

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА "АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ"

А. В. Вельможин, А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова

ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

*Методические указания по изучению курса и
выполнению контрольных работ*

Волгоград
2011

УДК 656.13.07(075)

Рецензент

канд. техн. наук, доцент В. В. Котов

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Грузовые перевозки: Методические указания по изучению курса и выполнению контрольных работ / сост. А. В. Вельможин, А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011. – 24 с.

В данной работе изложена программа курса «Грузовые перевозки», даны краткие методические указания по его изучению, задания и указания по выполнению контрольных работ.

Предназначены для студентов 5 курса заочного обучения специальности 190701 – «Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте».

Ил. 2. Табл. 15. Библиогр.: 5 назв.

©Волгоградский государственный
технический университет, 2011

Учебное издание

Александр Васильевич Вельможин
Алексей Викторович Куликов
Светлана Юрьевна Фирсова

ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

Методические указания по изучению курса и
выполнению контрольных работ

Темплан 2011 г. (учебно-методическая литература). Поз. № .
Подписано в печать . Формат 60x84 . Бумага офсетная.
Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. .
Тираж 10 экз. Заказ .

Волгоградский государственный технический университет.
400131 Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.

Отпечатано в типографии ИУНЛ ВолгГТУ
400131, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 7.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Для студентов специальности 190701 – «Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте» курс «Грузовые перевозки» является одним из профилирующих курсов. Цель данного курса – дать студентам знания, позволяющие в практической работе грамотно решать вопросы, связанные с организацией перевозок грузов, с повышением эффективности автомобильных перевозок. Повышение эффективности работы любого производства, в том числе и транспорта, связано с техническим усовершенствованием, внедрением прогрессивной технологии и совершенствованием организации. Курс «Грузовые перевозки» состоит из следующих разделов:

- технология грузовых перевозок;
- организация перевозок грузов;
- управление перевозками грузов.

Курс базируется на знании следующих дисциплин: основы теории транспортных процессов и систем, экономика автомобильного транспорта, высшая математика, автомобили и специализированный подвижной состав, автомобильные дороги, единая транспортная система, комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ, вычислительная техника и программирование.

Изучение курса складывается из следующих форм занятий:

- самостоятельная проработка учебного материала, предусмотренного программой, путем изучения рекомендуемой литературы;
- подготовки ответов на вопросы для самопроверки;
- выполнения контрольных работ;
- выполнения лабораторных работ;
- выполнение курсового проекта;
- лекций и консультаций по основным, наиболее сложным для изучения, темам курса.

Изучение курса проводится по темам, для каждого из которых ниже даются методические указания. Каждая тема курса должна завершаться ответами на вопросы для самопроверки и выполнением контрольных работ. Ответы на вопросы рекомендуется конспектировать.

Не рекомендуется переходить к изучению последующих тем до полного усвоения материала изучаемой темы. В результате изучения курса «Грузовые перевозки» студент должен получить знания, необходимые для научного подхода к решению транспортной проблемы, связанной с организацией перевозок.

Во время сессии студенты выполняют на кафедре предусмотренные программой лабораторные работы и сдают по ним зачеты, проводят транспортную игру. Учебным планом курса «Грузовые перевозки» предусмотрена сдача экзамена и выполнение курсового проекта.

При изучении материала курса и при работе над курсовым проектом у студента могут возникнуть различные вопросы, по которым он может получить на кафедре личную или письменную консультацию. Очные консультации проводятся по расписанию.

Помимо рекомендуемой литературы, студент должен регулярно знакомиться с периодическими изданиями: журналом «Автомобильный транспорт», выпусками экспресс информации по грузовым перевозкам автомобильным транспортом, а также знакомиться с ГОСТами. Наиболее важными нормативно-техническими документами, связанными с организацией перевозок грузов, являются следующие ГОСТы:

- 14192-77. Маркировка грузов. Термины и определения;
- 19433-88. Грузы опасные. Классификация. Маркировка;
- 19848-74. Транспортирование грузов в ящичных и стоечных поддонах. Общие требования;
- 21140-75. Тара. Система размеров;
- 21929-76. Транспортирование грузов пакетами. Общие требования;
- 23238-78. Грузы длинномерные. Транспортные пакеты. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования;
- 26663-85. Пакеты транспортные. Формирование на плоских поддонах. Общие технические требования.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев Л. Л., Островский Н. Б., Цукерберг С. М. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1985. – 320 с.
2. Грузовые автомобильные перевозки: учебник. Доп. УМО по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 560 с.
3. Вельможин, А.В. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие. по курсовому проектированию / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, А.В. Куликов; ВолгГТУ. - Волгоград: РПК "Политехник", 2005. - 80 с.
4. Вельможин А. В., Сериков А. А. Теория автомобильных перевозок, - Волгоград.: Издатель. – 2009. – 160 с.
5. Кожин А. П., Мезенцев В. Н. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками. – М.: Транспорт, 1994. – 304 с.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСА «ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ»

2.1. Особенности рынка транспортных услуг.

Цель и задачи дисциплины

Самая сложная проблема в обществе, владеющем средствами производства, найти такие решения, которые делают человека реальным хозяином.

Имеется в виду, что рабочий больше заинтересован в результатах труда, когда он трудится сам для себя. Один из основоположников утопического социализма Томас Мор писал, что всякий, кто скажет вслед за Платоном, что у друзей должно быть все общее, обязан ответить: «... как получить всего вдоволь, если каждый станет увертываться от труда? Ведь у него нет расчета на собственную выгоду, а уверенность в чужом усердии сделает его ленивым».

