МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВПО «СамГТУ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЛОГИСТИКЕ»

Самара 2014г.

Лубенцова В.С.,

Методические указания по дисциплине «Математические модели в логистике» / Самар. гос. техн. ун-т; Сост *Лубенцова В.С.* Самара, 2014г.

Методические указания предназначены для работы в аудитории и самостоятельной работы магистров по направлению подготовки 01.04.02 (010400.68) «Прикладная математика и информатика».

Печатается по решению методического совета Инженерно-экономического факультета

СОДЕРЖАНИЕ

1 Предисловие 4
2 Введение 6
3 Методические указания для самостоятельной работы обучающихся 8
4 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 16
4.1 Методические указания к лекционным занятиям 16
4.2 Методические указания к лабораторным занятиям 21
5 Вопросы для аттестации по дисциплине 44
6 Заключение 46
7 Литература 47

ПРЕДИСЛОВИЕ

Магистр по направлению подготовки 010400 Прикладная математика и информатика в соответствии с выбранными приоритетными видами профессиональной деятельности должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

в научной и научно-исследовательской деятельности:

– изучение новых научных результатов, научной литературы или научно-исследовательских проектов в соответствии с профилем объекта профессиональной деятельности;

– применение наукоемких технологий и пакетов программ для решения прикладных задач в области физики, химии, биологии, экономики, медицины, экологии; изучение информационных систем методами математического прогнозирования и системного анализа;

– изучение больших систем современными методами высокопроизводительных вычислительных технологий, применение современных суперкомпьютеров в проводимых исследованиях;

– исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов;

– составление научных обзоров, рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований;

– участие в работе научных семинаров, научно-тематических конференций, симпозиумов;

– подготовка научных и научно-технических публикаций;

в проектной и производственно-технологической деятельности:

– исследование математических методов моделирования информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых научно-исследовательских прикладных задач или опытно-конструкторских работ;

– исследование автоматизированных систем и средств обработки информации, средств администрирования и методов управления безопасностью компьютерных сетей;

– изучение элементов проектирования сверхбольших интегральных схем, моделирование и разработка математического обеспечения оптических или квантовых элементов для компьютеров нового поколения;

– разработка программного и информационного обеспечения компьютерных сетей, автоматизированных систем вычислительных комплексов, сервисов, операционных систем и распределенных баз данных;

– разработка и исследование алгоритмов, вычислительных моделей и моделей данных для реализации элементов новых (или известных) сервисов систем информационных технологий;

– разработка архитектуры, алгоритмических и программных решений системного и изучение языков программирования, алгоритмов, библиотек и пакетов программ, прикладного программного обеспечения;

– продуктов системного и прикладного программного обеспечения;

– изучение и разработка систем цифровой обработки изображений, средств компьютерной графики, мультимедиа и автоматизированного проектирования;

– развитие и использование инструментальных средств, автоматизированных систем в научной и практической деятельности;

в педагогической деятельности:

– владение методикой преподавания учебных дисциплин;

– владение методами электронного обучения;

– консультирование по выполнению курсовых и дипломных работ студентов образовательных учреждений высшего профессионального и среднего профессионального образования по тематике в области прикладной математики и информационных технологий;

– проведение семинарских и практических занятий по общематематическим дисциплинам, а также лекционных занятий по профилю специализации.

Выпускник должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

– способностью понимать философские концепции естествознания, владеть основами методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени (ОК-1);

– способностью иметь представление о современном состоянии и проблемах прикладной математики и информатики, истории и методологии их развития (ОК-2);

– способностью использовать углубленные теоретические и практические знания в области прикладной математики и информатики (ОК-3);

– способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение (ОК-4);

– способностью порождать новые идеи и демонстрировать навыки самостоятельной научно- исследовательской работы и работы в научном коллективе (ОК-5);

– способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности (ОК-6);

– способностью и готовностью к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-7);

– способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения; способность к активной социальной мобильности (ОК-8);

– способностью использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов (ОК-9).

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

– способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);

– способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2);

– проектная и производственно-технологическая деятельность: способностью углубленного анализа проблем, постановки и обоснования задач научной и проектно-технологической деятельности (ПК-3);

– способностью разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов (ПК-4);

– организационно-управленческая деятельность: способностью управлять проектами (подпроектами), планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта (ПК-5);

– способностью организовывать процессы корпоративного обучения на основе технологий электронного и мобильного обучения и развития корпоративных баз знаний (ПК-6);

– нормативно-методическая деятельность: способностью разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов (ПК-7);

– педагогическая деятельность: способностью проводить семинарские и практические занятия с обучающимися, а также лекционные занятия спецкурсов по профилю специализации (ПК-8);

– способностью разрабатывать учебно-методические комплексы для электронного и мобильного обучения (ПК-9);

– способностью разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий по профильной направленности ООП магистратуры (ПК-10);

– способностью работать в международных проектах по тематике специализации (ПК-11);

– способностью участвовать в деятельности профессиональных сетевых сообществ по конкретным направлениям (ПК-12);

– социально ориентированная: способностью осознавать корпоративную политику в области повышения социальной ответственности бизнеса перед обществом, принимать участие в ее развитии (ПК-13);

– социально ориентированная деятельность: способность использования основ защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, основных мер по ликвидации их последствий, способность к общей оценке условий безопасности жизнедеятельности (ПК-13);

– способность реализации решений, направленных на поддержку социально значимых проектов, на повышение электронной грамотности населения, обеспечения общедоступности информационных услуг (ПК-14).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Математические модели в логистике» является формирование общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для реализации преимущественно следующих видов деятельности: научной и научно-исследовательской, а также педагогической:

ОК-5 Способность порождать новые идеи и демонстрировать навыки самостоятельной научно-исследовательской работы и работы в научном коллективе.

ПК-4 Способность разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов.

Задачами изучения дисциплины выступает приобретение в рамках освоения теоретического и практического материала по дисциплине

Знаний:

-математического аппарата, применяемого в современной логистике для оптимального управления материальными потоками;

- основных методов, применяемых при анализе и синтезе логистических систем;

- основных правил логистики и принципов устойчивости логистических систем;

Умений:

- применять полученные знания в научно – практической деятельности по организации и управлению материальными, информационными и финансовыми потоками в сферах производства, распределения, закупок и транспорта;

- применять полученные знания при решении конкретных задач, связанных с организацией производственных процессов и коммерческой деятельности;

- использовать системный подход для оптимизации функционирования всей логистической системы в целом;

Владений:

- навыками анализа и синтеза сложных логистических систем

- компьютерными технологиями и пакетами прикладных программ для решения логистических задач.

- навыками построения и исследования моделей производственной, складской, транспортной логистики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическим анализом логистических систем в сложных организационных структурах и рассмотрением математических методов исследования таких систем в области производства, транспорта, управления запасами и складирования, передачи информации.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЛОГИСТИКЕ»

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих учебного процесса, в ходе которого происходит формирование знаний, умений и навыков в учебной, научно- исследовательской, профессиональной деятельности, формирование общекультурных и профессиональных компетенций будущего магистра.

Учебно-методическое обеспечение создаёт среду актуализации самостоятельной творческой активности студентов, вызывает потребность к самопознанию, самообучению. Таким образом, создаются предпосылки «двойной подготовки» - личностного и профессионального становления. Для успешного осуществления самостоятельной работы необходимы:

1. Комплексный подход организации самостоятельной работы по всем формам аудиторной работы;
2. Сочетание всех уровней (типов) самостоятельной работы, предусмотренных рабочей программой;
3. Обеспечение контроля за качеством усвоения.

Методические материалы по самостоятельной работе студентов содержат целевую установку изучаемых тем, списки основной и дополнительной литературы для изучения всех тем дисциплины, теоретические вопросы и вопросы для самоподготовки, усвоив которые магистрант может выполнять определенные виды деятельности (предлагаемые на практических, семинарских, лабораторных занятиях), методические указания для студентов.

Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к текущим аудиторным занятиям

- *для овладения знаниями:*

чтение текста (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций);

составление плана текста;

графическое изображение структуры текста;

конспектирование текста;

работа со словарями и справочниками; работа с нормативными документами;

учебно-исследовательская работа;

использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники, Интернет и др.;

- *для закрепления и систематизации знаний:*

работа с конспектом лекции (обработка текста);

аналитическая работа с фактическим материалом (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций, аудио- и видеозаписей);

составление плана и тезисов ответа;

составление таблиц и схем для систематизации фактического материала;

изучение нормативных материалов; ответы на контрольные вопросы;

аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование и др.);

подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;

подготовка рефератов, докладов;
составление библиографии;
тестирование и др.;
-для формирования умений:
решение задач и упражнений по образцу;
решение вариативных задач и упражнений;
выполнение чертежей, схем;
выполнение расчетно-графических работ;
решение ситуационных производственных (профессиональных) задач;
подготовка к деловым играм;
проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности;
подготовка курсовых и дипломных работ (проектов);
экспериментально-конструкторская работа; исследовательская и проектная работа.

Проработка теоретического материала (учебниками, первоисточниками, дополнительной литературой). При изучении нового материала на лекциях, освещаются наиболее важные и сложные вопросы учебной дисциплины, вводится новый фактический материал. Поэтому к каждому последующему занятию студенты готовятся по следующей схеме: - разобраться с основными положениями предшествующей лекции; - изучить соответствующие темы в учебных пособиях.

Работа с дополнительной учебной и научной литературой. Включает в себя составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; конспектирование научных статей заданной тематики.

Составление презентаций на темы лекций Практические рекомендации по созданию презентаций Создание презентации состоит из трех этапов:

1. Планирование презентации – это многошаговая процедура, включающая определение целей, изучение аудитории, формирование структуры и логики подачи материала.

2. Разработка презентации – методологические особенности подготовки слайдов презентации, включая вертикальную и горизонтальную логику, содержание и соотношение текстовой и графической информации.

3. Репетиция презентации – это проверка и отладка созданной презентации.

Перечень тем, выносимых для самостоятельной работы студентов. Одним из видов самостоятельной работы, позволяющей студенту более полно освоить учебный материал, является подготовка сообщений (докладов), эссе, реферата.

Доклад – это научное сообщение на семинарском занятии, заседании студенческого научного кружка или студенческой конференции.

Эссе – жанр философской, литературно-критической, историко-биографической, публицистической прозы, сочетающий подчеркнуто индивидуальную позицию автора с непринужденным, часто парадоксальным изложением, ориентированным на разговорную речь.

Реферат – это краткое изложение современной научной и учебной литературы, журнальных и газетных публикаций, статистических материалов по конкретной теме.

Процесс написания реферата включает в себя несколько этапов: выбор темы реферата; поиск научной и учебной литературы по выбранной теме и ее обзор; разработка плана реферата; написание содержания реферата; оформление реферата в соответствии с требованиями; сдача реферата преподавателю и его защита перед аудиторией оценка реферата (оценивается уровень полноты проведенного исследования; качество оформления работы; самостоятельность студента, творческая инициатива и умение защищать принятые решения).

Следует выделить подготовку к экзаменам, зачетам, защитам как особый вид самостоятельной работы. Основное его отличие от других видов самостоятельной работы состоит в том, что обучающиеся решают задачу актуализации и систематизации учебного материала, применения приобретенных знаний и умений в качестве структурных элементов компетенций, формирование которых выступает целью и результатом освоения образовательной программы.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Виды самостоятельной работы студента (СРС)

1. Самостоятельное изучение тем раздела

Организация самостоятельной работы по освоению содержания курса включает в себя такие виды работ как самостоятельное изучение текстов лекций, учебников из списка основной и дополнительной рекомендуемой литературы, использование ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и пр. Имеет смысл ознакомиться с раскрытием содержания каждой лекции по нескольким рекомендованным источникам для сопоставления точек зрения различных авторов с различных методологических позиций, а для более углубленного изучения воспользоваться дополнительной литературой. Целесообразно также составление индивидуального терминологического словаря (глоссария) по теме вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение, и словаря новых понятий, с которыми обучающийся впервые сталкивается в своей образовательной практике.

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ ПРОГРАММЫ

1. Изучение факторов, определяющих развитие логистики как экономической науки. Научная база логистики и методология. Проработка нового материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе
2. Анализ производственных логистических систем MRP и Канбан. Рассмотрение вопросов их использования в международной и отечественной практике.
3. Кибернетический подход к решению задачи формирования оптимальной производственной программы
4. Исследование организационно – экономической устойчивости предприятия. Интегральная оценка устойчивости. Моделирование динамики изменения интегрального показателя устойчивости в рыночных условиях. Проработка нового материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе.
5. Изучение элементов теории нечетких множеств. Использование теории

нечетких множеств для обоснования оптимального места расположения складов, терминалов, логистических центров.

