**Бутузова Антонида Васильевна. Математическое моделирование и алгоритмизация задач управления службой скорой медицинской помощи : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.18 / Бутузова Антонида Васильевна; [Место защиты: Казан. гос. техн. ун-т им. А.Н. Туполева].- Казань, 2009.- 182 с.: ил. РГБ ОД, 61 10-5/1338**

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени А.Н.Туполева

0420105371 О

Бутузова Антонида Васильевна

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ СЛУЖБОЙ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

05.13.18 - “Математическое моделирование, численные методы и ком­плексы программ”

ДИССЕРТАЦИЯ на соискание учёной степени кандидата технических наук

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки и техники РТ, доктор технических наук, профессор Моисеев B.C.



Казань 2009

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ 6

ГЛАВА 1. СТРУКТУРА И ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ СЛУЖБОЙ

[СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ 12](#bookmark75)

1. [Структура и функции службы скорой медицинской помощи 13](#bookmark5)
2. Системный анализ процесса управления работой службы скорой медицинской помощи 16
3. [Теоретико-множественная модель работы службы скорой медицинской помощи 20](#bookmark6)
4. [Постановка задач управления службой скорой меди­цинской помощи 26](#bookmark4)

ГЛАВА 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И АЛГО­РИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСНОВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНО­СТЬЮ СЛУЖБЫ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПО­МОЩИ 34

1. [Численный метод решения многокритериальной зада­чи дискретного нелинейного программирования 34](#bookmark13)
2. [Задачи оптимизации транспортных операций 38](#bookmark16)
3. [Оптимизация обслуживания вызовов бригадами ско­рой медицинской помощи 39](#bookmark17)
4. [Оптимизация процесса госпитализации больных бри­гадами службы скорой медицинской помощи 46](#bookmark20)
5. Модификация классической транспортной задачи по критерию времени 50
6. Прогнозирование динамики действующего парка ав­томобилей скорой медицинской помощи 54
7. [Дискретная динамическая модель прогнозирования количества вызовов 60](#bookmark36)

*V*

2.5. Задача оптимизации числа операторов и бригад скорой

медицинской помощи 71

[ГЛАВА 3. СРЕДСТВА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛО­ГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛУЖ­БЫ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ 84](#bookmark47)

1. [Структура комплекса средств автоматизации управле­ния службой скорой медицинской помощи 85](#bookmark48)
2. [Общая информационная технология управления служ­бой скорой медицинской помощи 91](#bookmark59)
3. [Информационные технологии взаимодействия службы скорой медицинской помощи с лечебными учрежде­ниями населенного пункта 98](#bookmark61)
4. [Методы расчета надежности комплекса средств авто­матизации управления службой скорой медицинской помощи 100](#bookmark62)
5. [Оптимизация объема запасных элементов комплекса средств автоматизации управления службой скорой медицинской помощи 106](#bookmark85)

ГЛАВА 4. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

СЛУЖБОЙ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ... 115

1. [Оптимальное планирование обслуживание вызовов бригадами скорой медицинской помощи 115](#bookmark72)
2. [Задача планирования госпитализации больных брига­дами скорой медицинской помощи 121](#bookmark74)
3. Задача прогнозирования динамики действующего пар­ка автомобилей скорой медицинской помощи 126
4. [Построение прогноза поступления вызовов на пульт станции скорой медицинской помощи 131](#bookmark78)
5. [Оптимизация числа диспетчеров и бригад станции скорой медицинской помощи 136](#bookmark80)
6. [Расчет надежности комплекса средств автоматизации управления службой скорой медицинской помощи 140](#bookmark81)
7. Примеры оптимизации числа запасных элементов комплекса средств автоматизации управления служ­бой скорой медицинской помощи 141

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 147](#bookmark83)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 149](#bookmark84)

Приложение 1. Исходные данные, результаты расчетов

и вычислительных экспериментов 158

Приложение 2. Краткая характеристика разработанных комплексов программ 174

**ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| АРМ | Автоматизированное рабочее место |
| АСУ | Автоматизированная система управления |
| БД | База данных |
| ДТП | Дорожно-транспортное происшествие |
| зэ | Запасные элементы |
| КСАУ | Комплекс средств автоматизации управления |
| КТЗ | Классическая транспортная задача |
| КП | Комплексы программ |
| ЛГР | Лицо, готовящее решение |
| ЛРР | Лицо, реализующее решение |
| ЛПР | Лицо, принимающее решение |
| ЛПУ | Лечебно-профилактическое учреждение |
| нп | Населенный пункт |
| по | Программное обеспечение |
| пот | Пункт отправления |
| пн | Пункт назначения |
| смп | Скорая медицинская помощь |
| сн | Специального назначения |
| ссмп | Служба скорой медицинской помощи |
| тс | Технические средства |
| ФГ | Функциональная группа |
| чс | Чрезвычайная ситуация |

**ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность темы.** Среди проблем структурного реформирования и информатизации отрасли здравоохранения в Российской Федерации важнейшее значение имеет совершенствование службы скорой медицин­ской помощи (ССМП), которое осуществляется по следующим основным направлениям [1]:

1. повышение эффективности и снижение стоимости оказания скорой медицинской помощи (СМП);
2. сокращение количества несвоевременных выездов бригад СМП к больным, нуждающимся в экстренном поддержании жизненных функций;
3. увеличение эффективности использования специализированных вра­чебных бригад;
4. повышение уровня оказания СМП сельскому населению;
5. оснащение службы достаточным количеством автотранспорта, со­временными средствами информатизации и связи, обеспечения ле­карствами и медицинским оборудованием.

Целями информатизации любой области здравоохранения являются снижение затрат, связанных с обработкой медицинской информации, со­вершенствование форм ее представления для более глубокого и всесто­роннего анализа, улучшение организации и повышение эффективности ле­чебно-диагностических процессов [1] — [10], [58]. Вопросам информатиза­ции здравоохранения и, в частности ССМП, посвящены работы А.З. Виноградова, Ш.И. Галиева, Л.Ю. Емалетдиновой, В.А. Журавлева,

Н.Г. Зенкина, В.Н. Каркавина, А.А. Карпеева, Г.И. Куценко,

Л.А. Мыльниковой, В.М. Синявского, Ю.М. Янкина и других ученых и специалистов.

Как показал анализ, в существующей литературе отсутствуют кон­кретные современные методики и комплексы программ автоматизации

формирования и принятия решений в управлении работой ССМП на всех ее уровнях.

Таким образом, весьма актуальной и практически значимой остается задача разработки математических моделей, методов, информационных технологий и комплексов средств автоматизации управления (КСАУ) ССМП.

**Целью работы** является повышение эффективности функциониро­вания ССМП за счет применения современных математических моделей, методов, средств автоматизации и информационных технологий в управ­лении ССМП.

**Задачи исследования:**

1. Системный анализ процесса управления ССМП.
2. Постановка задач управления ССМП.
3. Разработка математических моделей, методов, алгоритмов и инфор­мационных технологий решения рассматриваемых в данной работе задач управления ССМП.
4. Разработка структуры и состава КСАУ ССМП.

**Методы исследования.** При решении сформулированных в работе задач используются методы системного анализа, векторной оптимизации, модели и методы дискретной оптимизации, теории вероятностей, теории марковских процессов, имитационного моделирования, теории надежности технических систем.

**Научная новизна:**

1. Введены основные понятия и принципы управления ССМП.
2. Разработаны математические модели, методы и алгоритмы решения рассматриваемых в данной работе задач управления ССМП, реали­зуемые в рамках системы поддержки принятия управленческих ре­шений в среде КСАУ.
3. Введены принципы построения и предложен состав перспективного КСАУ ССМП.

**Практическая ценность работы.** Рассмотренные в диссертации за­дачи сформулированы, исходя из практических потребностей автоматиза­ции управления ССМП различных по численности населенных пунктов РФ. Решение этих задач осуществлялось в рамках выполнения совместных НИР, проводимых Казанским государственным техническим университе­том им. А.Н.Туполева с ОАО «ICL КПО ВС» (НИР № ПМ-9 СН), с Аль­метьевском станцией скорой медицинской помощи (НИР № ПМ-15 СН), с Казанским военным артиллерийским командным училищем им. М.Н. Чис­тякова (НИР № 0-06-685-2), в которых автор принимал участие как испол­нитель.

Применение предлагаемых в работе математических моделей и ин­формационных технологий позволит повысить оперативность и надеж­ность работы ССМП.