Одно из направлений лечения «больной» экономики – это рынок. Однако рынок транспортных услуг – есть особый рынок. Особенность транспортного рынка – это то, что это не свободный рынок. Это рынок, который регулируется государством; на транспортном автомобильном рынке отсутствует конкуренция. Исходя из этого, тезис – транспорт тем лучше работает, чем больше приносит прибыли – ошибочен.

Цель курса «Грузовые перевозки» является формирование у студентов системы научных и профессиональных знаний и навыков в области рациональной организации перевозочного процесса и управления им при перевозке различных видов грузов в новых условиях работы транспортного комплекса страны.

В результате изучения дисциплины «Грузовые перевозки», студент должен знать:

- методы проектирования технологических процессов перевозки грузов;
- особенности организации перевозок различных грузов и транспортно-экспедиционного обслуживания грузовладельцев;
- методы оптимизации функционирования и управления транспортными системами;
- передовые методы организации и управления перевозками в России и за рубежом;
- иметь навыки самостоятельной работы с периодической и справочной литературой по вопросам организации и управления перевозками грузов.

На основе полученных знаний студент должен уметь:

- решать задачи по определению сфер целесообразного использования автомобилей и автопоездов в зависимости от конкретных условий перевозок, вида и свойств грузов;
- разрабатывать технологические проекты перевозки грузов;

проводить расчеты и анализ эксплуатационных показателей с применением экономико-математических методов и ЭВМ для повышения качества транспортного обслуживания грузовладельцев, эффективности использования подвижного состава и снижения народнохозяйственных издержек на перевозки грузов.

Вопросы для самопроверки.

1. Роль и место различных видов транспорта в единой транспортной системе.
2. Характеристика первого периода развития автомобильного транспорта в России.
3. Характеристика второго периода развития автомобильного транспорта в России.
4. Результаты экономических реформ на автомобильном транспорте России
5. Грузовые перевозки – как конечная технологическая операция.
6. Виды тарифов на грузовые перевозки. Проблемы построения тарифов.
7. Транспортная стратегия РФ до 2030 года.
8. Особенности транспортной отрасли материального производства.
9. Особенности транспортного рынка.
10. Проблемы развития грузовых автомобильных перевозок.
11. Цель и задачи курса «Грузовые перевозки».

2.2. Технология грузовых перевозок

2.2.1. Основные понятия о технологии грузовых перевозок

Повышение эффективности грузовых автомобильных перевозок связано с внедрением прогрессивной технологии и совершенствованием организации перевозок грузов. Задача технологии – сократить трудоемкость перевозки груза за счет сокращения числа выполняемых операций и этапов процесса перевозки. Технологию любого перевозочного процесса характеризуют три признака: расчленение процесса, координация и этапность, однозначность действий.

При изучении этой темы студент должен уяснить преимущества и недостатки контейнерных перевозок, перевозок грузов укрупненными местами (пакетные перевозки), комбинированных перевозок, перевозок грузов автомобилями-самосвалами и самопогрузчиками. Изучая этот раздел, студент должен четко представлять типовые технологические схемы перевозок грузов с участием автомобильного транспорта в следующих сообщениях: в прямом автомобильном, в смешанном автомобильном, в смешанном автомобильно-железнодорожном, в смешанном автомобильно-водном, в смешанном автомобильно-воздушном.

Вопросы для самопроверки.

12. Виды грузовых перевозок и их классификация.
13. Прямые и смешанные грузовые перевозки.
14. Основные принципы технологии перевозочного процесса.
15. Типовые технологические схемы перевозок грузов с участием автотранспорта.
16. Сущность контейнерных перевозок. Классификация контейнеров.
17. Схемы движения подвижного состава при перевозке грузов в контейнерах.
18. Обязанности сторон при перевозке грузов в контейнерах.
19. Эффективность контейнерных перевозок.
20. Пакетные перевозки. Проблемы стандартизации поддонов.
21. Роудрейлерные перевозки.
22. Комбинированные перевозки.
23. Перевозки грузов с применением самосвалов и самопогрузчиков.

2.2.2. Методы расчета технологического процесса грузовых перевозок

Проблема повышения эффективности перевозок грузов связана с широким применением методов классической и современной математики для решения прикладных задач. По своему характеру все решаемые на транспорте задачи можно разделить на три класса: разработка технологических процессов перевозки грузов; оперативное планирование и управление перевозками; учет и статистика. Разработка технологических процессов перевозки грузов связана со следующими методами: определения кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети, составления рациональных маршрутов при перевозке массовых грузов, определения развозочно-сборочных маршрутов, с рациональным использованием различных моделей автомобилей на перевозках различных грузов и т. д.

В результате изучения материала темы необходимо получить знания о экономико-математических методах, применяемых для решения транспортных задач, алгоритмах и программах их машинной реализации.

Вопросы для самопроверки.

24. Графоаналитический метод.
25. Критерии оптимальности при решении транспортных задач.
26. Метод потенциалов. Проверка на оптимальность.
27. Требования, предъявляемые к базисному плану.
28. Способы составления базисного плана (способ северо-западного угла, способ аппроксимации Фогеля, способ стрелок, способ двойного предпочтения).

