

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение**

**высшего образования**

**«Казанский государственный аграрный университет»**

**Институт экономики**

**Кафедра экономики и информационных технологий**

**Методические указания для практических занятий и  
самостоятельной работы по дисциплине  
«Логистика»**

**Казань  
2019**

УДК 631.15.001.891.57(075.8)  
ББК 65.9(2)32

Методические указания для практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Логистика» разработаны профессором кафедры экономики и информационных технологий Газетдиновым М.Х. и доцентами Семичевой О.С., Гатиной Ф.Ф.

Рецензенты:

- заведующий кафедрой экономики Университета управления «ТИСБИ» к.э.н., доц. Савушкин М.В.
- заведующий кафедрой организации сельскохозяйственного производства, д.э.н., проф. Мухаметгалиев Ф.Н.

Методические указания для практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Логистика» предназначены для студентов Института экономики по направлению 38.03.01 «Управление качеством»

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры экономики и информационных технологий 29 октября 2019 года, протокол № 4.

Обсуждено, одобрено и рекомендовано к изданию на заседании методической комиссии Института экономики 11 ноября 2019 года, протокол № 4.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

**ТЕМА 1**

**ТЕМА 2**

**ТЕМА 3**

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б1. В.03. Изучается в 3семестре, на 2 курсе.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана «Математика», «Экономика, торговая политика и право ВТО».

Дисциплина является основополагающей для изучения следующих дисциплин «Основы системного подхода и анализа», «Экономика предприятия (организации)».

Целью освоения дисциплины «Логистика» является формирование у студентов системы знаний по общим тенденциям решения типовых проблем в области логистики; использование имеющегося опыта (отечественного и зарубежного) при логистическом анализе; овладеть концепцией и методологией системного подхода к управлению логистическими системами ограниченного масштаба; знать содержания основных процессов, составляющих предмет логистики, типовых задач логистического управления и методов их решения; научиться развития логистического подхода при анализе деятельности различных экономических систем; систематизация методологических принципов при логистическом анализе; определение методов определять основные параметры наиболее распространенных логистических объектов и процессов; использовать основных методы логистического анализа в будущей профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины (темы). Тема 1. Логистика: понятие, цели, задачи. Тема 2. Стратегия и планирование в логистике. Организация управления службами в логистике. Проектирование логистических систем. Тема 3. Логистические информационные системы. Тема 4. Закупочная логистика: механизм функционирования. Тема 5. Производственная логистика. Тема 6. Распределительная логистика. Тема 7. Разработка систем складирования. Управление запасами. Тема 8. Транспортная логистика.

В результате освоения ОПОП бакалавриата по направлению обучения 27.03.02 «Управление качеством», обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Логистика»:

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП. Содержание компетенций (в соответствии с ФГОС ВО)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-6	способностью использовать знания о принципах принятия решений в условиях неопределенности, о принципах оптимизации 1 этап	<p><b>Знать:</b> принципы принятия решений в условиях неопределенности, принципы оптимизации логистической деятельности организации.</p> <p><b>Уметь:</b> применять на профессиональном уровне принципы принятия решений в условиях неопределенности, принципы оптимизации логистической деятельности организации.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования принципов принятия решений в условиях неопределенности, принципов оптимизации логистической деятельности организации.</p>
ПК-11	способностью идти на оправданный риск при принятии решений 1 этап	<p><b>Знать:</b> методы оценки и минимизации риска при принятии решений в логистической деятельности организации.</p> <p><b>Уметь:</b> применять на профессиональном уровне методы оценки и минимизации риска при принятии решений в логистической деятельности организации.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования методы оценки и минимизации риска при принятии решений в логистической деятельности организации.</p>

# Тема 1. ПОНЯТИЙНЫЙ АППАРАТ ЛОГИСТИКИ

## Основные понятия

**Логистика** - это интегрированная система активного управления материальными потоками на основе применения современных информационных технологий и оптимизационных экономических решений, рассматривающая в единстве материалопотоки между субъектами и внутри них, и направленная на достижение высоких конечных результатов деятельности.

**Целью логистики** является обеспечение получения (доставки) продукции потребителю в нужное время и место при минимально возможных совокупных затратах трудовых, материальных и финансовых ресурсов. Цель логистики считается достигнутой, если: товар нужный, нужного качества, в нужное время, в указанное место, с минимальными затратами.

## Основные вопросы

1. Объект предмет, основные понятия задачи и функции логистики.
2. Факторы развития логистики.
3. Ключевые проблемы и решение логистики государственных и частных секторах.
4. Функциональные области логистики и их характеристики.

Одна из основных задач логистики заключается в совершенствовании управления товародвижением, в создании интегрированной эффективной системы регулирования и контроля материальных и информационных потоков, обеспечивающей высокое качество поставки продукции.

С этой задачей самым тесным образом сопряжено решение таких проблем, как: соответствие друг другу материальных и информационных потоков; контроль за материальным потоком и передача данных о нем в единый центр; определение стратегии и технологии физического перемещения товаров; разработка способов управления операциями движения товаров; установление норм стандартизации полуфабрикатов и упаковки; определение объема производства, транспортировки и складирования; расхождение между намеченными целями и возможностями закупки и производства.

Выполнить эту задачу можно с помощью решения научных проблем развития самой логистики, начиная от структуризации технологии ее цепей и заканчивая различными локальными задачами.

**Объектом изучения логистики** являются материальные и соответствующие им финансовые и информационные потоки, сопровождающие производственно-коммерческую деятельность.

**Предметом изучения логистики** является оптимизация **объекта логистики**.

**Поток** представляет собой систему перемещаемых объектов множества элементов, воспринимаемых, как единое целое.

**Интенсивность потока** - это количество объектов потока, проходящих через пункты в единицу времени.

Логистика имеет дело с различными потоками: финансовыми, информационными, энергетическими, людскими, но чаще всего - с материальными потоками.

**Материальный поток** - совокупность грузов, деталей, товарно-материальных ценностей, рассматриваемая в процессе приложения к ней ряда логистических (транспортировка, складирование) и технологических (механосборка, обработка) операций.

