессов с учетом повышения их устойчивости и уровня экономической безопасности
	Реализация политики импортозамещения	Снижение уровня надежности импортных поставок материально-технических ресурсов приводит к увеличению доли отечественных производителей в системе материально-технического снабжения предприятий ключевых отраслей промышленности
Экономические факторы	Системное взаимодействие с контрагентами в реализации хозяйственных связей в смежных отраслях экономики	Повышение уровня межфирменной кооперации и координации потоковых процессов, которые приводят к усилению вертикальной и горизонтальной интеграции хозяйственных связей в смежных отраслях экономики
	Формирование и развитие системы снабжения с учетом отраслевых особенностей поставок	Влияние отраслевых особенностей проявляется в таких специфических чертах системы снабжения, как централизация/децентрализация поставок, сезонность поставок, особенности, связанные с товарной номенклатурой поставок и т.п.
Технологические факторы	Внедрение цифровых технологий в систему материально - технического снабжения	Развитие цифровой инфраструктуры системы материально-технического снабжения приводит к увеличению скорости обработки больших массивов данных, на основе которых принимаются управленческие решения
Экологические факторы	Снижение уровня загрязнения окружающей среды	За счет внедрения «зеленых» технологий в систему материально - технического снабжения существенно снижается нагрузка на окружающую среду

Важно учитывать, что уникальные характеристики логистической поддержки месторождений нефти и газа связаны с конкретными факторами, которые применимы к каждой отдельной программе разработки месторождения.

При стратегическом управлении цепями поставки применяются различные методы анализа чувствительности, каждый из них обладает достоинствами и недостатками. В табл. 3 представлена обобщённая характеристика методов оценки чувствительности.

Таблица 3

Сравнительная характеристика методов оценки чувствительности в задачах стратегического управления системой логистического обеспечения

Метод	Особенности	Достоинства	Недостатки
Анализ сценариев	Анализ чувствительности в контексте сценарного анализа цепей поставок предполагает оценку того, как будет меняться конфигурация цепи поставок в зависимости от отклонений от базового сценария в большую или меньшую сторону объёмов спроса, транспортных тарифов, затрат объектов инфраструктуры или других параметров. Цель такого анализа — определение набора оптимальных решений по изменениям в цепях поставок, соответствующих различным вариантам развития ситуации [10].	- возможность применять анализ на стратегическом и тактическом уровнях. Например, определять оптимальную цепочку прохождения товара от поставщика или производства до клиента; - планирование в ситуации неопределённости. Сценарный анализ позволяет просчитать и проверить любую гипотезу, не затрагивая работающую бизнес-модель; - выявление факторов риска. Сценарный анализ помогает определить потенциальные слабые места, которые на первый взгляд неочевидны; - предотвращение рисков. Сценарный анализ повышает позволяет заблаговременно выявить риски в цепочках поставок и принять меры по повышению ответственности исполнителей логистических операций.	- разработка качественных сценариев требует значительных временных и ресурсных затрат; - результаты анализа могут быть неточными из-за непредсказуемости внешних факторов; - сценарная модель может давать разные рекомендации в зависимости от прогнозного спроса. Например, при одной величине модель рекомендует открывать склады в некоторых локациях, а при уменьшении спроса - вовсе не предлагает их создавать; - необходимость в специализированных программных инструментах, что повышает его стоимость; - проблемы с внедрением могут быть связаны с психологической неготовностью персонала компании к изменениям устоявшихся процессов планирования или несовершенством информационной инфраструктуры, что усложняет сбор и обработку необходимых для моделирования данных[8].
Моделирование	Основная идея метода в контексте процесса закупок	-метод не требует сложных математических преобразований или	- сложности в подготовке входной информации. Для моделирования нужны данные