29. Методы оптимизации транспортной задачи (метод потенциалов, метод Хичкока, метод Креко).
30. Открытые модели.
31. Признаки наличия альтернативных решений в различных способах метода потенциалов.
32. Особенности учета дополнительных условий при решении транспортных задач.
33. Методы решения задач маршрутизации мелкопартионных перевозок.
34. Решение транспортных задач в сетевой форме.
35. Симплексный метод. Вычислительная процедура.
36. Анализ модели на чувствительность.
37. Двойственность задач линейного программирования.
38. Применение теории массового обслуживания при разработке технологии грузовых перевозок.

2.3. Организация автомобильных перевозок

Совершенствование организации перевозок грузов направлено на более тщательное координирование между собой работы различных звеньев транспортной организации: возложение на определенных работников ответственности за конкретную работу; воздействие на людей с целью выполнения ими желаемых действий; создание условий, способствующих эффективному распространению идей и информации по желаемым направлениям; предупреждение диспропорций в работе; создание условий, направленных на достижение групповых целей и др. При изучении этой темы студент должен уяснить разницу между организацией и технологией, виды подготовки производства, производственные структуры автотранспортного предприятия, преимущества и недостатки специализации и централизации производства и др. Необходимо обратить внимание на передовые методы перевозок (централизованные перевозки, комплексные бригады, бригадный подряд и др.), а также на особенности перевозок грузов в основных сферах материального производства.

Вопросы для самопроверки.

39. Синергетика. Общие понятия.
40. Проблемы синергетического подхода к организации грузовых перевозок.
41. Что такое организация?
42. Принципиальная схема организации перевозки груза.
43. Основные функции перевозочного процесса.
44. Организационная структура АТП.
45. Виды подготовки производства.
46. Основные функции организации производства.

47. Методы организации выпуска автомобилей на линию.
48. Функции службы организации перевозок.
49. Методы организации движения автомобилей и автомобильных поездов на междугородных и международных маршрутах.
50. Методы работы водителей, осуществляющих междугородные и международные перевозки.
51. Организация движения тягачей с полуприцепами и прицепами.
52. Организация движения подвижного состава при междугородных партионных перевозках.
53. Преимущества и недостатки централизованных перевозок.
54. Назначение и функции транспортно-экспедиционного обслуживания.
55. Перспективы расширения транспортно-экспедиционного обслуживания.
56. Функции службы эксплуатации при централизованной и децентрализованной ее организации
57. Классификация грузов добывающей сферы материального производства.
58. Особенности работы подвижного состава автомобильного транспорта на открытых разработках.
59. Классификация строительных грузов.
60. Особенности организации перевозок строительных грузов.
61. Особенности перевозок железобетонных изделий.
62. Особенности организации перевозок раствора и бетона.
63. Особенности организации перевозок длинномерных грузов.
64. Классификация сельскохозяйственных грузов.
65. Особенности организации перевозок сельскохозяйственных грузов.
66. Организация перевозки и внесения органических и минеральных удобрений.
67. Особенности организации перевозки зерна.
68. Назначение и характеристика компенсаторов.
69. Организация учета перевозок зерна от комбайна на ток.
70. Управление транспортными колоннами.
71. Бригадная форма организации труда водителей.
72. Передовые методы организации перевозок. Комплексно-механизированные бригады, бригадный подряд и др.
73. Организация смешанных автомобильно-дорожных перевозок за рубежом.
74. Особенности организации перевозок опасных грузов.
75. Интермодальные перевозки.
76. Логистические системы. Логистика - технология будущего.

2.4. Управление автомобильными перевозками грузов

При изучении этой темы студент должен уяснить разницу между понятиями организация и управление. Знать функции управления, стадии процесса управления, системы контроля и регулирования движения подвижного состава, математические методы, применяемые при управлении перевозками и др.

Вопросы для самопроверки.

77. Что такое управление?
78. Современное состояние управления автомобильными перевозками.
79. Функции управления.
80. Стадии процесса управления.
81. Основные правила построения структуры управления.
82. Системы контроля и регулирования движения подвижного состава.
83. Основные качества руководителя коллектива.
84. Стимулы и наказания.
85. Характеристика неавтоматизированных систем контроля и регулирования движения подвижного состава.
86. Характеристика автоматизированных систем контроля и регулирования движения подвижного состава.
87. Характеристика автоматических систем контроля и регулирования движения подвижного состава.
88. Характеристика мотиваций.
89. Назначение и краткое содержание транспортной игры.
90. Содержание моделирования работы погрузочного пункта.
91. Сущность диспетчерского управления перевозочным процессом.
92. Назначение и устройство диспетчерского табло.
93. Основные понятия при построении сетевых моделей (работа, событие, путь).
94. Правила построения сетевых графиков.
95. Классификация ситуационных игр и их использование для решения производственных задач.
96. Оценка эффективности грузовых перевозок.

3. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

3.1. Цель контрольных работ

Цель контрольных работ – рассмотреть наиболее характерные задачи по основным разделам курса, которые могут способствовать более глубокому усвоению теоретического материала и выработке у студента практи-

ческих навыков решения вопросов, связанных с организацией перевозок грузов; дать возможность студентам самостоятельно работать с учебниками и справочниками, методика решения отдельных задач не приводится.

3.2. Общие указания к выполнению контрольных работ

Задание состоит из 4 контрольных работ, каждая из которых включает решение одной-двух задач. Каждая задача дана в десяти вариантах, содержание которых указано в соответствующих таблицах.

Решение задач выполнять только по одному варианту, номер которого совпадает с последней цифрой зачетной книжки студента.