**Производственная логистика** - область логистики, охватывающая процессы движения материалопотоков внутри предприятия.

**Коммерческая логистика** - означает не только сферу использования (закупка сырья и сбыт готовой продукции), но и прагматическую цель, заключающуюся в снижении издержек, увеличении прибыли и повышении конкурентоспособности.

Различают макро-, мезо-, и микрологистику.

**Макрологистика** - это область логистики, решаяшая вопросы, связанные с анализом рынка поставщиков и потребителей, выработкой общей концепции распределения, размещения складов на полигоне обслуживания, выбора транспорта и транспортных средств, организацией транспортного процесса, рационального направления материальных потоков, пунктов поставки сырья и пунктов готовой продукции с выбором транзитного или складского товародвижения.

**Мезологистика** - область логистики, осуществляющая интеграцию в одну систему нескольких фирм одной отрасли.

**Микрологистика** - это область логистики, решаяшая локальные вопросы в рамках отдельных звеньев и элементов логистики и осуществляющая управление материальными, информационными потоками на внутрипроизводственном уровне.

Логистика предполагает формирование и обеспечение функционирования материальных потоков на отдельных этапах движения материалов. Исходя из чего, выделяют три функции логистики.

1. **Интегрирующая** - формирование процесса товародвижения, как единой целостной системы. При доставке товара от поставщика к потребителю материальный поток проходит стадии закупки материалов, производства и сбыта продукции. Каждая стадия характеризуется специфическими особенностями, однако ни одна из них не может рассматриваться самостоятельно, вне единого процесса товародвижения. Определяющая роль в данном процессе принадлежит сбыту продукции. Именно он обуславливает организационные и экономические особенности производства, объем и номенклатуру материала, а также отношение этих стадий друг к другу.

Посредством логистики управление движением потоков материалов осуществляется как управление единой интегрированной системой.

. **Организующая** - обеспечение взаимодействия и согласования стадий и действий участников товародвижения. Объективной основой специфики хозяйственных связей выступает разделение труда по стадиям товародвижения, которое ведет к обособлению отдельных процессов и

вызывает потребность налаживания объединяющих различные сферы связи. Решение данной задачи осуществляется посредством организации в рамках единого потокового процесса перемещения материалов и информации по всей цепи, от товаропроизводителя к потребителю, обеспечение взаимодействия отдельных стадий и согласование действий всех участников товародвижения.

• **Управляющая** - поддержание параметров материалопотоков системы в заданных пределах. Логистическое управление направлено на экономию всех видов ресурсов и сокращение затрат. В широком смысле управляющее воздействие логистики заключается в поддержании параметров логистической системы в заданных параметрах.

К основным факторам, определившим развитие логистики относят:  
усложнение системы рыночных отношений и повышение требований к качественным характеристикам процесса распределения;

создание гибких производственных систем.

Кроме вышеизложенных факторов необходимо отметить и факторы, способствовавшие созданию возможностей для развития логистики:

• использование теории систем и компромиссов для решения экономических задач;

• ускорение научно-технического прогресса в коммуникациях, внедрение в хозяйственную практику фирм ЭВМ последних поколений, используемых в сфере товародвижения;

◦ унификацию правил и норм по поставке товаров во внешнеэкономической деятельности, устранение различного рода импортных и экспортных ограничений, стандартизацию технических параметров путей сообщения, подвижного состава и погрузочно-разгрузочных средств в странах, участвующих в интенсивных мирохозяйственных связях.

### ***Функциональные области логистики:***

1) Запасы играют буферную роль между производством, обращением и потреблением. Они могут быть сосредоточены непосредственно у производителя, либо их хранение может быть приближено к потребителю. Величина запасов должна быть оптимальной, позволяющей быстро реагировать на изменение спроса и обеспечивать равномерность работы производства.

2) Транспорт. Основными характеристиками транспорта являются: стоимость, время доставки и степень ее надежности.

3) Складское хозяйство включает в себя складские объекты, их размещение и использование.

4) Информация организует поток данных, сопровождающий материальный поток и являющийся звеном, связывающим снабжение, производство и сбыт

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ:

- 1) Что такое логистика?
- 2) Что является целью логистики?
- 3) Что такое поток?
- 4) Что такое интенсивность потока?
- 5) Какие функциональные области логистики можно выделить?

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

- 1) Сформулируйте цель логистики, будет ли она достигнута, если исключить одно из условий?
- 2) С какими потоками сталкивается логистика и почему наиболее часто имеет дело с товароматериальными потоками?
- 3) Дайте краткую характеристику финансовым, информационным, энергетическим, людским и материальным потокам.
- 4) Каким образом движение материальных потоков связано с функциями логистики?
- 5) Назовите основную задачу логистики, решение каких проблем с ней сопряжено?
- 6) Какие факторы способствуют возникновению возможностей для развития логистики?
- 7) Сравните ключевые проблемы логистики в частном и государственном секторах.

## **Тема 2. ТРАНСПОРТНЫЕ АСПЕКТЫ ЛОГИСТИКИ**

### **Основные понятия**

**Транспортно-экспедиционное обеспечение** распределения товаров - это деятельность экспедиторов по планированию, организации и выполнению доставки товаров от места их производства до мест потребления и оказанию дополнительных услуг по подготовке партии отправок к перевозке с использованием оптимальных способов и методов с целью обеспечения удовлетворения потребностей производственных и торговых фирм в эффективном распределении товаров.

### **Основные вопросы**

- 1) Транспортно-экспедиционное обеспечение распределение товаров.
- 2) Выбор вида транспорта.
- 3) Материально-техническая база различных видов транспорта
- 4) Транспортные характеристики и маркировка грузов.
- 5) Транспортные тарифы и правила их применения.
- 6) Базисные условия поставки и выбор перевозчика фирмой

Ч

По данным исследований, на стоимость транспортной составляющей процесса производства и распределения товаров приходится до 30% цены конечного продукта. Поэтому эффективное транспортное обеспечение является одним из важных резервов экономии ресурсов.

Выбор перевозчика заключается в поиске и отборе потенциальных перевозчиков сырья и готовой продукции, если фирма решила, что производить перевозку собственными силами нецелесообразно. Выбор перевозчика начинается с объявления конкурса, изучения соответствующих фирменных каталогов, рекламных объявлений, посещения специализированных выставок, ярмарок. В результате формируется перечень потенциальных перевозчиков и методы выбора перевозчиков.

