

минуттарға дейін дәл жүргізіледі. Бұл жағдайда, мысалы, автомобиль құрастыру зауытының негізгі конвейерінен алынған автомобиль қоймаға емес, бірден теміржол вагонына түседі, сонымен бірге компьютер басқаратын арнайы тиеу құрылғысы келесі вагонды көліктің келесі партиясын тиеуге қояды қамтамасыз етеді.

**Түйінді сөздер:** көлік, логистика, қолдану, даму, көлік қызметі, міндеттері, бағыттары, жұмыс істеуі, тауар қозғалысы, жүк ағыны, қызмет, жағдайлар.

**ESKOZHANOVA N.G. – assistant - teacher (Almaty, Academy of logistics and transport)**

**BADAMBAEVA S.E. – applicant (Moscow, Russian university of transport)**

## **THE USE OF LOGISTICS IN RAILWAY TRANSPORT IS ONE OF THE WAYS TO EFFECTIVELY ORGANIZE CARGO TRANSPORTATION**

### **Abstract**

*The development of logistics has had a significant impact on transport and caused structural changes in the nature of the activities of enterprises in this industry. Deregulation of transport has removed the barriers by reducing the level of state regulation of transport firms got freedom of offers in the provision of services, release of the working capital of customers through a specific synchronization of the transport and production departments of firms.*

*In order to achieve synchronization of transport and production in the economic activities of firms, service and customer service have become widely used. The essence of them in relation to transport is the following: if in the main production technology is used "on schedule" without information about the content of a significant amount of inventory of necessary materials, raw materials, intermediate products and components, the procurement and sales logistics transportation is carried out at short intervals and at a specific time On the specified technology flow of goods to the clientele, where appropriate, is accurate to the minute. Thus, for example, the vehicle main Assembly line Assembly plant arrives at the warehouse, and once in a railway carriage, and at the same time a special loading device-controlled computer allocates the next carriage for loading the next batch of cars.*

**Keywords:** transport, logistics, application, development, transport service, tasks, directions, functioning, commodity movement, cargo flow, activity, conditions.

УДК 656.25

**ШИНЫКУЛОВА А.Б. – докторант PhD (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)**

**УМБЕТОВ У. – д.т.н., профессор (г. Туркестан, Международный казахско-турецкий университет им. Ходжи Ахмеда Ясави)**

## **АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ**

### **Аннотация**

*Работа посвящена исследованию моделей и методов решения задач управления запасами. Проведен анализ систем создания запасов и выявлены их основные тенденции. Показано, что актуальным является дальнейшее исследование и расширение методологии управления запасами. В ряде случаев представляется целесообразным использование методологии теории активных систем, подходов. Существуют классы задач, для которых следует применить процедуры многокритериальной оптимизации. Проведена классификация моделей управления запасами с использованием определяющих факторов организации систем создания запасов.*

*На основе такой классификации разработана методика построения моделей и выбора метода решения задач управления запасами.*

*Большое внимание уделяется исследованию конкретных моделей. Проведен анализ существующих детерминированных моделей и предложены их модификации с учетом специфики индустрии туризма. Рассмотрены многономенклатурные задачи с ограничениями, предложены эмпирические и формализованные методы решения таких задач в туристском бизнесе. Для вероятностных моделей определены возможности их использования на туристских предприятиях.*

**Ключевые слова:** модель управления запасами, запасаемый ресурс, высокий уровень запасов, дефицит запасов, структура запасов.

**Введение.** Запасы различных ресурсов играют важную роль при функционировании любой экономической системы и возникают практически во всех отраслях народного хозяйства, в том числе и в туризме. Любое туристское предприятие может ритмично работать при достаточном количестве необходимых ресурсов.

Таковыми ресурсами являются: материальные (сырье, материалы, продукты, энергоносители), технологические, трудовые, финансовые и информационные ресурсы.

