НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМ. Ж. БАЛАСАГЫНА

ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ Д 01.17.560

На правах рукописи

УДК 519.854 (575.2)(043.3)

АСАНКУЛОВА МАЙРАМКАН

ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЙ

08.00.13 – математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук

Бишкек – 2018

Диссертационная работа выполнена в лаборатории экономико-математических методов Института математики НАН Кыргызской Республики

Научный консультант: доктор физико-математических наук, профессор **Жусупбаев Амангельди**

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, профессор **Хачатуров Владимир Рубенович,** (Россия, Москва)

доктор физико-математических наук, профессор **Дюсембаев Ануар Ермуканович** (Казакстан, Алматы)

доктор экономических наук, профессор, **Кадыров Абдурахман Лакимович** (Таджикистан, Ходжент)

Ведущая организация: Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева. Адрес: Республика Казакстан, 010008, г. Астана, Мирзоян 2.

Защита диссертации состоится 19 октября 2018 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 01.17.560 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора (кандидата) физико-математических наук при Институте математики НАН КР и Кыргызском национальном университете им. Ж. Баласагына по адресу: Кыргызская Республика, 720054, г. Бишкек, ул. Абдымомунова 328, лабораторный корпус № 6 КНУ, аудитория 211.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке НАН КР, Кыргызская Республика, 720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 265-а и на сайте: www.math.aknet.kg/zashity.html ИМ НАН КР

Автореферат опубликован ″_____ ″ ________________ 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
д.ф.-м.н., профессор Байзаков А.Б.

ОБШАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В условиях рыночной экономики, когда в различных отраслях создаются такие структуры, как корпорации, крупные компании и иные объединения предприятий по производству и обработке продукции проблема размещения этих предприятий приобретает первостепенное значение.

Инструментом для анализа существующих связей в экономической жизни, прогнозирования поведения экономических субъектов и экономической динамики являются задачи размещения (ЗР). К построению разных математических моделей ЗР приводит различие технологических и технико-экономических условий отдельных отраслей. Многообразие условий и факторов находит свое отражение в характере и структуре ограничений, учитываемых в ЗР.

Также отметим, что для реализации в страны ЕАЭС продукция должна соответствовать требованиям (дорожным картам) международного стандарта, для которого требуется соответствующие затраты. В этой связи для приведения произведенной продукции к требуемым международным стандартам в корпорациях и крупных компаниях необходимо создание предприятий по обработке этих продукций.

Для решения этой проблемы необходимо разработка новых математических моделей и методов их решений позволяющие определить оптимальные планы размещения этих предприятий.

Как известно, для изучения решений задач размещения производства, когда функции отражающие зависимость стоимости производимой продукции от объема производства, либо линейные, либо вогнутые имеются методы, созданные Л.В. Канторовичем, В.С. Немчиновым, А.Л. Лурье, G.B. Dantzig, А.Г. Аганбегяном, В.И. Алейниковым, G. Miller, Е.Г. Гольштейном, Д.Б. Юдиным, И.Г. Гирсановым, В.А. Емеличевым и другими авторами. Особенностью этих задач является ее многоэкстремальность. Применение для их решения методов линейного или выпуклого программирования, приведет лишь к одному из многих локальных оптимумов. Одним из эффективных алгоритмов и методов исследования решений задач размещения производства является метод последовательных расчетов В.П.Черенина, В.Р. Хачатурова. Эти алгоритмы позволяют находить точное решение задачи размещения производства, когда функции, определяющие производственные затраты являются линейными на всей числовой оси, за исключением начала координат, где они имеют разрыв.

В дальнейшем метод был развит в научных работах А. Жусупбаева. Его работы посвящены исследованию класса задач размещения с дробной структурой целевых функций, для которых обосновано применимость метода последовательных расчетов и разработаны алгоритмы их решений.

Если в задачах размещения производственных предприятий и предприятий по обработке продукции компании с пропускной способностью перевозимой продукции, и когда функции, определяющие производственные затраты и затраты по обработке – линейны, нелинейны (разрывны в нуле), то для их решения, в общем случае не могут быть применены те методы поиска, которые разработаны для задач размещения производства с линейными и выпуклыми функциями производственных затрат.

Как отмечено, что именно такие задачи размещения производства и обработки продукции с нелинейными (разрывными в нуле) целевыми функциями имеют большую практическую ценность в рыночных условиях. В этом и заключается ее актуальность, в тоже время такие задачи недостаточно изучены.

В этой связи, настоящая работа посвящена разработке метода решения линейных и нелинейных (разрывной в нуле) задач размещения производственных предприятий и предприятий по обработке продукции, с дополнительными ограничивающими условиями на объемы производства и способа обработки, а также транспортировки продукции.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими проектами. Работа выполнена в рамках проектов Института математики НАН КР: ″Разработка математической модели и метода решения задачи размещения многопродуктового производства в аграрном секторе и математической устойчивости уровней тяготения замкнутых водоемов, аппаратно - программных средств автоматизированных систем обработки данных″, № гос.рег. 0001375, (1999- 2000); ″Разработка математической модели и метода решения задачи размещения производства сырья, динамико-стохастических моделей составляющих элементов водного баланса озера Иссык – Куль, аппаратно-программных средств систем параллельной обработки данных″, № гос.рег. 0001655, (2001-2002); ″Разработка математической модели водного баланса замкнутых водоемов с учетом явления последействия и методов решения нелинейных задач размещения, аппаратно-программных средств систем обработки больших массивов данных ″, № гос. рег. 0002796, (2003-2004); ″Разработка метода и алгоритма решений задачи размещения с нелинейными функциями и ее приложения″, № гос.рег. 00003850, (2005-2007); «Развитие методов и алгоритмов решений оптимизационных задач и их приложения», №

гос. рег. 0005168, (2008-2009); «Анализ и моделирование экономических процессов Кыргызстана», № гос. рег. 0005565, (2010-2011); «Развитие и приложения компьютерного моделирования асимптотических и аналитических методов в теории динамических систем, обратных и оптимизационных экономических задач и в анализе геофизических данных для оперативного прогноза землетрясений», № гос. рег. 0005756, (2012-2014); «Развитие и приложение компьютерного моделирования, асимптотических и аналитических методов в теории устойчивости динамических систем, разрешимости обратных задач экономических и геофизических процессов», № гос. рег.0007125, (2015-2017).

Цель и задачи исследования. Разработка методов и алгоритмов решений класса задач размещения с линейной и нелинейной (разрывной в нуле) целевой функцией с различными дополнительными ограничениями на объемы производства, обработки и объемы перевозимой продукции, и математических моделей задач экономики, решаемые разработанными методами.

Методика исследования. В работе использованы методы математического программирования, метод кусочно-линейной аппроксимации, метод последовательных расчетов, комбинаторные методы, компьютерные программные средства.

Научная новизна работы.