**1. Метод матриц.** По строкам матрицы указываются условия поставки, по столбцам - перевозчики, а на пересечении - тарифы. Определяя наименьшие затраты, покупатель выбирает перевозчика. Недостатком данного метода является сложность формализации.

**2. Метод «абстрактного перевозчика».** Описывает абстрактного перевозчика в виде вектора параметров. Метод основан на минимизации стоимости каждого параметра и анализе трёх основных факторов:

- стоимости перевозки;
- стоимости перевозимого товара;
- времени перевозки.

Метод позволяет учитывать такие факторы, как неопределенность спроса и времени доставки.

**3. Метод, учитывающий технологические параметры,** основан на связях между физическими параметрами груза и системой перевозки, т.е. выбор определяется технологическими параметрами. **Материально-техническая база различных видов транспорта.** Железнодорожный

**транспорт.** Грузовые вагоны подразделяют на универсальные и специализированные.

**Универсальные** предназначены для перевозки широкой номенклатуры грузов.

**Специализированные** - приспособленные для перевозок определенного вида груза (кислотные, изотермические, цементовозы).

**Грузоподъёмность** определяется количеством груза в тоннах, которое может быть погружено в данный вагон в соответствии с прочностью его ходовых частей, рамы и кузова.

**Вместимость** - объём вагона.

*Речной и морской транспорт.*

**Водоизмещение** определяется массой или объемом воды, вытесняемой плавающим судном.

**Дедвейт** (полная грузоподъёмность) - количество тонн груза, которое может принять судно сверх собственной массы до осадки по грузовому марку.

#### **Автомобильный транспорт.**

**Контейнер** - это элемент транспортного оборудования, многократно используемый на одном или нескольких видах транспорта, предназначенный для перевозки и временного хранения грузов, оборудованный приспособлениями для механизированной установки и снятия его с транспортного средства, а также имеющий постоянную техническую характеристику и объём не менее 1 $m^3$ .

Для крупногабаритных контейнеров установлено, что ширина и высота должна быть одинаковой и равняться 2,4 м (2 438 мм), а длина - 12,2 м (12 192 мм). Предусмотрена кратность по длине 1, 3/4, 1/2, 1/4.

**Контрейлер** - прицепной кузов автомобиля, приспособленный для перевозки вместе с грузом на железнодорожных платформах.

**Поддоны** - приспособления для погрузки и выгрузки грузов, сформированных в пакет, применяемые для перевозки тарно-штучных (в ящиках, мешках, коробках, бочках и т.д.), а также лесных грузов и строительных материалов. Если груз упакован в соответствующую по условиям перевозки тару, замаркирован согласно правилам, находится в надлежащем кондиционном состоянии и может быть сохранно перевезен, то считается, что он находится в транспортабельном состоянии.

Все грузы, принимаемые к перевозке, независимо от вида сообщения, должны иметь маркировку, которая на всех видах транспорта одинакова. **Маркировкой** называется различного рода рисунки, знаки, надписи и другие условные обозначения, наносимые на грузы, устанавливающие порядок их учета и меры по сохранности при транспортировке. Маркировку наносят так, чтобы она была видна и сохранялась до конца перевозки.

Различают следующие виды маркировки:

- **Товарная** (фабричная) маркировка, содержащая наименование изделия и производителя товара, его адрес, заводскую марку, сорт, ГОСТ, и другие необходимые сведения о товаре.

- **Отправительская** маркировка наносится в виде дроби, в

числителе - номер места, в знаменателе - число мест, далее - наименование получателя и отправителя, пункт назначения и отправления.

- **Специальная** (предупредительная) - маркировка, указывающая способ хранения груза и обращение с ним в пути и во время грузовых операций. На опасные грузы наносят дополнительную маркировку.

- **Транспортная** маркировка - маркировка, наносимая отправителем в виде дроби, в числителе - порядковый номер, за которым данная отправка принята к перевозке по книге отправления. В знаменателе - число мест данной отправки. Рядом с дробью - номер грузовой накладной. На тарно-штучных грузах указывается масса Брутто и Нетто. Транспортная маркировка наносится на грузовые места независимо от отправительской.

Расчеты за услуги транспортных организаций осуществляются с помощью тарифов, которые как экономическая категория, являются формой цены на продукцию транспорта. Их построение должно обеспечивать: транспортному предприятию - возмещение эксплуатационных расходов и возможность получения прибыли, покупателю транспортных услуг - определение своих расходов по оплате транспортных услуг и выбор экономного способа транспортировки.

Система тарифов на различных видах транспорта имеет свои особенности.

***На железнодорожном транспорте существуют:***

- **общие** тарифы - основной вид тарифов. С их помощью перевозится основная масса грузов;

- **исключительные** тарифы распространяются на конкретные грузы или отдельные виды сырья. С их помощью добиваются снижения неравномерности расходов на перевозки в различные периоды года;

- **льготные** тарифы применяются при перевозке грузов для определенных целей (МЧС, гуманитарные грузы), а также грузов для самих железных дорог;

- **местные** тарифы - устанавливаются руководителями местных железных дорог и действуют в пределах этих местных линий.

На **автомобильном транспорте** для определения стоимости перевозки используют следующие виды тарифов:

- сделочные;
- за повременное использование грузовых автомобилей;
- покилометровый расчет;
- за перегон подвижного состава;
- договорные тарифы.

На размер тарифной платы оказывают влияние следующие факторы:

- расстояние перевозки;
- масса груза
- объёмный вес груза;
- грузоподъёмность автомобиля;
- общий пробег;
- время использования автомобиля (погодные условия);

- тип автомобиля;
- район, в котором осуществляется перевозка.

На **морском транспорте** оплата за перевозку осуществляется либо по тарифам, либо по фрахтовой ставке. Если груз следует по направлению устойчивого грузового потока и перевозка осуществляется системой линейного судоходства, при этом груз движется по расписанию, то оплата производится по объявленному тарифу. В том случае, когда при выполнении перевозки работа грузовых судов не связана постоянными районами плавания, постоянными потоками погрузки и выгрузки, то перевозка оплачивается по фрахтовой ставке.