Монте - Карло	закljučается в многократном моделировании функционального цикла снабжения. Для каждого отдельного этапа моделирования время выполнения выбирается случайным образом в соответствии с плотностью распределения вероятности выполнения этого этапа. Суммируя время выполнения каждого этапа цикла снабжения, получают итоговое время выполнения заказа [2].	глубоких знаний в области теории вероятностей, достаточно иметь базовые навыки программирования и доступ к генератору случайных чисел; - метод Монте-Карло можно применять к широкому спектру задач: от моделирования физических процессов до оценки финансовых рисков; - метод справляется с задачами, где присутствует высокая степень неопределённости или вариативности данных. Он позволяет моделировать различные сценарии развития событий, что особенно полезно при прогнозировании; - метод идеально подходит для параллельных вычислений, что значительно ускоряет процесс обработки данных на современных многопроцессорных системах; - моделирование позволяет компании проверить показатель адаптивности существующей цепи поставок к изменяющимся условиям деятельности, что даёт возможность принимать решения различного характера до внесения реальных изменений. ⁷	по выполнению этапов за предыдущие циклы закупок; - невозможность адекватно моделировать события с очень высокой или очень низкой вероятностью появления. Такие маловероятные риски могут полностью разрушить проект логистического обеспечения; - невозможность корректно оценивать строго изменяющиеся показатели. Так как метод подразумевает случайное изменение фактора, он не может оценивать строго изменяющиеся показатели; - невозможность создания сложных форм взаимодействия между переменными. Например, с факторами, которые имеют непостоянное влияние на конечный фактор; - отсутствие учёта всех факторов, которые влияют на конечный результат. Даже если учесть все факторы, всегда останется ошибка человеческого фактора; - высокие вычислительные затраты, низкая скорость сходимости и сложность интерпретации результатов ¹¹ .
Однофакторный анализ	Однофакторный дисперсионный анализ предусматривает сравнение дисперсии исследуемого признака, вызванной действием фактора, с дисперсией ошибок измерения этого	- метод позволяет оперативно оценить результаты испытаний и качество проведения испытаний участниками; - возможность выбора значимого фактора. Из множества факторов, влияющих на результат, можно выбрать один, который оказывает	- необходимость соблюдения определённых условий. Для корректного проведения анализа нужно, чтобы экспериментальные данные были случайными и независимыми, имели нормальное распределение, а их дисперсии были одинаковыми. Нарушение этих условий может

	признака. Если различие между ними значимо, то фактор оказывает существенное влияние на исследуемый признак. Этот метод, позволяет выявить решения неэффективности управления цепочками поставок. Он включает в себя сравнение уровней запасов, транспортных затрат, сроков заказа и общей эффективности процесса, позволяя предприятиям точно определять области, где существуют значительные отклонений и предпринять корректирующие действия [5].	наибольшее определяющее влияние; - метод помогает объективно оценивать результаты и достоверно определять, какие факторы играют ключевую роль в исследуемом явлении или процессе; - однофакторный дисперсионный анализ позволяет сравнить математические ожидания нескольких групп, чтобы выявить эффект условий эксперимента; - сравнив уровни фактора по их влиянию, можно выбрать тот из них, который обеспечивает ожидаемое значение результирующего признака, в наибольшей степени отвечающее целям исследования [6].	серьёзно исказить результаты анализа; - влияние неконтролируемых факторов. Они могут оказывать существенное влияние на полученные оценки, приводить к большому разбросу значений оцениваемых характеристик и искажению устанавливаемых зависимостей между контролируемыми факторами и результатами испытаний; - сложность выбора значимого фактора. Из множества факторов, влияющих на результат, нужно выбрать только один, оказывающий наибольшее определяющее влияние. Если несколько факторов равнозначны по своему влиянию на оцениваемый результат, то необходимо провести многофакторный анализ; - ошибки при сравнении большого количества групп. Попарное сравнение может приводить к ошибкам, которые становятся более серьёзными, чем больше количество сравниваемых групп.
Проектирование экспериментов	Эксперименты в модели цепочки поставок проводятся с помощью имитационного моделирования. В рамках этого метода изучаемый объект заменяется моделью, которая достаточно идентична с реальной системой. В отличие от классического моделирования, которое создаёт саму модель, эксперименты позволяют использовать её для тестирования	- возможность проводить практически любые эксперименты. Можно определять влияние факторов на результаты и видеть динамику изменения всей цепи поставок во времени; - позволяет оперативно вносить изменения и проводить демонстрацию в режиме онлайн из самой программы; - модель создаётся в привязке к карте и с хорошей визуализацией, что повышает уровень понимания и доверия к ней; - модель предоставляет гибкую основу для тестирования различных	- большие затраты времени и финансовых средств. Нужно потратить деньги на приобретение программных пакетов, подготовку детальных исходных данных, разработку и проверку модели, планирование и проведение экспериментов, привлечение экспертов; - субъективное представление разработчика о моделируемой системе. Модель отражает взгляды разработчика, а не объективную картину; - ограничение в применении. Разработанная модель подходит только для исследования одной системы-оригинала; - при создании модели цепей поставок нужно учесть множество факторов, которые