Каждую контрольную работу необходимо выполнять в следующей последовательности:

изучить соответствующие разделы курса, указанные к выполнению каждой контрольной работы;

выписать из таблиц содержание нужного варианта решаемых задач с указанием его номера;

выполнить решение задач в соответствии с методическими указаниями;

кратко описать ход решения задачи.

3.3. Оформление контрольных работ

Текст контрольных работ должен быть написан чернилами или пастой, либо набран машинописным способом с помощью ЭВМ на листах формата А4. Текст записки оформляется с одной стороны листа. Высота букв основного текста не менее 3 мм. В случае оформления с использованием ЭВМ, текст печатается через 1,5 интервала черным цветом, формулы и обозначения должны быть выполнены с помощью редактора формул.

Графические построения выполнять карандашом на миллиметровке формата А4 (297×210), либо используя векторную графику или графопостроители в программах на ЭВМ.

Записка должна содержать отдельные разделы (контрольные работы) и подразделы (задачи), которые нумеруются арабскими цифрами. Каждый раздел (контрольную работу) начинают с нового листа, например «Контрольная работа 2».

Работы оформить титульным листом.

Работы должны быть сброшюрованы (сшиты) и высланы в институт для проверки не позднее 1 декабря.

3.4. Содержание контрольных работ и указания по их выполнению

3.4.1. Контрольная работа № 1

Задача. Определить потребное число поддонов для перевозки грузов пакетами, упакованными в потребительскую тару двух размеров А и В. Количество тары, загружаемой на поддон различными способами, приведено в табл. 3.1. Количество грузов в таре типа А и В приведено в табл. 3.2.

Таблица 3.1

Способы размещения тары на поддоне

Тип тары	Способы размещения тары на поддоне				
	1	2	3	4	5
А	9	5	4	2	0
В	0	3	5	6	9

Таблица 3.2

Количество грузов в таре типа А и В

Тип тары	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А	360	220	600	220	880	100	150	640	200	180
В	120	440	300	660	220	200	450	320	300	90

Методические указания по выполнению контрольной работы № 1

Задачи определения потребного числа поддонов решаются графо-аналитическим методом. Решение подобных задач приведено в [2] – с. 434-435.

3.4.2. Контрольная работа № 2

Задача № 1. Максимизировать $-4x_1 + 8x_2$.

При наличии ограничений:
$$\begin{cases} -1x_1 + 2x_2 \leq 3; \\ -1x_1 - 1x_2 \leq -2; \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Задача № 2. Максимизировать $3x_1 + 3x_2$.

При наличии ограничений:
$$\begin{cases} 1x_1 - 1x_2 \leq -1; \\ -1x_1 + 1x_2 \leq -1; \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Задача № 3. От одного поставщика груз перевозится автомобилями КамАЗ-53212 двум потребителям B_1 и B_2 . При перевозке груза потребителю B_1 на одну езду затрачивается T_1 , а потребителю – B_2 – T_2 . Продолжительность работы автомобиля на линии – 8 ч. Необходимо составить математическую модель и определить число ездов (значения X_1 и X_2), чтобы максимально использовать рабочее время водителя.

Таблица 3.3

Значения продолжительности выполнения ездов с грузом

Продолжительность выполнения ездки, ч	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
T_1	1,65	1,67	1,69	1,71	1,73	1,75	1,77	1,79	1,81	1,83
T_2	1,27	1,09	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25

Методические указания по выполнению контрольной работы № 2

При решении задач необходимо изобразить каждую модель графически в пространстве решений; определить экстремальную точку, соответствующую оптимальному решению (или множество таких точек); вычислить оптимальные значения X_1 и X_2 , а также соответствующие значения целевой функции.

3.4.3. Контрольная работа № 3

Задача № 1. По схеме транспортной сети, приведенной на рис. 3.1, и длине дуг, приведенных в табл. 3.4, определить кратчайшие расстояния между вершинами 1, 3, 6 и вершинами 5, 10, 12, 13.