**Фрахтовая ставка** устанавливается в зависимости от конъюнктуры фрахтового рынка, а также от транспортных характеристик груза и условий рейса.

На **речном транспорте** тарифы на перевозку грузов определяются местными пароходствами самостоятельно с учетом конъюнктуры местного рынка.

#### *Базисные условия поставки.*

Базисные условия поставки - признанные в международной практике условия поставки, которые применяются при заключении контрактов и договоров поставок.

Базисные условия поставки определяют основные права и обязанности поставщика и потребителя при франкировании транспортных издержек и маркировки грузов страховании и оформлении перевозочных документов, а также оговаривают места и время перехода права собственности на груз. **Франко** - это обозначение порядка возмещения и учета в цене транспортных издержек по доставке продукции потребителю.

**Франкировка** указывает на то, до какого звена продвижение продукции к потребителю транспортные издержки несет поставщик. Эти расходы учитываются в среднем размере в оптовой цене. Остальные расходы оплачиваются потребителем сверх цены. В зависимости от особенностей ценообразования на отдельные виды товаров различают следующие виды **франко**:

1. Франко - склад поставщика. Все расходы по транспортировке от предприятия поставщика до места потребления оплачиваются покупателем сверх цены товара.

2. Франко - вагон, станция отправления. Поставщик несет расходы по доставке продукции до станции отправления и погрузке её в вагон (баржу, судно).

3. Франко - станция назначения. Поставщик несет все транспортные издержки до станции назначения, включая расходы по выгрузке товара из вагона.

Во внешней торговле в качестве базисных условий поставки применяются: **FAS - Франко вдоль борта судна**. Базисные условия поставки, согласно которым предусмотрена поставка товара продавцом на пристань вдоль судна, указанного покупателем. Продавец не обязан производить

погрузку товара на борт судна. Покупатель с этого момента оплачивает все расходы и несет все риски гибели и порчи товара.

**FOB - Франко-борт судна.** Базисные условия поставки, согласно которым, продавец обязан за свой счет поставить товар на борт судна, зафрахтованного покупателем в согласованном порту погрузки в установленный срок. Риск гибели или порчи товара переходит от продавца к покупателю в момент погрузки товара на борт судна.

**DAF - «Поставлено на границу».** Базисные условия поставки, согласно которым продавец поставляет товар перед пунктом таможенного досмотра на границе страны, указанного в контракте.

**CIF - «Стоимость страхования фрахт».** Базисные условия поставки, согласно которым продавец обязан зафрахтовать судно, доставить товар в порт, погрузить его на борт, застраховать товар и оплатить страховку и фрахт до пункта назначения.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ:

1. Что такое транспортно-экспедиционное обеспечение распределения товаров?
2. Что лежит в основе выбора вида транспорта?
3. Как используется метод матриц в решении задачи выбора перевозчика?
4. В чем заключается метод абстрактного перевозчика?
5. На чем основан выбор перевозчика с помощью метода, учитывающего технологические параметры?
6. Что является основными характеристиками грузовых вагонов?
7. Как подразделяются грузовые вагоны?
8. Что является основными характеристиками грузовых вагонов?
9. Как определяется грузоподъемность грузовых вагонов?
10. Что такое вместимость грузовых вагонов?
11. Что является основными показателями, характеризующими речные и морские суда?
12. Как определяется водоизмещение судна?
13. Что такое грузоподъемность судна?
14. Что такое дедвейт?
15. Что такое полная грузоподъемность судна?
16. Из чего состоит подвижной состав автомобильного транспорта?
17. Что является важным техническим элементом материально-технической базы автомобильного транспорта?
18. Что такое контейнер?
19. Что такое контрейлер?
20. Что такое поддоны?
21. От чего зависит размер платы при перевозке грузов по железной дороге?
22. Какие тарифы используют для определения стоимости перевозки грузов на железнодорожном транспорте?
23. Что такое общие железнодорожные тарифы?
24. Что такое местные железнодорожные тарифы?

25. Для чего применяются льготные железнодорожные тарифы?
26. Какие железнодорожные тарифы называются исключительными?
27. Какие виды тарифов используют для определения стоимости перевозки грузов на автомобильном транспорте?
28. Какие факторы влияют на размер тарифной платы на автомобильном транспорте?
29. Как определяются тарифы на перевозку грузов на морском транспорте?
30. Как определяются тарифы на перевозку грузов на речном транспорте?
31. Как устанавливается фрахтовая ставка?
32. Что называется маркировкой?
33. Какие существуют виды маркировки?
34. Что такое товарная маркировка?
35. Что такое отправительская маркировка?
36. Что такое специальная маркировка?
37. Что такое транспортная маркировка?
38. Что такое базисные условия поставки?
39. Какие виды франко различают в зависимости от особенностей ценообразования на отдельные виды товаров и условий реализации, охарактеризуйте каждый?

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

1. Какие виды услуг, связанных с выполнением функций логистики, предоставляют экспедиторы грузовладельцам?
2. Каковы основные требования, предъявляемые потребителями к услугам транспорта?
3. Когда считается, что груз находится в транспортабельном состоянии?
4. Где наиболее выгодно применять поддоны для перевозки?
5. Что является эффективной сферой применения контейнеров?
6. Каковы основные достоинства и недостатки автомобильного транспорта?
7. Каковы основные достоинства и недостатки воздушного транспорта?
8. Каковы основные достоинства и недостатки железнодорожного транспорта?
9. Каковы основные достоинства и недостатки морского транспорта?
10. Каковы основные достоинства и недостатки речного транспорта?

### Тема 3. МЕТОД ПОТЕНЦИАЛОВ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Основные шаги алгоритма.

Шаг 1. Найти начальное допустимое решение.

Шаг 2. Выделить из числа небазисных переменных вводимую в базис. Если все небазисные переменные удовлетворяют условию оптимальности, закончить вычисления; в противном случае перейти к шагу 3.

Шаг 3. Выбрать выводимую из базиса переменную, затем найти новое базисное решение. Вернуться к шагу 2.

Рассмотрим алгоритм подробнее на примере следующей задачи.