6. Применение теории массового обслуживания к использованию функционирования склада

7. Использование логистического подхода к управлению автотранспортным предприятием

8. Управление рисками и таможенные аспекты логистики

9. Оформление и подготовка к сдаче отчета по лабораторным работам

Рекомендуемая литература для выполнения заданий СРС

Основная литература

1. Лубенцова , В.С. Математическое моделирование прикладных задач логистики: учебное пособие.- Самара: СамГТУ, 2012.-199с.
2. Практикум по логистике:учеб.пособие / под редакцией Б.А. Аникина-2е изд. –М.: ИНФРА-М, 2011-275с.

Дополнительная литература

1. Аникин, Б.А. Коммерческая логистика.- М.: Проспект, 2006-427с.
2. Бауэрсокс, Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок: (перевод с англ.).- М.: Олимп-Бизнес, 2008-635с.
3. Компьютерное моделирование менеджмента. Учеб. Рос. эконом. академии им. Плеханова Г.В./ под ред. А.Ф. Горшкова.- М.: Экзамен, 2007-622с.
4. Луис,Р. Система канбан. - М.: Стандарты и качество, 2008-212с.
5. Маликов, О.Б. Склады и грузовые терминалы.- СПб.: Бизнес-пресса, 2005.- 645с.
6. Николайчук, В.Е. Транспортно-складская логистика: учеб. пособие.- М.: Дашков и К, 2007-451с.
7. Транспортная логистика: учебное пособие / Под общей редакцией Л.Б. Миротина. - М.: Экзамен, 2005.-512с.
8. Черноруцкий, И.Г. Методы принятия решений: учеб. пособие.- СПб.: Лань, 2005.-408с
9. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»:
Сайт научной электронной библиотекиLIBRARY.RU (http://elibrary.ru)
Общероссийский математический портал Math-Net.ru (http://www.mathnet.ru)

2. Оформление отчётов по лабораторным работам

В течении лабораторного занятия обучающемуся необходимо выполнить индивидуальные задания, выданные преподавателем, а затем оформить выполнение работы в виде отчёта в соответствии с нижеизложенными *указаниями по оформлению отчётов.*

1. Отчеты по лабораторным работам готовятся в электронном виде.

2. Отчет должен включать титульный лист и результаты выполнения лабораторных работ за весь семестр.

3. В отчете по каждой лабораторной работе указываются:

- формулировка задания;
- программный код;
- результат выполнения программы в соответствии с индивидуальным вариантом;

- оценка количества шагов алгоритма и его эффективность.
- Выполнение домашней работы

4. Отчеты по всем лабораторным работам сдаются преподавателю в начале каждого следующего лабораторного занятия.

Защита лабораторных работ осуществляется демонстрацией выполненных работ, ответами на контрольные вопросы и отчётами по лабораторным работам. Защита лабораторных работ осуществляется обучающимся по мере выполнения лабораторных работ и относится к самостоятельной работе обучающегося под руководством преподавателя.

Задания для домашней работы входящей в отчет к лабораторным занятиям

Определение временных параметров заданной сетевой модели, нахождение критического пути и резервов времени.

Построение линейного графика выполнения работ.

Проверка физической реализуемости данного комплекса работ, исходя из запасов ресурсов и используя последовательный метод распределения ресурсов.

Обоснование привлекательности для инвестора предлагаемого проекта по выпуску продукции.

Определение страхового запаса, оптимальной емкости склада и его основных параметров, используя вероятностно-статистический метод.

Определение оптимальной емкости контейнерного терминала с использованием теории массового обслуживания при заданной доверительной вероятности.

Выбор между организацией собственного склада и использованием услуг наемного.

Решение задачи определения максимального потока в сети.

Приложение задачи о максимальном потоке к решению транспортной задачи по критерию времени.

Решение задачи нахождения кратчайшего пути.

Нахождение общей медианы графа.

Расчет надежности сетей, используя алгоритм Форда-Фалкерсона.

Расчет коэффициента выпуска и коэффициента технической готовности автомобиля.

Определение годового пробега и провозных возможностей автомобиля.

Исследование процесса функционирования группы автомобилей.

Использование метода динамики среднего для определения средних численностей состояний

группы автомобилей.

Анализ информационной базы прогнозирования транспортных услуг.

Принципы построения информационных систем в логистике.

Использование открытых информационных технологий в логистических информационных системах.

3. Подготовка к экзамену

При подготовке к экзамену обучающийся в короткий срок прорабатывает содержание лекций по своему конспекту и, при необходимости, по рекомендованным учебникам. На каждый вопрос обучающийся должен написать план ответа, кратко перечислить и запомнить

основные факты и положения. На этапе подготовки к экзамену обучающийся систематизирует и интегрирует информацию, относящуюся к разным разделам лекционного материала, лучше понимает взаимосвязь различных фактов и положений дисциплины, восполняет пробелы в своих знаниях.

Для лучшего усвоения теоретического материала необходимо ответить на следующие вопросы:

Вопросы для самоконтроля по теме: **Общая характеристика логистики, ее основные задачи и функции.**

1. Какова история возникновения логистики?
2. Дайте определение логистики.
3. Каковы факторы развития логистики?
4. В чем заключается принципиальное отличие логистического подхода к управлению материальными потоками от традиционного?
5. Расскажите о системе логистики и ее основных элементах.
6. Назовите виды логистических систем.
7. Назовите виды и измерители материалопотока.
8. Каковы основные признаки классификации материалопотока?
9. Что такое логистическая функция и какова ее роль в условиях меняющихся параметров и факторов внешней среды?
10. Что составляет научную базу логистики?
11. Какие основные методологические принципы используются при анализе и синтезе логистических систем.

Вопросы для самоконтроля по теме: **Производственная логика.**

1. Понятие и концепция производственной логистики.
2. В чем заключается качественная и количественная гибкость производственны систем?
3. Что такое толкающие системы управления материальными потоками?
4. Что такое тянущие системы управления материальными потоками?
5. Назовите основные современные производственные логистические технологии.
6. Насколько эффективно применение логистического подхода к управлению материальными потоками.
7. Что представляет собой сетевой график?
8. Из чего состоит комплекс задач сетевого планирования и управления?
9. Как рассчитываются временные параметры сетевого графика? Что такое критический путь?
10. Как добиться сокращения продолжительности выполнения комплекса работ при возможных затратах?
11. Как оптимизируется сетевая модель с целью привлечения инвесторов?

Вопросы для самоконтроля по теме: **Логистика складирования и управления запасами.**

1. В чем заключается стратегия размещения запасов и какова роль складов в ней?
2. Как производится выбор места расположения склада?

3. Какие факторы определяют необходимое число складов в зоне обслуживания?
4. Расскажите о логистическом процессе на складе.
5. Что такое страховой запас и как он определяется на складах различного типа?
6. В чем заключается вероятностно-статистический метод расчета емкости склада?
7. Назовите основные показатели работы складов.
8. Как определяется емкость контейнерных терминалов с использованием методов системы массового обслуживания?
9. Чем определяется выбор между организацией собственного склада и использованием услуг наемного?
10. Какие типы логистических центров вы знаете?
11. Что входит в состав логистических центров?
12. Назовите крупные логистические центры в России.
13. Как происходит интеграция России в мировую логистичекую сеть?

Вопросы для самоконтроля по теме: **Транспортная логистика.**

1. В чем заключаются основные задачи транспортной логистики?
2. Назовите основные показатели оценки работы различных видов транспортных средств.
3. В чем отличие логистического подхода к организации транспортного процесса от традиционного.
4. Какие экономико-математические модели рассматриваются в транспортной логистике.
5. Для решения каких прикладных транспортны оптимизационных задач можно применять теорию потоков?
6. Что такое разрез на сети?
7. Сформулируйте теорему Форда-Фалкерсона.
8. Алгоритм построения максимального потока.
9. В чем особенности решения транспортной задачи методом максимального потока по критерию времени?
10. Как решается задача нахождения кратчайшего пути?
11. Алгоритм нахождения общей медианы медианы графа на транспортной сети.
12. Как производится расчет надежности транспортных сетей с помощью алгоритма Форда-Фалкерсона?

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЛОГИСТИКЕ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛЕКЦИОННЫМ ЗАНЯТИЯМ

Лекция представляет собой систематическое устное изложение учебного материала. С учетом целей и места в учебном процессе различают лекции вводные, установочные, текущие, обзорные и заключительные. В зависимости от способа проведения выделяют лекции:

— *Информационные;*
— *Проблемные;*
— *Визуальные;*
— *бинарные (лекция-диалог);*
— *лекции-провокации;*
— *лекции-конференции;*
— *лекции-консультации;*
— *лекции-беседы;*
— *лекция с эвристическими элементами;*
— *лекция с элементами обратной связи;*
— *лекция с решением производственных и конструктивных задач;*
— *лекция с элементами самостоятельной работы студентов;*
— *лекция с решением конкретных ситуаций;*
— *лекция с коллективным исследованием;*
— *лекции спецкурсов.*

При чтении лекций по дисциплине ««**Математические модели в логистике»**, используются следующие способы представления материала:

✓ *информационные* – проводятся с использованием объяснительно иллюстративного метода изложения; это традиционный для высшей школы тип лекций;

✓ *лекции-беседы.* В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позволяет привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия, менять темп изложения с учетом особенности аудитории. В начале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по

рассматриваемой проблеме. Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах. Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям, которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний. Необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

- ✓ *лекция с решением производственных и конструктивных задач.*

Чаще всего такой вид занятий планируется при изложении учебного материала по спецпредметам и представляет собой разновидность проблемной системы обучения.

Производственная задача – это ситуация, которая кроме материала для анализа (изучения) должна содержать проблему, решение которой предполагает значительный объем знаний, полученных на предыдущих занятиях по данному и по другим предметам.

Такой метод способствует совершенствованию навыков работы с полученной информацией и развитию логического мышления, а также самостоятельному поиску необходимой информации.

РАЗДЕЛ 1.. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОГИСТИКИ, ЕЕ ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ.

Лекция 1**.** *информационная*

Темы:

Исторические предпосылки и этапы развития логистики.

Логистический подход к проблемам управления потоковыми процессами.

Понятие логистической системы.

Материальный поток, его измерение.

Классификация материальных потоков.

Логистическая цепь и логистические звенья.

РАЗДЕЛ 2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛОГИКА.

Лекция 2. *информационная*

Темы:

Предмет производственной логистики.

Толкающие и тянущие системы управления материальными потоками их достоинства и недостатки.

Количественная и качественная гибкость производственных систем.

РАЗДЕЛ 2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛОГИКА.

Лекция 3. *лекции-беседы*

Темы:

Основные понятия о сетевых моделях.

Сетевые графики в экономике.

Определение временных параметров сетевого графика.

Расчет критического пути.

РАЗДЕЛ 2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛОГИКА.

Лекция 4. *лекции-беседы*

Темы:

Распределение ограниченных ресурсов при построении сетевого графика.

Последовательный и параллельный метод.

Учет стоимостных факторов при реализации сетевого графика.

Обоснование привлекательности проекта по выпуску продукции.

РАЗДЕЛ 3. ЛОГИСТИКА СКЛАДИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ.

Лекция 5. *лекция с решением производственных и конструктивных задач*

Темы:

Склад как звено логистической цепи.

Виды складской деятельности.

Определение оптимального количества складов в зоне обслуживания.

Методы определения места расположения склада на обслуживаемой территории.

РАЗДЕЛ 3. ЛОГИСТИКА СКЛАДИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ.

Лекция 6. *лекция с решением производственных и конструктивных задач*

Темы:

Складские запасы и емкость склада.

Обработка статистических данных по складским запасам.

Определение складских запасов.

Логистические центры.

Состав типичного регионального центра.

Логистические центры в России.

Интегрирование России в мировую логистическую сеть.

РАЗДЕЛ 4. ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА.

Лекция 7. *лекция с решением производственных и конструктивных задач*

Темы:

Задачи транспортной логистики.

Логистический подход к организации транспортного процесса.

Выбор транспортных средств с учетом логистики.

Экспертные оценки факторов, влияющих на выбор вида транспорта.

РАЗДЕЛ 4. ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА.

Лекция 8. *лекция с решением производственных и конструктивных задач.*

Темы:

Алгоритм нахождения кратчайшего пути.

Нахождение общей медианы графа.

Расчет надежности транспортных сетей.

РАЗДЕЛ 4. ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА.

Лекция 9. *лекция-беседа*

Темы:

Разрез на сети Теорема Форда – Фалкерсона.

Алгоритм решения задачи о максимальном потоке

Написание конспекта лекций:

Конспект представляет собой относительно подробное, последовательное изложение содержания прочитанного. На первых порах целесообразно в записях ближе держаться к тексту, прибегая зачастую к прямому цитированию автора. В дальнейшем, по мере выработки навыков конспектирования, записи будут носить более свободный и сжатый характер.

Лекции являются эффективным видом занятий для формирования у студентов способности быстро воспринимать новые факты, идеи, обобщать их, а также самостоятельно мыслить.

Студенту следует научиться понимать и основную идею лекции, а также, следуя за лектором, участвовать в усвоении новых мыслей. Но для этого надо быть подготовленным к

восприятию очередной темы. Время, отведенное на лекцию, можно считать использованным полноценно, если студенты понимают роль лектора, задачи лекции, если работают вместе с лектором, а не бездумно ведут конспект.