В настоящее время актуальной является проблема расширения методологии теории управления запасами. В первую очередь – это использование современных методов управления в условиях неопределенности. Наряду с адаптивными и игровыми подходами, которые уже нашли место в этой области, соответствующими многим задачам управления запасами представляются робастные методы, методы теории нечетких множеств, теории катастроф.

Дальнейшее исследование систем управления запасами рассмотрим в трех аспектах: содержательная постановка задач управления запасами, формальный аппарат теории и средства практической реализации систем управления запасами.

#### **Основные результаты исследований.**

Подсистемы управления запасами целесообразно разрабатывать в комплексе с другими подсистемами, такими как управление производством, финансы, планирование кадров, распределение ресурсов и т.п.

В математическом обеспечении, наряду с уже используемыми в настоящее время детерминированными и простейшими вероятностными моделями, моделями линейного программирования можно ожидать распространения эффективных методов статистической теории оптимального управления и математического программирования, адаптивных методов, позволяющих изучать сложные динамические и замкнутые системы запасаания, системы с зависимым спросом и др.

Далее рассмотрим некоторые модели систем управления запасами, которые с нашей точки зрения являются наиболее важными для индустрии туризма и могут успешно применяться в существующих в настоящее время условиях функционирования предприятий. В данной работе предпринята попытка классифицировать модели управления запасами на основе анализа определяющих факторов организации таких систем. Постановку задачи управления запасами можно рассматривать как реализацию некоторой иерархической структуры, которая имеет семь уровней. Данные уровни

позволяют разделить процесс моделирования на семь последовательных этапов (рисунок 1).

На первом этапе проводится анализ поставки запасаемого ресурса. Как известно, запас может уменьшаться с течением времени за счет спроса и его необходимо пополнять за счет новых поступлений или закупок [1].

В зависимости от спроса поставки могут иметь постоянный вид, например, партии или переменный, т.е. меняться во времени по заданной линейной или нелинейной зависимости, быть переменными или вовсе случайными. Таким образом поставки определяют размер запаса, исходя из которого строится система управления требуемыми ресурсами. Здесь необходимо учесть, что рассматриваемая система относится к классу активных систем, т.е. в ее функционировании принимает активное участие человек.

На втором этапе моделирования определяется характер спроса на ресурс. Детерминированный спрос задается как известная функция времени и не содержит неопределенных параметров. Такой спрос достаточно идеализирован, однако для туристских предприятий, таких как пансионаты, он реализуется достаточно эффективно. В классическом вероятностном варианте спрос является независимой случайной величиной с известным законом распределения.

На третьем уровне моделирования определяется характер переменных, входящих в математическую модель управления запасами. В зависимости от того, какие переменные используются в модели – дискретные или непрерывные, рассматриваются различные подходы к реализации таких моделей. Интересен случай дискретного изменения переменных, который приводит к задаче не дифференцируемой оптимизации.

На четвертом этапе классификации рассматриваются вид и размер спроса. Здесь можно выделить однономенклатурные и многономенклатурные запасы, которые и определяют вид спроса. При этом размер спроса может быть, как постоянным, так и переменным, то есть описываться некоторой нелинейной функцией. Кроме того, спрос может иметь вероятностный характер.

Для большинства многономенклатурных задач существуют ограничения на место хранения, что также необходимо учитывать при разработке модели снабжения. Если размер спроса постоянен, то можно использовать модель Уилсона. В других ситуациях по наблюдаемым значениям спроса надо провести аппроксимацию и получить функцию изменения спроса от времени.

Далее на пятом уровне иерархии необходимо определиться, допускает ли рассматриваемая система управления дефицит. Существует ряд задач, в которых дефицит невозможен, например, отсутствие продуктов в столовой или лекарств в медпункте пансионата, горючего для туристского автобуса и т.д. [2-3].