#### Пример решения задачи:

В трёх хранилищах  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  имеется соответственно 15; 25; 5 т. топлива. Требуется спланировать перевозки топлива к четырем потребителям  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ ,  $B_4$ , спрос которых соответственно равен 5; 15; 15; 10, так чтобы затраты на транспортировку были минимальными. Стоимость перевозок 1т указаны в таблице:

Хранилище	Стоимость перевозки 1 т топлива потребителям, д.е.			
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$
$A_1$	10	0	20	11
$A_2$	12	7	9	20
$A_3$	0	14	16	18

Обозначим за  $x_{ij}$  – количество топлива, перевозимого из  $i$ -го хранилища  $j$ -му потребителю. Тогда:

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} &= 15 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} &= 25 \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} &= 5 \end{aligned} \tag{1.1}$$

Аналогично составляется условие удовлетворения потребности каждого потребителя в топливе.

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{21} + X_{31} &= 5 \\ X_{12} + X_{22} + X_{32} &= 15 \\ X_{13} + X_{23} + X_{33} &= 15 \\ X_{14} + X_{24} + X_{34} &= 10 \end{aligned} \tag{1.2}$$

Математически задача ставится так. Среди неотрицательных решений системы (1.1) и (1.2) найти такое, которое обращает в минимум функцию  $f(x)=10X_{11}+0X_{12}+20X_{13}+11X_{14}+12X_{21}+7X_{22}+9X_{23}+20X_{24}+X_{31}+14X_{32}+16X_{33}+18X_{34}$

Функция цели в нашем случае выражает общую стоимость перевозки топлива от хранилищ к потребителям.

Матрица перевозок для вышеприведенного примера будет следующей.

Хранилище	Потребители				Запасы
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	
A <sub>1</sub>	10	0	20	11	15
A <sub>2</sub>	12	7	9	20	25
A <sub>3</sub>	0	14	16	18	5
Потребности	5	15	15	10	45 45

#### Алгоритм решения транспортной задачи.

Методом северо-западного угла находится допустимое решение транспортной задачи. Распределение груза начинается с левого верхнего угла (северо-запада) матрицы перевозок. В клетку (1.1) записывается максимально возможный груз:

$$x_{11} = \min(a_1, b_1) = \min(15, 5) = 5$$

Первый потребитель получил весь требуемый груз, а в первом хранилище ещё осталось 10 т груза. Следовательно, переходим к верхней правой клетке (1.2), в неё распределяем груз

$$x_{12} = \min(10, 15) = 10.$$

Из первого хранилища вывезли весь требуемый груз, следовательно, оно исключается из дальнейшего рассмотрения. Переходим к клетке (2.2), в неё распределяем груз

$$x_{22} = \min(25, 5) = 5.$$

Далее заполняем в следующем порядке:

$$x_{23} = \min(20, 15) = 15$$

$$x_{24} = \min(5, 10) = 5$$

$$x_{34} = \min(5, 5) = 5$$

Хранилище	Потребители				Запасы
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	
A <sub>1</sub>	10 5	0 10	20	11	15
A <sub>2</sub>	12 5	7 15	9 5	20	25
A <sub>3</sub>	0	14	16 5	18	5
Потребности	5	15	15	10	

Весь груз распределен, т.е. найден допустимый план, при этом значение функции цели будет

$$f(x) = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{22}X_{22} + C_{23}X_{23} + C_{24}X_{24} + C_{34}X_{34} = 10 \cdot 5 + 0 \cdot 10 + 7 \cdot 5 + 9 \cdot 15 + 20 \cdot 5 + 18 \cdot 5 = 410 \text{ д.е.}$$

Клетки, в которых стоит груз, называют занятыми клетками. Их должно быть  $m+n-1$ , в противном случае план задачи называется вырожденным. Если количество занятых клеток равно  $m+n-1$ , то план называется невырожденным.

Чтобы перейти от вырожденного плана к невырожденному, надо в недостающие свободные клетки записать грузы, равные нулю.

Методом потенциалов находится оптимальное решение транспортной задачи.

Этот метод основан на следующей теореме.

Теорема:

Для того, чтобы некоторый допустимый план перевозок был оптимальным, необходимо и достаточно, чтобы ему соответствовала система из  $m+n$  чисел  $U_1, U_2, \dots, U_m$  и  $V_1, V_2, \dots, V_n$ , удовлетворяющих условиям:

- 1)  $U_i + V_j = C_{ij}$  ( $i=1, \dots, m$ ;  $j=1, \dots, n$ ) – для занятых клеток
- 2)  $U_i + V_j \leq C_{ij}$  ( $i=1, \dots, m$ ;  $j=1, \dots, n$ ) – для свободных клеток.

Числа  $U_i$  называются потенциалами пунктов отправления,  $V_j$  – потенциалами пунктов назначения, а условия теоремы – условиями оптимальности плана перевозок.

Найдем численные значения  $U_i, V_j$  при которых для всех занятых клеток будет выполняться первое условие теоремы, т.е. будет выполняться следующее условие:

для клетки (1.1)  $U_1 + V_1 = C_{11} = 10$

для клетки (1.2)  $U_1 + V_2 = C_{12} = 0$

для клетки (2.2)  $U_2 + V_2 = C_{22} = 7$

для клетки (2.3)  $U_2 + V_3 = C_{23} = 9$

для клетки (2.4)  $U_2 + V_4 = C_{24} = 20$

для клетки (3.4)  $U_3 + V_4 = C_{34} = 18$

В записанной системе имеется 6 уравнений (по числу занятых клеток) и 7 неизвестных потенциалов, один из них можно выбрать в качестве свободной величины и придать ему любое численное значение.

Возьмем, например, в качестве свободной величины потенциал  $U_1$  и приадим ему значение «0» ( $U_1=0$ ); тогда для выполнения заданной системы уравнений другие потенциалы должны иметь следующие значения:

$$V_1 = C_{11} - U_1 = 10 - 0 = 10$$

$$V_2 = C_{12} - U_1 = 0 - 0 = 0$$

$$U_2 = C_{22} - V_2 = 7 - 0 = 7$$

$$V_3 = C_{23} - U_2 = 9 - 7 = 2$$

$$V_4 = C_{24} - U_2 = 20 - 7 = 13$$

$$U_3 = C_{34} - V_4 = 18 - 13 = 5$$

Запишем полученные значения потенциалов в таблицу.