Подготовленным можно считать такого студента, который, присутствуя на лекции, усвоил ее содержание, а перед лекцией припомнил материал раздела, излагаемого на ней, или просмотрел свой конспект, или учебник.

Перед лекцией необходимо прочитывать конспект предыдущей лекции, а после окончания крупного раздела курса рекомендуется проработать его по конспектам и учебникам.

Для наиболее важных дисциплин, вызывающих наибольшие затруднения, рекомендуется перед каждой лекцией просматривать содержание предстоящей лекции по учебнику с тем, чтобы лучше воспринять материал лекции. В этом случае предмет усваивается настолько, что перед экзаменом остается сделать немногое для закрепления знаний.

При освоении лекционного материала целесообразно использовать учебное пособие:

Лубенцова В.С. Математическое моделирование прикладных задач логистики: учебное пособие.- Самара: СамГТУ, 2012.-195с.» и литературу, указанную в нем.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Студенты готовятся к выполнению лабораторных работ, используя следующие материалы: «Лубенцова В.С. Математические модели в логистике: Практикум.-Самара: СамГТУ, 2007.-62с»,

« Лубенцова В.С. Математическое моделирование прикладных задач логистики: учебное пособие.- Самара: СамГТУ, 2012.-195с.», а также

материалы литературных источников и дополнительные источники информации, в т.ч. Интернет-ресурсы.

Для выполнения лабораторных работ необходимо программное обеспечение:

на базе Windows XP- Excel, Word, Matlab 2011

Лабораторная работа №1.

Сетевое планирование

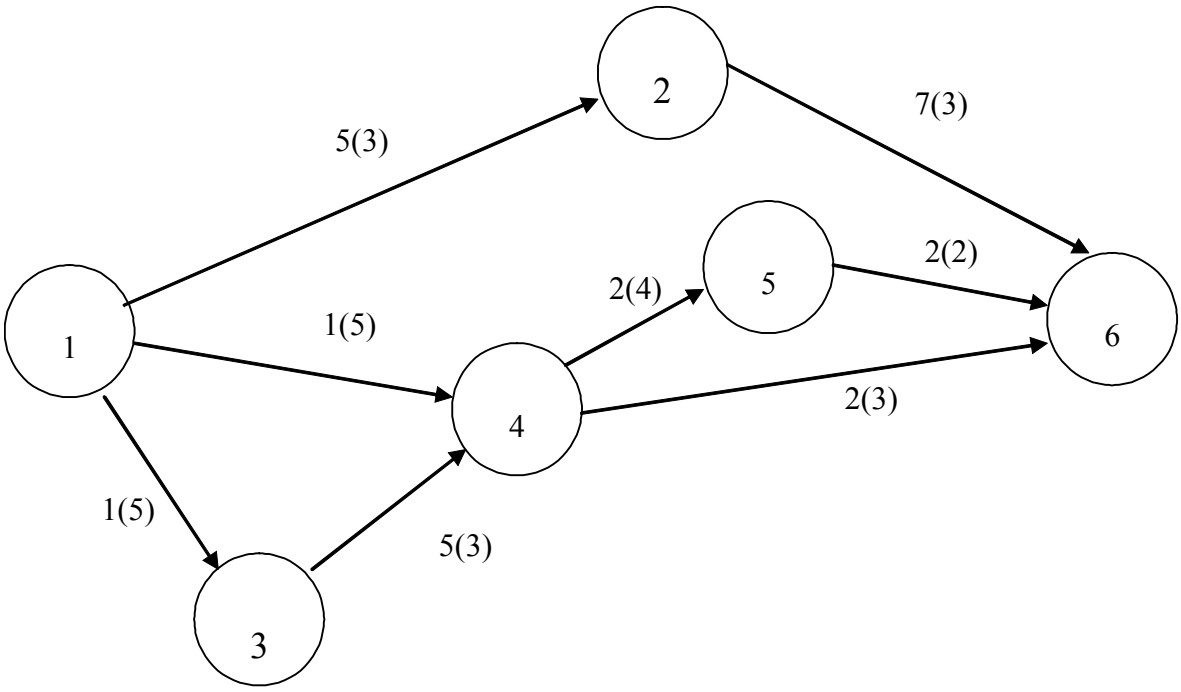
Для данной сетевой модели необходимо:

а) определить временные параметры. Найти критический путь и резервы времени;

б) построить линейный график выполнения работ;

в) проверить физическую реализуемость данного комплекса работ, исходя из запасов ресурсов, используя последовательный метод распределения ресурсов;

г) обосновать привлекательность проекта по выпуску продукции.



Работа	Нормальный режим		Максимальный режим	
	Продолжительность, дн.	Затраты, тыс. р.	Продолжительность, дн.	Затраты, тыс. р.
1,2	5	8	3	15
1,3	1	3	0,8	4
1,4	1	4	0,5	7
2,6	7	12	4	25
3,4	5	10	2,5	18
4,5	2	4	1	9
4,6	2	6	1,5	10
5,6	2	3	1,7	15

Решение:

а) Для нахождения критического пути на заданном графе необходимо вычислить ранние и поздние сроки наступления событий. Ранний срок наступления j-го события определяется следующим образом:

$$t_p(1) = 0,$$

$$t_p(j) = \max_i \{t_p(i) + t(i,j)\}. \qquad (2.1)$$

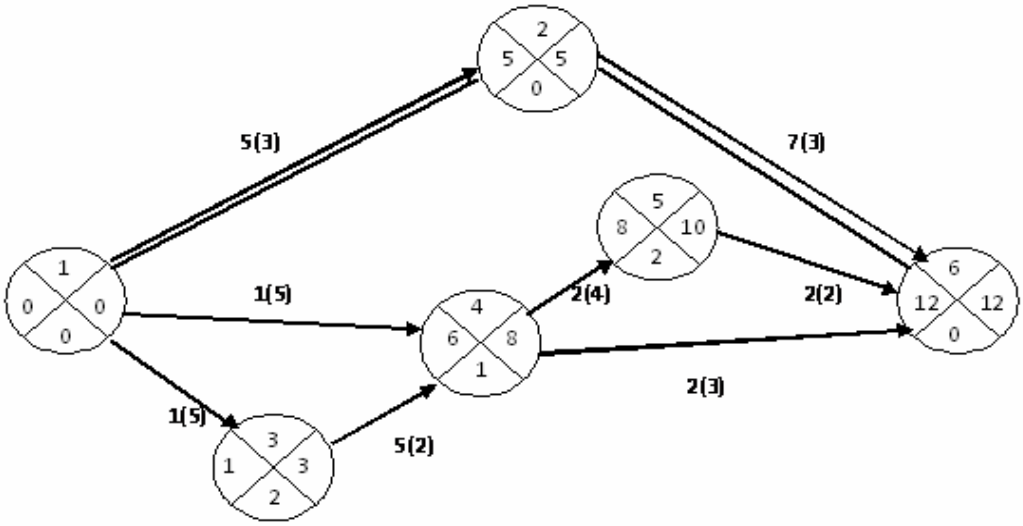
Поздний срок наступления i-го события определяется по формулам:

$$t_n(n) = t_p(n),$$

$$t_n(i) = \min_j \{t_n(j) + t(i,j)\}, \qquad (2.2)$$

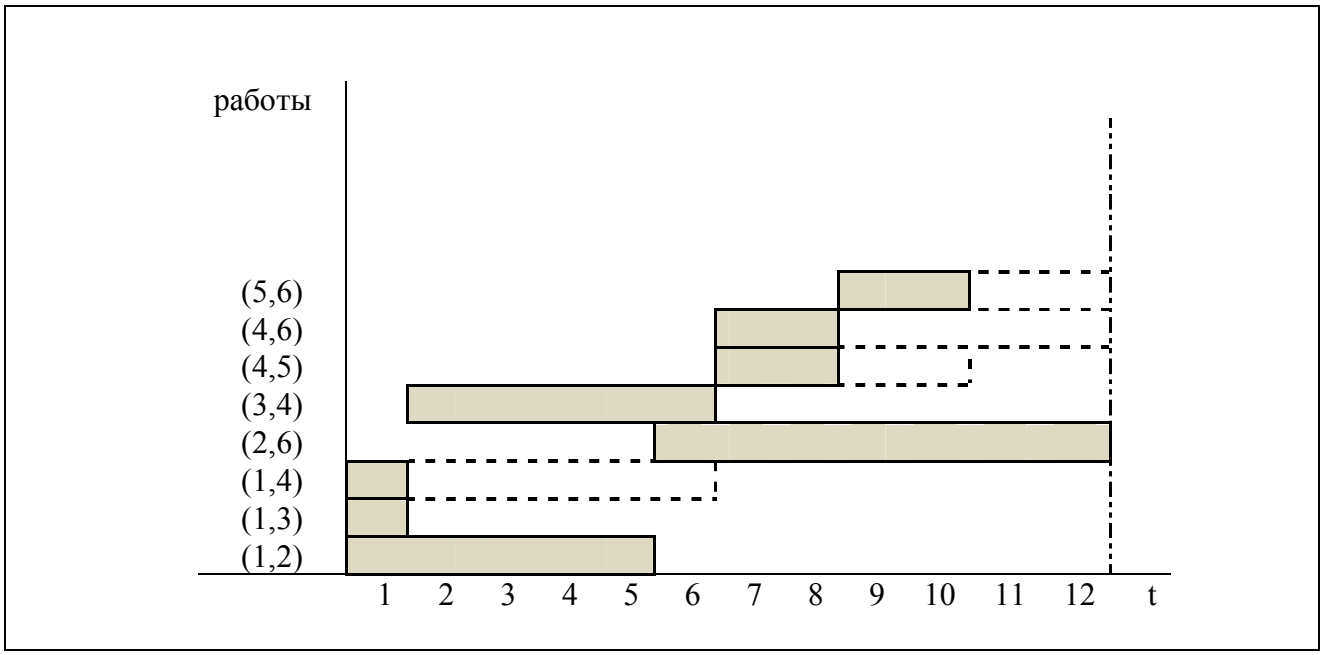
где n – номер завершающего события сетевого графика.

$$t_p(1) = 0,$$
$$t_p(2) = t_p(1) + t(1,2) = 0 + 5 = 5,$$
$$t_p(3) = t_p(1) + t(1,3) = 0 + 1 = 1,$$
$$t_p(4) = \max_{i=1,3}\{t_p(i) + t(i,4)\} = max\{0+1; 1+5\} = 6,$$
$$t_p(5) = t_p(4) + t(4,5) = 6 + 2 = 8,$$
$$t_p(6) = \max_{i=2,4,5}\{t_p(i) + t(i,6)\} = max\{5+7; 6+2, 8+2\} = 12,$$
$$t_p(6) = t_п(6) = 12,$$
$$t_п(5) = t_п(6) - t(5,6) = 12 - 2 = 10,$$
$$t_п(4) = \min_{j=5,6}\{t_п(j) - t(4,j)\} = min\{12-2; 10-2\} = 8,$$
$$t_п(3) = t_п(4) - t(3,4) = 8 - 5 = 3,$$
$$t_п(2) = t_п(6) - t(2,6) = 12 - 7 = 10 = 5,$$
$$t_п(1) = \min_{j=2,3,4}\{t_п(j) - t(1,j)\} = min\{5-5; 8-1,3-1\} = 0.$$



Критический путь составляют работы: (1,2), (2,6). На графе они выделены черным цветом.