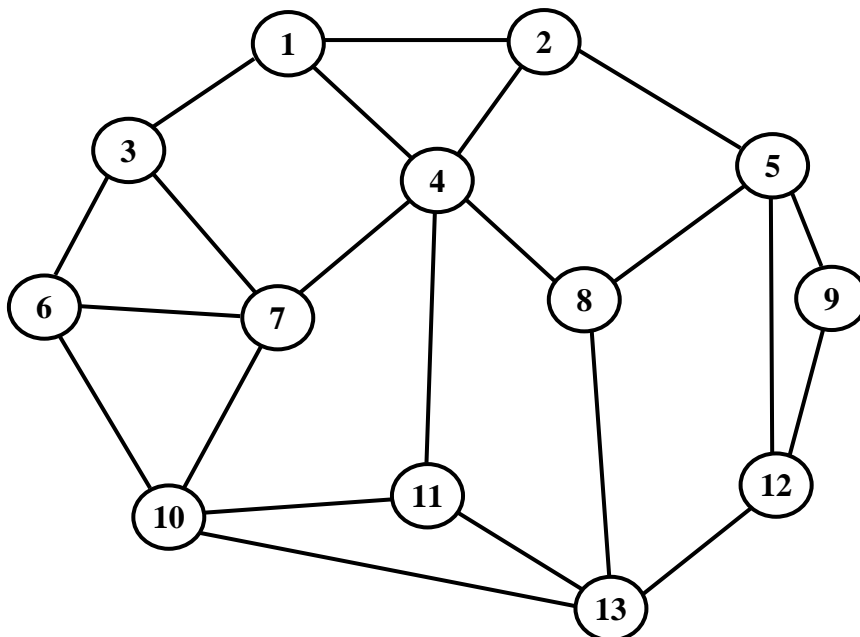


Рисунок 3.1. Схема транспортной сети

Таблица 3.4

Длина дуг транспортной сети

Наименование дуги	Длина дуги, км									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1–2	8	1	4	7	2	5	1	2	5	4
1–3	5	4	6	6	2	6	6	3	3	3
1–4	6	3	3	5	2	7	5	4	6	2
2–4	7	2	5	4	3	8	4	1	4	1
2–5	8	1	4	1	4	5	3	2	5	2
3–6	8	4	6	2	5	6	2	3	3	3
3–7	5	3	3	4	3	7	5	4	6	4
4–7	6	2	5	3	4	8	4	1	4	5
4–8	7	1	4	2	5	5	3	2	5	6
4–10	8	4	6	4	6	6	2	3	3	7
5–8	5	3	3	5	7	7	1	4	6	6
5–9	6	2	5	6	1	8	7	1	4	5
5–11	7	1	4	7	2	5	6	2	5	4
6–7	8	4	6	6	3	6	5	3	3	2
6–12	5	3	3	5	4	7	4	4	6	3
7–12	6	2	5	4	5	8	3	1	4	4
8–13	7	1	4	3	2	5	5	2	5	2
9–11	8	4	6	2	3	6	4	3	3	1
10–12	5	3	3	1	4	7	3	4	6	4
10–13	6	2	5	2	5	8	2	1	4	5
11–13	7	1	4	3	6	5	2	2	5	6
12–13	8	4	6	4	1	6	2	3	3	7

Задача № 2. Четырем строительным объектам, расположенным в вершинах 5, 10, 12 и 13 транспортной сети (см. рис.), требуется кирпич. Потребность в кирпиче строительных объектов приведена в табл. 3.5. Кирпич находится на складах, расположенных в вершинах транспортной сети 1, 3, 6. Количество кирпича на складах приведено в табл. 3.6. Как организовать перевозку кирпича на строительные объекты, чтобы суммарная транспортная работа была минимальной? Расстояние между строительными объектами и складами кирпича определены в задаче № 1.

Таблица 3.5

Потребность строительных объектов в кирпиче

Расположение объекта	Потребность в кирпиче, тыс. шт.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	95	60	170	75	80	185	100	190	150	155
10	65	95	90	185	175	70	180	60	100	110
12	160	210	220	230	240	190	180	170	200	195
13	80	175	120	60	85	55	90	150	150	100

Таблица 3.6

Наличие кирпича на складе

Расположение объекта	Потребность в кирпиче, тыс. шт.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	100	150	200	200	230	200	150	270	250	200
3	100	250	150	150	200	200	250	150	200	160
6	200	140	150	200	150	100	150	150	150	200

Методические указания по выполнению контрольной работы № 3

Приведенные задачи относятся к классу экстремальных задач, решение которых находится с помощью методов линейного программирования.

Расчет кратчайших расстояний производится от каждой из указанных вершин до остальных вершин модели транспортной сети любым из известных студенту математических методов расчета кратчайших расстояний (приведенных, например, в [2, 3, 5]). Результаты расчета записываются в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Кратчайшие расстояния между вершинами транспортной сети

От вершины	До вершины			
	5	10	12	13
1				
3				
6				

Для определения рациональных вариантов грузопотоков необходимо представить исходные данные для решения задачи в матричной форме; привести математическую запись задачи расчета грузопотоков; привести промежуточные и конечные результаты расчетов.

Пример. Из трех грузообразующих пунктов A_1, A_2, A_3 необходимо перевезти однородный груз четырем потребителям B_1, B_2, B_3, B_4 . Количество груза в пункте $A_1 = 300$ т, в пункте $A_2 = 500$ т, $A_3 = 800$ т. Спрос потребителей на данный груз составляет, т: $B_1 = 200, B_2 = 350, B_3 = 650, B_4 = 400$. Расстояния между грузоотправителями и грузополучателями приведены в табл. 3.8. Необходимо так закрепить потребителей за грузоотправителями, чтобы общая транспортная работа была минимальной (показатель критерия оптимальности – расстояние).

Таблица 3.8

Расстояния между грузообразующими и грузопоглощающими пунктами

Грузообразующие пункты	Грузопоглощающие пункты (потребители)			
	B_1	B_2	B_3	B_4
	Расстояние, км			
A_1	11	7	9	5
A_2	5	13	7	8
A_3	3	12	5	5

Для решения задачи обозначим через x_{ij} количество тонн груза, которое должно быть перевезено от i -го поставщика j -му потребителю. Тогда ограничения задачи выразятся системой уравнений (3.1), а целевая функция, представляющая собой сумму произведений расстояний на соответствующий объем перевозок груза в тоннах, уравнением (3.2).

$$\begin{aligned}
 x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 300 \quad (1) \\
 x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} &= 500 \quad (2) \\
 x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} &= 800 \quad (3) \\
 x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 200 \quad (4) \\
 x_{12} + x_{22} + x_{32} &= 350 \quad (5) \\
 x_{13} + x_{23} + x_{33} &= 650 \quad (6) \\
 x_{14} + x_{24} + x_{34} &= 400 \quad (7)
 \end{aligned} \quad (3.1)$$

Минимизировать

$$\begin{aligned}
 &11x_{11} + 7x_{12} + 9x_{13} + 5x_{14} + 5x_{21} + 13x_{22} + \\
 &+ 7x_{23} + 8x_{24} + 3x_{31} + 12x_{32} + 5x_{33} + 9x_{34}.
 \end{aligned} \quad (3.2)$$

Полученная система уравнений (3.1) является линейно зависимой, так как любое ее уравнение можно представить в виде линейной комбинации остальных уравнений. Действительно, если из системы уравнений 1, 2, 3 вычесть сумму уравнений 4, 5, 6, то получим уравнение 7 и т. п. Число линейно независимых уравнений должно быть меньше на одно общего числа уравнений в системе, т. е. базис системы должен быть равен количеству уравнений в системе ограничений за вычетом единицы. Так как общее число уравнений в системе определяется суммой поставщиков и потребителей, то в базисе должно быть уравнений

$$m + n - 1, \quad (3.3)$$

где m – число поставщиков; n – число потребителей.