Хранилище	Потребители				Запасы	
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>		
A <sub>1</sub>	10 <b>5</b>	0 <b>10</b>	20	11	15	U <sub>1</sub> =0
A <sub>2</sub>	12	7 <b>5</b>	9 <b>15</b>	20 <b>5</b>	25	U <sub>2</sub> =7
A <sub>3</sub>	0	14	16	18 <b>5</b>	5	U <sub>3</sub> =5
Потребности	5	15	15	10		
	V <sub>1</sub> =10	V <sub>2</sub> =0	V <sub>3</sub> =2	V <sub>4</sub> =13		

Проверим выполняется ли для всех свободных клеток таблицы при найденных численных значениях потенциалов второе условие теоремы. Для свободной клетки (1,3) сумма соответствующих ей потенциалов (U<sub>1</sub> и V<sub>3</sub>) равна 2, а стоимость перевозки единицы груза для данной клетки C<sub>13</sub>=20. Следовательно, условие оптимальности для данной свободной клетки выполняется. Запишем проведенную проверку в следующей форме, видоизменяя второе условие несколько:

$$U_i + V_j \leq C_{ij} \quad (i=1, \bar{m}; j=1, \bar{n})$$

$$L_{ij} = U_i + V_j - C_{ij} \leq 0$$

$$L_{13} = U_1 + V_3 - C_{13} = 0 + 2 - 20 = -18 < 0$$

О我们将 аналогичные проверки для всех остальных свободных клеток:

$$L_{14} = U_1 + V_4 - C_{14} = 0 + 13 - 11 = 2 > 0$$

$$L_{21} = U_2 + V_1 - C_{21} = 7 + 10 - 12 = 5 > 0$$

$$L_{31} = U_3 + V_1 - C_{31} = 5 + 10 - 0 = 15 > 0$$

$$L_{32} = U_3 + V_2 - C_{32} = 5 + 0 - 14 = -9 < 0$$

$$L_{33} = U_3 + V_3 - C_{33} = 5 + 2 - 16 = -9 < 0$$

Таким образом проверка показала, что второе условие теоремы нарушено в свободных клетках (1,4), (2,1) и (3,1). Следовательно, план перевозок не является оптимальным, его необходимо улучшить.

Для улучшения плана перевозок в таблице строится цикл перераспределения объемов перевозок. Цикл представляет собой замкнутую линию, которая начинается в той свободной клетке, где условие оптимальности нарушается наиболее сильно. В рассматриваемом примере такой клеткой является клетка (3,1).

При построении цикла можно проходить как через занятые, так и через свободные клетки таблицы, но повороты можно делать только в занятых

клетках под прямым углом. Построим по указанным правилам цикл. Данный цикл показывает, что для улучшения плана перевозок, т.е. для уменьшения общей стоимости перевозок, необходимо изменить объем перевозок в тех клетках, где находятся вершины (углы поворота) цикла.

Порядок изменения объемов перевозок в вершинах цикла определяется следующим образом. В вершинах цикла расставляются знаки "+" и "-", причем в начале цикла ставится знак "+", в следующей "-", в следующей за ней вершине "+" и т.д. То есть получаем чередование знаков "+" и "-". Направление движения при расстановке знаков от свободной клетки безразлично, так как количество вершин цикла является четной величиной. Наличие знака "+" в вершине цикла показывает, что объем перевозок необходимо увеличить. Увеличение и уменьшение объемов перевозок в вершинах цикла производится на одинаковую величину, которая выбирается равной наименьшему из объемов перевозок в тех клетках, где в вершине цикла стоит знак "-".

В рассматриваемом примере таким объемом перевозок является груз, равный 5 единицам груза. Обозначим эту величину за  $Q=5$ . Это число стоит в трех вершинах со знаком "-". Чтобы не получить вырожденный план, свободной клеткой делают любую из них, в других клетках записывают груз, равный нулю. На эту величину изменим объемы перевозок в вершинах цикла и запишем полученный новый план перевозок в новую таблицу. Объемы перевозок в тех клетках, которые не входят в цикл, записываются без изменения.

Хранилище	Потребители				Запасы	
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>		
A <sub>1</sub>	10 0	0 <b>15</b>	20	11	15	U <sub>1</sub> =0
A <sub>2</sub>	12 +	7 <b>0</b>	9 <b>15</b>	20 <b>10</b>	25	U <sub>2</sub> =7
A <sub>3</sub>	0 5	14	16	18	5	U <sub>3</sub> =-10
Потребности	5	15	15	10		
	V <sub>1</sub> =10	V <sub>2</sub> =0	V <sub>3</sub> =2	V <sub>4</sub> =13		

Численные значения потенциалов из старой таблицы в новую не переносятся, а будут вычисляться вновь, так как состав заполненных клеток изменился.

Проверим допустимость последнего плана перевозок. Суммирование объемов перевозок по строкам и столбцам показывает, что все ограничения транспортной задачи выполняются. Следовательно, план перевозок является допустимым.

Вычислим значения общей стоимости перевозок (функции цели задачи) по этому плану.

$$f(x) = 10 \cdot 0 + 0 \cdot 15 + 7 \cdot 0 + 9 \cdot 15 + 20 \cdot 10 + 0 \cdot 5 = 335 \text{ д.е.}$$

Полученная стоимость отличается от стоимости, соответствующей начальному решению на  $410-335=75$  д.е.

Является ли полученный план оптимальным?

Для того, чтобы ответить на данный вопрос необходимо вновь повторить описанную выше процедуру вычисления потенциалов и проверки выполнения условий оптимальности. Однако, прежде чем приступить к выполнению этой процедуры следует подсчитать количество заполненных клеток в таблице, которое должно быть равно величине  $m+n-1$ , т.е. для рассматриваемого примера должно быть равно 6.

Найдем для нового плана потенциалы.