б)Построим линейный график выполнения работ

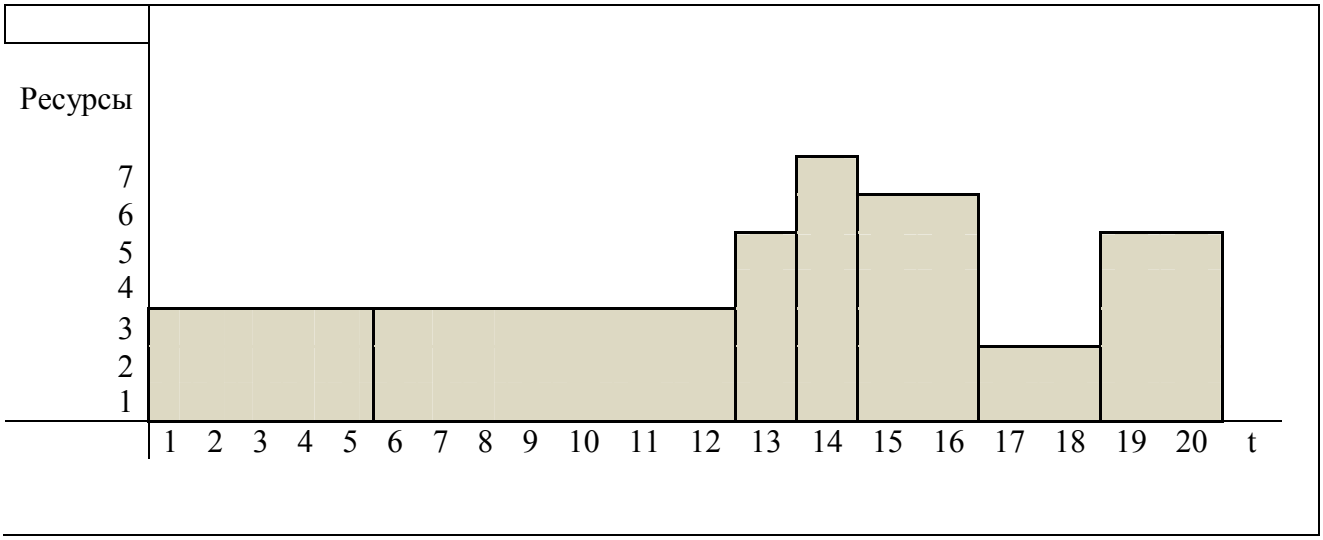


в) Проверим физическую реализуемость данного комплекса работ, исходя из запасов ресурсов, используя последовательный метод распределения ресурсов

Для этого составим таблицу распределения ресурсов. Минимальное число ресурсов, необходимых для выполнения работ равно 7.

i,j	t(I,j)	Ресурсы	Рес.дн.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(1,2)	5	3	15	3	3	3	3	3															
(1,3)	1	5	5													5							
(1,4)	1	5	5														5						
(2,6)	7	3	21						3	3	3	3	3	3	3								
(3,4)	5	2	10														2	2	2	2	2		
(4,5)	2	4	8															4	4				
(4,6)	2	3	6																			3	3
(5,6)	2	2	4																			3	3

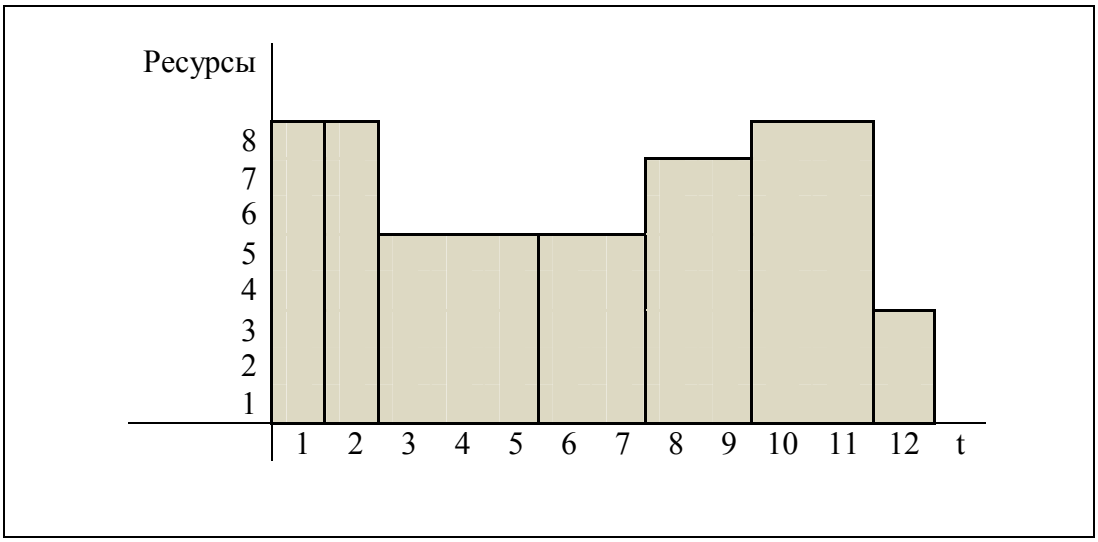
По данным таблицы построим диаграмму распределения ресурсов за 20 дней.



Увеличим минимальное число ресурсов, необходимых для выполнения работ до 8.

i,j	t(I,j)	Ресурсы	Рес.дн.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(1,2)	5	3	15	3	3	3	3	3							
(1,3)	1	5	5	5											
(1,4)	1	5	5		5										
(2,6)	7	3	21						3	3	3	3	3	3	3
(3,4)	5	2	10			2	2	2	2	2					
(4,5)	2	4	8								4	4			
(4,6)	2	3	6										3	3	
(5,6)	2	2	4										2	2	

По данным таблицы построим диаграмму распределения ресурсов за 12 дней (длина критического пути).

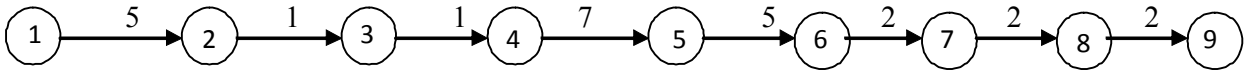


Обоснование привлекательности проекта

Работа	Нормальный режим		Максимальный режим		Наклон
	Продолжительность,дн.	Затраты тыс.ед.	Продолжительность,дн.	Затраты тыс.ед.	
1. (1,2)	5	8	3	15	3,5
2. (1,3)	1	3	0,8	4	5
3. (1,4)	1	4	0,5	7	6
4. (2,6)	7	12	4	25	4,33
5. (3,4)	5	10	2,5	18	3,2
6. (4,5)	2	4	1	9	5
7. (4,6)	2	6	1,5	10	8
8. (5,6)	2	3	1,7	5	6,67
Итого:	25	50	15	93	

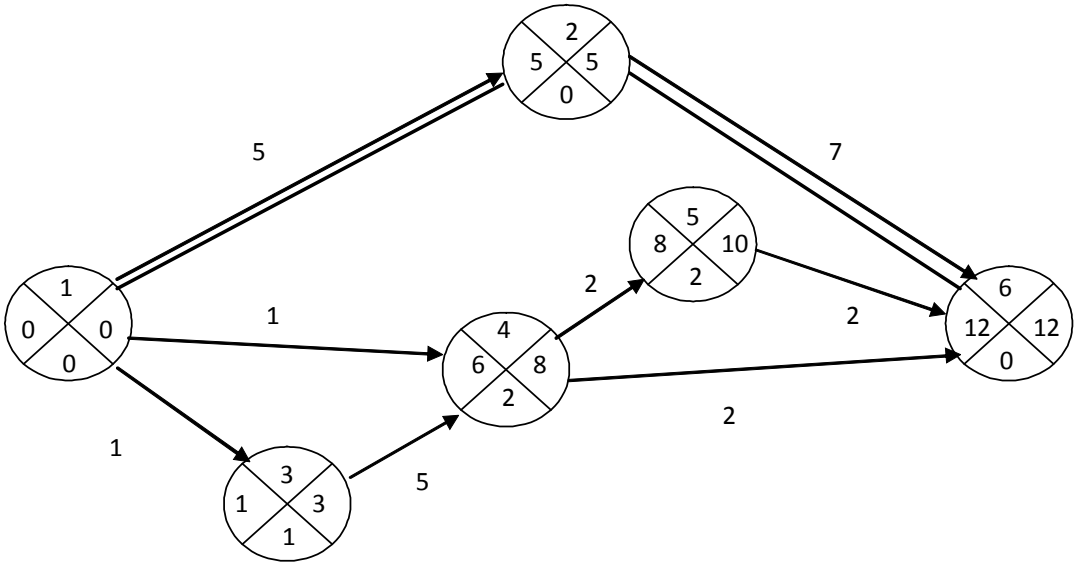
Пусть сетевой график отвечает проекту организации производства некоторой продукции. Для реализации проекта был взят кредит в банке в размере 400 д.е. под 20% годовых (из расчета 400 тыс.д.ед. на закупку оборудования и 50 тыс.д.ед. на демонтаж и установку нового оборудования). Также было рассчитано, что производительность составит 20 т. в смену. Прибыль 1,2 д.ед. за одну тонну
продукции

1. График проведения работ:



Продолжительность 25 дней.

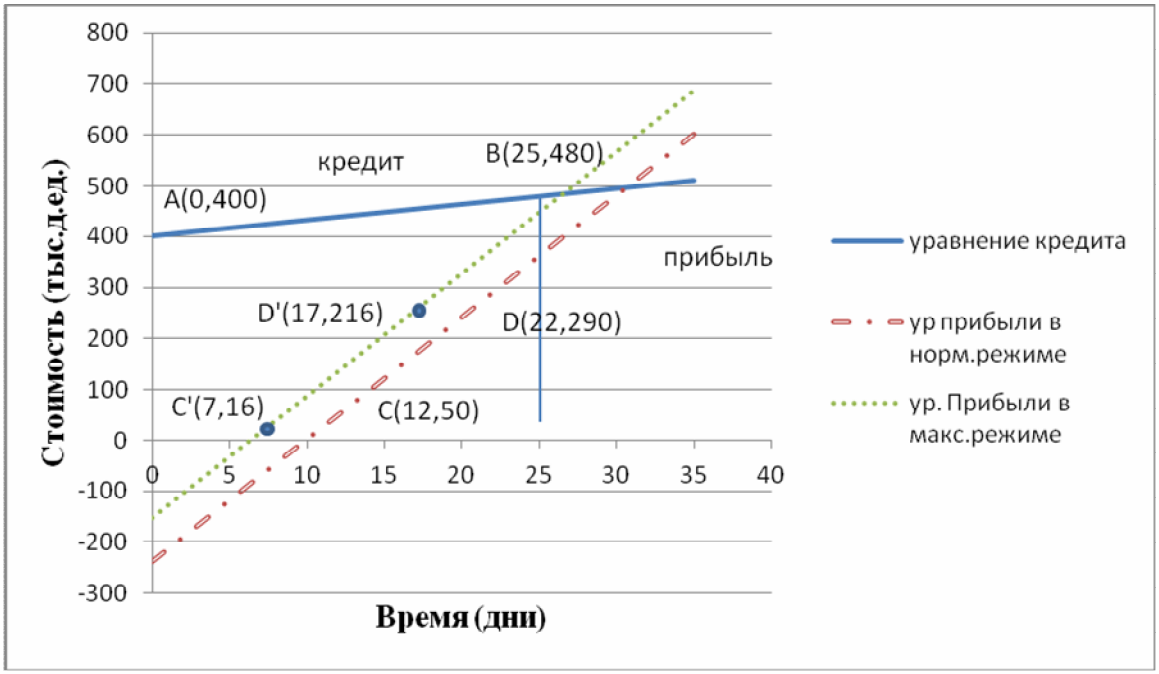
2. График можно улучшить, выполняя некоторые работы параллельно



Критический путь (1,2), (2,6) составляет 12 дней. График улучшился $25 - 12 = 13$ ед. через 12 дней после начала работ предприятие истратит 300 тыс. д. ед. на приобретения оборудования и 50 тыс.д.ед. на его установку и сдачу в эксплуатацию. В наличии у предприятия останется:

$$400 - 300 - 50 = 50 \text{ тыс. д. ед.}$$

1. Построим график изменения кредита в зависимости от времени составим уравнение.



Через 25 дней после выдачи банком кредита под 20% годовых долг предприятия составит 480 тыс. д. ед. Поэтому известны две точки этой прямой $A(0,400), B(25,480)$. Согласно уравнению прямой, проходящей через две точки, имеем:

$$80x - 25y + 10000 = 0 \quad (1)$$

Найдем уравнение прибыли предприятия. Известно, что через 12 дней у предприятия осталось от кредита 50 тыс. д. ед. Через 10 дней после начала выпуска продукции предприятие получит прибыль

$$1{,}2 * 20 * 10 = 240 \text{ тыс. д. ед.}$$

и у него будет в наличии

$$50 + 240 = 290 \text{ тыс. д. ед.}$$

Таким образом, для нахождения уравнения прибыли мы имеем две точки $C(12,50), D(22,290)$. Тогда уравнение прямой, проходящей через две точки, имеет вид

$$24x - y - 238 = 0 \quad (2)$$

Решая совместно уравнения (1) и (2), определим время, когда кредит может быть возвращен в банк:

$$\begin{cases} 80x - 25y + 10000 = 0 \\ 24x - y - 238 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 30 \text{ дн.} \\ y = 498 \text{ д.ед.} \end{cases}$$

2. График выполнения работ можно сжать за счет выполнения некоторых операций в максимально интенсивном режиме. Вычислим наклон кривой «затраты - продолжительность» для каждой операции. Наклон представлен в таблице.

Учитывая наклоны кривой «затраты – продолжительность», проводим сжатие операции

Новый график имеет критический путь (1,2),(2,6) с продолжительностью7 дней. Таким образом, критический путь сокращен с 12 до 7 дней, а это значит, что предприятие начинает производить продукцию через 7 дней после начала работ. Однако за «сжатие» работ критического пути предприятию придется заплатить следующие суммы:

$(1,2): 15 - 8 = 7$ тыс.д.ед.

$(1,3): 4 - 3 = 1$ тыс.д. ед.

$(2,6): 25 - 12 = 13$ тыс.д.ед.

$(3,4): 18 - 10 = 8$ тыс.д.ед.

$(4,5): 9 - 4 = 5$ тыс.д. ед

Таким образом, «сжатие» этих работ обойдется предприятию в 34 тыс.д.ед.

График изменения кредита в зависимости от времени остается прежним.