- найден способ решения для задачи размещения производства продукции и ее обработки с линейными и выпуклыми функциями производственных затрат и затрат на обработку при различных условиях и способах обработки продукции;
- разработан метод решения задачи размещения производства с линейными функциями производственных затрат и с пропускной способностью на каждый возможный способ транспортировки продукции;
- предложен способ определения оптимального периода работы и объема добычи сырья на каждом периоде работы добывающих предприятий с линейной функцией затрат на добычу сырья;
- доказано достаточное условие применимости метода последовательных расчетов для задачи размещения добывающих предприятий с нелинейными разрывными в нуле функциями затрат на добычу, где объемы добываемого сырья на каждом периоде ограничены;
- обоснована применимость метода последовательных расчетов к задаче размещения добывающих предприятий, с разрывными в нуле функциями затрат на добычу сырья, при ограничениях на объемы сырья перевозимый каждым способом транспортировки;

- разработан метод, использующий алгоритм метода последовательных расчетов для задачи размещения производства с нелинейной (разрывной в нуле) целевой функцией затрат, при ограничениях на объемы перевозимой продукции каждым способом транспортировки;
- разработан способ, использующий специальный алгоритм метода последовательных расчетов для задачи размещения предприятий по добыче сырья с нелинейной (разрывной в нуле) функцией затрат на добычу сырья в каждом периоде и с дополнительной фиксированной доплатой;
- сформулированы экономико-математические модели и предложены алгоритмы решения для задачи определения оптимального размера посевных площадей под каждый вид сельскохозяйственной культуры с учетом потребности на данный вид продукции; - задачи рационального использования транспортных средств коммунального хозяйства при вывозе бытовых отходов и обновления парка транспортными средствами по критерию минимума затрат; - задачи определения оптимального объёма закупки угля и состава используемых транспортных средств для перевозки в ТЭЦ при заданном объеме выработки электроэнергии.

Теоретическая и практическая ценность. Разработанные математические модели, методы и алгоритмы решения задач размещения с линейными и нелинейными (разрывными в нуле) целевыми функциями и с различными ограничениями на искомые переменные могут быть использованы хозяйствующими субъектами республики как инструмент выбора оптимального варианта размещения добывающих и обрабатывающих объектов, а теоретические результаты – в научно-исследовательских учреждениях и ВУЗах при разработке методов и алгоритмов решения различных классов многоэкстремальных задач и лекционных курсах для подготовки специалистов.

Основные положения, выносимые на защиту:
- найденный способ решения для задачи размещения производства продукции и ее обработки с линейными и выпуклыми функциями производственных затрат и затрат на обработку при различных условиях и способах обработки продукции;
- разработанный метод определения оптимального объема производства для задачи размещения производства с линейной функцией затрат при ограничительных условиях на объемы перевозимой продукции каждым способом;
- предложенный способ определения оптимального периода работы и объема добычи сырья на каждом периоде работы предприятий с линейной непрерывной функцией затрат на добычу сырья;

- доказанное достаточное условие применимости метода последовательных расчетов для задачи размещения добычи сырья с нелинейными разрывными в нуле функциями затрат на добычу, где объемы добываемого сырья на каждом периоде ограничены.
- обоснование применимости метода последовательных расчетов к задаче размещения добывающих предприятий, с разрывными в нуле функциями затрат на добычу сырья, при ограничениях на объемы перевозимого сырья каждым способом транспортировки;
- разработанный метод, использующий алгоритм метода последовательных расчетов для нелинейной задачи размещения производства, при ограничениях на объемы продукции перевозимый каждым способом транспортировки;
- разработанный способ, использующий специальный алгоритм метода последовательных расчетов с незначительными изменениями для задачи размещения предприятий по добыче сырья с нелинейной (разрывной в нуле) функцией затрат на добычу сырья в каждом периоде и с дополнительной фиксированной доплатой;
- сформулированные экономико-математические модели: - задачи определения оптимального размера посевных площадей под каждый вид сельскохозяйственной культуры с учетом потребности на данный вид продукции; - задачи рационального использования транспортных средств коммунального хозяйства при вывозе бытовых отходов и обновления парка транспортными средствами по критерию минимума затрат; - задачи определения оптимального объёма закупки угля для выработки заданного объема электроэнергии в ТЭЦ и состава транспортных средств для ее перевозки.

Апробация результатов диссертации. Основные положения и результаты исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались на научных семинарах лаборатории экономико-математических методов Института математики НАН КР в 1998-2017 гг., на международной научно-практической конференции «Проблемы математического моделирования и информационных технологий» (Бишкек, 2001), на международной научной юбилейной конференции, посвященной 70-летию академика Иманалиева М. (Бишкек, 2001), на международной научно-практической конференции «Современные проблемы механики сплошных сред и механики горных пород» (Бишкек, 2002), на Российской конференции «Дискретный анализ и исследование операций» (Новосибирск, 2002), на международном семинаре «Вычислительные методы и решение оптимизационных задач», (Новосибирск, 2004), на II-й международной научной конференции «Асимптотические, топологические и компьютерные методы в математике» (Бишкек, 2006), на Азиатской международной школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем» (Новосибирск, 2006-2017), на международной конференции «Информационные технологии и математическое моделирование в науке, технике и образовании», посвященной 70-летию академика А. Жайнакова (Бишкек, 2011), на международной конференции «Асимптотические, топологические и компьютерные методы в математике», посвященной 80-летию академика Иманалиева М., (Бостери, 2011), на V международном конгрессе математиков тюркского мира (Булан – Соготту, 2014), на Иссык-Кульском международном математическом форуме, (Бостери, 2015), на международной конференции «Асимптотические, топологические и компьютерные методы в математике», посвященной 85-летию академика Иманалиева М., (Бишкек, 2016), на III международной научной конференции «Актуальные проблемы теории управления, топологии и операторных уравнений», приуроченной к 45-летию научно-педагогической деятельности и юбилею д.ф.-м.н., профессора Керимбекова А. (Бишкек, 2017), на научной конференции «II Борубаевские чтения» (Бишкек, 2018).

Публикации по теме диссертации. Основные результаты диссертации опубликованы в 39 научных работах, среди них две монографии, один из них в соавторстве и 37 научных статьях. Во всех этих работах научному консультанту принадлежит постановка задач, а автору – их решение, а соавторам - участие в обсуждении полученных результатов. Всего опубликовано 18 работ в системе РИНЦ: из них в РИНЦ Кыргызстана - 8; в РИНЦ России-10. В рекомендованных ВАК КР - 10; в других зарубежных рецензируемых изданиях – 6, в других изданиях - 4 работ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из списка условных обозначений и использованных кратких математических записей, сокращений, введения, четырех глав, которые разбиты на параграфы, выводов, списка использованных источников из 144 наименований и приложения. Общий объем диссертации 197 страниц машинописного текста.

Краткое содержание диссертации. Во введении дано обоснование актуальности темы, общая характеристика работы. Ниже приведенные все неизвестные переменные $x_i, x_{ij}, y_{ij}, z_{ij}, y_j^k$ предполагаются неотрицательными.