Из первого условия теоремы находим

для клеток (1.1)  $U_1+V_1=10$

для клетки (1.2)  $U_1+V_2=0$

для клетки (2.2)  $U_2+V_2=7$

для клетки (2.3)  $U_2+V_3=9$

для клетки (2.4)  $U_2+V_4=20$

для клетки (3.1)  $U_3+V_1=0$

Пусть  $I_1=0$ , тогда  $V_1=10$ ,  $V_2=0$ ,  $I_2=7$ ,  $V_3=2$ ,  $V_4=13$ ,  $I_3=-10$

Проверим второе условие для свободных клеток.

$$L_{13}=U_1+V_3-C_{13}=0+2-20=-18<0$$

$$L_{14}=U_1+V_4-C_{14}=0+13-11=2>0$$

$$L_{21}=U_2+V_1-C_{21}=7+10-12=5>0$$

$$L_{32}=U_3+V_2-C_{32}=-10+0-14=-24<0$$

$$L_{33}=U_3+V_3-C_{33}=-10+2-16=-24<0$$

$$L_{34}=U_3+V_4-C_{34}=-10+13-18=-15<0$$

Для клеток (1,4) и (2,1) второе условие не выполняется, наиболее нарушено оно в клетке (2,1).

Число  $Q=\min(0,0)=0$

Произведем сдвиг по циклу на число  $Q=0$ .

Хранилище	Потребители				Запасы		
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>			
A <sub>1</sub>	10	0	20	+	11	15	$U_1=0$
		<b>15</b>					
A <sub>2</sub>	12	+ 7	9	20	25		$U_2=7$
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>15</b>			
A <sub>3</sub>	0	14	16	18	5		$U_3=5$
	<b>5</b>						
Потребности	5	15	15	10			
	V <sub>1</sub> =5	V <sub>2</sub> =0	V <sub>3</sub> =2	V <sub>4</sub> =13			

Значение функции цели для этого плана

$$f(x)=9 \cdot 15 + 10 \cdot 20 = 335 \text{ руб.}$$

Найдем потенциалы для плана, полученного в последней таблице.

Для занятых клеток

$$(1,2) \quad U_1 + V_2 = 0$$

$$(2,1) \quad U_2 + V_1 = 12$$

$$(2,2) \quad U_2 + V_2 = 7$$

$$(2,3) \quad U_2 + V_3 = 9$$

$$(2,4) \quad U_2 + V_4 = 20$$

$$(3,1) \quad U_3 + V_1 = 0$$

Так как  $U_1=0$ , то  $V_2=0$ ,  $U_2=7$ ,  $V_1=5$ ,  $V_3=2$ ,  $V_4=13$ ,  $U_3=-5$ .

Проверим условие для свободных клеток.

$$L_{11}=U_1+V_1-C_{13}=0+5-10=-5<0$$

$$L_{13}=U_1+V_3-C_{13}=0+2-20=-18<0$$

$$L_{14}=U_1+V_4-C_{14}=0+13-11=2>0$$

$$L_{32}=U_3+V_2-C_{32}=5+0-14=-9<0$$

$$L_{33}=U_3+V_3-C_{33}=-5+2-16=-19<0$$

$$L_{34}=U_3+V_4-C_{34}=-5+13-18=-10<0$$

Условие нарушено в клетке (1,1)

Построим для нее цикл.

$$Q=\min(15,10)=10$$

Запишем новый план в таблицу.

Хранилище	Потребители				Запасы	
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>		
A <sub>1</sub>	10	0	20	11	15	U <sub>1</sub> =0
A <sub>2</sub>	12	7	9	20	25	U <sub>2</sub> =7
A <sub>3</sub>	0	14	16	18	5	U <sub>3</sub> =5
Потребности	5	15	15	10		
	V <sub>1</sub> =5	V <sub>2</sub> =0	V <sub>3</sub> =2	V <sub>4</sub> =11		

Значение функции цели для этого плана

$$f(x)=0 \cdot 5 + 11 \cdot 10 + 12 \cdot 0 + 7 \cdot 10 + 9 \cdot 15 + 0 \cdot 5 = 315 \text{ д.е.}$$

Найдем потенциалы.

Для заданных клеток

$$(1,2) \quad U_1 + V_2 = 0$$

$$(1,4) \quad U_1 + V_4 = 11$$

$$(2,1) \quad U_2 + V_1 = 12$$

$$(2,2) \quad U_2 + V_2 = 7$$

$$(2,3) \quad U_2 + V_3 = 9$$

$$(3,1) \quad U_3 + V_1 = 0$$

Пусть  $I_1=0$ , тогда  $V_1=0$ ,  $I_2=7$ ,  $V_1=5$ ,  $V_3=2$ ,  $V_4=11$ ,  $I_3=-5$ .

Для свободных клеток

$$L_{11}=U_1+V_1-C_{11}=0+5-10=-5<0$$

$$L_{13}=U_1+V_3-C_{13}=0+2-20=-18<0$$

$$L_{24}=U_2+V_4-C_{24}=7+11-20=-2<0$$

$$L_{32}=U_3+V_2-C_{32}=-5+0-14=-19<0$$

$$L_{33}=U_3+V_3-C_{33}=-5+2-16=-19<0$$

$$L_{34}=U_3+V_4-C_{34}=-5+13-18=-10<0$$

Условие выполнено для всех клеток, следовательно, получен оптимальный план.

$$X_{12}=5, X_{14}=10, X_{22}=10, X_{23}=15, X_{31}=5$$

$$\min f(x)=315 \text{ руб.}$$

Это означает, что из первого хранилища нужно вывести второму и четвертому потребителю соответственно 5 и 10 т., из второго хранилища второму и третьему потребителям надо перевезти соответственно 10 и 15 т., из третьего хранилища первому потребителю надо перевезти 5 т.топлива.

### **Решить методом потенциалов следующие задачи.**

**Задача 1.** С 5 полей совхоза поступает зерно на 3 зерноочистительные пункта. Количество зерна (в т.), поступаемого с полей, и пропускная способность зерноочистительных пунктов во время уборочного сезона известны и приведены в таблице. Также известны затраты (в д.е.) на перевозку 1 т/км. Составить план перевозки зерна на очистительные пункты так, чтобы сумма затрат на перевозку была минимальной.