	гипотез и поиска оптимальных решений [3].	стратегий, оценки воздействия сбоев и производительности системы в различных условиях; - помощь в понимании взаимодействия между различными субъектами в цепочке поставок. Также позволяет оценить влияние изменчивости спроса и эффективность политик управления запасами [7].	отличаются у каждой организации. Кроме того, модель может быть очень размерной, так как количество поставщиков, клиентов и продукции может достигать нескольких сотен [9].
--	---	--	--

Анализ чувствительности представляет собой эффективный инструмент для профессионалов в области управления логистического обеспечения предприятий, направленный на улучшение операций стратегического управления и снижение риска. Лица, принимающие решения, используя различные методы, могут выявить области, где можно провести оптимизацию, и принять предупредительные меры для улучшения моделей цепочек поставок.

Интеграция методов моделирования, машинного обучения и искусственного интеллекта является важным направлением анализа чувствительности в развитии стратегического управления логистическим обеспечением. Алгоритмы машинного обучения помогают раскрывать закономерности и отношения в данных, недоступные для традиционных методов анализа чувствительности. Благодаря этому менеджеры могут получить глубокое понимание факторов, влияющих на производительность системы, и разработать наиболее эффективные стратегии оптимизации логистического обеспечения нефтегазовых месторождений.

Заключение. В сфере стратегического управления логистического обеспечения ключевым моментом является интеграция методов моделирования, искусственного интеллекта и машинного обучения. Эффективность в операциях цепочек поставок в данной области крайне важна, поскольку даже небольшие отклонения в обеспечении материально-техническими ресурсами месторождений могут привести к серьезным нарушениям. Анализ чувствительности позволяет выявить влияние различных переменных на логистическое обеспечение и

оптимизировать процессы для минимизации риска возможных отклонений. Алгоритмы машинного обучения играют важную роль в выявлении закономерностей и отношений в данных, что позволяет повысить надежность и достоверность исследований.

Авторами систематизированы внутренние и внешний факторы, оказывающие существенное влияние на стратегическое управление логистическим обеспечением нефтегазодобывающих предприятий. Группировка факторов позволили авторам выделить основные достоинства и недостатки методов анализа чувствительности в зависимости от наличия переменных и их изменения. Предложено развитие моделей анализа чувствительности за счет использования искусственного интеллекта и машинного обучения, позволяющих расширить спектр исследования факторов неопределенности логистического обеспечения нефтегазовых месторождений.

Оптимизация цепочки поставок требует постоянного изучения новых направлений для анализа чувствительности. Менеджеры, принимающие решения в области логистического обеспечения могут использовать методы машинного обучения, математического моделирования и искусственного интеллекта, а также данные и аналитику в реальном времени для получения более полного понимания оценки эффективности работы системы цепочек поставки. Это поможет определить наиболее эффективные стратегии для оптимизации логистического обеспечения нефтегазовых месторождений, учитывая изменчивую и сложную структуру цепочки поставок, что во многом обеспечивается использованием методических инструментов методов анализа чувствительности.

Библиографический список:

1. Агрба, Ю.А. Системная организация логистики материально-технического снабжения газодобывающего предприятия района Крайнего Севера: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т.ч.: экономика...рекреация и туризм)»:

диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Агрба Юрий Алексеевич, 2022. – 177 с.

2. Захаров, М.Н. Оценка надежности системы снабжения предприятия на основе метода Монте-Карло / М.Н. Захаров, П.А. Николаев // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2013. – № 1. – С. 75-83.

3. Как оптимизировать логистику в условиях возрастающей сложности цепей поставок / [Электронный ресурс] // lobanov-logist: [сайт]. — URL: <https://lobanov-logist.ru/library/352/65173/> (дата обращения: 15.03.2025).

4. Малютина, Т.В. Логистика: Учебно-практическое пособие / Т.В. Малютина, Е.А. Королева. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2013. – 156 с. – ISBN 978-5-9961-0688-2.

5. Оптимизация цепочки поставок с помощью дисперсионного анализа: минимизация затрат и максимизация эффективности / [Электронный ресурс] // fastercapital: [сайт]. — URL: <https://goo.su/2OpCC> (дата обращения: 15.03.2025).