В первой главе сформулирована общая постановка, рассматриваемого в работе класса задач размещения предприятий по производству продукции с ограничениями на объемы производства и на объемы обрабатываемой продукции различными способами и изложен алгоритм расчета МПР в формулировке В.П. Черенина, краткий обзор литературы по теме исследования, т.е. рассматривается экстремальная задача вида

$$L(x)=\sum_{i\in I}\sum_{j\in J}c_{ij}x_{ij}+\sum_{i\in I}\varphi_i(x_i)+\sum_{j\in J}\sum_{k\in K}\psi_j^k(y_j^k)\to min \quad (1)$$

при условиях:

$$\sum_{j\in J}x_{ij}=x_i\le a_i, \quad i\in I, \quad (2)$$

$$\sum_{i\in I}x_{ij}=\sum_{k\in K}y_j^k, \quad j\in J, \quad (3)$$

$$\sum_{j\in J}y_j^k=b_k, \quad k\in K, \quad (4)$$

$$0\le y_j^k\le Q_j^k, \quad j\in J,\ k\in K, \quad (5)$$

где $x=\{x_{ij}:\ i\in I,\ j\in J\}$, $y=\{y_j^k: j\in J,\ k\in K\}$; c_{ij}, $i\in I,\ j\in J$, a_i, $i\in I$, b_k, $k\in K$, Q_j^k, $j\in J$, $k\in K$ – известные постоянные, а $\varphi_i(x_i)$, $i\in I$, $\psi_j^k(y_j^k)$, $j\in J$, $k\in K$ – некоторые заданные функции; а также задача размещения производства, в котором суммарный объем перевозимой продукции от производственных предприятий до потребителей, не должен превышать максимальной возможности заданным способом перевозки, т.е. рассматривается задача размещения производства вида

$$L(x)=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{p}c_{ijk}x_{ijk}+\sum_{i=1}^{m}\varphi_i(x_i)\to min \quad (6)$$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{p}x_{ijk}=x_i\le a_i,\ i=1,2,...,m,$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{p}x_{ijk}=b_j,\ j=1,2,...,n,$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}x_{ijk}\le D_k,\ k=1,2,...,p, \quad (7)$$

где $x=\{x_{ijk}: i\in I,\ j\in J,\ k=1,2,\dots,p\}$; c_{ijk}, b_j, a_i, D_k – известные постоянные, а $\varphi_i(x_i)$, $i=1,2,\dots,m$ – заданные функции.

Изложен алгоритм расчета метода последовательных расчетов в формулировке В.П. Черенина, где приведено достаточное условие применимости метода последовательных расчетов имеющий вид

$$S(\omega_1,\ \omega_2)=P(\omega_1)+P(\omega_2)-P(\alpha)-P(\beta)\le 0. \quad (8)$$

Здесь ω_1 и ω_2 – произвольные подмножества множества $\Omega=\{1,2,\dots,m\}$, $\alpha=\omega_1\cup\omega_2$, $\beta=\omega_1\cap\omega_2$, а $P(\omega_1)$, $P(\omega_2)$, $P(\alpha)$, $P(\beta)$ - минимальные значения целевой функции исходной задачи, которые определяются соответственно множествами ω_1, ω_2, α и β.

Вторая глава работы посвящена методам решения задачи размещения производства и обработки продукции вида (1)-(5), а также задачам размещения производства с пропускными способностями на каждый способ транспортировки продукции вида (6), (7) для случая, когда $\varphi_i(x_i)$, $\psi_j^k(y_j^k)$ являются линейными и выпуклыми функциями.

В 2.1 рассматривается задача (1)-(5) при $k=2$, условия (3), (5) заменены условиями вида $\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = z_j + y_j,\ j \in J,$

$0 \le z_j \le q_j,\ j \in J,$

$0 \le y_j \le Q_j,\ j \in J,$ а $\varphi_i(x_i)$, $i \in I$, $\psi_j(y_j)$, $f_j(z_j)$, $j=1,2,\dots,n$ – линейные непрерывные. Для решения задачи введена замена переменных $\bar{x}_{ij} = z_{ij} + y_{ij}$, $i \in I$, $j \in J$, и задача сведена к транспортной модели. Способ решения демонстрирован на числовом примере.

В 2.2 приведен способ решения задачи сформулированной в 2.1 в случае, когда функции $\varphi_i(x_i)$, $i=1,2,\dots,m$, $\psi_j(y_j)$ и $f_j(z_j)$, $j=1,2,\dots,n$ – выпуклые непрерывные возрастающие. Для решения задачи разработан способ, основанный на линеаризации выпуклых функций $\varphi_i(x_i)$, $i=1,2,\dots,m$, $\psi_j(y_j)$ и $f_j(z_j)$, $j=1,2,\dots,n$, входящих в целевую функцию. Применение этого способа совместно с запрещающими тарифами позволило задачу аппроксимировать транспортной задачей линейного программирования. Способ решения задачи демонстрирован на числовом примере.

В 2.3 рассматривается задача (1)-(5) в случае, когда функции $\varphi_i(x_i)= c_i x_i$, $i \in I$, $\psi_j^k(y_j^k) = c_j^k y_j^k,\ j \in J, k \in K$. Введением замены переменных вида $x_{ij} = \sum_{k \in K} z_{ij}^k$, $i \in I$, $j \in J$ задача сведена к линейной задаче размещения производства с искомыми объемами производства, обработки и фиксированным суммарным объемом продукции, которая должна быть произведена и переработана. Предлагается способ решения задачи для случая:

- когда известен заказ по каждому технологическому способу обработки b_k, $k \in k$; и,

- когда известен объем заказа обрабатываемой продукции всеми способами обработки Q. Для каждого случая приведен и решен числовой пример для демонстрации алгоритма решений.

Раздел 2.4 посвящен методу решения задачи (6)-(7) в случае, когда функции $\varphi_i(x_i)$, $x_i \in [0, a_i]$, $i=1,2,\dots,m$, – линейные непрерывные. Для решения задачи предложен метод, состоящий из двух этапов. На первом этапе определяется схема закрепления потребителей за производителями и объем перевозимой продукции. На втором этапе определяется способ транспортиовки продукции от производственных предприятий компании до потребителей. Способ решения задачи демонстрирован на числовом примере.

В 2.5 рассматривается частный случай задачи (6)-(7), когда объем добываемого сырья в каждом периоде ограничен сверху $x_{ik} \leq d_{ik}$, $i \in I$, $k \in K$. Предлагается способ решения задачи в случае, когда функции, определяющие затраты на добычу сырья в каждом периоде – линейные, т.е. $\varphi_{ik}(x_{ik}) = c_{ik}x_{ik} + c_{ik}^0$, $x_{ik} \geq 0$, $i \in I$, $k \in K$. Способ решения задачи демонстрирован на числовом примере.

Третья глава работы посвящена методам и алгоритмам решения задачи размещения производства (1)-(5) и (6),(7) в случае, когда функции, определяющие производственные затраты и затраты на обработку являются нелинейными разрывными в нуле.

В 3.1 рассматривается частный случай задачи (6), (7), т.е. задача, сформулированная в разделе 2.5 в случае, когда функции $\varphi_{ik}(x_{ik}) = c_{ik}\, x_{ik} + T_{ik}\theta(x)$, $i=1,2,\dots,m$, $k=1,2,\dots,p$, где T_{ik} – const, $\theta(x)=1$ $(x>0)$, $\theta(x)=0$ $(x=0)$. Вследствие разрывности функции $\varphi_{ik}(x_{ik})$, $i=1,2,\dots,m$, $k=1,2,\dots,p$ в нуле задача обладает, вообще говоря, большим числом точек минимума в рассматриваемой области. В этой связи для решения задачи используется метод последовательных расчетов, разработанный В.П. Черениным (1962).