Для решения задачи методом потенциалов составляется базисный план, который заносится в таблицу, называемую матрицей.

К базисному плану предъявляются следующие требования: он должен быть допустимым; содержать $m + n - 1$ загруженных клеток; загруженные клетки должны быть расположены в порядке вычеркиваемой комбинации; быть возможно ближе к оптимальному, чтобы сократить число итераций при последующем решении.

Клетки таблицы, в которых отмечено количество груза, перевозимого от грузоотправителя к данному грузополучателю, называются загруженными. Остальные клетки – незагруженные.

Базисные планы составляются многими способами. В качестве примера в таблице 3.3 приведен базисный план, составленный способом

наименьшего элемента по столбцу: поочередно в столбцах матрицы отмечаются клетки с минимальным значением a_{ij} , и в них заносятся поставки. Если при записи поставок спрос по столбцу удовлетворен не полностью, ищут следующий по величине показатель a_{ij} , и так до полного удовлетворения спроса. Только после этого переходят на следующий столбец. Когда в столбце два или несколько одинаковых по величине минимальных показателей a_{ij} , то поставки могут быть размещены в любом из них.

Таблица 3.9

Базисный план, составленный способом наименьшего элемента по столбцу

Грузообразующие пункты	Грузопотребляющие пункты				Итого
	B_1	B_2	B_3	B_4	
A_1	11	7	9	5	300
A_2	5	13	7	8	500
A_3	3	12	5	9	800
Итого	200	350	650	400	1600

При базисном плане, полученном способом наименьшего элемента по столбцу (табл. 3.9), транспортная работа составит, т · км:

$$200 \cdot 3 + 300 \cdot 7 + 50 \cdot 12 + 100 \cdot 7 + 550 \cdot 5 + 400 \cdot 8 = 9950.$$

Чтобы ответить на вопрос, является ли составленный базисный план наилучшим, необходимо проверить его на оптимальность. Для этих целей разработано несколько методов. Наиболее широкое применяется метод потенциалов.

Идея метода потенциалов, как назвал его Л. В. Канторович, заключается в том, что для проверки допустимого базисного плана на оптимальность определяются особым образом числа, называемые потенциалами. Главное требование к потенциалам заключается в том, чтобы каждый показатель a_{ij} в загруженной клетке был равен сумме потенциалов своих строки и столбца

$$a_{ij} = U_i + V_j, \quad (3.4)$$

где U_i – значение потенциала строки;

V_j – значение потенциала столбца.

Совершенно безразлично, с какой строки или столбца начинать определение потенциалов. Безразлично также, каким по величине взять первый по счету потенциал, так как произвольно определяется только первый потенциал. Все остальные потенциалы жестко связаны с ним, и после того, как первый потенциал установлен, определяются единственно воз-

можным способом. Определенные потенциалы строк и столбцов должны обеспечить равенство нулю значений потенциалов загруженных клеток.

Потенциалы незагруженных (свободных) клеток определяются по формуле

$$E_{ij} = a_{ij} - (U_i + V_j), \quad (3.5)$$

где E_{ij} – потенциал свободной клетки.

При решении задач на минимум оптимальный вариант допустимого плана получается в том случае, когда во всех загруженных клетках стоят нулевые потенциалы, а потенциалы всех свободных клеток являются положительными величинами. Наличие свободных клеток с отрицательными значениями потенциалов показывает, что имеются резервы улучшения варианта решения.

При решении задач на максимум оптимальный вариант допустимого плана получается тогда, когда во всех загруженных клетках стоят нулевые потенциалы, а потенциалы всех свободных клеток являются отрицательными величинами.

Последовательность решения транспортной задачи методом потенциалов схематически показана на рис. 3.2.



Рисунок 3.2. Последовательность решения задач методом потенциалов

Проверим на оптимальность базисный план, составленный способом наименьшего элемента по столбцу. Для этого матрицу дополним столбцом и строкой (табл. 3.10)

Таблица 3.10

Грузообразующие пункты	Грузопотребляющие пункты								Итого	Потенциалы строк
	B_1		B_2		B_3		B_4			
A_1	+13	11	0	7	+9	9	+4	5	300	0
A_2	0	5	-1	13	0	7	0	8	500	7
A_3	0	3	0	12	0	5	+3	9	800	5
Итого	200		350		650		400		1600	
Потенциалы столбцов	-2		7		0		1			

Поставим в строке A_1 величину потенциала, равную нулю. Тогда, согласно формулы (3.4), потенциал столбца B_2 будет равен 7. Потенциал строки A_3 будет равен 5, а столбца B_3 – 0 и так далее (табл. 3.10). Потенциалы незагруженных клеток находим по формуле (3.5).