Найдем новое уравнение прибыли. Через 7 дней после начала работ у предприятия осталось от кредита:

$$400 - 300 - 50 - 34 = 16 \text{ тыс.д.ед.}$$

Через 10 дней после начала выпуска продукции предприятие получит прибыль

$$1{,}2 * 20 * 10 = 240 \text{ тыс. д. ед.}$$

и у него будет в наличии

$$16 + 240 = 256 \text{ тыс. д. ед.}$$

Таким образом, для нахождения уравнения прибыли мы имеем две точки $C'(7,16), D'(17,256)$. Тогда уравнение прямой, проходящей через две точки, имеет вид:

$$24x - y - 152 = 0 \quad (3)$$

Решая совместно уравнения (1) и (3), определим время, когда кредит может быть возвращен в банк:

$$\begin{cases} 80x - 25y + 10000 = 0 \\ 24x - y - 152 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 26 \text{ дн.} \\ y = 484 \text{ д.ед.} \end{cases}$$

Таким образом, через 26 дней предприятие может вернуть кредит в банк, т.е. оно вернет его раньше на $30 - 26 = 4$ *дня*.

При нормальном режиме работы критический путь составляет 12 дней, а стоимость 50 тыс.д.ед. Критический путь уменьшен до 7 дней, минимальная стоимость работ составляет $50 + 34 = 84$ тыс.д.ед. при максимальном режиме.

Лабораторная работа № 2.
Определение страхового запаса и оптимальной емкости склада

1. Используя генератор случайных чисел в Excel´е, сформировать поступающий и выходящий потоки для нормального распределения с $M[Q^П]=M[Q^В]=150\div180$ и коэффициентом вариации 0,24÷0,4. Определить страховой запас.
2. Используя вероятностно-статистический метод, определить оптимальную ёмкость склада и основные параметры, такие как:
   а) оптимальный срок хранения грузов;
   б) годовой грузопоток прибытия грузов;
   в) оборачиваемость грузов на складе;
   г) коэффициенты неравномерности прибытия и выдачи грузов.
3. Определить потребную ёмкость контейнерного терминала с использованием модели “гибели и рождения” при доверительной вероятности [P]=0,95.

Создадим поступающий и выходящий потоки для нормального распределения с математическим ожиданием $M[Q^П] = 200$ $\quad M[Q^В] = 200$.

Для определения фактических параметров получившегося нормального распределения воспользуемся встроенной функцией Пакета анализа в Excel´е “Описательная статистика”.

90,8206	0,0478	0,0478
136,1158	0,1604	0,1126
184,9884	0,3952	0,2348
188,2909	0,4142	0,0190
212,2129	0,5554	0,1411
259,9175	0,8021	0,2467
263,8237	0,8178	0,0158
286,6567	1	0,1822
Q вх	F	P

Столбец1	
Среднее	202,8533
Стандартная ошибка	23,76249
Медиана	200,2519
Мода	#Н/Д
Стандартное	67,21048
Дисперсия выборки	4517,249
Эксцесс	-0,67808
Асимметричность	-0,44566
Интервал	195,836
Минимум	90,82062
Максимум	286,6567
Сумма	1622,826
Счет	8

165,0029	0,161573	0,161573
167,3968	0,173936	0,012362
176,1299	0,223947	0,050012
183,7997	0,273911	0,049964
186,8668	0,295329	0,021418
197,9474	0,378373	0,083044
227,2087	0,615113	0,23674
248,7153	0,768965	0,153853
267,5584	0,869363	0,100397
309,304	1	0,130637
Qвых	F	P

Столбец1	
Среднее	212,993
Стандартная ошибка	15,35994
Медиана	192,4071
Мода	#Н/Д
Стандартное	48,57241
Дисперсия выборки	2359,279
Эксцесс	-0,05391
Асимметричность	0,972927
Интервал	144,3011

Посчитаем страховой запас:

$$I_0 = \max Q^B - \min Q^П = 218{,}483$$

По полученным данным найдём возможные запасы грузов на складе:

Минимум	165,0029
Максимум	309,304
Сумма	2129,93
Счет	10

$I_k = I_0 + Q_i^{П} - \mathrm{Q}_\mathrm{j}^\mathrm{B}$, $\mathrm{k} = 1, i \cdot j$

и их вероятности:

$P(l_k) = P(Q_i^{П}) \cdot \mathrm{P}(\mathrm{Q}_\mathrm{j}^\mathrm{B})$, $\mathrm{k} = 1, \mathrm{i} \cdot \mathrm{j}$

В следующей таблице приведены значения, упорядоченные по возрастанию, а также соответствующие им величины интегральной функции распределения, посчитанные как суммарные вероятности предшествующих и текущего событий.

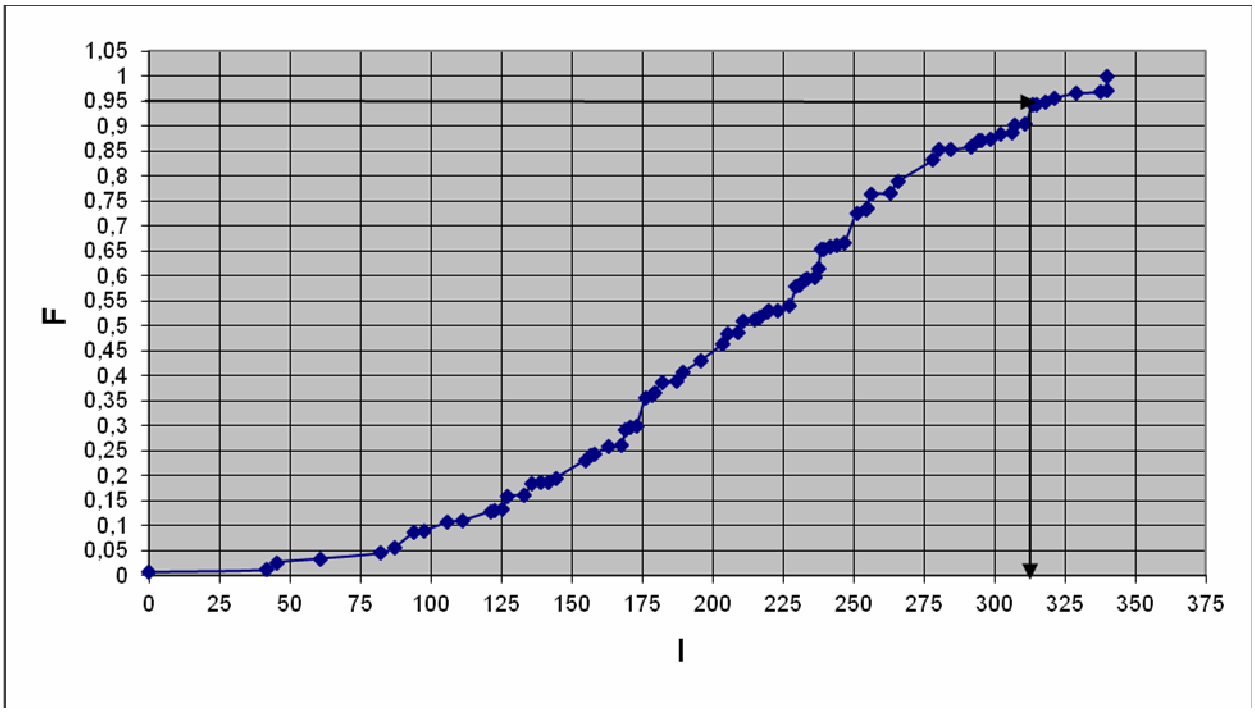
	I	P(I)	F
1	0,0000	0,0062	0,0062
2	41,7456	0,0048	0,0110
3	45,2952	0,0147	0,0257
4	60,5887	0,0073	0,0331
5	82,0953	0,0113	0,0444
6	87,0408	0,0113	0,0557
7	94,1678	0,0307	0,0864
8	97,4703	0,0025	0,0889
9	105,8839	0,0173	0,1062
10	111,3566	0,0040	0,1102
11	121,3922	0,0184	0,1286
12	122,4372	0,0010	0,1296
13	125,5043	0,0024	0,1320
14	127,3905	0,0267	0,1587
15	133,1741	0,0024	0,1611
16	135,9134	0,0236	0,1846
17	139,2159	0,0019	0,1865
18	141,9072	0,0006	0,1871
19	144,3011	0,0077	0,1949
20	154,7565	0,0361	0,2310
21	156,6518	0,0094	0,2403
22	158,0590	0,0029	0,2433
23	163,1378	0,0142	0,2574
24	167,7324	0,0024	0,2598
25	169,0969	0,0322	0,2921
26	170,7995	0,0056	0,2977
27	173,0031	0,0021	0,2998
28	176,2631	0,0556	0,3553
29	178,4693	0,0056	0,3610
30	179,5656	0,0045	0,3655
31	181,9810	0,0217	0,3872

32	187,2024	0,0014	0,3886
33	189,5963	0,0182	0,4068
34	195,8360	0,0238	0,4306
35	203,4876	0,0334	0,4640
36	205,5244	0,0195	0,4835
37	208,8269	0,0016	0,4851
38	210,8425	0,0248	0,5098
39	214,7486	0,0016	0,5114
40	216,6050	0,0050	0,5165
41	219,6721	0,0117	0,5282
42	219,9075	0,0004	0,5286
43	222,9746	0,0010	0,5296
44	227,3418	0,0117	0,5413
45	229,6856	0,0380	0,5793
46	230,6444	0,0010	0,5802
47	232,7488	0,0117	0,5919
48	233,5918	0,0024	0,5944
49	236,0750	0,0029	0,5973
50	237,5816	0,0183	0,6155
51	238,4689	0,0379	0,6535
52	239,3775	0,0002	0,6537
53	241,7714	0,0031	0,6568
54	243,8294	0,0030	0,6598
55	246,8965	0,0071	0,6669
56	251,1922	0,0584	0,7253
57	254,5663	0,0071	0,7323
58	255,0984	0,0037	0,7361
59	256,4248	0,0280	0,7641
60	263,2995	0,0017	0,7658
61	265,6934	0,0228	0,7886
62	277,9313	0,0431	0,8318
63	280,4535	0,0205	0,8523
64	284,3597	0,0013	0,8536
65	291,5341	0,0053	0,8588
66	294,6012	0,0123	0,8712
67	295,4403	0,0003	0,8715
68	298,5074	0,0008	0,8723
69	302,2710	0,0123	0,8846
70	306,1771	0,0008	0,8854
71	307,1926	0,0151	0,9006
72	311,0041	0,0030	0,9036
73	313,3980	0,0399	0,9435
74	314,9103	0,0002	0,9437
75	318,2732	0,0039	0,9476
76	321,3403	0,0091	0,9567
77	329,0101	0,0091	0,9658
78	337,7432	0,0023	0,9680
79	340,1371	0,0025	0,9706
80	340,1371	0,0294	1,0000

В таблице находим интервал, в который попадает значение заданной доверительной вероятности [P]=0,95; это (0,9476; 0,9557). Вероятностный складской запас определяем по формуле:

$$I^* = l_k + \frac{[P] - F(l_{k+1})}{F(l_{k+1}) - F(l_k)} \cdot (l_{k+1} - l_k) = 319{,}0968$$

По табличным данным строим график зависимости функции распределения от имеющихся на складе запасов груза.