**Реализация результатов работы.** Теоретические и практические результаты диссертационной работы, в том числе их программная реали­зация были внедрены в ОАО «ICL КПО ВС», станции СМП г. Альметьев­ска, КВАКУ им. М.Н. Чистякова. Отдельные результаты работы были так­же использованы в учебном процессе кафедры Прикладной математики и информатики КГТУ им. А.Н.Туполева.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссерта­ции докладывались и обсуждались на международных, всероссийских, республиканских конференциях и семинарах, в их числе:

* XI Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция "Туполевские чтения" (г. Казань, 2003);
* Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых учёных и специалистов «Биотехнологические, медицинские и экологиче­ские системы и комплексы» (г. Рязань, 2003);
* Международная молодежная научная конференция "XXX Гагаринские чтения" (г. Москва, 2004);
* 5-ая Международная научно-техническая конференция «Компьютерное моделирование - 2004» (г. Санкт-Петербург, 2004);
* XII Международная молодежная научная конференция "Туполевские чтения" (г. Казань, 2004);
* Всероссийская научная конференция "Теория и практика системной ди­намики" (г. Апатиты, 2004);
* 2-я Ежегодная международная научно-практическая конференция «Ин- фокоммуникационные технологии глобального информационного общест­ва» (г. Казань, 2004);
* XIII Международная научно-практическая конференция «Управление организацией: диагностика, стратегия, эффективность» (г. Санкт- Петербург, 2005);
* Юбилейная конференция «Туполевские чтения: международная моло­дежная конференция, посвященная 1000-летию города Казани» (г. Казань, 2005);
* 12-ая Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика - 2005» (г. Москва, 2005);
* X Международная научно-практическая конференция «Системный ана­лиз в проектировании и управлении» (г. Санкт-Петербург, 2006);
* IV Российско-украинский научно-технический и методический симпо­зиум «Информационно-вычислительные технологии и их приложения» (г. Пенза, 2006);
* Молодежная научно-практическая конференция «Актуальные пробле­мы науки и образования» (г. Зеленодольск, 2006).
* Международная молодежная конференция «XIV Туполевские чтения» (г. Казань, 2006);
* II Всероссийская конференция «Теория и практика системной динами­ки» (г. Апатиты, 2007);
* Всероссийский семинар «Автоматизированная система управления Ско­рая медицинская помощь: прошлое, настоящее, будущее» (г. Казань, 2008).

**Публикации и структура диссертации.** Основное содержание дис­сертации отражено в 21 печатной работе, в том числе в 2 научных статьях, опубликованных в журналах из перечня изданий ВАК РФ. Материалы дис­сертации вошли в 3 отчёта по НИР, в которых автор принимал участие как исполнитель. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа содержит 159 стра­ниц основного текста, 56 рисунков, 28 таблиц; список литературы включа­ет 84 наименования, объём приложений - 22 страницы.

**Содержание работы.**

В **первой главе** на основе системного анализа работы ССМП вво­дится понятие и принципы управления ССМП. Предлагается теоретико­множественная модель ССМП. Формулируются задачи управления ССМП, взаимосвязь которых представлена в виде дерева целей и задач. Приведены постановки задач управления ССМП.

**Вторая глава** посвящена разработке математических моделей и ме­тодов решения некоторых задач управления работой ССМП. Здесь рас­сматриваются задачи планирования процесса обслуживания вызовов и госпитализации больных бригадами СМП, оценка динамики численности автомобилей СМП, прогнозирование количества вызовов и оптимизация количества диспетчеров и бригад СМП.

**В третьей главе** предлагается структура КСАУ ССМП, как КСАУ специального назначения (СН), принципы ее построения и общая структу­ра КСАУ ССМП. Приводятся основные решения по созданию техническо­го, математического, программного и информационного обеспечения. Для обеспечения эффективной работы системы предлагаются методы расчета и обеспечения надежности комплекса технических средств КСАУ.

В **четвёртой главе** приводятся примеры и результаты решения рас­сматриваемых задач управления ССМП.

В **заключении** сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе.

**В приложении** приведены исходные, промежуточные данные и ре­зультаты вычислений, примеры видеоформ, разработанных комплексов программ.