Следующий этап состоит в выборе критерия оптимизации, который определяет уровень запаса, потери, дефицит и др. В задачах управления запасами это, как правило, затраты, которые необходимы для формирования запаса и его хранения, а также затраты, связанные с отсутствием запаса. Однако в ряде задач критерий оптимальности может быть сформулирован как максимизация уровня обслуживания, то есть минимизация вероятности дефицита хотя бы по одному из ресурсов.

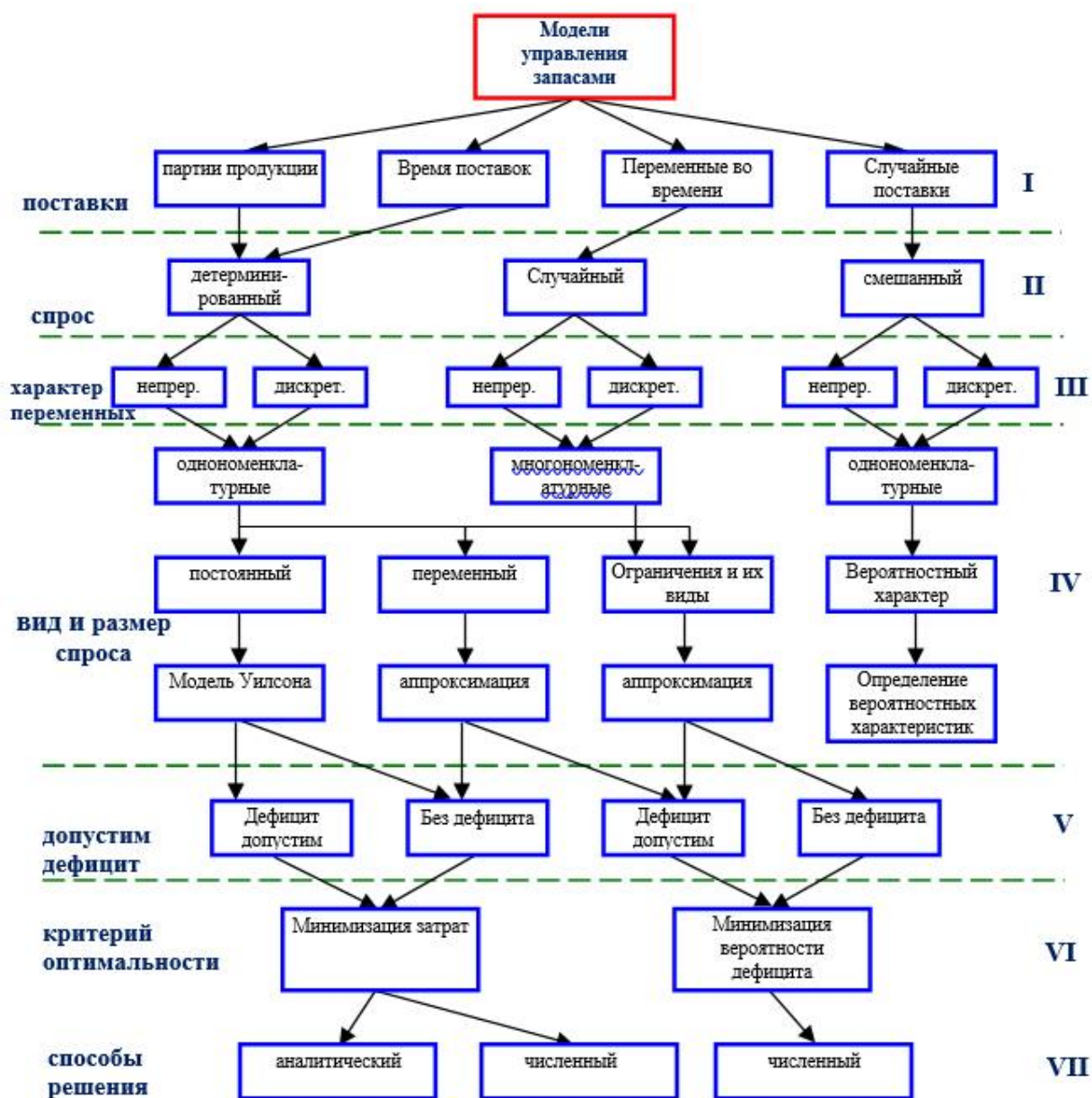


Рисунок 1 – Классификация моделей систем управления запасами

Детерминированные модели, благодаря простоте реализации, сейчас занимают ведущее место в функционирующих системах управления запасами. В таких моделях делается предположение, что спрос постоянен на всем промежутке времени управления и выражается линейной функцией. Это предположение относится и к моделям, допускающим дефицит. Эти модели могут быть использованы, когда ресурс потребляется равномерно в определенные промежутки времени и у предприятия есть надежные поставщики, которые доставляют очередную партию ресурса в точно заданное время.

Во-первых, проводя наблюдения за изменением спроса непосредственно на объекте, в результате эксперимента получают значения спроса с помехами, т.е.

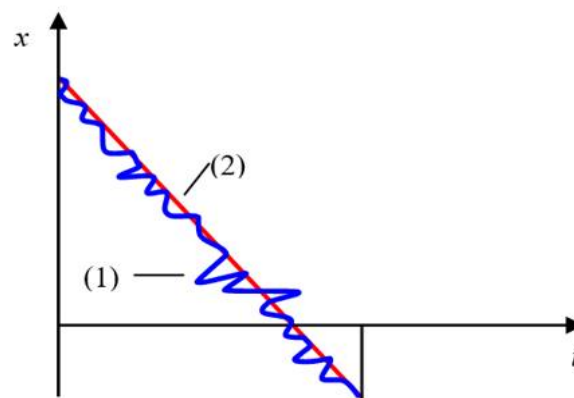
Если данная ошибка невелика, то получить функциональную зависимость можно в виде линейной функции путем сглаживания полученных экспериментальных данных, используя метод наименьших квадратов (рисунок 2).

$$S_H(t) = S(t) + \varepsilon(t),$$

где  $S_H(t)$ ,  $S(t)$  – соответственно наблюдаемое и истинное значения функции спроса;  $\varepsilon(t)$  – помеха или ошибка измерения.