Таким образом, получили оптимальную ёмкость склада $E = I^*$ вероятностно-статистическим методом. Зная её, определим требуемые в задаче характеристики:

- оптимальный срок хранения грузов ($M[Q^n]$ из табл.):

$$\tau_{хр} = \frac{I^*}{M[Q^n]} = 1{,}573 \text{ суток}$$

- годовой грузопоток прибытия грузов:

$$Q_г = M[Q^n] \cdot T_г = 74041{,}459 \text{ тонн}$$

- оборачиваемость грузов на складе:

$$\eta = \frac{T_г}{\tau_{хр}} = 232{,}0345$$

- коэффициент неравномерности прибытия грузов:

$$k_n = \frac{Q^n_{max}}{M[Q^n]} = 1{,}4137$$

- коэффициент неравномерности выдачи грузов

$$k_в = \frac{Q^в_{max}}{M[Q^в]} = 1{,}4522$$

Теперь определим потребную ёмкость склада, используя модель “гибели и рождения” при той же доверительной вероятности. Формулу Пуассона, которая

описывает такую модель , аппроксимируем формулой нормального закона распределения:

$$P(q_k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp(-\frac{(k-m)^2}{2\sigma^2}) \qquad (1)$$

где q_k – состояние склада, соответствующее k контейнерам,

$$m = I, \quad \sigma = \sqrt{I}. \qquad (2)$$

Подставим (2) в (1), получим:

$$P(q_k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi I}} \exp(-\frac{(k-I)^2}{2I}) \qquad (3)$$

где I – средняя ёмкость:

$$I = M[Q^{П}] \cdot \tau_{xp},$$

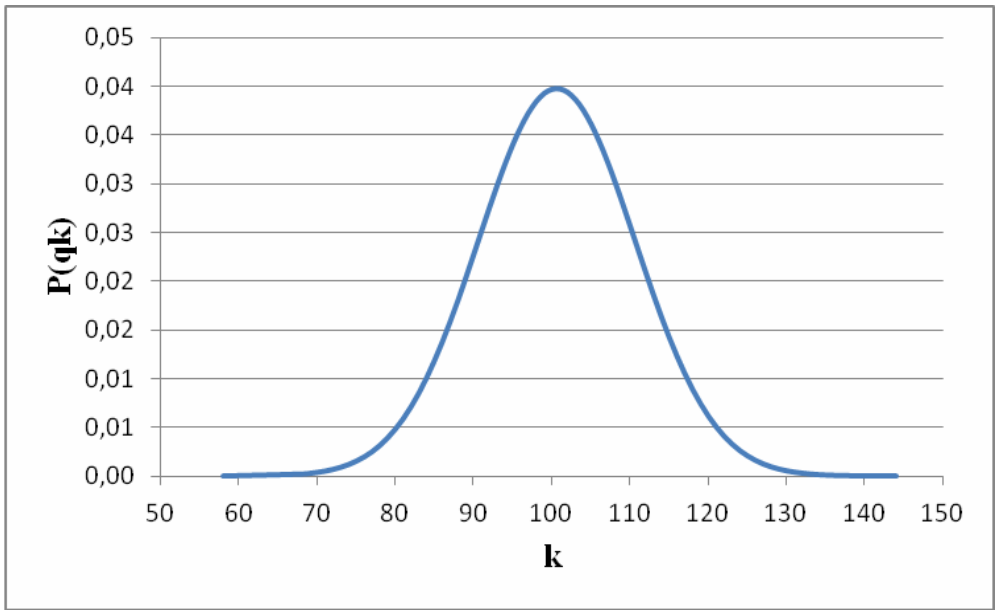
где τ_{xp} берется из предыдущего решения:

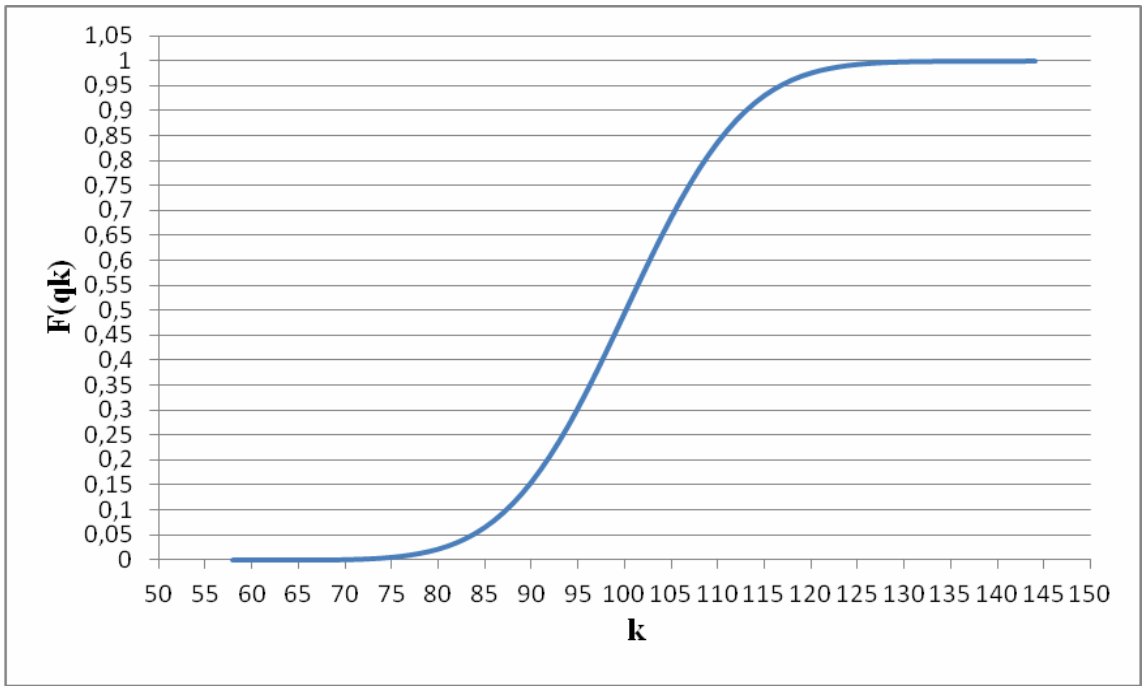
$$I = M[Q^{П}] \cdot \tau_{xp} = 100{,}613$$

Зная величину средней ёмкости, можно посчитать значения плотности вероятности по формуле (3) и вычислить значения функции распределения для каждого состояния q_k. Используя последний график, по доверительной вероятности [P]=0,95 найдём необходимую ёмкость склада со страхового запасом.

k	P(qk)	F(qk)	k	P(qk)	F(qk)	k	P(qk)	F(qk)
119	0,00741	0,9697	93	0,02982	0,2385	58	0,00000	0,0000
120	0,00614	0,9759	94	0,03200	0,2705	68	0,00020	0,0002
121	0,00504	0,9809	95	0,03401	0,3046	69	0,00028	0,0005
122	0,00410	0,9850	96	0,03578	0,3403	70	0,00038	0,0009
123	0,00330	0,9883	97	0,03727	0,3776	71	0,00051	0,0014
124	0,00263	0,9909	98	0,03845	0,4161	72	0,00068	0,0021
125	0,00207	0,9930	99	0,03926	0,4553	73	0,00090	0,0029
126	0,00162	0,9946	100	0,03970	0,4950	74	0,00118	0,0041
127	0,00125	0,9959	101	0,03974	0,5348	75	0,00153	0,0057
128	0,00096	0,9968	102	0,03939	0,5741	76	0,00196	0,0076
129	0,00073	0,9975	103	0,03866	0,6128	77	0,00249	0,0101
130	0,00054	0,9981	104	0,03757	0,6504	78	0,00313	0,0132
131	0,00040	0,9985	105	0,03615	0,6865	79	0,00390	0,0171
132	0,00030	0,9988	106	0,03443	0,7210	80	0,00481	0,0220
133	0,00022	0,9990	107	0,03248	0,7534	81	0,00588	0,0278
134	0,00016	0,9992	108	0,03033	0,7838	82	0,00711	0,0349
135	0,00011	0,9993	109	0,02804	0,8118	83	0,00851	0,0435
136	0,00008	0,9994	110	0,02567	0,8375	84	0,01009	0,0535
137	0,00006	0,9994	111	0,02327	0,8607	85	0,01184	0,0654
138	0,00004	0,9994	112	0,02088	0,8816	86	0,01376	0,0791
139	0,00003	0,9995	113	0,01855	0,9002	87	0,01583	0,0950
140	0,00002	0,9995	114	0,01632	0,9165	88	0,01804	0,1130
141	0,00001	0,9995	115	0,01422	0,9307	89	0,02035	0,1334
142	0,00001	0,9995	116	0,01226	0,9430	90	0,02272	0,1561
143	0,00001	0,9995	117	0,01047	0,9535	91	0,02513	0,1812
144	0,00000	0,9995	118	0,00885	0,9623	92	0,02751	0,2087

На основании табл. были построены графики дифференциальной и интегральной функций распределения Используя последний график, по доверительной вероятности [P]=0,95 найдём необходимую ёмкость склада без страхового запаса I^*_1=117 контейнеров. Прибавив к этой величине страховой запас (1), получаем I^*_2=335,483. Эта величина хорошо согласуется с найденным вероятностно-статистическим методом оптимальным объёмом склада I*= 319,097





Лабораторная работа №3

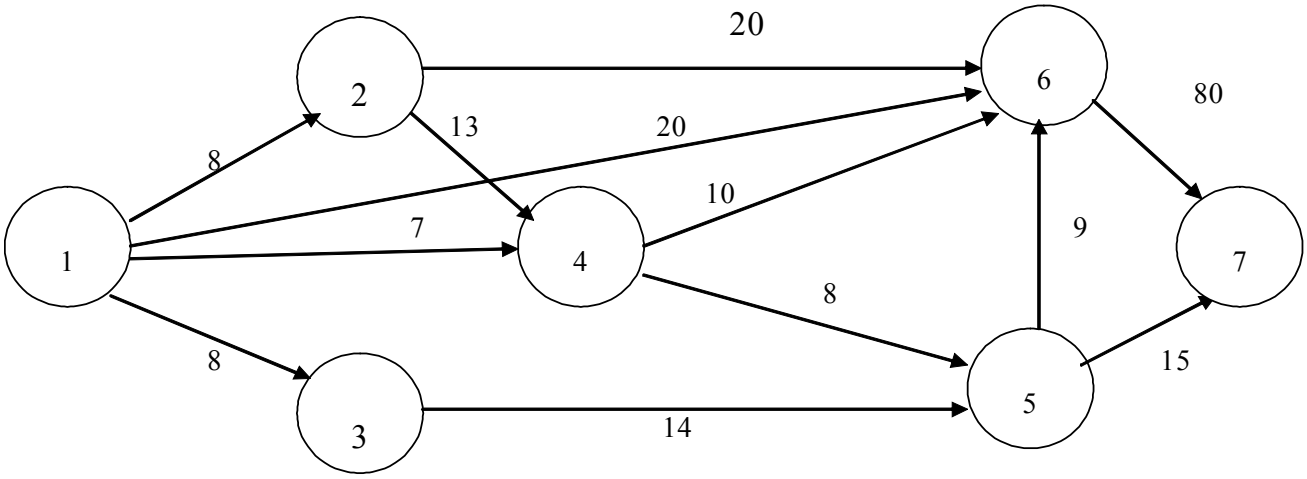
Построение максимального потока в сети.

1. Построить начальный поток .$X^0 = \{x_{ij}^0\}$
2. Организовать процедуру составления подмножеств вершин, достижимых из источника I по ненасыщенным рёбрам.
3. Выделить путь из I в S, состоящий из ненасыщенных рёбер, и увеличить поток по каждому из рёбер этого пути на величину

$\Delta = \min\{r_{ij} - x_{ij}\}$.

где r_{ij} – пропускная способность ребра.

4. Повторять процедуру до тех пор, пока не будет найден разрез минимальной пропускной способности.

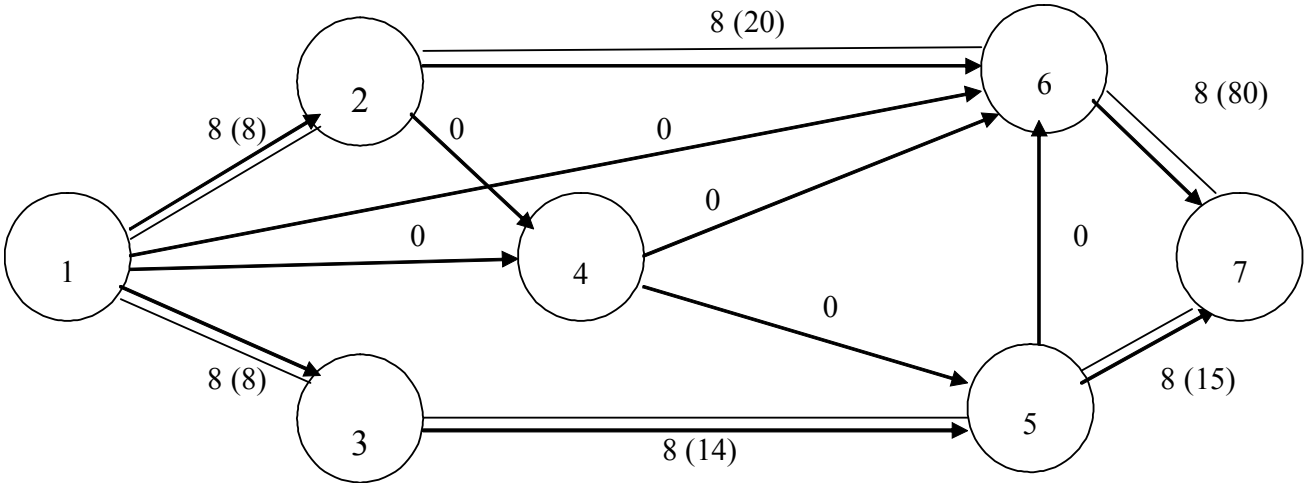


Решение:

Запишем матрицу R пропускных способностей:

i,j	1	2	3	4	5	6	7
1	0	8	8	7	0	20	0
2		0	0	13	0	20	0
3			0	0	14	0	0
4				0	8	10	0
5					0	9	15
6						0	80
7							0

Сформируем начальный поток X^0. В нем на пути 1-2-6-7 перемещаем 8 единиц (насыщенное ребро: 1-2), на пути 1-3-5-7 перемещаем 8 единиц (насыщенное ребро: 1-3)



Отсюда можно записать матрицу потока X^0:

i,j	1	2	3	4	5	6	7
1	0	8	8	0	0	0	0
2		0	0	0	0	8	0
3			0	0	8	0	0
4				0	0	0	0
5					0	0	8
6						0	8
7							0

Определим мощность потока

$$f = x_{12} + x_{13} = 8 + 8 = 16;$$

$$f = x_{57} + x_{67} = 8 + 8 = 16.$$

Составим матрицу ($R\text{-}X^0$), элементы которой $\left(r_{ij} - x_{ij}^0\right)$ позволяют судить о насыщенности ребер сети. Насыщенным ребрам будут соответствовать нулевые элементы, а ненасыщенным – ненулевые.