В результате проверки допустимого плана на оптимальность получена клетка A_2B_2 , имеющая отрицательный потенциал ($E_{22} = -1$). Это указывает на то, что план не оптимален и необходимо выполнить перераспределение закрепления поставщиков за потребителями, что выполняется следующим образом. Строится контур (контуром называется замкнутая ломанная линия, образованная прямыми отрезками, углы соединений между которыми равны 90°) так, чтобы все углы, кроме одного, располагались в загруженных клетках, а один угол в свободной, наиболее потенциальной клетке. При соблюдении этих правил для каждой свободной (незагруженной) клетки можно построить только один контур. Определяют положительные (+) и отрицательные (–) углы контура. Первый положительный угол лежит в незагруженной клетке, для которой строится контур, рядом с ним находятся отрицательные углы и т. д.

Определяется наименее загруженная клетка, занятая отрицательным углом контура. Количество груза, указанное в этой клетке, отнимается из всех клеток с отрицательными углами контура и прибавляется во все клетки, занятые положительными углами.

Ранее загруженные клетки, которые не оказались расположенными в углах контура, переносятся в матрицу нового варианта закрепления потребителей груза за поставщиками без изменения (табл. 3.11).

Таблица 3.11

Грузообразующие пункты	Грузопотребляющие пункты								Итого	Потенциалы строк
	B_1		B_2		B_3		B_4			
A_1	+12	11	0	7	+8	9	+3	5	300	0
			300							
A_2	0	5	0	13	0	7	0	8	500	6
			50		50		400			
A_3	0	3	+1	12	0	5	+3	9	800	4
	200				600					
Итого	200		350		650		400		1600	
Потенциалы столбцов	-1		7		1		2			

Проверка этого варианта допустимого плана показывает, что получен оптимальный вариант, так как все не загруженные клетки имеют положительные потенциалы, а потенциалы загруженных клеток равны нулю. Объем транспортной работы при оптимальном закреплении поставщиков за потребителями составляет, т · км

$$200 \cdot 3 + 300 \cdot 7 + 50 \cdot 13 + 50 \cdot 7 + 600 \cdot 5 + 400 \cdot 8 = 9900.$$

При решении транспортных задач методом потенциалов число итераций можно значительно сократить за счет более удачного составления первоначального, базисного плана поставок. Из всех изложенных в литературе способов составления базисного плана [2] способ северо-западного угла является самым неудачным. Распределение поставок способом наименьшего элемента по столбцу или по строке значительно улучшает базисный план поставок. Помимо этих приемов, улучшающих базисный план, рассмотрим еще два: способ аппроксимации У. Фогеля и способ двойного предпочтения.

Способ аппроксимации У. Фогеля. По мнению У. Фогеля, его способ может заменить во многих случаях методы линейного программирования. На самом деле его можно применять только для составления базисного плана, а затем для решения задачи использовать обычную процедуру линейного программирования.

При составлении базисного плана поставок способом аппроксимации У. Фогеля исходные данные заносятся в таблицу, которая отличается от матрицы метода потенциалов тем, что имеет дополнительную строку и столбец разностей (табл. 3.12).

Таблица 3.12

Грузообразующие пункты	Грузопотребляющие пункты				Итого	Разности по строкам
	B_1	B_2	B_3	B_4		
A_1	11	7	9	5	300	2
A_2	5	13	7	8	500	2
A_3	3	12	5	9	800	2
Итого	200	350	650	400	1600	
Разности по столбцам	2	5	2	3		

Процесс составления базисного плана начинается с определения разностей между двумя наименьшими элементами каждой строки и каждого столбца матрицы.

Так, в столбце B_1 минимальный элемент равен 3 в клетке A_3B_1 . Следующий за ним по величине элемент, равный 5, находится в клетке A_2B_1 . Разность между ними равна 2. Эта и другие разности по строкам и столбцам записаны в табл. 3.12.

Затем из всех разностей столбцов и строк выбирается наибольшая. В нашем примере это цифра 5 в столбце B_2 . Клетка с наименьшим расстоянием (при решении задачи на минимум), расположенная в строке или столбце, имеющая наибольшую разницу, загружается максимально возможным количеством груза (с учетом потребности грузопотребляющего и возможности грузообразующего пунктов).

Смысл способа У. Фогеля заключается в следующем. Найденные разности показывают, насколько больше будут расстояния, если в соответствующем столбце или строке поставка будет записана не в клетку, где находится минимальный в этом столбце или строке элемент, а в клетку, где находится элемент, следующий за ним по величине. Там, где разность оказывается наивысшей, будут наибольшие потери на единицу продукции, если поставка не попадет в клетку с наименьшим оптимизирующим элементом.

В нашем примере, записав максимальную поставку в клетку A_1B_2 в количестве 300 т, исключаем показатели критерия оптимальности по этой строке, поскольку мощность поставщика A_1 полностью исчерпана, и вновь определяем разности между наименьшими элементами по строкам и столбцам матрицы (табл. 3.13).

Таблица 3.13

Грузообразующие пункты	Грузопотребляющие пункты				Итого	Разности по строкам
	B_1	B_2	B_3	B_4		
A_2	5	13	7	8	500	2
A_3	3 200	12	5	9	800	2
Итого	200	50	650	400	1600	
Разности по столбцам	2	1	2	1		

Если оказывается несколько одинаковых разностей, имеющих максимальное значение (в нашем примере столбцы B_1, B_3 и строки A_2, A_3), то в соответствующих им столбцах или строчках находят и загружают седловую точку. Седловой точкой называют клетку таблицы, расстояние которой имеет наименьшее значение (при решении задачи на минимум) из всех расстояний ее строки и столбца или наибольшее значение при решении задачи на максимум.