Во-вторых, в более сложных случаях, функция спроса может быть нелинейная, то есть спрос является зависимой величиной. Тогда необходимо решить оптимизационную задачу с учетом сделанных предположений [4-5].

В индустрии туризма функционирует множество предприятий, в которых равномерное потребление запаса заведомо невозможно. Например, организация питания в санаториях, пансионатах и других подобных организациях позволяет определить общий спрос тех или иных продуктов за достаточно длительный промежуток времени.



(1) – функция спроса с помехой, (2) – линеаризованная функция.

Рисунок 2 – Аппроксимация спроса линейной функцией

Однако спрос потребляемых ресурсов явно зависит от имеющихся в наличии запасов. Как правило, при появлении новой партии ресурса начинается его интенсивное использование, а затем спрос на него уменьшается. В данном случае имеется явно нелинейная зависимость спроса от уровня запаса. Рассмотрим две ситуации, которые, как показывает практика, часто встречаются в реальных системах управления запасами. Пусть величина спроса зависит от потребления. В результате эксперимента получены данные, которые представляет собой нелинейную функцию. Такой функцией может быть, например, парабола или гипербола. К реальным ситуациям, описываемых данными моделями, можно отнести потребление продуктов питания, например, в санаториях, на турбазах и т.д. Свежие продукты имеют повышенный спрос и по мере того, как они лежат на складе, спрос на них снижается [6-7-8].

На рисунке 3 показана динамика изменения размера запаса продукции, когда спрос на продукцию описывается параболической зависимостью

$$x = a(t-t_s)^2,$$

где  $a$  – заданный коэффициент, определяющий скорость изменения спроса.