**Заключение**

В данной работе были получены следующие результаты:

1. Сформулированы основные принципы управления ССМП. Предло­жено современное определение понятия процесса управления ССМП. Разработана схема цикла управления работой ССМП. Разра­ботана теоретико-множественная модель ССМП. Построено дерево целей и задач управления ССМП, учитывающее современные и пер­спективные направления работы ССМП. Выделены задачи управле­ния ССМП, рассматриваемые в данной работе.
2. Разработана математическая модель и алгоритм оптимального пла­нирования обслуживания вызовов бригадами СМП. При решении данной задачи предложено помимо критерия времени доезда брига­ды до вызова, учитывать также соответствие профиля бригады про­филю заболевания больного и приоритетность обслуживания вызова.
3. Предложена математическая модель и алгоритм решения задачи век­торной оптимизации процесса планирования госпитализации боль­ных бригадами СМП по критериям времени транспортировки боль­ного с места вызова до ЛПУ, соответствия профиля ЛПУ профилю заболевания больного и времени подготовки койко-мест в дежурных ЛПУ.
4. Сформулирована и решена задача прогнозирования действующего парка автомобилей ССМП, для формализации решения которой был использован аппарат марковских процессов с непрерывным време­нем и дискретным множеством состояний и метод динамики сред­них.
5. Предложена модификация классической транспортной задачи по критерию времени, в которой учитывается приоритетность маршру­тов перевозки товара и время, затрачиваемое на вспомогательные операции. Разработан специальный численный метод для решения многокритериальных задач нелинейного целочисленного програм­мирования.
6. Предложена дискретная модель динамики средних и алгоритм про­гнозирования количества вызовов ССМП с помощью системы ре­куррентных уравнений, построенных с использованием теории неод­нородных цепей Маркова. Данная модель применима к системам, где потоки событий имеют непуассоновский характер.
7. Сформулирована двухкритериальная задача оптимизации количества диспетчеров и бригад ССМП, решаемая на основе предложенной имитационной модели работы ССМП. Разработан алгоритм получе­ния паретооптимальных решений этой задачи.
8. Предложена типовая структура и программно-аппаратный состав КСАУ ССМП. Сформулированы основные требования, выдвигаемые к КСАУ, как АСУ специального назначения. Разработана общая ин­формационная технология функционирования КСАУ ССМП.
9. Разработана методика расчета надежности работы КСАУ ССМП. Предложен подход к оценке надежности развивающейся ССМП. Разработана модель и алгоритм решения двухкритериальной задачи оптимизации объема запасных элементов для КСАУ ССМП, исполь­зуемый при создании и эксплуатации КСАУ ССМП.
10. Предложенные модели решения рассматриваемых задач управления ССМП апробированы на реальных данных. Выполненные при реше­нии этих задач вычислительные эксперименты показывают адекват­ность предлагаемых моделей и методов, которые могут быть исполь­зованы при создании КСАУ ССМП.
11. Для решения сформулированных в работе задач разработаны ком­плексы программ «Распределение бригад по вызовам», «Распределе­ние больных по ЛПУ», «Оптимизация количества диспетчеров и бригад».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 26 марта 1999 г № 100 «О совершенствовании организации скорой медицин­ской помощи населению РФ», <http://www.ligazp.org> / right/03, htm.
2. Виноградов А.З., Янкин Ю.М., Каркавин В.Н. Автоматизиро­ванная система управления станцией скорой медицинской по­мощи на основе алгоритма действий врача // Применение ма­тематических методов и ЭВМ в медицинских исследованиях. - Л., 1983 г. 230 с.
3. <http://www.icl.kazan.ru> - официальный сайт ОАО ICL-КПО ВС
4. <http://www.adis-nst.ru> - официальный сайт фирмы «Новые сис­темные технологии».
5. <http://www.telros.spb.ru> - официальный сайт компании «ТЕЛ- РОС».
6. Синявский В.М., Журавлев В.А. Обсуждение реструктуриза­ции. Системное управление службой скорой медицинской по­мощи в муниципальном здравоохранении // Неотложная тера­пия. 2005 г. № 1 - 2. С. 20 - 25.
7. Зенкин Н.Г. Система оказания скорой медицинской помощи городскому населению: проблемы и направления совершенст­вования // Бюллетень сибирской медицины. 2003 г. №4. С. 79 - 87.
8. Карпеев А.А., Мыльникова Л.А. Оперативно-диспетчерская система скорой медицинской помощи // Здравоохранение РФ. 2001. №2. С.23 - 25.
9. Литвинов А.М., Решетников Е.В. О развитии средств инфор­матики, вычислительной техники и автоматизации управления медицинской службой вооруженных сил основных стран блока

НАТО // Военно-медицинский журнал. 1989. №3. С. 68 - 72.

1. Автоматизированная медицинская система с самообслужива­нием // Jisuanji gongcheng. - Comput. Eng. 1995. 21. №4. С. 49 -

54.