6. Подживотов, Н.Ю. Оценка результатов испытаний с помощью однофакторного дисперсионного анализа / Н. Ю. Подживотов // Труды ВИАМ. – 2022. – № 8(114). – С. 141-152. – DOI 10.18577/2307-6046-2022-0-8-141-152.

7. Сергей Масыгин. Anylogistix как инструмент для моделирования и оптимизации цепей поставок / Сергей Масыгин [Электронный ресурс] // logistics.ru : [сайт]. — URL: <https://logistics.ru/automation/news/anylogistix-kak-instrument-dlya-modelirovaniya-i-optimizacii-cepey-postavok> (дата обращения: 15.03.2025).

8. Системы стратегического моделирования цепочек поставок: опыт внедрения / [Электронный ресурс] // GMCS: [сайт]. — URL: <https://www.gmcs.ru/press-center/press-about/strategic-modeling-of-supply-chains-the-experience-of-implementation/> (дата обращения: 15.03.2025).

9. Супруновский, А.В. Применение имитационного моделирования для оценки качества цепей поставок на транспорте / А.В. Супруновский, Л.Д. Зуева, Т.А. Савельева // Молодая наука Сибири. – 2020. – № 4(10). – С. 108-112.

10. Темников Антон. Планирование в условиях рисков и неопределенности: Сценарный анализ / Темников Антон [Электронный ресурс] // LAMACON : [сайт]. — URL: <https://lamacon.ru/blog/scenarny-analiz> (дата обращения: 15.03.2025).

References

1. Agrba, Yu.A. System organization of logistics of material and technical supply of a gas-producing enterprise in the Far North region: specialty 08.00.05 «Economics and management of the national economy (by branches and spheres of activity, including: economics...recreation and tourism)»: dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences / Agrba Yuri Alekseevich, 2022. – 177 p.

2. Zakharov, M. N. Assessment of the reliability of the enterprise supply system based on the Monte Carlo method / M. N. Zakharov, P. A. Nikolaev // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroyeniye. – 2013. – № 1. – P. 75-83.

3. How to optimize logistics in the context of increasing complexity of supply chains / [Electronic resource] // lobanov-logist: [website]. — URL: <https://lobanov-logist.ru/library/352/65173/> (accessed: 15.03.2025).

4. Malyutina, T.V. Logistics: A Practical Guide / T.V. Malyutina, E.A. Koroleva. – Tyumen: Tyumen State Oil and Gas University, 2013. – 156 p. – ISBN 978-5-9961-0688-2.

5. Supply Chain Optimization Using Variance Analysis: Minimizing Costs and Maximizing Efficiency / [Electronic resource] // fastercapital: [website]. — URL: <https://goo.su/2OpCC> (date of reference: 03/15/2025).

6. Podzhivotov, N.Y. Evaluation of test results using single-factor analysis of variance / N. Y. Podzhivotov // Proceedings of VIAM. – 2022. – № 8(114). – Pp. 141-152. – DOI 10.18577/2307-6046-2022-0-8-141-152.

7. Sergey Masyagin Anylogistix as a tool for modeling and optimizing supply chains / Sergey Masyagin [Electronic resource] // logistics.ru : [website]. — URL: <https://logistics.ru/automation/news/anylogistix-kak-instrument-dlya-modelirovaniya-i-optimizacii-cepey-postavok> (accessed: 15.03.2025).

8. Strategic Supply Chain Modeling Systems: Implementation Experience / [Electronic resource] // GMCS: [website]. — URL: <https://www.gmcs.ru/press-center/press-about/strategic-modeling-of-supply-chains-the-experience-of-implementation/> (accessed: 15.03.2025).

9. Suprunovsky, A. V. Application of Simulation Modeling for Assessing the Quality of Supply Chains in Transport / A.V. Suprunovsky, L.D. Zueva, and T.A. Savelyeva // Young Science of Siberia. — 2020. — № 4(10). — Pp. 108-112.

10. Temnikov Anton. Planning in the Conditions of Risks and Uncertainty: Scenario Analysis / Temnikov Anton [Electronic resource] // LAMACON : [website]. — URL: <https://lamacon.ru/blog/scenarny-analiz> (date of access: 15.03.2025)