Каждый пункт добычи сырья A_i, $i \in I=\{0,1,2,\dots,m\}$ рассматривается как множество пунктов добычи A_{ik}, $i \in I$, $k=1,2,\dots,p$. Задача приведена к виду:

$$L(\bar{x}, \Delta(I)) = \sum_{ik \in \Delta(I)} \sum_{j=1}^{n} \bar{c}_{ikj} x_{ikj} + \sum_{ik \in \Delta(I)} T_{ik}\theta(x_{ik}) \to min \tag{9}$$

при условиях:

$$\sum_{ik \in \Delta(I)} x_{ikj} = b_j, \quad j = 1,2,\dots,n,$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ikj} = x_{ik} \leq D_{ik}, \quad ik \in \Delta(I), \tag{10}$$

где $x=\{x_{ikj}:\ ik \in \Delta I,\ j \in J\}$; $\bar{c}_{ikj} = c_{ijk} + c_{ik}$, $ik \in \Delta(I)$, $j = 1,2,\dots,n$, D_{ik} – максимальный объем добычи сырья пункта A_{ik}, x_{ikj} - объем перевозок сырья из пункта A_{ik} в B_j, c_{ikj} - затраты на перевозку единицы веса сырья из A_{ik} в B_j, $\Delta(I)$ - множество пар индексов $\{ik\}$, $i \in I$, $k=1,2,\dots,p$.

Вводится совокупность множеств $\delta(\omega) \subset \Delta(I)$, для каждого подмножества $\delta(\omega) \subset \Delta(I)$ построена функция $L(\bar{x}, \delta(\omega)) = \sum_{ik \in \delta(\omega)} \sum_{j=1}^{n} \bar{c}_{ikj} x_{ikj} + \sum_{ik \in \delta(\omega)} T_{ik}$.

Наименьшее значение $L(\bar{x}, \delta(\omega))$ при условиях (10) и замене множества $\Delta(I)$ на $\delta(\omega)$, обозначено через $P(\delta(\omega))$.

Задача (9), (10) заменена следующей эквивалентной задачей: среди всех подмножеств $\delta(\omega)\subset\Delta(I)$ требуется определить такое подмножество $\delta^*(\omega^*)\subset\Delta(I)$ на котором $P(\delta(\omega))$ достигала бы своего наименьшего значения $P(\delta^*(\omega^*))$, т.е. $P(\delta^*(\omega^*))=\min\limits_{\delta(\omega)\subset\Delta(I)}\{P(\delta(\omega))\}$.

Для задачи доказано достаточное условие применимости метода последовательных расчетов (8). Это позволяет применить к задаче алгоритм расчета, предложенный В.Р. Хачатуровым в сочетании со способом решения, приведенным в разделе 2.5. Для иллюстрации алгоритма решений приведен и решен численный пример.

Раздел 3.2 посвящен методу решения задачи (1)-(5) в случае, когда функции – линейные, $i\in I$, а функции $\psi_{jk}(y_{jk})=c_{jk}y_{jk}+T_{jk}\theta(y)$, $j=1,2,\dots,n$, $k=1,2,\dots,p$. Преобразуя аналогичным способом, приведенным в 3.2, задача сведена к виду:

$$L(\bar{x},\bar{y},\Delta)=\sum_{i\in I}\sum_{jr\in\Delta}c_{ijr}x_{ijr}+\sum_{jr\in\Delta}\sum_{k\in K}(c_{jrk}y_{jrk}+T_{jrk}\theta(y_{jrk}))\to min \tag{11}$$

при условиях:

$$\begin{aligned}&\sum_{jr\in\Delta}x_{ijr}\le a_i,\ i\in I,\\&\sum_{i\in I}x_{ijr}=\sum_{k\in K}y_{jrk}=y_{jr}\le Q_{jr},\ jr\in\Delta,\\&\sum_{jr\in\Delta}y_{jrk}=b_k,\ k\in K,\end{aligned} \tag{12}$$

где $\bar{x}=\{x_{ijr}:\ i\in I,\ jr\in\Delta\}$, $\bar{y}=\{y_{jrk}:\ jr\in\Delta,\ k\in K\}$; T_{jrk} – const, $jr\in\Delta$, $k\in K$; $c_{ijr}=c_{ir}+c_i$ – производственно-транспортные затраты; $c_{jrk}=c_{jk}\,\delta_{rk}+M(1-\delta_{rk})$ – затраты на переработку продукции k-ым способом в B_{jr}; $T_{jrk}=T_{jk}\delta_{rk}$, $jr\in\Delta$, $k\in K$; $M>0$ – достаточно большое число.

Для задачи (11), (12) доказано достаточное условие применимости метода последовательных расчетов (8).

Приведен и решен числовой пример для демонстрации алгоритма решения задачи.

В 3.3 рассматривается частный случай задачи (6), (7) т.е. экстремальная задача вида

$$L(x)=\sum_{i\in I}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{p}c_{ijk}x_{ijk}+\sum_{i\in I}(c_ix_i+T_i)\theta(x_i)\to min \tag{13}$$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{p}x_{ijk}=x_i\le a_i,\ i\in I,$$

$$\sum_{i\in I}\sum_{k=1}^{p} x_{ijk} = b_j, \;\; j = 1,2,...,n,$$
$$\sum_{i\in I} x_{ijk} \le D_{jk}, \;\; j = 1,2,...,n, \;\; k = 1,2,..., p, \qquad (14)$$

где $x=\{x_{ijk}\!: \; i \in I, \; j=1,2,\ldots,n, \; k=1,2,\ldots,n\}$.

Сформулирована технико-экономическая постановка задачи, связанная с определением оптимального плана размещения предприятий по добыче сырья и объема их добычи, а также способы перевозки сырья обрабатывающим предприятием, при которых суммарные затраты компании на добычу сырья и перевозки были минимальны. Аналогичным подходом, приведенным в 3.2 задача (13),(14) сведена к комбинаторной постановке, которая состоит в определении подмножества $\omega^* \subset I$ такого, что

$$P(\omega^*) = \min_{\omega\subset I} P(\omega), \qquad (15)$$

где $P(\omega) = \sum_{i\in\omega} T_i + P(x,\omega)$, $\;P(x,\omega) = \min_{x_{ij}} \sum_{i\in\omega}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{p} \bar{c}_{ijk} x_{ijk}$, при условиях (14), в которых I заменено на ω, $\bar{c}_{ijk} = c_{ijk} + c_i$, $i \in \omega$, $j = 1,2,...,n$, $k = 1,2,..., p$.

Доказано достаточное условие применимости метода последовательных расчетов (8) для задачи (15). Это обстоятельство позволяет использовать алгоритм метода последовательных расчетов в формулировке В.П. Черенина к задаче. Алгоритм расчета демонстрирован на числовом примере, в котором для определения глобального минимума задачи сделан перебор 11 вариантов из 16 возможных.

В разделе 3.4 рассматривается задача размещения производства (6), (7) с верхними ограничениями на объемы производства продукции и разрывной в нуле функцией производственных затрат имеющий вид $\varphi_i(x_i) = c_i x_i + T_i\,\theta(x)$, $i=1,2,\ldots,m$. Для задачи предлагается метод, использующий алгоритм метода последовательных расчетов.