При наличии независимых седловых точек, т. е. расположенных в различных строках и столбцах, загружают их одновременно. Когда седловые точки отсутствуют, находят дополнительные разности. Загружается клетка, у строки или столбца которой дополнительная разница будет наибольшей.

В нашем примере седловой точкой будет клетка A_3B_1 , в которую записывается максимально возможная поставка, и т. д.

Способ двойного предпочтения. В первом столбце матрицы отыскивается минимальный элемент и проверяется, минимальный ли он также и в своей строке. Если да, то эта клетка отмечается звездочкой и загружается с учетом ограничений по спросу и предложению. В зависимости от соотношения спроса и предложения из последующего рассмотрения исключаются все элементы данного столбца или данной строки. После этого переходят к следующему столбцу. Если минимальный элемент столбца не является одновременно минимальным элементом строки, то сразу же переходят к рассмотрению следующего столбца. Пройдя последний столбец, переходят к первому из оставшихся и так далее, пока распределение не будет закончено. Дальнейшее решение производится по алгоритму метода потенциалов.

Если при составлении базисного плана число загруженных клеток получается больше, чем $m + n - 1$, то при проверке на оптимальность для какой-либо строки будут найдены два потенциала. Чтобы устранить такую ситуацию, нужно произвести следующие действия: построить для загруженной клетки, по которой определены два потенциала, контур так, чтобы все углы лежали в загруженных клетках; углы контура обозначить попере-

менно знаками «плюс» и «минус». Углу, лежащему в загруженной клетке, для которого построен контур, присваивается знак «плюс»; выявить наименьшую загрузку в клетках, занятых углами, со знаком «плюс» и вычесть ее из всех этих клеток и прибавить во все клетки, занятые углами со знаком «минус».

В результате таких действий число загруженных клеток сократится. При этом ранее найденное решение либо улучшится, либо останется прежним.

Если число загруженных клеток при составлении базисного плана окажется меньше, чем $m + n - 1$, то недостающее число клеток загружают нулями. Загружать следует те клетки, которые лежат на пересечении строк и столбцов, не имеющих потенциалы, со строками или столбцами, для которых потенциалы уже определены и имеют наименьшие значения показателя критерия оптимальности.

Дополнительные условия при решении транспортных задач методом потенциалов. Предложение больше спроса. Условия задачи записываются в таблицу, в которую вводится фиктивный столбец P с ограничением по спросу, равный разности между предложением и спросом. Так как груз никуда не вывозится, то в углах клеток столбца P ставятся нули. Задачу решают по алгоритму метода потенциалов, рассматривая столбец P как потребитель груза.

Если спрос превышает предложение, то подобным образом такие задачи решать нельзя. В этом случае один из потребителей не получит груза, а неполучение груза различными грузополучателями оказывает неодинаковое влияние на конечные результаты работы этих предприятий.

3.4.4. Контрольная работа № 4

Задача № 1. По условиям табл. 3.14 определить необходимое число полуприцепов-панелевозов НАМИ-790 для перевозки железобетонных изделий на строительный объект при монтаже последних «с колес».

Таблица 3.14

Исходные данные для решения задачи

Вариант	Суточный объем перевозок, т	Продолжительность работы, ч	Длина ездки с грузом, км	Техническая скорость, км/ч	Коэффициент использования грузоподъемности панелевоза
0	220	10	17	35	0,85
1	400	12	16	36	0,83
2	380	10	11	32	0,87
3	270	13	18	33	0,88
4	360	11	19	33	0,89
5	250	10	20	35	0,90

Продолжение табл. 3.14

Вариант	Суточный объем перевозок, т	Продолжительность работы, ч	Длина ездки с грузом, км	Техническая скорость, км/ч	Коэффициент использования грузоподъемности панелевоза
6	340	12	18	33	0,91
7	330	11	20	34	0,96
8	360	10	23	36	0,93
9	410	12	18	34	0,84

Задача № 2. Определить значение коэффициента использования времени оборота и коэффициента использования времени водителя при перевозке грузов на автомобиле КамАЗ-53212 между Волгоградом и городом, указанным в табл. 3.9, для одиночной, турной и участковой работы водителей. Построить графики работы водителей. Определить участки работы.

Для всех вариантов трудоемкость выполнения ТО на промежуточном пункте равна 1,0 чел. час, а на конечном пункте – 5 чел. час. на 1000 км пробега автомобиля.

Таблица 3.15

Исходные данные для решения задачи

Вариант	Название города	Техническая скорость, км/ч
0	Брянск	45
1	Минск	40
2	Ижевск	45
3	Челябинск	50
4	Оренбург	45
5	Новгород	50
6	Самара	50
7	Москва	50
8	Архангельск	50
9	Тольятти	40

Методические указания по выполнению контрольной работы № 4

При определении числа полуприцепов-панелевозов время на отцепку полуприцепа-панелевоза принимается – 16 мин., а на прицепку – 10 мин.

При определении значений коэффициента использования времени оборота и коэффициента использования времени водителя расстояние между городами определяется согласно атласу автомобильных дорог, а число промежуточных пунктов для выполнения ТО – делением расстояния между городами на $0,85 \times$ (запас хода по топливу).

При участковой работе желательно, чтобы границы участков находились в городах и населенных пунктах, имеющих АТП.