П.Бусленко Н.П. Лекции по теории сложных систем. - М.: Сов. радио, 1973 г. 440 с.

1. Моисеев B.C., Бутузова (Сбоева) А.В., Рябова Т.А. Основные понятия и технические требования к системе мониторинга и управления скорой медицинской помощью на региональном уровне // Отчет о научно исследовательской работе "Разработ­ка математических моделей и методов мониторинга и управле­ния оказанием скорой медицинской помощи в регионе", КГТУ им. Туполева, ОАО ICL КПО ВС, 2004 г.
2. Моисеев B.C., Бутузова (Сбоева) А.В., Шаронов Г.Е. Разработ­ка математических методов и технологий решения основных задач управления станцией скорой медицинской помощи г. Альметьевска // Отчет о научно исследовательской работе "Разработка математических методов и технологий решения основных задач управления станцией скорой медицинской по­мощи г. Альметьевска", КГТУ им. Туполева, станция скорой медицинской помощи г. Альметьевска, 2007 г.
3. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа. - СПб.: Изда­тельский дом «Бизнес-пресса», 2000 г. 326 с.
4. Клиланд Д., Кинг В. Системный анализ и целевое управление. - М.: Советское радио, 1974 г. 280 с.
5. Моисеев B.C., Бутузова (Сбоева) А.В. Основные задачи разра­ботки автоматизированной системы управления скорой меди­цинской помощью // Исследования по информатике. Вып. 10. - Казань: Отечество, 2005 г. С. 141 - 150.
6. Садовский В.Н. проблемы общей теории систем как метатео­рии // Системные исследования. Ежегодник 1973. - М.: Наука, 1973. С. 127- 146.
7. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория многоуровневых иерархических систем. - М.: Мир, 1973. - 344 с.

19.3айдуллин С.С., Моисеев B.C. Математические модели и мето­ды управления территориально распределенными системами - Казань: Мастер Лайн, 2005 — 208 с.

1. Тутубалин П.И., Моисеев B.C. Вероятностные модели обеспе­чения информационной безопасности автоматизированных систем обработки информации и управления: Монография. - Казань: РИЦ «Школа», 2008. - 114 с.
2. Моисеев B.C., Нестерова **JI.E.** Алгоритмы многокритериально­го выбора решений из совокупности типовых проектных ре­шений // Изв. вузов Авиационная техника. - 1994. - №1. - С. 21-25.
3. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Идея, алгоритм, решение (При­нятие решений и автоматизация). - М.: Воениздат, 1972 г. 328 с.
4. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Паретооптимальные решения многокритериальных задач. М.: Физико-математическая лите­ратура, 2007 г. 255 с.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных ра­ботников и инженеров. - М.: Наука, 1984. - 831 с.
6. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы - М. ФИЗМАТЛИТ, 2002 г. 240 с.
7. Меламед И.И., Сигал И.Х. Исследование линейной свертки критериев в многокритериальном дискретном программирова­нии // Журнал вычислительной математики и математической физики. Т. 35. 1995 г. С. 1260 - 1270.
8. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1983. - 526 с.
9. Карлин С. Математические методы в теории игр, программи­рование и экономике. - М.: Мир, 1964. - 412 с.
10. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде. - М.: Физматлит, 2004. - 176 с.

ЗО.Зайдуллин С.С, Бутузова (Сбоева) А.В. Задача оптимального планирования передвижения мобильных средств диспетчер­ских систем // Тез. докл. Всеросс. научно-технической конфе­ренции студентов, молодых ученых и специалистов "БИО- МЕД СИСТЕМЫ - 2003" (Рязанская государственная радио­техническая академия), 2003 г. С. 10 - 11.

1. Бакиев С.С. Результаты внедрения новой матрицы для опера­тивно-диспетчерской службы. - Медицинский сервер MedLinks.ru, <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=14398>, 2004 г.
2. Таха X. Введение в исследование операций. - М.: Издатель­ский дом «Вильямс», 2001 г. 912 с.

33.Что такое GPS?. - Сайт сетевого издания GPS Info: <http://www.gpsinfo.ru>.