Задача рассматривается как две последовательно решаемые экстремальные задачи вида: $L_1(\bar{x}) = \sum_{i\in I}\sum_{j=1}^{n} \bar{c}_{ij} x_{ij} + \sum_{i\in I} T_i\theta(x) \to min \qquad (16)$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = x_i \le a_i, \quad i \in I,$$
$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j, \quad j = 1,2,...,n, \qquad (17)$$

где $\bar{x} = \{x_{ij}\!: \; i \in I, \; j=1,2,\ldots,n\}$, $\quad \bar{c}_{ij} = \sum_{k=1}^{p} \bar{c}_{ijk} x_{ijk} \Big/ \sum_{k=1}^{p} \bar{x}_{ijk}$, при

$\bar{x}_{ijk} = min \;\; a_i, b_j \;\;$, $k = 1,2,..., p$, $\bar{c}_{ijk} = c_{ijk} + c_i$, $i \in I$, $j = 1,2,...,n$, $k = 1,2,..., p$,

$$L_2(x)=\sum_{i\in I}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{p}\overline{c}_{ijk}x_{ijk} \quad \to min \tag{18}$$

при условиях:

$$\sum_{k=1}^{p}x_{ijk}=x_{ij}^{*}, \quad i\in I, \ j=1,2,...,n,$$

$$\sum_{i\in I}\sum_{j=1}^{n}x_{ijk}\le D_k, \quad k=1,2,...,p, \tag{19}$$

где $\{x_{ij}^{*}\}$ - оптимальное решение задачи (16), (17), $I=\{0,1,2,\ldots,m\}$.

Вводится совокупность множеств $\omega\subset I$ и на каждом подмножестве $\omega\subset I$ построены функции

$$L_1(\overline{x},\omega)=\sum_{i\in\omega}\sum_{j=1}^{n}\overline{c}_{ij}x_{ij}+\sum_{i\in\omega}T_i \quad \text{и} \quad L_2(x,\omega)=\sum_{i\in\omega}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{p}\overline{c}_{ijk}x_{ijk}.$$

Задача (16), (17) сведена к комбинаторной постановке вида: требуется определить подмножества $\omega^{*}\subset I$ такое, что

$$P_1(\omega^{*})=\min_{\omega\subset I}\{P_1(\omega)\}, \tag{20}$$

где $P_1(\omega)=\min_{\overline{x}}\{L_1(\overline{x},\omega)\}$ при условиях (17), в которых I заменено множеством ω, далее определено значение $P_2(\omega)=\min_{\overline{x}}\{L_2(x,\omega)\}$ при условиях (19) и замене I на ω.

Для задачи (20) доказано достаточное условие применимости метода последовательных расчетов (8). Приведен алгоритм определения значений $P_1(\omega)$, $P_2(\omega)$ и $L(x,\omega)$, $\omega\subset I$. Для иллюстрации алгоритма решения задачи приведен и решен числовой пример.

Раздел 3.5 посвящен методу и алгоритму решения задачи размещения пунктов добычи сырья, рассмотренный в разделе 3.2 с дополнением фиксированной доплатой, учитывающаяся при расчете, если пункт добычи включен в план строительства, т.е. рассматривается задача вида:

$$L(\overline{x},\Delta(I))=\sum_{ik\in\Delta(I)}\sum_{j=1}^{n}\overline{c}_{ikj}x_{ikj}+\sum_{ik\in\Delta(I)}T_{ik}\theta(x)+\sum_{i\in I}\Pi_i G_i(x_{i1},x_{i2},...,x_{ip})\to min \tag{21}$$

при условиях:

$$\sum_{ik\in\Delta(I)}x_{ikj}=b_j, \ j=1,2,...,n,$$

$$\sum_{j=1}^{n}x_{ikj}=x_{ik}\le D_{ik}, \ ik\in\Delta(I), \tag{22}$$

где $\overline{X}=\{x_{ikj}: \ ik\in\Delta(I), \ j\in J\}$, $\Delta(I)$ - множество пар индексов $\{ik\}$, $i\in I$, $k=1,2,\ldots,p$, $\overline{c}_{ikj}=c_{ijk}+c_{ik}$, $ik\in\Delta(I)$, $j=1,...,n$, $G_i(x_{i1},\ldots,x_{ip})=max\{\theta(x_{i1}),\ldots,\theta(x_{ip})\}$.

Вводится совокупность множеств $\delta(\omega)\subseteq\Delta(I)$, $\omega\subset I$. Задача (21),(22) сформулирована как задача нахождения наименьшего значения $P(\delta(\omega))$ по всем $\delta(\omega)\subseteq\Delta(I)$, где $P(\delta(\omega))=\min\limits_{\bar{x}}\{L(\bar{x},\delta(\omega))\}$ при условиях (22) и замене множества $\Delta(I)$ множеством $\delta(\omega)$.

Однако, условие (8) для рассматриваемой задачи не выполняется. В этой связи для задачи доказано условие

$$S(\delta_1(\omega_1),\delta_2(\omega_2))=P(\delta_1(\omega_1))+P(\delta_2(\omega_2))-P(\alpha(\overline{\omega}))-P(\beta(\overline{\overline{\omega}}))-\Pi(\omega_1,\omega_2)\le 0, \quad (23)$$

где

$$\alpha(\overline{\omega})=\delta_1(\omega_1)\cup\delta_2(\omega_2), \quad \beta(\overline{\overline{\omega}})=\delta_1(\omega_1)\cap\delta_2(\omega_2), \text{ а}$$

$$\Pi(\omega_1,\omega_2)=\sum_{i\in\omega_1}\Pi_i+\sum_{i\in\omega_2}\Pi_i-\sum_{i\in\overline{\omega}}\Pi_i-\sum_{i\in\alpha\overline{\overline{\omega}}}\Pi_i,$$

являющиеся достаточным условием применимости метода последовательных расчетов для данного класса задач.

В соответствии с определениями, введенными В.Р. Хачатуровым (1965) введено понятие локального и глобального минимума.

$\Delta(I)$, содержащий множество $\delta^*(\alpha)$, вдоль которого $P(\delta(\omega))$ монотонно не убывает после $\delta^*(\alpha)$, когда локальный минимум задачи $\overline{A}$ не является одновременно локальным минимумом задачи A.

Доказанные теоремы позволили использовать в решении задачи (21),(22) специальный алгоритм метода последовательных расчетов. Для демонстрации алгоритма построен и решен численный пример.

Четвертая глава посвящена разработке экономико-математических моделей и методам решения задач хозяйствующих субъектов экономики.