Поле	Пункты			Ресурсы
	1	2	3	
1	3	5	2	100
2	4	7	8	150
3	6	3	2	130
4	8	9	3	200
5	4	2	8	180
Потребности	140	170	230	

**Задача 2.** На 3 складах республиканского объединения имеются минеральные удобрения, которые необходимо перевезти в 4 района республики. Наличие удобрений на складах (в т.), потребность районов и себестоимость перевозки 1 т/км (в д.е.) приведены в таблице. Составить план перевозки удобрений так, чтобы сумма затрат на перевозку была минимальной.

Склад	Район				Ресурсы
	1	2	3	4	
1	13	12	15	16	1500
2	17	15	14	13	1000
3	15	14	13	16	2000
	800	1200	1400	1100	

**Задача 3.** Составить план перевозки картофеля на 3 совхозов 4 магазинам так, чтобы сумма расстояний на перевозку была минимальной. Наличие картофеля (в д.е.), потребность магазинов и расстояние от совхоза до магазина (в км.) приведены в таблице.

Совхоз	Магазин				Запасы
	1	2	3	4	
1	8	6	9	2	280
2	4	5	4	5	520
3	3	4	6	4	400
	300	250	340	210	

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задача. Определить план перевозок с минимальной суммарной стоимостью транспортировки грузов при максимально возможном удовлетворении потребностей. Информация для решения этих задач приведены в таблице. Она включает в себя m пунктов отправления (поставщиков), в каждом из которых имеется  $a_1, a_2, \dots, a_m$  единиц однородного груза (ресурсы) и пунктов назначения груза (потребителей), в каждом из которых требуется  $b_1, b_2, \dots, b_n$  единиц однородного груза (потребности).

В левом верхнем углу таблицы указана стоимость перевозки единицы груза  $c_{ij}$  из i-го пункта отправления в j-й пункт назначения.

Поставщики	Потребители							Ресурсы
	а	б	в	г	д	е	ж	
А	4	3	5	6	2	1	8	100
Б	2	1	8	3	7	6	4	150
В	7	3	9	10	8	4	7	50
Г	3	4	1	5	10	9	6	20
Д	6	7	2	3	4	8	5	50
Е	5	9	4	6	7	2	3	180
Потребности	50	100	70	80	50	120	150	

Варианты задач.

Варианты	Поставщики	Потребители	Решить на
1	А, Б, В, Г	а, б, в, г	min
2	Б, В, Г, Д	а, б, в, д	min
3	Б, В, Д, Е	б, в, г, е	min
4	В, Г, Д, Е	а, б, в, г	min
5	А, В, Г, Д	а, б, в, г	min
6	А, Б, Г, Д	а, б, в, д	min
7	В, Г, Д, Е	б, в, г, е	min
8	Б, В, Д, Е	а, в, г, д	min
9	В, Г, Д, Е	а, в, г, д	min
10	Б, В, Г, Д	а, б, в, д	min
11	В, Г, Д, Е	б, г, е, ж	min

12	А, Б, В, Г	б, г, е, ж	min
13	А, Б, В, Г	а, б, д, ж	min
14	В, Г, Д, Е	а, б, д, ж	min
15	В, Г, Д, Е	Б, в, г, ж	min
16	А, Б, Д, Е	а, б, е, ж	min
17	А, Б, Г, Е	б, в, г, д	min
18	В, В, Г, Е	б, в, г, ж	min
19	А, Б, В, Г	а, г, д, е	min
20	А, Б, В, Д	а, г, д, е	min
21	А, Б, В, Е	в, г, ж	min
22	А, Б, В, Г	а, б, ж	min
23	А, Б, В, Д	а, б, ж	min
24	А, Б, В, Е	б, в, г, д	min
25	А, Б, Г, Е	а, г, д, е	min
26	А, В, Г, Е	а, г, д, е	min
27	А, Г, Д, Е	б, в, г, ж	min
28	А, Г, Д, Е	а, в, г, ж	min
29	А, Б, Г, Е	а, б, д, ж	min
30	А, В, Г, Е	а, б, е, ж	min
31	А, Б, Г, Е	б, в, г, д	min
32	В, Г, Д, Е	а, в, г, д	min
33	В, Г, Д, Е	а, в, г, д	min
34	В, Г, Д, Е	а, г, е, д	min
35	В, Г, Д, Е	а, г, д, е	min
36	В, Г, Д, Е	а, в, г, ж	min
37	В, Г, Д, Е	а, б, д, ж	min
38	В, Г, Д, Е	а, б, д, ж	min
39	А, Б, Д, Е	а, г, д, е	min
40	А, Б, Д	а, г, д, е	min
41	А, Б, Д	в, г, ж	min
42	А, Б, Д	в, г, ж	max
43	А, Б, Д	а, б, ж	min
44	А, Д, Б	б, в, г, д	max
45	Б, В, Г	б, в, д	min
46	Б, В, Г	а, д, е	min
47	А, Б, Г	б, д, е	max
48	А, Б, Г	а, б, д, е	min

## **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Верниковская О.В. Логистика / Верниковская О.В., Ерчак О.В., Кузнецова Т.В. - Минск :РИПО, 2016. - 267 с.: ISBN 978-985-503-602-0 - Текст : электронный. - URL:  
<https://new.znanium.com/catalog/document?id=303772>  
<https://new.znanium.com/catalog/product/414947>
2. Гаджинский А.М., - 21-е изд. Логистика / Гаджинский А.М/ - Москва :Дашков и К, 2017. - 420 с.: ISBN 978-5-394-02059-9 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/414962>
3. Егоров Ю.Н. Логистика: Учебное пособие / Егоров Ю.Н. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 256 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010967-1 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/551359>
4. Тебекин А.В. Логистика / Тебекин А.В. - Москва :Дашков и К, 2018. - 356 с.: ISBN 978-5-394-00571-8 - Текст : электронный. - URL: Альбеков А.У. Логистика : учебник / А.У. Альбеков, Т.В. Пархоменко, Г.А. Лопаткин [и др.] ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.У. Альбекова. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2016. — 403 с. — (Высшее образование). — www.dx.doi.org/10.12737/21010. - Текст : электронный. - URL:  
<https://new.znanium.com/catalog/product/548632>