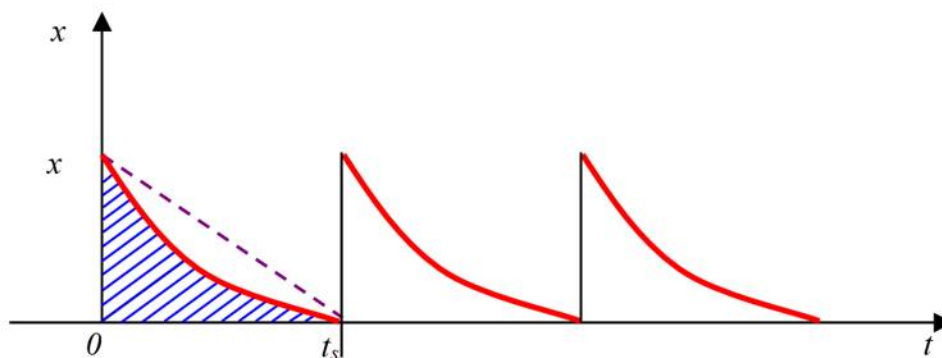


Рисунок 3 – Квадратичная зависимость размера запаса продукции от времени

В системе управления запасами с нелинейным спросом изменение уровня запаса происходит циклически. Предположим, что все циклы изменения запаса одинаковы и максимальное количество продукции, которое находится в запасе, совпадает с размером партии. Как видно из рисунка, скорость изменения запаса в начальное время использования партии максимальная, так как в этих точках графика функция имеет наибольшее значение производной. А далее при увеличении  $t$  производная уменьшается, так как тангенс угла наклона касательной в каждой следующей точке становится меньше предыдущего до момента поступления новой партии.

Рассчитаем основные характеристики такой системы. Зададим промежуток времени  $[0, T]$ , на котором решается задача и общий спрос за этот период  $S$ . Пусть  $x$  – размер закупаемой партии;  $C_1$  – стоимость хранения единицы продукции в единицу времени;  $t_s$  – время между поставками двух партий;  $n$  – число партий.

Число партий, которое необходимо поставить за время  $T$ , определяется как частное от деления величины общего спроса  $S$  на размер закупаемой партии:

$$n = \frac{S}{x}$$

Время между поставками двух партий можно получить, разделив промежуток времени, на котором решается задача на число партий.

$$t_s = \frac{Tx}{S}.$$

Уровень запаса за время  $t_s$  определяется выражением

$$\int_0^{Tx/S} a(t - t_s)^2 dt$$

Стоимость хранения одной партии равна

$$C_1 \int_0^{Tx/S} a(t - t_s)^2 dt.$$

Пусть  $C_s$  – затраты на приобретение и доставку одной партии продукции. Общие издержки по созданию запаса за время  $t_s$  равны издержкам хранения, приобретения и доставки партий, то есть

$$C_1 \int_0^{Tx/S} a(t - t_s)^2 dt + C_s$$

Полные издержки создания запаса  $K(x)$  за время  $T$  будут равны

$$K(x) = \left[ C_1 \cdot \int_0^{Tx/S} a(t - t_s)^2 dt + C_s \right] \cdot n$$

или

$$K(x) = C_1 \frac{S}{x} \int_0^{Tx/S} a(t - t_s)^2 dt + C_s \frac{S}{x}$$

В этом выражении первое слагаемое определяет полные издержки хранения запаса, а второе слагаемое – полные издержки приобретения ресурса и доставки всех партий. После преобразований выражения (1) полные издержки определяются формулой:

$$K(x) = \frac{aC_1 T^3}{3S^2} x^2 + \frac{C_s S}{x}$$

На рисунке 4 показаны графики двух составляющих издержек и суммарные издержки. Точка  $x^0$  соответствует оптимальному количеству запаса, при котором затраты  $K(x)$  минимальны. Однако в данном случае оптимальные издержки уменьшились в силу того, что уменьшился угловой коэффициент прямой, определяющей затраты на хранение ресурса [9-10].