1. Вентцель Е.С. Исследование операций - М.: «Советское ра­дио», 1972 г. 550 с.
2. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций - М.: Издательство «Наука», 1971 г. 384 с.
3. Шапиро Л.Б. Организация скорой медицинской помощи. М.: Издательство «Медицина», 1969 г. 250 с.
4. Романенко И.В. Социальное и экономическое прогнозирова­ние: Конспект лекций. - СПб.: Издательство Михайлова В.А., 2000 г. 64 с.
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая стати- етика. - М.: Высшая школа, 2003 г. 479 с.
6. Статистическое моделирование и прогнозирование. - М.: Фи­нансы и статистика, 1990 г. 383 с.

40.Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. — М.: Статистика, 2004 г. 200 с.

41.Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. Математика. М.: Эдиториал УРСС, 2000 г. 424 с.

1. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления т.1. М.: Физматлит, 2005 г. 608 с.
2. Моисеев B.C., Бутузова (Сбоева) А.В. Математическая модель прогнозирования численности населения обслуживаемого опе­ративно-диспетчерскими службами // Исследования по инфор­матике. Вып.8. - Казань: Отечество, 2004 г. С. 8 - 10.
3. Бодюл В. И. Математическая модель распределения вагонного парка по железным дорогам в условиях неравномерности гру­зовых перевозок // Вестник ВНИИЖТ, № 3, 2006 г.
4. Буркова Ю.Г., Карамбиров С.Н. Моделирование каскада круп­ных насосных станций методом динамики средних // тезисы докладов научно-технической конференции «Природоохран­ное обустройство территорий» Московского государственного университета природообустройства (23 - 25 апреля 2002 г.). - Москва, 2002 г.
5. Портенко Н.И. Скороход А.В., Шуренков В.М. Марковские процессы // Итоги науки и техники. Современные проблемы математики. Фундаментальные направления. - ВИНИТИ, 1989 г. 248 с.
6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Высшая школа, 2001 г. 575 с.
7. Тейл Г. Экономические прогнозы и принятие решений. - М.: Статистика, 1971 г. 488 с.
8. Моисеев B.C., Бутузова (Сбоева) А.В., Фазылзянов Ф.М. Структура и функции автоматизированной системы управле­ния скорой медицинской помощью крупного населенного пункта // 2-я Ежегодная международная научно-практическая конференция «Инфокоммуникационные технологии глобаль­ного информационного общества», Казань, 2004 г. С. 157.
9. Багненко С.Ф. Руководство по скорой медицинской помощи. — М.: Гэотар — Медиа, 2007 г. 816 с.
10. Моисеев B.C., Бутузова (Сбоева) А.В. Основные задачи разра­ботки автоматизированной системы управления скорой меди­цинской помощью // Исследования по информатике. Вып. 10. - Казань: Отечество, 2005 г. С. 141 - 150.
11. Моудер Дж., Элмаграби С. Исследование операций: в 2-х то­мах, том 2 — М.: Мир, 1981 г. 677 с.
12. Ganmnitz J.E., Swinth R.L. Tollesfon J.I., Simulation of Water Recreation User’s Decisions, Paper presented at the Time XX International Meeting, Tel Aviv, Israel, June 26, 1973.
13. Wennergren E.C., Nielsen D.B. A Probabilistic Approach to Estimating Demand for Outdoor Recreation, Bulletin 478, Utah State University, Logan, Utah. December 1968.
14. Кофман А., Крюон P. Массовое обслуживание: теория и при­менения. - М. Мир, 1965 г. 302 с.
15. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на ком­пьютере. Для профессионалов. - СПб: Питер, 2001 г. 656с.
16. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - Искусство и наука. - М.: Мир, 1978 г. 418 с.
17. Якимов И.М. Имитационное моделирование сложных систем : учеб. пособие / И.М. Якимов, В.Е. Мосунов, З.Т. Яхина. - Ка­зань: Изд-во КАИ, 1984 г. 79 с.
18. Carey S., Jacobs М., Enterprise Architecture in the Defense World

- DoDAF/C4ISR, US-Govemment IT Calendar, 2004.