В разделе 4.1 сформулирована математическая модель задачи, определения оптимального размера посевных площадей под каждый вид сельскохозяйственной культуры с учетом категорий земли по республике, потребности населения в сельскохозяйственной продукции и объёма государственного заказа по важнейшим видам сельскохозяйственной продукции по критерию максимального чистого дохода. В случае убыточности производства сельскохозяйственной продукции некоторого вида или недостаточности размера имеющихся площадей под посев определяется объём сельскохозяйственной продукции, получаемый за пределами республики, т.е.

$$L(x,y)=\sum_{i\in I}\Big(\sum_{k\in K}(d_i^k-(c_i^k+q_i^k))x_i^k+\sum_{k\in K^*}(\bar{d}_i^k-(c_i^k+\bar{q}_i^k))y_i^k\Big)\to\max$$

при условиях

$$\sum_{i\in I}a_i^k x_i^k=Q^k, \quad k\in K,$$

$$\sum_{i\in I} a_i^k y_i^k = Q_0^k, \quad k \in K^*,$$

$$\sum_{k\in K} x_i^k + \sum_{k\in K^*} y_i^k \le S_i, \quad i \in I,$$

где $x = \{ x_i^k : i \in I, \quad k \in K\}, \quad y = \{ y_i^k : i \in I, \quad k \in K\};$ Q^k – сельхоз продукции k-вида для населения; Q_0^k - объем госзакупки; S_i – размер i-ой категории посевной площади по республике; a_i^k - урожайность k-ой культуры на i-ой категории посевной площади; x_i^k - размер i-ой категории посевной площади под k-ую культуру, урожай которого реализуется на рынке; y_i^k - размер i-ой категории посевной площади под k-ый вид культуры, урожай которого направляется на приемный пункт.

Приведен и решен числовой пример для проверки пригодности модели к эксплуатации.

В 4.2. сформулированы два вида математической модели задачи определения оптимального состава транспортных средств коммунального хозяйства, занятых вывозом бытовых отходов. Первая модель определяет оптимальный состав, с учетом имеющегося в наличии, транспортных средств, используемый для вывоза бытовых отходов по критерию минимума суммарных затрат. Вторая модель задачи сформулирована для случая, когда коммунальному хозяйству необходимо доукомплектовать свой транспортный парк.

Модель 1. $L(x) = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} \bar{c}_{ij} x_{ij} \to \min$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_{ij} \ge a_i, \quad i = 1,2,\dots,m,$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \le b_j, \quad \mathrm{j} = 1,2,\dots,\mathrm{n},$$

где $x = \{ x_{ij}: i=1,2,\dots m, j=1,2,\dots,n$; b_j – количество транспортных средств j-типа; a_i – объем бытовых отходов в i-ом районе города ; a_{ij} - объем бытовых отходов, вывозимый единицей транспортного средства j-типа за сутки из i-го района; x_{ij} - количество транспортных средств j-типа, работающий в i-ом районе.

Модель 2. $L(x) = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^{n} \frac{c_j}{\tau_j t_j} x_j \to \min$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_{ij} = a_i, \quad \mathrm{i} = 1,2,\dots,\mathrm{m},$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \le b_j + x_j, \quad j = 1,2,\dots,n,$$

где $x = \{ x_{ij}:\ i=1,2,\dots m, j=1,2,\dots,n\}$; x_j – количество приобретаемых транспортных средств j-типа; c_j, τ_j, t_j - балансовая стоимость, нормативный срок окупаемости и фактический рабочий день за год транспортного средства j-го типа.

Алгоритм решения задачи проиллюстрирован числовым примером.

В разделе 4.3 сформулирована математическая модель задачи определения оптимального месторождения закупки и вывоза угля в ТЭЦ для выработки электроэнергии заданного количества и количественный состав транспортного средства каждой марки, привлекаемый для перевозки из своего автопарка, а также привлекаемый на основе аренды, т.е.

$$L\ x\ = \sum_{i\in I}\sum_{j\in J} \bar{\bar{c}}_{ij} x_{ij} + \sum_{i\in I} c_i x_i + \sum_{j\in J} q_j x_j \quad \to \min$$

при условиях:

$$\sum_{j\in J} a_{ij} x_{ij} = x_i, \quad i \in I,$$

$$\sum_{i\in I}\sum_{j\in J} \delta_i a_{ij} x_{ij} \ge \varepsilon,$$

$$\sum_{i\in I} x_{ij} = b_j + x_j, \quad j \in J,$$

$$0 \le x_j \le Q_j, \quad j \in J,$$

где $x = \{ x_i^k:\ i=1,2,\dots m, j=1,2,\dots,n\}$, $\bar{\bar{c}}_{ij} = \bar{c}_{ij} + \beta_i a_{ij}$, $i \in I$, $j \in J$; ε - количество электроэнергии, вырабатываемое ТЭЦ за планируемый период; δ_i - количество электроэнергии, получаемое из единицы веса угля с i-го месторождения; a_{ij} – производительность единицы транспортного средства j-ой марки при перевозке угля из i-го месторождения за планируемый период; x_{ij} - количество транспортных средств j-ой марки, направляемый для перевозки угля из i -го месторождения в ТЭЦ.

В конце диссертации приведены выводы, отражающие новизну полученных результатов и возможности их теоретических и практических применений.

Список работ автора, опубликованных по теме диссертации

Монографии:

1. Асанкулова М. Методы решения специального класса задач размещения [Текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова. – Б.: Изд-во «Илим», 2006. –175 с.

2. Асанкулова М. Методы решения транспортно – производственной задачи [текст]/ М. Асанкулова. – Б.: Изд-во «Илим», 2012. –160 с.

Статьи в изданиях, входящих в «Перечень периодических изданий, рекомендованных ВАК КР для опубликования основных результатов диссертаций»

3. Асанкулова М. Решение многоэтапной задачи с линейно-разрывной целевой функцией [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова// Известия НАН КР, 1998, № 4. – С.5-10.
4. Асанкулова М. Экономико-математическая модель и метод решения задачи определения оптимального варианта размещения перерабатывающих предприятий в сырьевой зоне [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова, К. Ишмухамедов//Вестник КГНУ, 2001, Вып. 7. – С.48-53.
5. Асанкулова М. Задача о рациональном использовании транспортных средств при вывозе бытовых отходов [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова, Р. Исаева //Наука и новые технологии, № 2, 2005. – С.64-70.
6. Асанкулова М. Экономико – математическая модель задачи определения оптимального размера посевной площади в крестьянском хозяйстве [текст]/ М. Асанкулова, С. Дуйшоналы кызы //Известия НАН КР, Изд-во: Илим, Бишкек, №3, 2005. – С.7-10.
7. Асанкулова М. Решение нелинейной задачи размещения с дополнительным условием [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова// Известия НАН КР, Изд-во: Илим, Бишкек, №3, 2006. – С.13-20.
8. Асанкулова М. Модель задачи размещения производства сельского хозяйства с учетом территориально природно-климатической особенностью региона [текст]/ М. Асанкулова, С. Дуйшоналы кызы //Наука и новые технологии, №1, 2006. - С.146-149.
9. Асанкулова М. Задача размещения производства при наличии дополнительного ограничения [текст]/ М. Асанкулова // Исследования по интегро-дифференциальным уравнениям, Вып.36. −Бишкек: Илим, 2007. − С.166-172.
10. Асанкулова М. Решение задачи размещения с дополнительными ограничениями на объемы перевозок [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова // Исследования по интегро-дифференциальным уравнениям, Вып.39. −Бишкек: Илим, 2008. − С.180-185.
11. Асанкулова М. Алгоритм расчета нелинейной задачи размещения с ограничениями на переменные [текст]/ М. Асанкулова, А. Жусупбаев // Исследования по интегро-дифференциальным уравнениям, Вып.39. −Бишкек: Илим, 2008. – С.186-191.
12. Асанкулова М. Решение нелинейной задачи размещения производства с дополнительным фиксированным спросом [текст]/М. Асанкулова // Исследо-