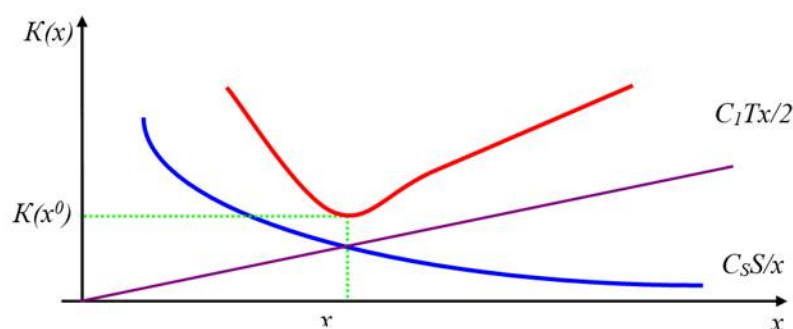


Рисунок 4 – Графическое определение минимальных суммарных издержек

Сравним результаты расчетов основных параметров модели Уилсона (5) На рисунке 5 приведены графические представления модели Уилсона и параболической модели. Заштрихованная область соответствует той части запаса, которая в нелинейной модели не используется и, следовательно, не требует затрат. Здесь  $x_1$ ,  $x_2$  и  $t_{s1}$ ,  $t_{s2}$  соответственно оптимальные размеры партий и время их поставок для модели Уилсона и модели с зависимым спросом.

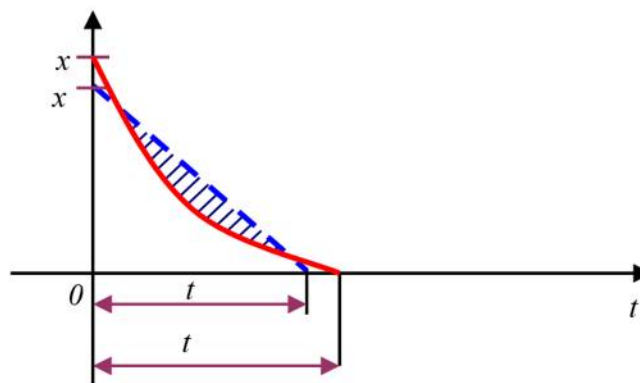


Рисунок 5 – Сравнение размеров запаса для модели Уилсона и модели с зависимым спросом при оптимальных размерах партий и времени их поставок

Уменьшить издержки отказа в обслуживании возможно за счет упреждающей поставки очередной партии на некотором интервале времени. Сдвиг поставок на интервал времени  $\Delta t$  позволит избавиться от затрат, обусловленных отказами, но при этом увеличатся издержки хранения за этот промежуток времени (рисунок 6).

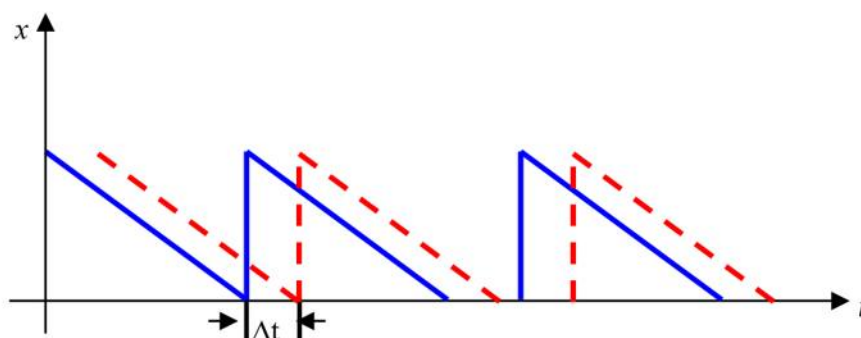


Рисунок 6 – Сдвиг поставок на время  $\Delta t$

**Выводы.** Проведены фундаментальные исследования в области решения конкретных задач организационного управления. В частности, задачи управления запасами и задачи оптимальной организации транспортных перевозок. Данные задачи могут быть отнесены к числу типовых производственных задач и потому предложенные методы, и подходы к их решению имеют весьма широкую практическую направленность.