$R\text{-}X^0$

i,j	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	7	0	20	0
2		0	0	13	0	12	0
3			0	0	6	0	0
4				0	8	10	0
5					0	9	7
6						0	72
7							0

Зная матрицу ($R\text{-}X^0$), можно сформулировать подмножество А вершин, в которые можно попасть из истока I, двигаясь по ненасыщенным путям, а также выделить (если поток X^0 не оптимален) эти пути и с их помощью увеличить мощность потока.

В данном случае получаем:

1 || 4,6;

4 || 5;

5 || 7.

Как видно, сток S = 7 попал в список одной из вершин. Значит, поток X^0 не максимален и существует путь из источника I в сток S (из 1 в 7), состоящий из ненасыщенных ребер. Это путь 1-4-5-7.

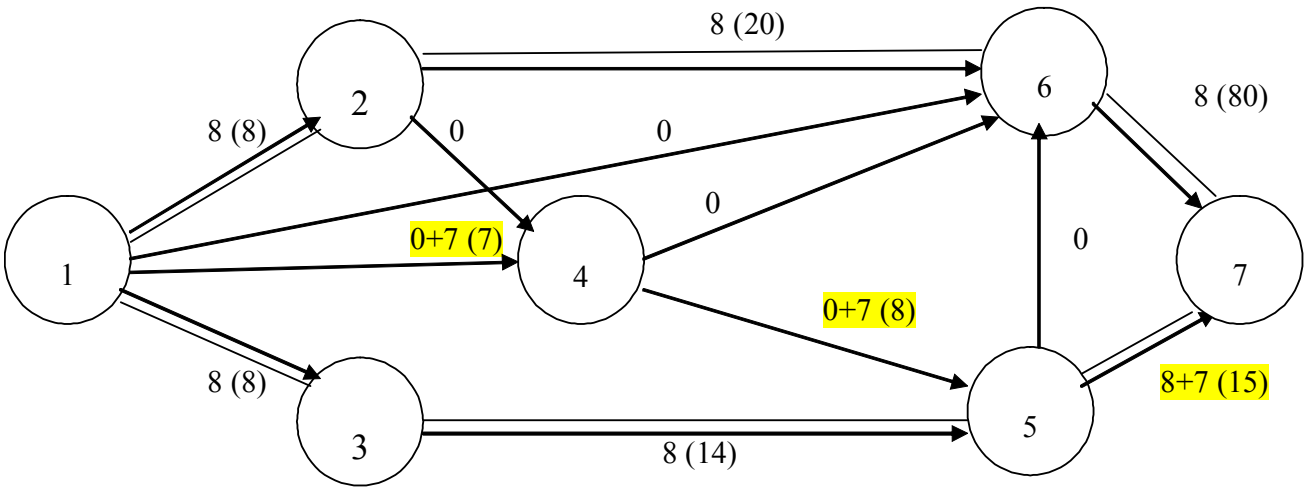
Далее с помощью матрицы ($R-X^0$) определим величину $\Delta = \min(r_{ij} - x_{ij})$, на которую нужно увеличить поток по каждому ребру (i,j) выделенного пути, чтобы получить новый поток X^1 мощности, большей на Δ единиц.

$\Delta = \min\{(1,4),(1,5),(5,7)\} = \min\{7,8,7\} = 7.$

Значение потока также увеличится на величину Δ:

$f = f + \Delta = 16 + 7 = 23$

Для построения нового потока X^1 к соответствующим элементам матрицы X прибавим найденное значение $\Delta = 7$,



тогда получим X^1

i,j	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	0	0	20	0
2		0	0	13	0	12	0
3			0	0	6	0	0
4				0	1	10	0
5					0	9	0
6						0	72
7							0

$R-X^1$

i,j	1	2	3	4	5	6	7
1	0	8	8	7	0	0	0
2		0	0	0	0	8	0
3			0	0	8	0	0
4				0	7	0	0
5					0	0	15
6						0	8
7							0

Запишем списки вершин по ненасыщенным путям:

1 || 6;

6 || 7.

Как видно, сток S = 7 попал в список одной из вершин. Значит, поток X^1 не максимален и существует путь из источника I в сток S (из 1 в 7), состоящий из ненасыщенных ребер. Это путь 1-6-7.

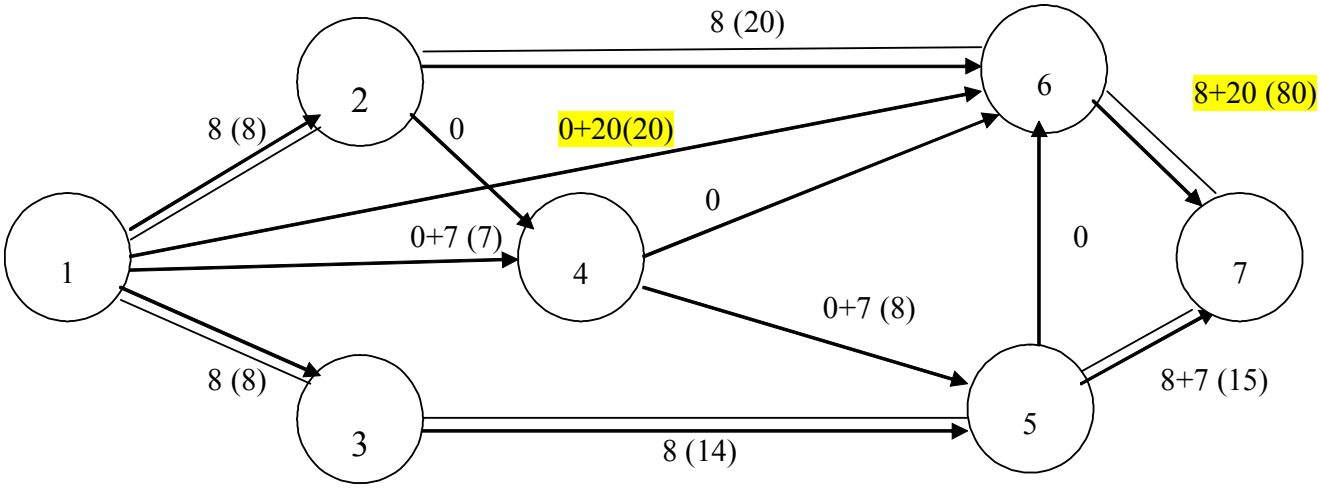
Далее с помощью матрицы ($R-X^1$) определим величину $\Delta = \min(r_{ij} - x_{ij})$, на которую нужно увеличить поток по каждому ребру (i,j) выделенного пути, чтобы получить новый поток X^1 мощности, большей на Δ единиц.

$\Delta = \min\{(1,6),(6,7)\} = \min\{20,72\} = 20.$

Значение потока также увеличится на величину Δ:

$f = f + \Delta = 23 + 20 = 43$

Для построения нового потока X^2 к соответствующим элементам матрицы X^1 прибавим найденное значение $\Delta = 20$,



Тогда получим:

X^2

i,j	1	2	3	4	5	6	7
1	0	8	8	7	0	20	0
2		0	0	0	0	8	0
			0	0	8	0	0
4				0	7	0	0
5					0	0	15
6						0	28
7							0

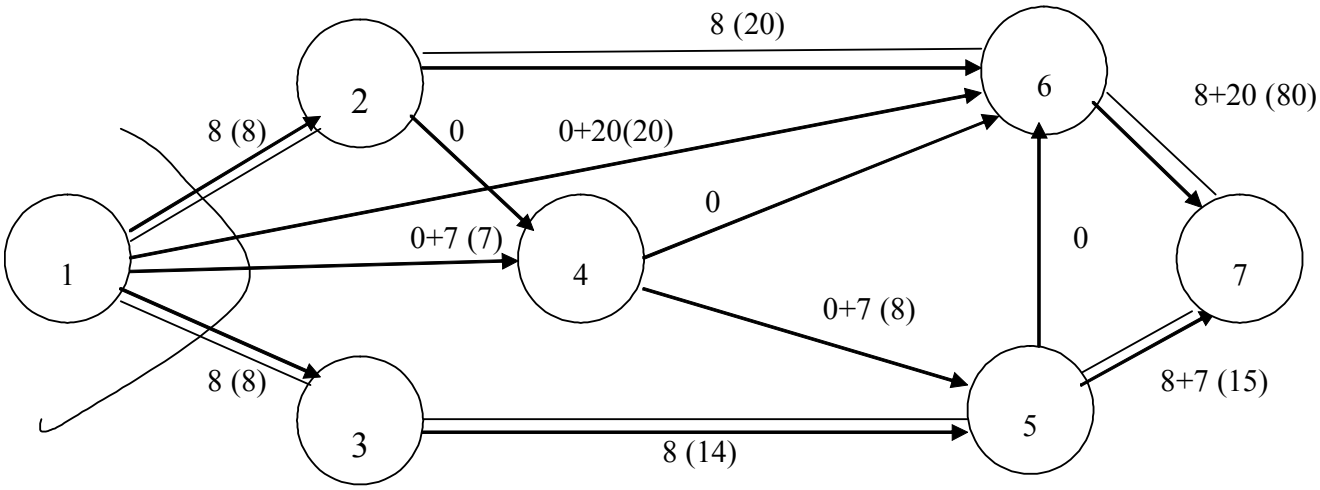
R-X^2

i,j	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	0	0	0	0
2		0	0	13	0	12	0
3			0	0	6	0	0
4				0	1	10	0
5					0	9	0
6						0	52
							0

Запишем списки вершин по ненасыщенным путям:

1 || •.

Сток 7 не попал в подмножество А вершин, достижимых из источника 1 по ненасыщенным путям. Значит, поток X^2 максимален. Нанесем его на сеть с указанием направления потоков по отдельным ребрам.



Таким образом, построены два подмножества вершин А = { 1 }, В = { 2,3,4,5,6,7 },

которые “разделяет” разрез минимальной пропускной способности. Поток, задаваемый матрицей X^2, максимальный, его мощность равна сумме пропускных способностей рёбер разреза

f = 8+8+20+7= 43.

Лабораторная работа №4

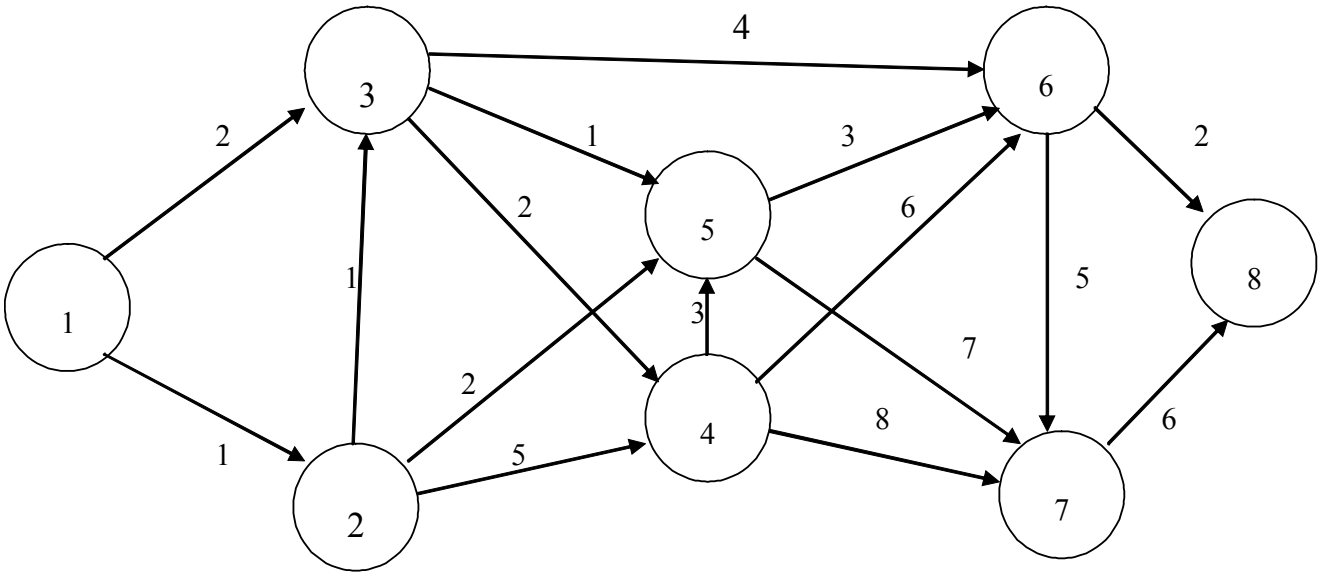
Нахождение кратчайшего пути

Решить задачу, используя алгоритм Форда-Фалкерсона

На графе показана транспортная сеть, соединяющая 8 городов и расстояния между ними.

Найти кратчайшие маршруты между следующими городами:

a) между городами 1 и 8;
b) между городами 1 и 6;
c) между городами 4 и 8;
d) между городами 2 и 6.