вания по интегро-дифференциальным уравнениям, Вып.42. –Бишкек: Илим, 2010. – С.173-180.
13. Асанкулова М. Определение максимального чистого дохода производственной компании [текст]/ М. Асанкулова, Г.А. Жусупбаева // Исследования по интегро-дифференциальным уравнениям. – Бишкек: Илим, 2010. –Вып.43. – С.160-165.
14. Асанкулова М. Задача оптимизации поставки сырья с учетом закупочных цен [текст]/ Г.А. Жусупбаева, М. Асанкулова, А. Жусупбаев //Известия КГТУ им. И. Раззакова, № 24, 2011. – С.92-96.
15. Асанкулова М. Задача определения оптимального распределения посевной площади под сельскохозяйственные культуры [текст]/ М. Асанкулова, А. Жусупбаев //Экономика, № 3(13). – Бишкек, 2012. – С.107-111.
16. Асанкулова М. Математическая модель двухуровневой задачи оптимизации производственных предприятий [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова //Доклады НАН КР. – Бишкек: Илим, 2014. – С.27-32.
17. Асанкулова М. Оптимизация распределения угля между потребителями [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова // Наука новые технологии и инновации Кыргызстана, Бишкек , 2016, № 8. – С. 78-83.
18. Асанкулова М. Математическая модель и метод определения соотношения экспорта и импорта продукции [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова, К. Чороев // Известия вузов Кыргызстана. – Бишкек: - 2016, №5. – С.80-82.
19. Асанкулова М. Определения оптимального объема ввоза и вывоза продукции субъектом [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова, К. Чороев // Вестник ОшГУ. – 2016, №2. – С.106-113 .
20. Асанкулова М. Решение задачи распределения угля между потребителями методом последовательных расчетов [текст]/ А. Жусупбаев, К. Джакыпбеков, Г.А. Жусупбаева // Известия КГТУ им.И. Раззакова. - 2016, № 3(39), часть 1. – С.50-56.
21. Асанкулова М. Задача определения оптимального объема закупки угля и ее транспортировки [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова, С. Искандаров// Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – Бишкек, 2017, № 5. – С.163-165.

Статьи в зарубежных периодических изданиях, индексируемых в РИНЦ:

22. Асанкулова М. Определение максимального дохода предприятия при ограниченном объеме финансов [текст]/ А. Жусупбаев, Г.А. Жусупбаева

//Актуальные направления научных исследований века: теория и практика, (РФ). – 2015, Т.3, № 7-1(18-1). – С. 101-105.
23. Асанкулова М. Применение метода последовательных расчетов к одной нелинейной задаче размещения производства [текст]/ А. Жусупбаев, А. Султанкул кызы // Актуальные направления научных исследований века: теория и практика, (РФ). – 2015, т.3, № 7-1(18-1). – С.378-382.
24. Асанкулова М. Оптимизация добычи и распределения сырья между потребителями в зависимости от периода[текст]/ М. Асанкулова, А. Жусупбаев // Проблемы современной науки и образования, 02.03.2016. – № 4(46). – С.7-12. Импакт фактор РИНЦ – 1,52.
25. Асанкулова М. Математическая модель определения технологического способа добычи, переработки и транспортировки угля [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова, А. Султанкул кызы // Наука, техника и образование, 26.07.2016. – № 7(25). – С.10-14.
26. Асанкулова М. Математическая модель оптимизации производства и ввоза сельхозпродукции [текст]/ М. Асанкулова, А. Жусупбаев // Успехи современной науки и образования, 30.05. 2016. – №5, том 3. – С.121-123.
27. Асанкулова М. Определение дохода предприятия с учетом закупки сырья и реализации готовой продукции [текст]/ М. Асанкулова, А. Жусупбаев, Г.А Жусупбаева // Проблемы современной науки и образования, 05.07.2016. – № 15(57). – С.6-10. Импакт фактор РИНЦ – 1,52.
28. Асанкулова М. Оптимизация производства, ввоза и вывоза сельхозпродукции в республике [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова // Успехи современной науки, 25.10. 2016. –№ 10, том 3. – С.158-162.
29. Асанкулова М. Задача прогнозирования объемов ввоза и вывоза продукции [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова // Системная инженерия. Серия «экономические науки», 30.05.2017. –№ 1-1(5). – С.63-67.
30. Асанкулова М. Определение объема добычи угля и распределение ее между потребителями [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова, А. Султанкул кызы // Системная инженерия. Серия «экономические науки», 30.05.2017. – № 1-1(5). – С.58-62.
31. Асанкулова М. Определение состава транспортных средств при вывозе угля для переработки [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова, Г.А. Жусупбаева //Актуальные направления научных исследований века: теория и практика (РФ). – 2017, (v.5, issue 10), № 10(36). – С.202-206. Импакт фактор РИНЦ – 0,184.

Статьи в других зарубежных рецензируемых периодических изданиях:

32. Асанкулова М. Приближенный метод решения одной задачи размещения [текст]/ М. Асанкулова//Вестник Каз. НТУ. - Алматы,№ 6(56), 2006 . – С.177-184.
33. Асанкулова М. Задача размещения перерабатывающих предприятий [текст]/ М. Асанкулова //Поиск. Серия естественных и технических наук. – Алматы, 2011. - № 1. – С.185-191.
34. Асанкулова М. Об одном приближенном методе решения многоиндексной задачи размещения [текст]/ М. Асанкулова //Труды ИВМ и МГ СО РАН, сер. Информатика. – Новосибирск, 2005. –вып.5. – С.119-125.
35. Асанкулова М. О способе решения задачи размещения с фиксированными затратами [текст]/ М. Асанкулова // Труды ИВМ и МГ СО РАН, сер:. Информатика. – Вып. 7., Новосибирск, 2007. – С.163-174.
36. Асанкулова М. Задача распределения сырья между взаимосвязанными хозяйствующими субъектами [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова // Фундаментальные и прикладные проблемы науки, том 3, Москва, 2015. – С.30-36.
37. Асанкулова М. Задача оптимизации производства и ввоза сельхозпродукции в республику [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова // Фундаментальные и прикладные проблемы науки, том 2, Москва, 2016. – С.25-30.

Статьи в других изданиях:

38. Асанкулова М. Задача размещения предприятий по переработке скоропортящегося сырья [текст]/ А. Жусупбаев, М. Асанкулова //Международный семинар «Вычислительные методы и решение оптимизационных задач», материалы семинара, Новосибирск, 22-29 августа 2004. – С.83-89.
39. Асанкулова М. Об одной нелинейной задаче размещения с фиксированными затратами [текст]/ М. Асанкулова // Международный семинар «Вычислительные методы и решение оптимизационных задач», материалы семинара, Новосибирск, 22-29 августа 2004. – С.32-39.