В области методологии, аппарата и развития формальных моделей теории управления запасами можно указать следующие основные тенденции:

- преимущественное развитие стохастических моделей и статистических методов управления запасами;
- распространение адаптивного подхода и методов управления по неполным данным;
- исследование игровых постановок задач управления запасами;
- исследование многономенклатурных систем управления запасами с коррелированным спросом;
- исследование замкнутых по спросу систем управления запасами;
- исследование систем управления запасами с частично наблюдаемым спросом;



- исследование иерархических систем управления запасами;
- развитие методов статистического моделирования для анализа и оптимизации систем управления запасами.

### Литература

1. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – Москва, 2004.
2. Сингх М., Титли А. Системы: декомпозиция, оптимизация, и управление. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
3. Умбетов У. Использование моделей управления запасами в сложных технологических системах. / Издeниc-Поиск. Научный журнал министерства образования и науки. – 2003. – № 2. – С. 253-260.
4. Шинькулова А.Б., Умбетов У., Косяков И.О. Определение оптимального уровня запасов на предприятиях // Вестник ПГУ. – 2020.
5. Володин В.М., Шпакова С.М. Задачи управления запасами в индустрии туризма. // Международная академия системных исследований. – 2006. – Том 9, часть 1. – С. 73-76.
6. Шпакова С.М. Решение задач векторной оптимизации в индустрии туризма // Труды РАЕН. – 2006. – №1. – С. 222-224.
7. Бурков В.Н. Модели и методы управления организационными системами. – М.: Наука, 1994. – 270 с
8. Умбетов У., Шинькулова А.Б., Исaiкин Д.В. Основные типы и задачи управления сложными системами. / Материалы XV Международной научно-практической конференции «Тенденции современной науки», Великобритания, 2019. – С. 31-38.
9. Володин В.М., Шпакова С.М. Задача идентификации сложных систем при малой выборке. // Приборы + Автоматизация. – 2007. – № 4.
10. Умбетов У., Шинькулова А.Б. Возможные подходы получения экспериментальных данных в туризме. // Промышленный транспорт Казахстана. – 2021. – №1(70). – С. 39-48.

### References

1. Wentzel E.S. Operations research: objectives, principles, methodology. – Moscow, 2004.
2. Singh M., Titley A. Systems: decomposition, optimization, control. – M.: Mechanical engineering, 1986. – 496 p.
3. Umbetov U. Using inventory management models in complex technological systems. // Scientific journal of the Ministry of education and science. – 2003. – № 2. – pp. 253-260.
4. Shinykulova A.B., Umbetov U., Kosyakov I.O. Determination of the optimal level of stocks in enterprises. // Vestnik PSU. – 2020.
5. Volodin V.M., Shpakova S.M. Inventory management problems in the tourism industry. // International Academy of systems research. – 2006. – Volume 9, part 1. – pp. 73-76.
6. Shpakova S.M. Solving vector optimization problems in the tourism industry. // Proceedings of the Russian Academy of natural sciences. – 2006. – №1. – pp. 222-224.
7. Burkov V.N. Models and methods of managing organizational systems. – M.: The Science, 1994. – 270 p.
8. Umbetov U., Shinykulova A.B., Isaykin D.V. The main types and tasks of managing complex systems. / Materials of the XV International scientific and practical conference. «Trends in modern science», Great Britain, 2019. – pp. 31-38.
9. Volodin V.M., Shpakova S.M. The problem of identification of complex systems with a small sample. // Devices + Automation. – 2007. – № 4.
10. Umbetov U., Shinykulova A.B. Possible approaches to obtaining experimental data in tourism. // Industrial transport of Kazakhstan. – 2021. – №1(70). – pp. 39-48.