<u>Решение</u>

Теперь введем матрицу весов дуг:

$$[C] = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & \square & \square & \square & \square & \square \\ \square & 0 & 1 & 5 & 2 & \square & \square & \square \\ \square & \square & 0 & 2 & 1 & 4 & \square & \square \\ \square & \square & \square & 0 & 3 & 6 & 8 & \square \\ \square & \square & \square & \square & 0 & 3 & 7 & \square \\ \square & \square & \square & \square & \square & 0 & 5 & 2 \\ \square & \square & \square & \square & \square & \square & 0 & 6 \\ \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & 0 \end{pmatrix}$$

Далее воспользуемся вычислительной программой, работающей по алгоритму Форда-Фалкерсона

из вершины 1 в вершину 1 (зачем?) путь 0.00

из вершины 1 в вершину 2 путь 1.00 иди в вершину 2

из вершины 1 в вершину 3 путь 2.00 иди в вершину 2 или 3

из вершины 1 в вершину 4 путь 4.00 иди в вершину 2 или 3

из вершины 1 в вершину 5 путь 3.00 иди в вершину 2 или 3
из вершины 1 в вершину 6 путь 6.00 иди в вершину 2 или 3
из вершины 1 в вершину 7 путь 10.00 иди в вершину 2 или 3
из вершины 1 в вершину 8 путь 8.00 иди в вершину 2 или 3
из вершины 2 в вершину 1 пройти нельзя
из вершины 2 в вершину 2 (зачем?) путь 0.00
из вершины 2 в вершину 3 путь 1.00 иди в вершину 3
из вершины 2 в вершину 4 путь 3.00 иди в вершину 3
из вершины 2 в вершину 5 путь 2.00 иди в вершину 3 или 5
из вершины 2 в вершину 6 путь 5.00 иди в вершину 3 или 5
из вершины 2 в вершину 7 путь 9.00 иди в вершину 3 или 5
из вершины 2 в вершину 8 путь 7.00 иди в вершину 3 или 5
из вершины 3 в вершину 1 пройти нельзя
из вершины 3 в вершину 2 пройти нельзя
из вершины 3 в вершину 3 (зачем?) путь 0.00
из вершины 3 в вершину 4 путь 2.00 иди в вершину 4
из вершины 3 в вершину 5 путь 1.00 иди в вершину 5
из вершины 3 в вершину 6 путь 4.00 иди в вершину 5 или 6
из вершины 3 в вершину 7 путь 8.00 иди в вершину 5
из вершины 3 в вершину 8 путь 6.00 иди в вершину 5 или 6
из вершины 4 в вершину 1 пройти нельзя
из вершины 4 в вершину 2 пройти нельзя
из вершины 4 в вершину 3 пройти нельзя
из вершины 4 в вершину 4 (зачем?) путь 0.00
из вершины 4 в вершину 5 путь 3.00 иди в вершину 5
из вершины 4 в вершину 6 путь 6.00 иди в вершину 5 или 6
из вершины 4 в вершину 7 путь 8.00 иди в вершину 7
из вершины 4 в вершину 8 путь 8.00 иди в вершину 5 или 6
из вершины 5 в вершину 1 пройти нельзя
из вершины 5 в вершину 2 пройти нельзя
из вершины 5 в вершину 3 пройти нельзя
из вершины 5 в вершину 4 пройти нельзя
из вершины 5 в вершину 5 (зачем?) путь 0.00
из вершины 5 в вершину 6 путь 3.00 иди в вершину 6
из вершины 5 в вершину 7 путь 7.00 иди в вершину 7
из вершины 5 в вершину 8 путь 5.00 иди в вершину 6
из вершины 6 в вершину 1 пройти нельзя
из вершины 6 в вершину 2 пройти нельзя
из вершины 6 в вершину 3 пройти нельзя
из вершины 6 в вершину 4 пройти нельзя
из вершины 6 в вершину 5 пройти нельзя
из вершины 6 в вершину 6 (зачем?) путь 0.00
из вершины 6 в вершину 7 путь 5.00 иди в вершину 7
из вершины 6 в вершину 8 путь 2.00 иди в вершину 8

из вершины 7 в вершину 1 пройти нельзя
из вершины 7 в вершину 2 пройти нельзя
из вершины 7 в вершину 3 пройти нельзя
из вершины 7 в вершину 4 пройти нельзя
из вершины 7 в вершину 5 пройти нельзя
из вершины 7 в вершину 6 пройти нельзя
из вершины 7 в вершину 7 (зачем?) путь 0.00
из вершины 7 в вершину 8 путь 6.00 иди в вершину 8
из вершины 8 в вершину 1 пройти нельзя
из вершины 8 в вершину 2 пройти нельзя
из вершины 8 в вершину 3 пройти нельзя
из вершины 8 в вершину 4 пройти нельзя
из вершины 8 в вершину 5 пройти нельзя
из вершины 8 в вершину 6 пройти нельзя
из вершины 8 в вершину 7 пройти нельзя
из вершины 8 в вершину 8 (зачем?) путь 0.00
и определим матрицу кратчайших расстояний:

$$[C_{min}] = \begin{pmatrix} 0 & 1(2) & 2(2,3) & 4(2,3) & 3(2,3) & 6(2,3) & 10(2,3) & 8(2,3) \\ \square & 0 & 1(3) & 3(3) & 2(3,5) & 5(3,5) & 9(3,5) & 7(3,5) \\ \square & \square & 0 & 2(4) & 1(5) & 4(5,6) & 8(5) & 6(5,6) \\ \square & \square & \square & 0 & 3(5) & 6(5,6) & 8(7) & 8(5,6) \\ \square & \square & \square & \square & 0 & 3(6) & 7(7) & 5(6) \\ \square & \square & \square & \square & \square & 0 & 5(7) & 2(8) \\ \square & \square & \square & \square & \square & \square & 0 & 6(8) \\ \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & 0 \end{pmatrix}$$

a) Кратчайшие пути между 1 и 8, расстояние равно 8:
   1-2-5-6-8
   1-2-3-5-6-8
   1-2-3-6-8
   1-3-5-6-8
   1-3-6-8
b) Кратчайшие пути между 1 и 6, расстояние равно 6:
   1-2-3-5-6
   1-2-3-6
   1-2-5-6
   1-3-5-6
   1-3-6
c) Кратчайшие пути между 4 и 8, расстояние равно 8:
   4-5-6-8
   4-6-8

d) Кратчайшие пути между 2 и 6, расстояние равно 5:
   2-3-5-6
   2-3-6
   2-5-6

СОДЕРЖАНИЕ

ВОПРОСЫ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
« МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЛОГИСТИКЕ »

Экзаменационные вопросы

1. Факторы, определившие развитие логистики как экономической науки.
2. Основные объекты изучения логистики.
3. Логистический подход к проблемам управления потоковыми процессами,
4. Понятие логистической системы.
5. Виды логистических систем.
6. Материальный поток, его измерение.
7. Классификация материальных потоков.
8. Научная база логистики и методология.
9. Предмет и цели производственной логистики.
10. Толкающие и тянущие системы управления материальными потоками, их достоинства и недостатки.
11. Количественная и качественная гибкость производственных систем.
12. Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Методы решения.
13. Методы определения экспертных оценок.
14. Методы сетевого планирования и управления.
15. Сетевые графики. Основные понятия и определения.
16. Расчет временных параметров сетевого графика и нахождение критического пути.
17. Распределение ограниченных ресурсов при построении сетевого графика.
18. Учет стоимостных факторов при реализации сетевого графика.
19. Определение оптимального количества складов в зоне обслуживания.
20. Методы определения места расположения склада на обслуживаемой территории.
21. Складские запасы и ёмкость склада.
22. Основные параметры грузопотоков склада.
23. Вероятностно-статистический метод определения ёмкости склада.
24. Определение вместимости контейнерного терминала с использованием модели «гибели и рождения».
25. Выбор между организацией собственного склада и использованием услуг наемного.
26. Логистические центры. Состав типичного регионального центра.
27. Логистические центры в России. Интеграция России в мировую логистическую сеть.
28. Сущность и задачи транспортной логистики.
29. Логистический подход к организации транспортного процесса.
30. Выбор транспортных средств с учётом логистики.
31. Потоки на сетях. Постановка задачи о максимальном потоке.
32. Разрез на сети. Теорема Форда-Фалкерсона.
33. Алгоритм решения задачи о максимальном потоке.
34. Приложение алгоритма о максимальном потоке к решению транспортной задачи по критерию времени.
35. Задача нахождения кратчайшего пути. Решение задачи методом Форда-Фалкерсона.
36. Нахождение общей медианы графа.

37. Расчёт надёжности сетей.
38. Информационный логистический поток.
39. Информационные логистические системы, их классификация.
40. Принципы построения информационных систем в логистике.
41. Использование открытых информационных технологий в логистических информационных системах.

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускник по направлению подготовки 010400 Прикладная математика и информатика Самарского государственного технического университета отвечает следующим требованиям:

– имеет целостное представление о процессах и явлениях, происходящих в неживой и живой природе, понимает возможности современных научных методов познания природы и владеет ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций;

– способен продолжить обучение в аспирантуре, вести профессиональную деятельность в иноязычной среде;

– владеет культурой мышления, знает его общие законы, способен в письменной и устной речи правильно (логически) оформить его результаты;

– умеет на научной основе организовать свой труд, владеет компьютерными методами сбора, хранения и обработки (редактирования) информации, применяемые в сфере его профессиональной деятельности;

– способен в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, умеет приобретать новые знания, обучаться в аспирантуре, использовать другие формы обучения, включая самостоятельные и информационно образовательные технологии;

– понимает сущность и социальную значимость своей будущей профессии, основные проблемы дисциплин, определяющих конкретную область его деятельности, видит их взаимосвязь в целостной системе знаний;

– способен к проектной деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода, умеет строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ;

– способен поставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций, умеет использовать для их решения методы изученных им наук;

– готов к кооперации с коллегами и работе в коллективе, знаком с методами управления, умеет организовать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в условиях различных мнений, знает основы педагогической деятельности;

– методически и психологически готов к изменению вида и характера своей профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами;

– знает основные тенденции развития современными естествознания, принципы математического моделирования и его применения в исследовании физических, химических, биологических, экологических процессов;

– способен к совершенствованию своей профессиональной деятельности в области математики, программирования.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1.	Лубенцова , В.С. Математическое моделирование прикладных задач логистики: учебное пособие.- Самара: СамГТУ, 2012.-199с.	У291.59я73 Л-821	20
2	Практикум по логистике:учеб.пособие / под редакцией Б.А. Аникина-2е изд. –М.: ИНФРА-М, 2011-275с.	У291.59я73 А-68	5

Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1.	Аникин, Б.А. Коммерческая логистика.- М.: Проспект, 2006-427с.	У291.59я73 А-67	1
2.	Бауэрсокс, Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок: (перевод с англ.).- М.: Олимп-Бизнес, 2008-635с.	У291.59 Б-298	1
3	Компьютерное моделирование менеджмента. Учеб. Рос. эконом. академии им. Плеханова Г.В./ под ред. А.Ф. Горшкова.- М.: Экзамен, 2007-622с. .	У291.21я73 К-637	1
4	Луис,Р. Система канбан. - М.: Стандарты и качество, 2008-212с.	У291.8 Л-839	3
5	Маликов, О.Б. Склады и грузовые терминалы.- СПб.: Бизнес-пресса, 2005.- 645с.	У9(2)40 М-190	1
6	Николайчук, В.Е. Транспортно-складская логистика: учеб. пособие.- М.: Дашков и К, 2007-451с.	У40я73 Н-635	1
7	Транспортная логистика: учебное пособие / Под общей редакцией Л.Б. Миротина. - М.: Экзамен, 2005.-512с.	У37я73 Т-654	15
8	Тяпухин, А.Л. Логистика: учебник для бакалавров.-М.: Юрайт, 2013-568с.	У291.59я73 Т-995	1
9	Черноруцкий, И.Г. Методы принятия решений: учеб. пособие.- СПб.: Лань, 2005.-408с.	519.8(075.8) Ч-494	30

Периодические издания

перечень отраслевых периодических изданий по профилю дисциплины, имеющихся в НТБ СамГТУ:

1. Прикладная механика и техническая физика.
2. Вестник Самарского государственного технического университета. Серия физико-математические науки.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»

Сайт научной электронной библиотекиLIBRARY.RU (http://elibrary.ru)

Общероссийский математический портал Math-Net.ru (http://www.mathnet.ru)

СОДЕРЖАНИЕ

Лубенцова Вера Степановна

Методические указания по дисциплине «Математические модели в логистике»

Электронные методические указания

Компьютерная верстка Е. В. Башкинова

Подписано для размещения в электронной библиотеке СамГТУ 25.12.2014

Формат 60x84 ⅛ .

Усл. п. л. .5,23_. Уч. -изд. л. 5,7.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Самарский государственный технический университет»

443100. Самара, ул. Молодогвардейская, 244.

Главный корпус.

E-mail radch@samgtu.ru