1. John R. Evans, Large Software Systems — Back to Basics, Cross Talk, The Journal of Defense Software Engineering, June 2000.
2. Jun-Tung Lau, Service-Oriented Architecture and the C4ISR Framework, Cross Talk, The Journal of Defense Software Engineering, September, 2004.
3. ГОСТ 24.103-84 Автоматизированные системы управления. Основные положения, <http://sysavt.hll.ru/index.html7/docs/> gost/24-103-84.htm.
4. Бутузова (Сбоева) А.В. Автоматизированное рабочее место врача бригады скорой медицинской помощи // тезисы докладов 12-ой Всероссийской межвузовской научно-технической кон­ференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и ин­форматика-2005». - М.: МИЭТ, 2005 г. С. 136 - 137.
5. Леонтьев В.П. Новейшая энциклопедия персонального компь­ютера 2003. - М. ОЛМА-ПРЕСС, 2003 г. 920 с.
6. Моисеев B.C., Дятчин В.В., Козар А.Н., Бутузова А.В. Об ав­томатизированных системах специального назначения // Ис- след. По информатике. Вып. 11. - Казань: Отечество, 2007 г. С. 153 - 162.
7. Еот S.B. Decision support systems research: reference disciplines and a cumulative tradition. - The International Journal of Management Science, 23, 5, October 1995, p. 511 - 523.
8. Ginzberg M.J., Stohr E. A. A decision support: Issues and Perspectives. - Processes and Tools for Decision Support. Amsterdam, North - holland Publ. Co, 1983.
9. Simon H.A. The new science of management decision. Englewood Cliffs, N.J., Prentice - Hall Inc., 1975.

69.Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплек­сов // Учебное пособие. - СПб.: Питер, 2004 г. 480 с.

1. Уткин Л.В., Щубинский И.Б. Нетрадиционные методы оценки надежности информационных систем. - СПб: Любович, 2000 г. 173 с.
2. Надежность автоматизированных систем управления / Под ред. Я.А. Хетагурова. М.: Высшая школа, 1985 г. 168 с.
3. Моисеев B.C., Бутузова (Сбоева) А.В. Математические модели оценки функционирования надежности интегрированной сис­темы управления регионом // Всероссийская научная конфе­ренция "Теория и практика системной динамики". - Апатиты, КНЦ РАН, 2004 г. С. 96 - 102.
4. Мейко А. В., Кулик М. Ю., Гинатуллин И. А., Зиновьев П. А., Моисеев В. С. Разработка математических моделей и методов оценки функциональной надежности корпоративных инфор­мационных систем // Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка математических моделей и методов для анализа и синтеза территориально-распределенных корпоративных ин­формационных систем» (ШИФР ПМ-12-СМ-2) КГТУ им. Ту­полева, ИПИАН РТ, 2004 г.
5. Ю.К. Беляев, В.А. Богатырев, В.В. Болотин и др. Надежность технических систем // Справочник. - М.: Радио и связь, 1985 г. 300 с.
6. Моисеев B.C., Бутузова (Сбоева) А.В., Мейко А.В. Оптимиза­ция объема запасных элементов для изделий авиационной тех­ники с мгновенным восстановлением // Авиационная техника. Вып. 1. - Казань, Издательство Казанского государственного университета, 2007 г. С. 54 - 57.
7. Моисеев B.C., Зайдуллин С.С. Элементы теории принятия ре­шений. Уч. пособие. Казань: Изд-во Казан. Гос. Техн. Ун-та, 2002 г. 114с.

77.3иновьев П.А., Мейко А.В., Моисеев B.C. Инженерные методы расчета функциональной надежности и живучести корпора­тивных информационных систем: Монография. - Казань: От­чество, 2009. - 256 с.

1. Месарович М., Тако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. - М.: Мир, 1973.
2. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической тео­рии систем. - М.: Мир, 1971. - 400 с.
3. Фрост Р., Дей Д., Слайк К.В. Базы данных. Проектирование и разработка. — М.: НТ Пресс, 2007. - 592 с.
4. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моде­лирования экономических систем: Учеб. пособие. 2-е изд., пе- рераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2005 г. 432 с.
5. Фролькис В.А. Введение в теорию и методы оптимизации для экономистов. 2-е изд. СПб.: Питер, 2002 г. 320 с.
6. Бутузова (Сбоева) А.В. Задача планирования перемещения бригад скорой помощи // XIV Туполевские чтения: Материалы Межд. молод, науч. конф. 10-11 ноября 2006г., T.IV. Казань, 2006 г. С. 4 - 6.
7. Моисеев B.C., Альмухаметова А.Ф., Бутузова (Сбоева) А.В. О модификациях классической транспортной задачи по крите­рию времени // Вестник КГТУ. Вып. 1. - Казань, Издательство Казанского государственного университета, 2008 г. С. 70 - 75.
8. Емалетдинова Л.Ю., Куценко Г.И. Автоматизированные ин­формационные системы управления в учреждениях здраво­охранения, Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2003 г. 218 с.