Асанкулова Майрамкандын 08.00.13 – экономиканын математикалык жана инструменталдык ыкмалары адистиги боюнча физика-математикалык илимдердин доктору окумуштуу даражасын алуу үчүн «Ишканаларды оптималдуу жайгаштыруу маселелери жана аларды чыгаруу усулдары»

Урунттуу сөздөр: Жайгаштыруу маселелери, максаттуу функциялар, чек коюулар, көптүктөр, оптималдык чыгарылыш, удаалаш эсептөө ыкмасы, сызыктуу жана сызыктуу эмес функциялар, чийки затты казып чыгаруу көлөмдөрү, комбинатордук ыкма.

Изилдөөнүн объекттери: Математикалык программалоонун көп экстремалдуу маселелери.

***Изилдөөнүн ыкмалары*:** Диссертацияда операцияларды изилдөө ыкмалары, комбинатордук ыкма, компьютердик программалык каражаттар, В.П. Черениндин удаалаш эсептөө ыкмасы, сызыктуу эмес функцияны сызыктуу бөлүкчөлөп аппроксимациялоо ыкмасы колдонулган.

Жумуштун максаты: Сызыктуу жана сызыктуу эмес (нөлдө үзгүлтүктүү) максаттуу функциясы бар жана өзгөрүлмөлөргө ар түрдүү чектөөчү шарттары бар жайгаштыруу жана кайра иштетүү маселелеринин ыкмаларын жана алгоритмдерин иштеп чыгуу .

Алынган натыйжалар жаңа алардын жаңылыгы: Өндүрүү жана кайра иштетүү чыгымдарын аныктоочу функциялары сызыктуу жана сызыктуу эмес (нөлдө үзгүлтүкө учураган) учурундагы продукцияны өндүрүүнү жана аны кайра иштетүүнү жайгаштыруу маселесинин ар түрдүү шарттары жана кайра иштетүү ыкмалары үчүн чыгаруу методу табылган.

Чийки зат ташуу ыкмалары изделүүчү жана казып алуу чыгымдарын аныктоочу функциялары нөлдө үзгүлтүкө учураган убактагы өндүрүш мекемелерин жайгаштыруу маселесине удаалаш эсептөө усулун колдонушу негизделген.

Чийки затты казып алуу мезгили сайын (үстөк чыгымды эске алуу менен) чыгымдарын аныктоочу функциялары сызыктуу эмес (нөлдө үзгүлтүкө учураган) ишканаларын жайгаштыруу маселелери үчүн удаалаш эсептөө усулунун алгоритмасын пайдалануу менен чыгаруу ыкмасы иштелип чыккан.

Жумушта каралган жайгаштыруу маселерине төп келүүчү энергетика, коммуналдык жана айыл чарбасындагы субъектилердин маселелерине экономика-математикалык моделдер тургузулган.

Колдонуу деңгээли: Теориялык натыйжаларды илим изилдөөчү мекемелерде көп экстремалдуу маселелердин ар түрдүү класстары үчүн чыгаруунун ыкмаларын жана алгоритмдерин иштеп чыгууда ал эми математикалык моделдерди, ыкмаларды жана алгоритмдерди чарба менен алектенген субъектилер ишканаларын жайгаштырууда жана продукцияны иштетүүнүн ыкмаларынын эффективдүү вариантын тандоо үчүн колдонсо болот.

РЕЗЮМЕ

диссертации Асанкуловой Майрамкан на тему «Задачи оптимального размещения предприятий и методы их решений» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 08.00.13 – математические и инструментальные методы экономики

Ключевые слова: Задачи размещения, целевые функции, ограничения, множества, оптимальное решение, метод последовательных расчетов, линейные и нелинейные функции, объемы добычи сырья, комбинаторный метод.

Объекты исследования: Многоэкстремальные задачи математического программирования.

Методы исследования. В работе использованы методы исследования операций, комбинаторный метод, компьютерные программные средства, метод последовательных расчетов В.П. Черенина, метод кусочно-линейной аппроксимации.

***Цель работы*:** Разработка методов и алгоритмов решений класса задач размещения с линейной и нелинейной (разрывной в нуле) целевой функцией и с различными дополнительными ограничениями на объемы производства, обработки и объемы перевозимой продукции, и математических моделей задач экономики, решаемые разработанными методами.

***Полученные результаты и их новизна*:**

Найден способ решения для задачи размещения производства продукции и ее обработки с линейными и нелинейными (разрывными в нуле) функциями производственных затрат и затрат на обработки при различных условиях и способах обработки продукции;

Обосновано применимость метода последовательных расчетов к задаче размещения добывающих предприятий с разрывными в нуле функциями затрат на добычу и искомыми способами транспортировки сырья;

Разработан способ решения, использующий алгоритм метода последовательных расчетов для задачи размещения предприятий по добыче сырья с нелинейной (разрывной в нуле) функцией затрат на добычу в каждом периоде и с дополнительной фиксированной доплатой.

Сформулированы экономико-математические модели задач хозяйствующих субъектов сельского хозяйства, коммунального хозяйства и энергетики, приводящиеся к рассмотренным в работе задачам размещения.

Степень использования. Теоретические результаты могут быть использованы в научно – исследовательских учреждениях при разработке методов и алгоритмов решения различных классов многоэкстремальных задач, а сформулированные математические модели, методы и алгоритмы решения задач могут быть использованы хозяйствующими субъектами для выбора эффективного варианта размещения производственных предприятий, предприятий по обработке продукции и способа обработки.

SUMMARY

for the dissertation theses of Asankulova Mairamkan on the topic "The problems of optimal location of enterprises and methods to solve them " submitted for the seeking of academic degree of Doctor of Physical Mathematical Sciences, specialty 08.00.13 - mathematical and instrumental methods of economics

Keywords: location problems, objective functions, constraints, sets, optimal solution, sequential calculation method, linear and nonlinear functions, raw material extraction volumes, combinatorial method.

Object of research: multi-extremal problems of mathematical programming.

Methods of research: the methods of operations research, combinatorial method, computer software, V.P.Cherenin's sequential calculations method (SCM), a method of piecewise linear approximation are used in the work.

Purpose of the work**:** development of methods and algorithms to solve of a set of allocation problems with linear and nonlinear (discontinuous at zero) objective function and with various additional restrictions on production volumes, processing and volumes of transported products, and mathematical models of economic problems solved by the developed methods.

Results obtained and their novelty:

- a method for solving the problem of placing production and processing it with linear and nonlinear (discontinuous at zero) functions of production costs and processing costs under various conditions and methods of processing products is found; - the applicability of the SCM to the problem of locating mining enterprises with discontinuous zero production cost functions and the required ways of transportation of raw materials is substantiated; - a solution method was developed using a special SCM algorithm for the task of locating enterprises for the extraction of raw materials with a non-linear (discontinuous at zero) function of production costs in each period, taking into account a fixed surcharge; - economic and mathematical models of tasks of economic entities of agriculture, communal services and energy are summarized, which are given to the problems of accommodation discussed in the paper.

Area of application**:** theoretical results of the work can be used in research institutions while developing methods and algorithms to solve various classes of multi-extremal problems and in lecture courses in universities for training specialists, and formulated mathematical models, methods and algorithms for solving problems, can be used by business entities for the selection of an effective option for locating manufacturing enterprises, processing enterprises and processing methods.